



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110709481 A

(43)申请公布日 2020.01.17

(21)申请号 201880034895.7

(22)申请日 2018.05.08

(30)优先权数据

17174033.5 2017.06.01 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.11.26

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2018/061915 2018.05.08

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/219607 EN 2018.12.06

(71)申请人 巴斯夫欧洲公司

地址 德国莱茵河畔路德维希港

(72)发明人 G·德凯泽 郭颖

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247

代理人 肖威 刘金辉

(51)Int.Cl.

G09D 11/03(2006.01)

G09D 11/102(2006.01)

G09D 11/52(2006.01)

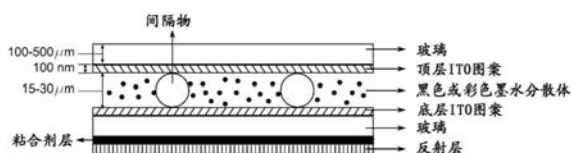
权利要求书3页 说明书32页 附图2页

(54)发明名称

提供双稳性的电泳墨水

(57)摘要

本发明涉及一种电泳墨水、一种制备电泳墨水的方法、一种包含所述电泳墨水的电泳显示器、一种包含所述电泳墨水的智能窗户以及所述电泳墨水在电泳显示器或智能窗户中的用途,以及至少一种表面处理的二氧化硅用于改善电泳墨水的双稳性的用途。



1. 电泳墨水,其包含:

a) 至少一种载体流体,

b) 分散在所述至少一种载体流体中的颜料颗粒,和

c) 电荷控制剂混合物,所述电荷控制剂混合物包含:

i) 至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺,和

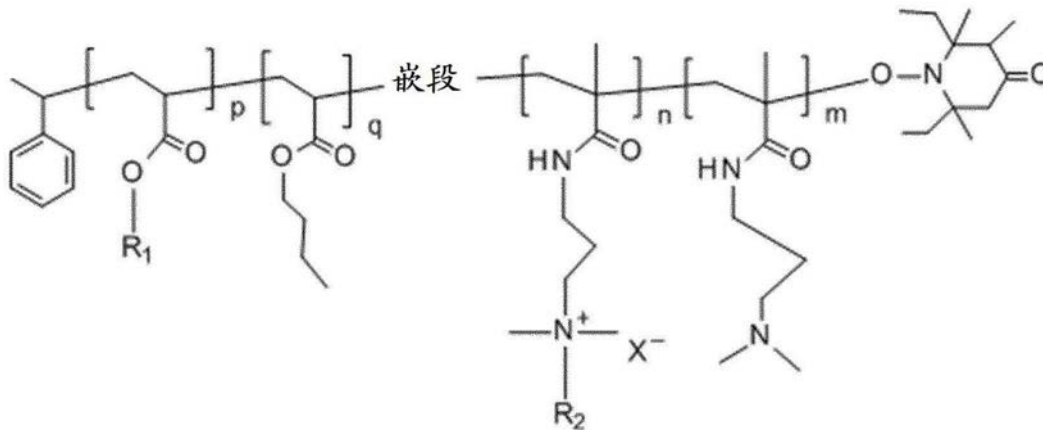
ii) 至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵,和

d) 至少一种表面处理的二氧化硅。

2. 根据权利要求1的电泳墨水,其中所述至少一种载体流体选自脂族烃、卤代烷烃、硅油及其混合物。

3. 根据权利要求1或2的电泳墨水,其中颜料颗粒选自彩色颜料、效应颜料、导电颜料、磁屏蔽颜料、荧光颜料、增量颜料、防腐蚀颜料、有机颜料、无机颜料及其混合物。

4. 根据权利要求1-3中任一项的电泳墨水,其中所述电泳墨水包含至少一种分散剂,优选所述至少一种分散剂具有下式(I):



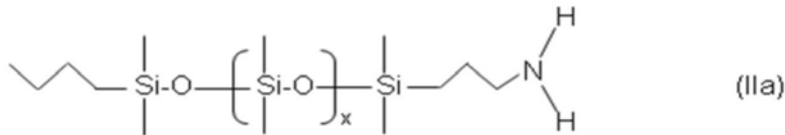
(I)

其中 $p+q$ 为30-200的整数, $n+m$ 为5-50的整数, X^- 为一价有机或无机酸的阴离子, R_1 为 C_4-C_{22} 直链或支化烷基, R_2 为含 C_1-C_{12} 的基团。

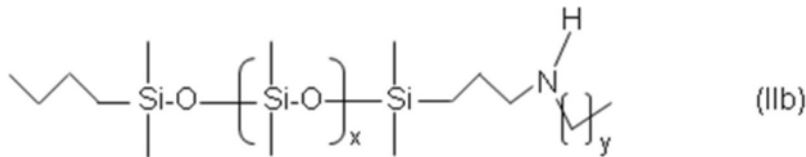
5. 根据权利要求1-4中任一项的电泳墨水,其中所述电荷控制剂混合物以1:10-1:1.5,优选1:8-1:1.8,最优选1:5-1:2的重量比[i]/ii)包含i)的所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺和ii)的所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵。

6. 根据权利要求1-5中任一项的电泳墨水,其中i)的所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺为聚二甲基硅氧烷取代的叔胺。

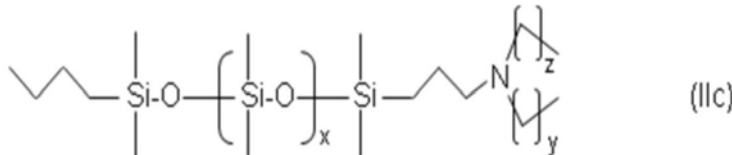
7. 根据权利要求1-6中任一项所述的电泳墨水,其中i)的所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺为下式(IIa)的化合物:



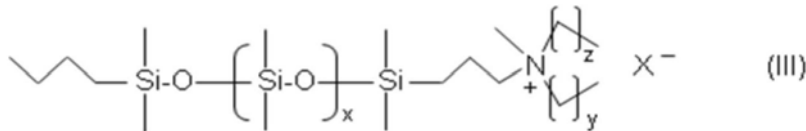
其中x为5-20的整数,和/或下式(IIb)的化合物:



其中x为5-20的整数,y为0-12的整数,和/或下式(IIc)的化合物:

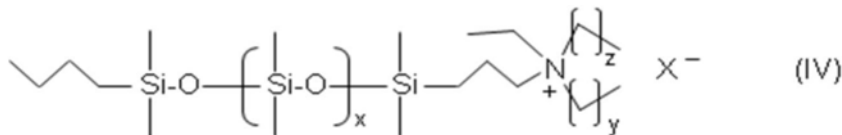


8. 根据权利要求1-7中任一项的电泳墨水,其中ii)的所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵为下式(III)的化合物:



其中x为5-20的整数;y和z彼此独立并且为0-12的整数,X⁻选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子和乙基硫酸根阴离子。

9. 根据权利要求1-7中任一项的电泳墨水,其中ii)的所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵为下式(IV)的化合物:



其中x为5-20的整数;y和z彼此独立并且为0-12的整数,X⁻选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子和乙基硫酸根阴离子。

10. 根据权利要求1-9中任一项的电泳墨水,其中所述至少一种表面处理的二氧化硅:

i) 为至少一种表面处理的热解法二氧化硅,和/或

ii) 包含基于所述至少一种表面处理的二氧化硅的总重量为0.5-22重量%的量的氧化铝,和/或

iii) 包含位于所述至少一种表面处理的二氧化硅的表面上的处理层,所述处理层包含选自硅烷和/或其反应产物、硅氧烷和/或其反应产物、硅氮烷和/或其反应产物、硅油和/或其反应产物,及其混合物的含硅化合物。

11. 根据权利要求1-10中任一项的电泳墨水,其中所述至少一种表面处理的二氧化硅具有:

i) 4-200nm,优选5-180nm,最优选5-150nm的重量中值粒度d₅₀,或

ii) 10-400m²/g,优选25-350m²/g,最优选30-300m²/g的比表面积(BET),使用氮气和根据ISO 9277的BET方法测量。

12. 一种制备电泳墨水的方法,所述方法包括以下步骤:

- a) 提供至少一种如权利要求1或2所定义的载体流体,
- b) 提供如权利要求1或3所定义的颜料颗粒,
- c) 任选地提供至少一种如权利要求4所定义的分散剂,
- d) 提供如权利要求1或5-9中任一项所定义的电荷控制剂混合物,和
- e) 提供至少一种如权利要求1、10或11中任一项所定义的表面处理的二氧化硅,和
- f) 将步骤a)的所述至少一种载体流体、步骤b)的颜料颗粒、步骤c)的任选分散剂、步骤d)的电荷控制剂混合物和步骤e)的所述至少一种表面处理的二氧化硅组合。

13. 电泳显示器,包括:

- a) 顶层和底层,其中至少一个是透明的,和
- b) 夹在顶层和底层之间的单元阵列,并且所述单元至少部分填充有根据权利要求1-11中任一项的电泳墨水。

14. 智能窗户,包括:

- a) 顶层和底层,其中顶层和底层是透明的,和
- b) 夹在顶层和底层之间的单元阵列,并且所述单元至少部分填充有根据权利要求1-11中任一项的电泳墨水。

15. 根据权利要求1-11中任一项的电泳墨水在电泳显示器或智能窗户中的用途。

16. 至少一种如权利要求1、10或11中任一项所定义的表面处理的二氧化硅,优选与如权利要求1或5-11中任一项所定义的电荷控制剂混合物一起用于改善电泳墨水的双稳性的用途。

提供双稳性的电泳墨水

发明领域

[0001] 本发明涉及一种电泳墨水、一种制备电泳墨水的方法、一种包含所述电泳墨水的电泳显示器、一种包含所述电泳墨水的智能窗户以及所述电泳墨水在电泳显示器或智能窗户中的用途和至少一种表面处理的二氧化硅用于改善电泳墨水的双稳性(bistability)的用途。

[0002] 发明背景

[0003] 具有低成本、户外可读的特征的反射型明亮显示器和智能窗户具有巨大的市场潜力。当前的反射型显示器通常基于电泳现象,因此被称为电泳显示器(e显示器)。

[0004] 该e显示器和智能窗户是本领域所公知的。例如,US7,110,162B2涉及一种电泳墨水,其包含作为连续相的氟代溶剂、作为分散相的带电颜料颗粒或含有颜料的微胶囊,以及电荷控制剂,所述电荷控制剂包含:(i)处于连续相中的可溶性氟代电子接受或质子供应化合物或聚合物和处于分散相中的电子供应或质子接受化合物或聚合物;或(ii)处于连续相中的可溶性氟代电子供应或质子接受化合物或聚合物和处于分散相中的电子接受或质子供应化合物或聚合物。EP1231500A2涉及包含微胶囊的可电寻址的墨水,所述微胶囊包含:具有第一电荷的第一颗粒;和具有第二电荷的第二颗粒;其中将具有第一极性的电场施加至所述微胶囊上,从而通过使所述第一和第二颗粒之一响应于所述场沿一定的方向迁移,以实现所感知的颜色变化。W02011/046564A1公开了双色可电子寻址的墨水,其包含非极性载体流体,具有第一颜色的第一着色剂和具有不同于第一颜色的第二颜色的第二着色剂。第一着色剂包含颗粒核(C1)和连接至颗粒核(C1)表面的碱性官能团(BFG)。第二着色剂包含颗粒核(C2)和连接至颗粒核(C2)表面的酸性官能团(AFG)。所述酸性官能团(AFG)和碱性官能团(BFG)设置成在所述非极性载体流体中相互作用以在第一着色剂上产生电荷并在第二着色剂上产生相反的电荷。

[0005] 然而,市售电泳墨水(e墨水)材料通常仅能够在白色、灰色或黑色反射状态之间切换。也就是说,它们不能提供透明状态,因此不能用于智能窗户中。此外,填充有e墨水的市售e显示器具有如下缺点:它们通常不能提供所需的亮度。除此之外,市售的e显示器通常提供减少量的像素,即三分之一呈红色,三分之一呈蓝色和三分之一呈绿色,从而使得显示器的颜色谱受到限制。因此,当前可得的e墨水的应用仅限于e显示器,并且在智能窗户中完全不可能。此外,市售的e墨水需要对颜料进行包封和/或表面接枝,这增加了工艺复杂性和成本。此外,用于市售显示器中的电泳墨水材料具有较高的粘度,从而使得如果改变电压,则材料的重新取向需要数秒钟。

[0006] 因此,本领域需要提供一种电泳墨水,其避免了前述缺点,并且尤其允许在用于电泳显示器或智能窗户时在透明和多色或半透明状态之间切换。此外,当用于电泳显示器时,希望提供具有高亮度以及覆盖大颜色谱(即红色,绿色和蓝色的所有像素)的电泳墨水。此外,希望即使在移除所有电源时,也将包含e-墨水的显示器上的图像保留一段时间,优选数秒钟。就是说,希望提供一种双稳性的电泳墨水,其双稳性大于1秒,优选大于2秒,最优选大于5秒,从而允许电泳墨水材料足够快速地重新取向。

[0007] 因此,本发明的目的是提供一种电泳墨水,尤其是一种可用于电泳显示器或智能窗户的电泳墨水。此外,本发明的目的是提供一种电泳墨水,其允许在智能窗户应用中在透明和半透明和非透明状态之间切换。此外,本发明的目的是提供一种电泳墨水,其允许在e显示器应用中在白色和黑色以及多色状态之间切换。本发明的另一目的是提供一种电泳墨水,其在e显示器中提供高亮度。本发明的又一目的是提供一种覆盖大颜色谱的电泳墨水。本发明的又一目的是提供一种电泳墨水,其提供了大于1秒,优选大于2秒,最优选大于5秒的双稳性,从而允许电泳墨水材料足够快速地重新取向。

[0008] 发明简述

[0009] 前述和其他目的由本发明的主题实现。根据本发明的第一方面,提供了一种电泳墨水。所述电泳墨水包含:

[0010] a) 至少一种载体流体,

[0011] b) 分散在所述至少一种载体流体中的颜料颗粒,和

[0012] c) 电荷控制剂混合物,所述电荷控制剂混合物包含:

[0013] i) 至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺,和

[0014] ii) 至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵,和

[0015] d) 至少一种表面处理的二氧化硅。

[0016] 发明人惊讶地发现,如本文所定义的电泳墨水,即包含至少一种载体流体、分散在载体流体中的颜料颗粒、所定义的电荷控制剂混合物和至少一种表面处理的二氧化硅的电泳墨水可用作电泳显示器或智能窗户中的电泳墨水,并且允许在透明和多色或半透明状态之间切换。此外,所述电泳墨水具有高亮度并且覆盖大的颜色谱。此外,所述电泳墨水的双稳性超过2秒,即超过5秒,因此允许电泳墨水材料足够快速的重新取向。

[0017] 根据本发明的另一方面,提供了一种制备电泳墨水的方法。所述方法包括以下步骤:

[0018] a) 提供至少一种如本文所定义的载体流体,

[0019] b) 提供如本文所定义的颜料颗粒,

[0020] c) 任选地提供至少一种如本文所定义的分散剂,

[0021] d) 提供如本文所定义的电荷控制剂混合物,

[0022] e) 提供至少一种如本文所定义的表面处理的二氧化硅,和

[0023] f) 将步骤a)的所述至少一种载体流体、步骤b)的颜料颗粒、步骤c)的任选分散剂、步骤d)的电荷控制剂混合物和步骤e)的至少一种表面处理的二氧化硅的混合物组合。

[0024] 根据本发明的另一方面,提供了一种电泳显示器,其包括:a) 顶层和底层,其中至少一个是透明的,和b) 夹在顶层和底层之间的单元阵列,并且所述单元至少部分填充有如本文所定义的电泳墨水。

[0025] 根据本发明的又一方面,提供了一种智能窗户,其包括:a) 顶层和底层,其中顶层和底层是透明的,和b) 夹在顶层和底层之间的单元阵列,并且所述单元至少部分填充有如本文所定义的电泳墨水。

[0026] 根据本发明的甚至另一方面,提供了如本文所定义的电泳墨水在电泳显示器或智能窗户中的用途。

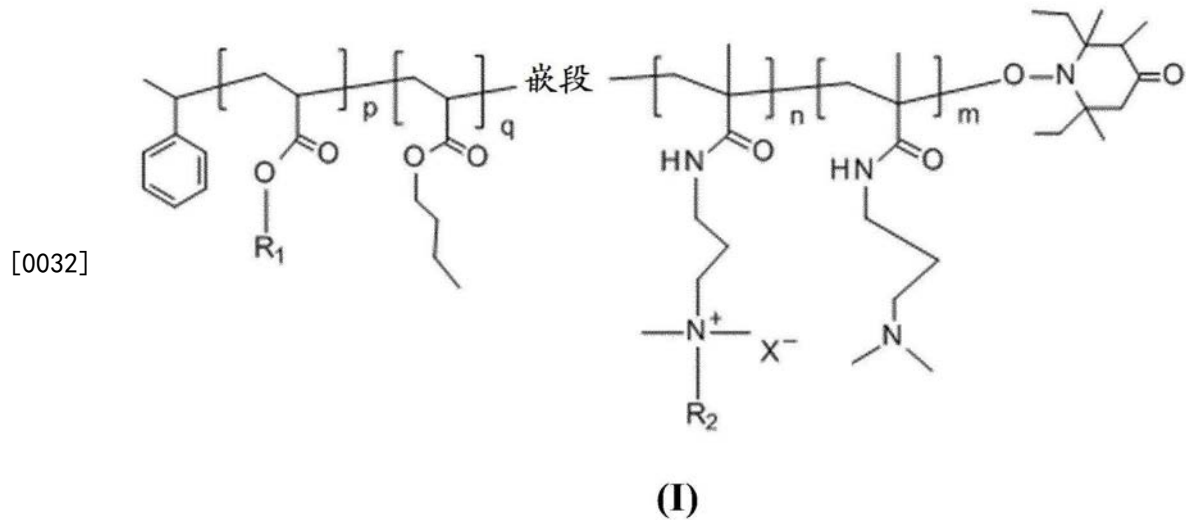
[0027] 根据本发明的再一方面,提供了至少一种如本文所定义的表面处理的二氧化硅,优选与如本文所定义的电荷控制剂混合物一起用于改善电泳墨水的双稳性的用途。

[0028] 本发明电泳墨水的有利实施方案定义在相应的从属权利要求中。

[0029] 根据一个实施方案,所述至少一种载体流体选自脂族烃、卤代烷烃、硅油及其混合物。

[0030] 根据另一实施方案,所述颜料颗粒选自彩色颜料、效应颜料、导电颜料、磁屏蔽颜料、荧光颜料、增量颜料、防腐蚀颜料、有机颜料、无机颜料及其混合物。

[0031] 根据又一实施方案,所述电泳墨水包含至少一种分散剂,优选所述至少一种分散剂具有下式(I):

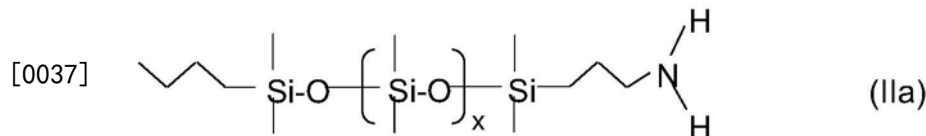


[0033] 其中 $p+q$ 为30-200的整数, $n+m$ 为5-50的整数, X^- 为一价有机或无机酸的阴离子, R_1 为 C_4-C_{22} 直链或支化烷基, R_2 为含 C_1-C_{12} 的基团。

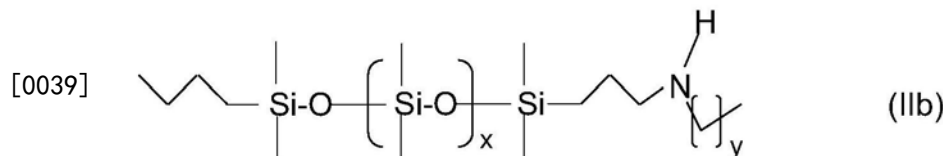
[0034] 根据一个实施方案,电荷控制剂混合物以1:10-1:1.5,优选1:8-1:1.8,最优选1:5-1:2的重量比[i)/ii)]包含i)的所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺和ii)的所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵。

[0035] 根据另一实施方案,i)的所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺为聚二甲基硅氧烷取代的叔胺。

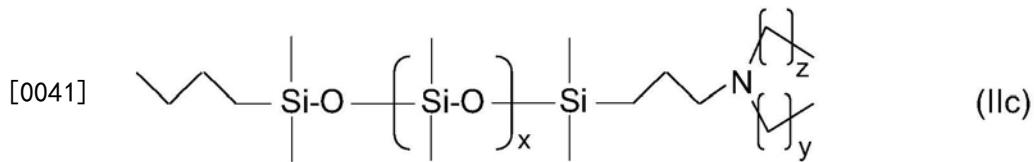
[0036] 根据又一实施方案,i)的所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺为下式(IIa)的化合物:



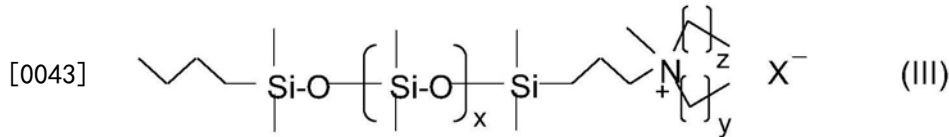
[0038] 其中 x 为5-20的整数,和/或下式(IIb)的化合物:



[0040] 其中 x 为5-20的整数, y 为0-12的整数,和/或下式(IIc)的化合物:

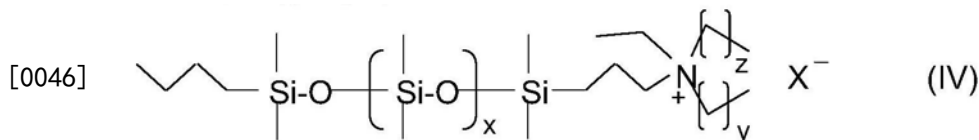


[0042] 根据一个实施方案, ii) 的所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵为下式 (III) 的化合物:



[0044] 其中x为5-20的整数;y和z彼此独立并且为0-12的整数,X⁻选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子和乙基硫酸根阴离子。

[0045] 根据另一实施方案, ii) 的所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵为下式 (IV) 的化合物:



[0047] 其中x为5-20的整数;y和z彼此独立并且为0-12的整数,X⁻选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子和乙基硫酸根阴离子。

[0048] 根据又一实施方案, 所述至少一种表面处理的二氧化硅 i) 为至少一种表面处理的热解法二氧化硅, 和/或 ii) 包含基于所述至少一种表面处理的二氧化硅的总重量为0.5-22重量%量的氧化铝, 和/或 iii) 包含位于所述至少一种表面处理的二氧化硅的表面的处理层, 所述处理层包含选自硅烷和/或其反应产物、硅氧烷和/或其反应产物、硅氮烷和/或其反应产物、硅油和/或其反应产物, 及其混合物的含硅化合物。

[0049] 根据一个实施方案, 所述至少一种表面处理的二氧化硅具有: i) 4-200nm, 优选5-180nm, 最优选5-150nm的重量中值粒度d₅₀, 和/或 ii) 10-400m²/g, 优选25-350m²/g, 最优选30-300m²/g的比表面积(BET), 使用氮气和根据ISO 9277的BET方法测量。

[0050] 在下文中, 将更详细地描述本发明方法的细节和优选实施方案。应理解的是, 这些技术细节和实施方案也适用于本发明的产品和用途。

[0051] 发明详述

[0052] 所述电泳墨水包含:

[0053] a) 至少一种载体流体,

[0054] b) 分散在所述至少一种载体流体中的颜料颗粒, 和

[0055] c) 电荷控制剂混合物, 所述电荷控制剂混合物包含:

[0056] i) 至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺, 和

[0057] ii) 至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵, 和

[0058] d) 至少一种表面处理的二氧化硅

[0059] 因此, 所述电泳墨水的一种必要组分为所述至少一种载体流体。

[0060] 术语“至少一种”意指所述载体流体包含一种或多种载体流体,优选由一种或多种载体流体组成。

[0061] 在一个实施方案中,所述至少一种载体流体包含一种载体流体,优选由一种载体流体组成。或者,所述至少一种载体流体包含两种或更多种载体流体,优选由两种或更多种载体流体组成。例如,所述至少一种载体流体包含两种或三种载体流体,优选由两种或三种载体流体组成。换言之,如果所述至少一种载体流体包含两种或更多种载体流体,优选由两种或更多种载体流体组成,则所述至少一种载体流体包含不同载体流体的混合物,优选由不同载体流体的混合物组成。

[0062] 如果所述至少一种载体流体为不同载体流体的混合物,则所述混合物包含2-5种载体流体,优选由2-5种载体流体组成。例如,载体流体的混合物包含两种或三种载体流体,优选由两种或三种载体流体组成。

[0063] 优选地,所述至少一种载体流体包含一种载体流体,更优选由一种载体流体组成。

[0064] 例如,所述至少一种载体流体具有低介电常数,例如约4或更低,例如0.5-2。

[0065] 在一个实施方案中,所述至少一种载体流体基本上不含离子。

[0066] 合适的载体流体选自脂族烃、卤代烷烃、硅油及其混合物。

[0067] 所述脂族烃的实例包括庚烷、辛烷、壬烷、癸烷、十二烷、十四烷、己烷、环己烷,石蜡族溶剂如ISOPAR™ (Exxon)、NORPAR™ (Exxon)、SHELL-SOL™ (Shell) 和SOL-TROL™ (Shell) 系列。使用脂族烃作为所述至少一种载体流体是有利的,因为它们具有良好的介电强度和非反应性。

[0068] 所述脂族烃优选具有约4或更低,例如0.5-2的介电常数。额外或者替代地,所述脂族烃具有1.4-1.5,例如1.4-1.45的折射率。

[0069] 在一个实施方案中,所述脂族烃优选具有 $0.6-0.8\text{gcm}^{-3}$,例如 $0.7-0.8\text{gcm}^{-3}$ 的密度。

[0070] 卤代烷烃可包括部分或完全卤代的烷烃。例如,卤代烷烃包含如下化合物的组,优选选自自由如下化合物组成的组:四氟二溴乙烯、四氯乙烯、三氟氯乙烯、四氯化碳及其混合物。

[0071] 所述卤代烷烃优选具有约4或更低,例如1.5-2的介电常数。额外或者替代地,所述卤代烷烃具有约1.4或更低,例如1.3-1.4的折射率。

[0072] 在一个实施方案中,所述卤代烷烃优选具有 $1.0-1.9\text{gcm}^{-3}$,例如 $1.3-1.8\text{gcm}^{-3}$ 的密度。

[0073] 硅油的实例包括八甲基环硅氧烷、聚(甲基苯基硅氧烷)、六甲基二硅氧烷、聚二甲基硅氧烷及其混合物。

[0074] 所述硅油优选具有约3或更小,例如2-2.8的介电常数。额外或者替代地,所述硅油具有1.45或更低,例如1.4-1.45的折射率。

[0075] 在一个实施方案中,所述硅油优选具有 $0.8-1.0\text{gcm}^{-3}$,例如 $0.9-1.0\text{gcm}^{-3}$ 的密度。

[0076] 所述电泳墨水优选以基于该电泳墨水的总重量为30-95重量%,更优选40-94.5重量%,最优选50-94重量%的量包含所述至少一种载体流体。

[0077] 本发明的另一要求是所述电泳墨水包含分散在所述至少一种载体流体中的颜料颗粒。

[0078] 应理解的是,所述电泳墨水优选不含表面官能化的颜料,例如包封的颜料和/或表面接枝的颜料。

[0079] 在一个实施方案中,所述颜料颗粒包含一种颜料颗粒,优选由一种颜料颗粒组成。或者,所述颜料颗粒包含两种或更多种颜料颗粒,优选由两种或更多种颜料颗粒组成。例如,所述颜料颗粒包含两种或三种颜料颗粒,优选由两种或三种颜料颗粒组成。

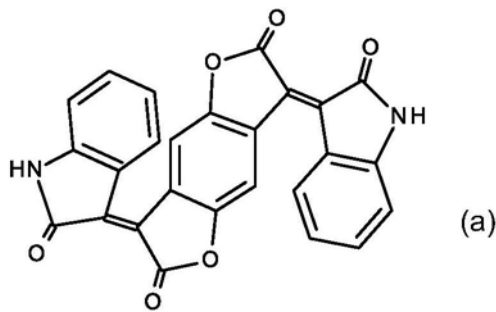
[0080] 优选地,所述颜料颗粒包含一种颜料颗粒,优选由一种颜料颗粒组成。

[0081] 在一个实施方案中,所述颜料颗粒选自彩色颜料、效应颜料、导电颜料、磁屏蔽颜料、荧光颜料、增量颜料、防腐蚀颜料、有机颜料、无机颜料及其混合物。优选地,所述颜料颗粒为彩色颜料。

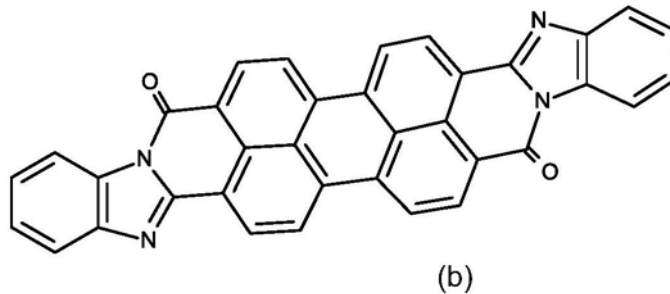
[0082] 如果所述颜料颗粒为彩色颜料,则所述颜料颗粒优选选自黑色颜料颗粒、青色颜料颗粒、品红色颜料颗粒、黄色颜料颗粒及其混合物。

[0083] 应理解的是,所述颜料颗粒,优选彩色颜料,最优选选自黑色颜料颗粒、青色颜料颗粒、品红色颜料颗粒、黄色颜料颗粒及其混合物的颜料颗粒是本领域所公知的,因此不需要在本申请中更详细地描述。此外,公知的所有适合用于待制备产品的颜料颗粒都可用于本发明的电泳墨水中。

[0084] 黑色颜料颗粒优选选自下式 (a) 和/或式 (b) 的颜料颗粒:



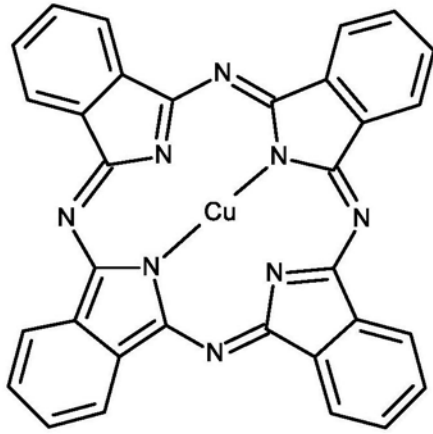
[0085]



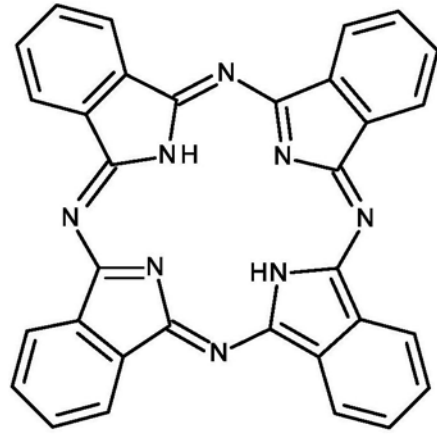
[0086] 更优选地,黑色颜料颗粒选自式 (a) 或式 (b) 的颜料颗粒。

[0087] 青色颜料颗粒优选选自下式 (c) 和/或式 (d) 的颜料颗粒:

[0088]



(c)

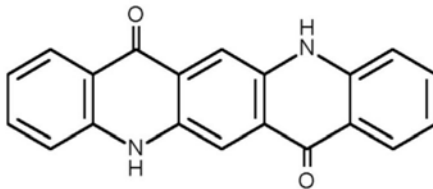


(d)

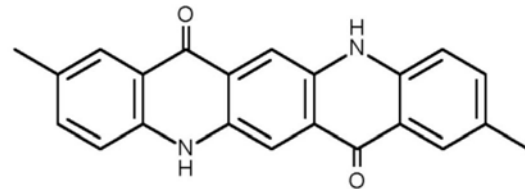
[0089] 更优选地,青色颜料颗粒选自式(c)或式(d)的颜料颗粒。

[0090] 品红色颜料颗粒优选选自下式(e)和/或式(f)和/或式(g)的颜料颗粒:

[0091]

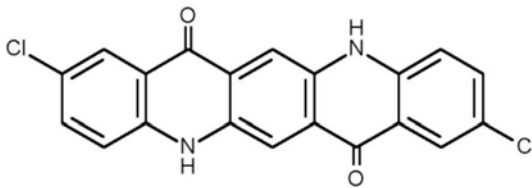


(e)



(f)

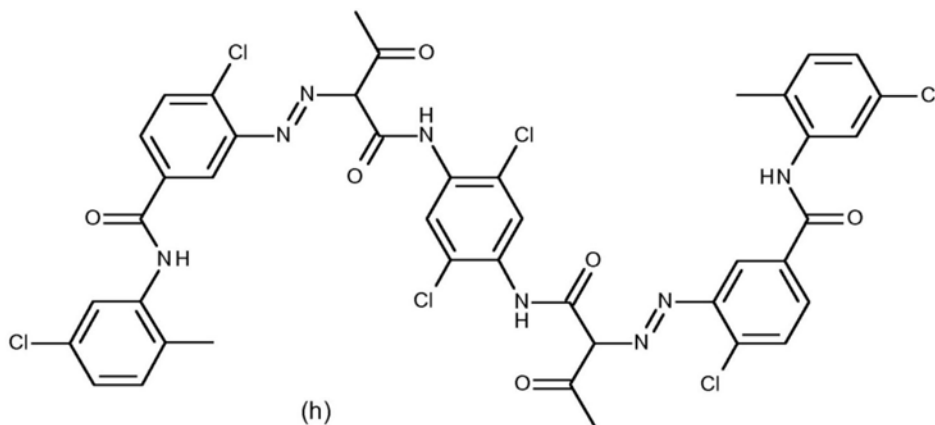
[0092]



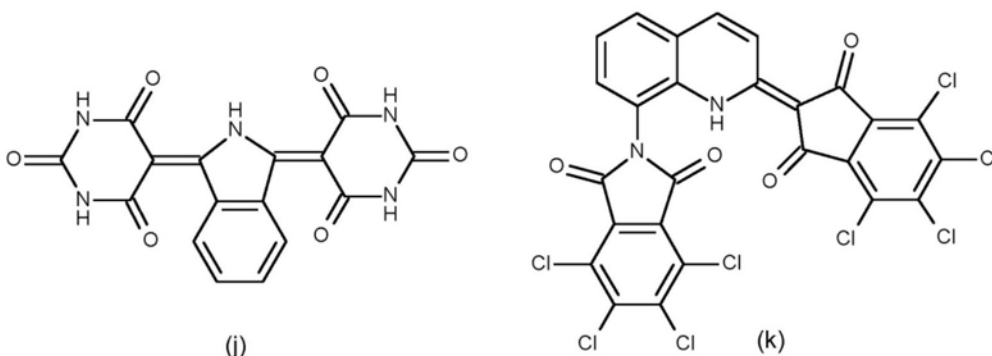
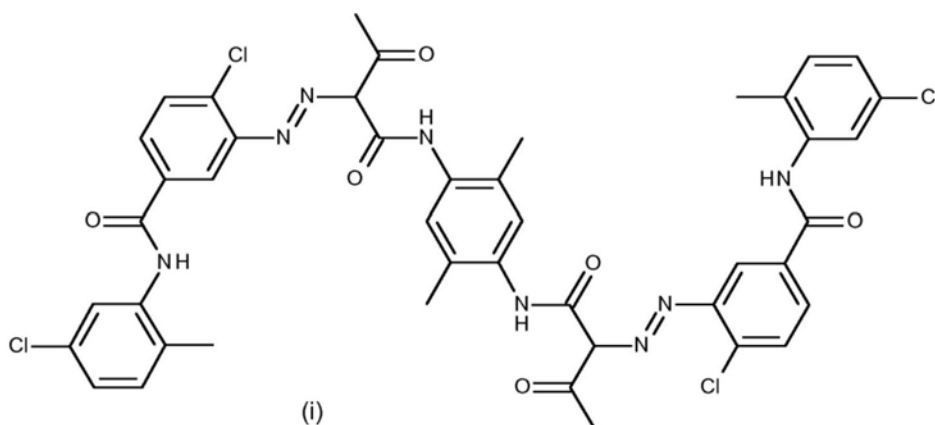
(g)

[0093] 更优选地,品红色颜料颗粒选自式(e)或式(f)或式(g)的颜料颗粒。

[0094] 黄色颜料颗粒优选选自下式(h)和/或式(i)和/或式(j)和/或式(k)的颜料颗粒:



[0095]



[0096] 更优选地,黄色颜料颗粒选自式 (h) 或式 (i) 或式 (j) 或式 (k) 的颜料颗粒。

[0097] 应理解的是,DPP红和卤代酞菁也可用作颜料颗粒。

[0098] 所述颜料颗粒优选具有 $\leq 100\text{nm}$,优选 $\leq 75\text{nm}$,最优选 $\leq 50\text{nm}$ 的粒度 d_{50} 。值 d_{50} 是指重量中值粒度,即所有颗粒的50重量%大于或小于该粒度。粒度可通过使用动态光散射或TEM测量。例如,粒度可通过使用Malvern Instruments Ltd.的Zetasizer Nano测定。

[0099] 所述电泳墨水以基于该电泳墨水的总重量优选为0.1-15重量%,更优选为0.2-13重量%,最优选为0.5-10重量%的量包含颜料颗粒。

[0100] 在一个实施方案中,通过使用至少一种分散剂将颜料颗粒分散在所述至少一种载体流体中以避免沉降。

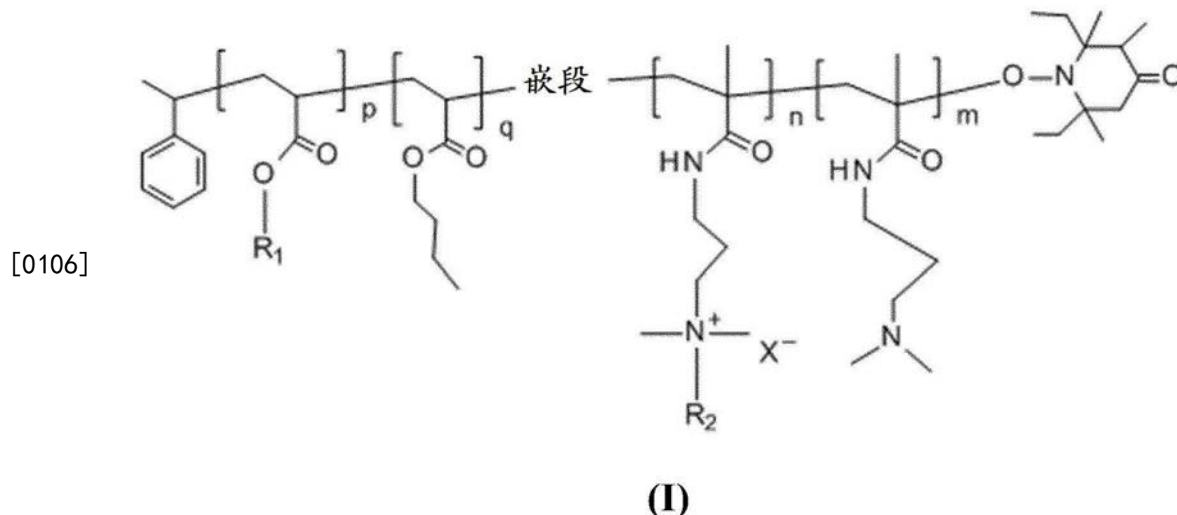
[0101] 因此,所述电泳墨水优选包含至少一种分散剂。

[0102] 所述至少一种分散剂可为本领域已知的用于电泳显示器用电泳墨水的任何分散剂。

[0103] 所述至少一种分散剂包含一种分散剂,优选由一种分散剂组成。或者,所述至少一种分散剂包含两种或更多种分散剂,优选由两种或更多种分散剂组成。例如,所述至少一种分散剂包含两种或三种分散剂,优选由两种或三种分散剂组成。

[0104] 优选地,所述至少一种分散剂包含一种分散剂,更优选由一种分散剂组成。

[0105] 例如,所述至少一种分散剂为下式(I)的化合物:



[0107] 其中 $p+q$ 为30-200的整数, $n+m$ 为5-50的整数, X^- 为一价有机或无机酸的阴离子, R_1 为 C_4-C_{22} 直链或支化烷基, R_2 为含 C_1-C_{12} 的基团。

[0108] 本申请含义中的式(I)中的术语“嵌段”表示在所述术语的每一侧上单体的空间隔离。也就是说, p 和 q 元素的单体形成嵌段共聚物, n 和 m 元素的单体形成另一嵌段共聚物,其中术语“嵌段”表示所述嵌段的隔离。

[0109] 应理解的是, R_1 为 C_4-C_{22} 直链或支化烷基。

[0110] 本文所用的术语“烷基”为饱和脂族基团,包括直链烷基和支化烷基,其中该直链和支化烷基可各自为任选取代的,例如被羟基取代。

[0111] 因此, R_1 可为 C_4-C_{22} 直链或支化烷基,例如取代或未取代的 C_4-C_{22} 直链或支化烷基,优选 R_1 为 C_6-C_{20} 直链或支化烷基,例如取代或未取代的 C_6-C_{20} 直链或支化烷基,甚至更优选 R_1 为 C_8-C_{18} 直链或支化烷基,例如取代或未取代的 C_8-C_{18} 直链或支化烷基,最优选 R_1 为 $C_{10}-C_{16}$ 直链或支化烷基,例如取代或未取代的 $C_{10}-C_{16}$ 直链或支化烷基。

[0112] 在一个实施方案中, R_1 为未取代的 C_4-C_{22} 直链烷基,优选为未取代的 C_6-C_{20} 直链烷基,甚至更优选为未取代的 C_8-C_{18} 直链烷基,最优选为未取代的 $C_{10}-C_{16}$ 直链烷基。

[0113] 本文所用的术语“含 C_1-C_{12} 的基团”为未取代或取代的饱和脂族或芳族基团,包括未取代或取代的直链烷基和未取代或取代的支链烷基和未取代或取代的芳族基团,优选为取代的芳族基团。

[0114] 因此, R_2 可为 C_1-C_{12} 烷基,例如未取代的直链或支化 C_1-C_{12} 烷基,优选 R_2 为 C_2-C_{10} 烷基,例如未取代的直链或支化 C_2-C_{10} 烷基,更优选 R_2 为 C_2-C_9 烷基,例如未取代的直链或支化 C_2-C_9 烷基,甚至更优选 R_2 为 C_2-C_8 烷基,例如未取代的直链或支化 C_2-C_8 烷基。或者, R_2 可为 C_1-C_{12} 烷基,例如取代的直链或支化 C_1-C_{12} 烷基,优选 R_2 为 C_2-C_{10} 烷基,例如取代的直链或支化 C_2-C_{10} 烷基,更优选 R_2 为 C_2-C_9 烷基,例如取代的直链或支化 C_2-C_9 烷基,甚至更优选 R_2 为 C_2-C_8 烷基,例如取代的直链或支化 C_2-C_8 烷基,例如部分或完全卤代的,例如氯代的,直链或支化

C₂-C₈烷基。

[0115] 例如, R₂为未取代的直链C₁-C₁₂烷基, 优选为未取代的直链C₂-C₁₀烷基, 更优选为未取代的直链C₂-C₉烷基, 甚至更优选为未取代的直链C₂-C₈烷基。

[0116] 在一个实施方案中, R₂为未取代的芳族C₆-C₁₂基团, 优选R₂为未取代的芳族C₆-C₁₀基团, 更优选R₂为未取代的芳族C₆或C₇基团, 例如苯基或苄基。或者, R₂为取代的芳族C₆-C₁₂基团, 优选R₂为取代的芳族C₆-C₁₀基团, 更优选R₂为取代的芳族C₆或C₇基团, 例如卤代的(例如氯代的)苯基、甲基苯基或苄基, 例如3-氯-4-甲基苯基或3-氯-5-甲基苯基。

[0117] 为了增加分散剂对颜料颗粒的亲水性, 有利的是R₂为取代的芳族C₆-C₁₂基团。

[0118] 应理解的是, X⁻为一价有机酸或无机酸的阴离子。例如, X⁻为一价无机酸的阴离子, 例如氯离子、溴离子或碘离子。在一个实施方案中, X⁻为溴离子或碘离子。

[0119] 特定比例的嵌段是有利的, 以便在分散剂与颜料颗粒的亲水性和分散剂与载体流体的亲水性之间获得良好的平衡。因此, 本发明的一个要求是p+q之和为30-200的整数, n+m之和为5-50的整数。

[0120] 在一个实施方案中, p+q之和为50-150的整数, 优选为50-125的整数, 最优选为50-100的整数。

[0121] 应理解的是, p优选为45-60的整数。此外, q优选为15-30的整数。

[0122] 在一个实施方案中, n+m之和为5-40的整数, 优选为5-30的整数, 最优选为5-20的整数。

[0123] 在一个实施方案中, n优选为0-5的整数。此外, m为6-11的整数。例如, n为0且m为11。

[0124] 如果存在的话, 所述电泳墨水以基于该电泳墨水的总重量为0.1-1.5重量%, 更优选为0.15-1.3重量%, 最优选为0.2-1.0重量%的量包含所述至少一种分散剂。

[0125] 应理解的是, 在本发明的电泳墨水中, 所述至少一种分散剂可与增效剂组合使用。本领域技术人员知晓术语“协同剂”的含义, 因此在本申请中不需要更详细地描述该术语。因此, 在本发明的电泳墨水中可使用公知的适合用于待制备的产品中的任何增效剂。

[0126] 在本发明的电泳墨水中, 优选将所述至少一种分散剂与增效剂组合使用。在一个实施方案中, 在本发明的电泳墨水中, 将所述至少一种分散剂与增效剂和颜料颗粒组合使用。

[0127] 为了实现多色和透明状态之间的切换, 所述电泳墨水必须包含特定的电荷控制剂混合物。

[0128] 因此, 本发明的一个要求是所述电荷控制剂混合物包含:

[0129] i) 至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺, 和

[0130] ii) 至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵。

[0131] 在一个实施方案中, 所述电荷控制剂混合物由以下组成:

[0132] i) 至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺, 和

[0133] ii) 至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵。

[0134] 在本发明的含义内, 术语“抗衡离子”是指一价或二价阴离子, 优选一价阴离子, 其

伴随所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的季铵以保持电中性。优选地,所述抗衡离子选自卤离子或有机硫酸根,更优选所述抗衡离子为选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子、乙基硫酸根阴离子、丙基硫酸根阴离子和丁基硫酸根阴离子的卤离子或有机硫酸根。

[0135] 优选地,所述电荷控制剂混合物以1:10-1:1.5,优选1:8-1:1.8,最优选1:5-1:2的重量比[i]/ii)包含i)的所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺和ii)的所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵。

[0136] 术语“至少一种”意指所述聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺包含一种或多种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺,优选由一种或多种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺组成。

[0137] 在一个实施方案中,所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺叔胺包含一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺,优选由一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺组成。或者,所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺包含两种或更多种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺组成,优选由两种或更多种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺组成。例如,所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺包含两种或三种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺,优选由两种或三种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺组成。换言之,如果所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺包含两种或更多种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺组成,则其优选包含不同的聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺的混合物,或由不同的聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺的混合物组成。

[0138] 如果所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺为不同化合物的混合物,则所述混合物包含2-5种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺,优选由2-5种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺组成。例如,所述混合物包含两种或三种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺,优选由两种或三种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺组成。

[0139] 在一个实施方案中,所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺包含聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和聚二甲基硅氧烷取代的叔胺,优选由聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和聚二甲基硅氧烷取代的叔胺组成。

[0140] 在一个替代的实施方案中,所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺包含聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和聚二甲基硅氧烷取代的仲胺或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺,优选由聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和聚二甲基硅氧烷取代的仲胺或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺组成。例如,所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺包含聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和聚二甲基硅氧烷取代的仲胺,优选由聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和聚二甲基硅氧烷取代的仲胺组成。例如,所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺包含聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和聚二甲基硅氧烷取代的叔胺,优选由聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和聚二甲基硅氧烷取代的叔胺组成。

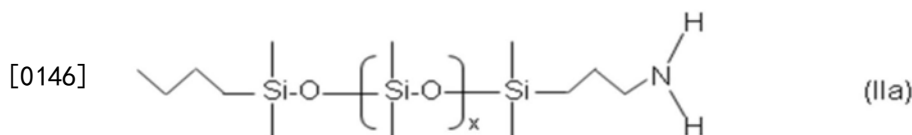
[0141] 在一个替代实施方案中,所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺包含聚二甲基硅氧烷取代的伯胺或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和聚二甲基硅氧烷取代的叔胺,优选由聚二甲基硅氧烷取代的伯胺或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和聚二甲基硅氧烷取代的叔胺组成。例如,所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺包含聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和聚二甲基硅氧烷取代的叔胺,优选由聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和聚二甲基硅氧烷取代的叔胺组成。

[0142] 如果所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺包含聚二甲基硅氧烷取代的叔胺,则获得尤其好的结果。因此,如果所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺为化合物的混合物,则所述混合物优选包含聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和聚二甲基硅氧烷取代的叔胺,更优选由聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和聚二甲基硅氧烷取代的叔胺组成。或者,所述混合物包含聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和聚二甲基硅氧烷取代的叔胺。或者,所述混合物包含聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和聚二甲基硅氧烷取代的叔胺,优选由聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和聚二甲基硅氧烷取代的叔胺组成。

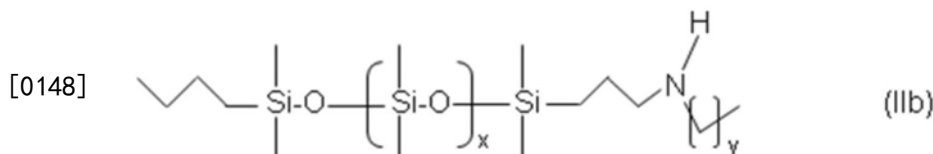
[0143] 在一个实施方案中,所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺包含一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺,更优选由一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺组成。

[0144] 鉴于在着色和透明状态之间的切换方面获得了尤其好的结果,i)的所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺优选为聚二甲基硅氧烷取代的叔胺。

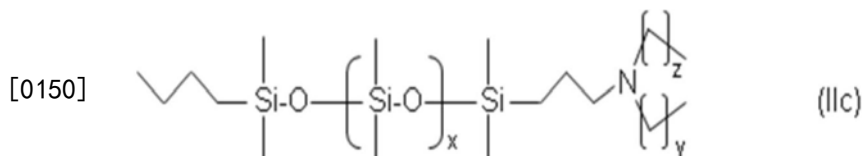
[0145] 应理解的是,i)的所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺优选为下式(IIa)的化合物:



[0147] 其中x为5-20的整数,和/或下式(IIb)的化合物:

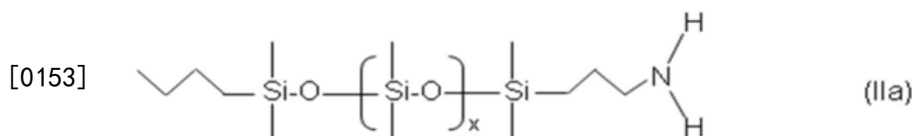


[0149] 其中x为5-20的整数,y为0-12的整数,和/或下式(IIc)的化合物:



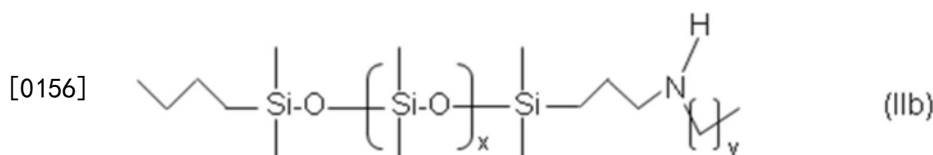
[0151] 其中x为5-20的整数,y和z彼此独立并且为0-12的整数。

[0152] 例如,i)的所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺优选为下式(IIa)的化合物:



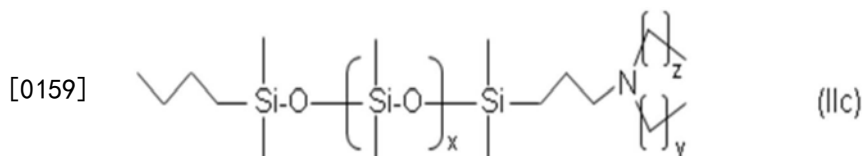
[0154] 其中x为7-17的整数,优选x为9-15的整数,更优选x为10-13的整数,最优选为x为10或12。

[0155] 额外或者替代地,i)的所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的仲胺优选为下式(IIb)的化合物:



[0157] 其中x为7-17的整数且y为0-12的整数,优选x为9-15的整数且y为0-9的整数,更优选x为10-13的整数且y为0-7的整数,最优选x为10或12且y为1-5的整数,例如y为2-4的整数,例如3。

[0158] 额外或者替代地,i)的所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的叔胺优选为下式(IIc)的化合物:



[0160] 其中x为7-17的整数,y和z彼此独立并且为0-12的整数;优选x为9-15的整数,y和z是彼此独立地为0-9的整数;更优选x为10-13的整数,y和z彼此独立地为0-7的整数;最优选x为10或12,y和z彼此独立并且为1-5的整数,例如y和z彼此独立并且为2-4的整数,例如3。

[0161] 优选地,i)的所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺为式(IIc)的化合物。

[0162] 应理解的是, i) 的所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺具有5-15mPas, 优选8-12mPas的粘度。所述粘度通过使用Brookfield粘度计测定; 在操作期间将样品保持在25°C ± 2°C下。

[0163] 此外, 要求所述电荷控制剂混合物包含至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵。

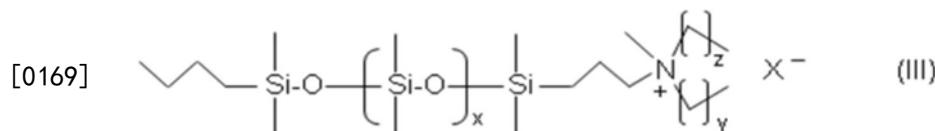
[0164] 术语“至少一种”意指所述具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵包含一种或多种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵, 优选由一种或多种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵组成。

[0165] 在一个实施方案中, 所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵包含一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵, 优选由一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵组成。或者, 所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵包含两种或更多种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵, 优选由两种或更多种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵组成。例如, 所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵包含两种或三种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵, 优选由两种或三种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵组成。换言之, 如果所述至少一种至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵包含两种或更多种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵, 优选由两种或更多种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵组成, 则所述具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵包含由不同的具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵的混合物, 优选由不同的具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵的混合物组成。

[0166] 如果所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵是不同化合物的混合物, 则所述混合物包含2-5种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵, 优选由2-5种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵组成。例如, 所述混合物包含两种或三种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵, 优选由两种或三种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵组成。

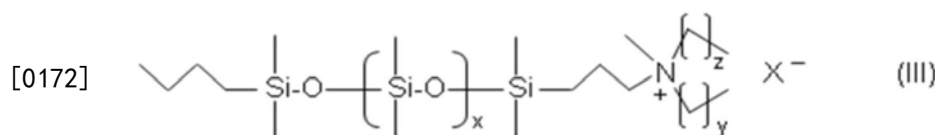
[0167] 优选地, 所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵为一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵。

[0168] 在一个实施方案中, ii) 的所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵为下式(III)的化合物:



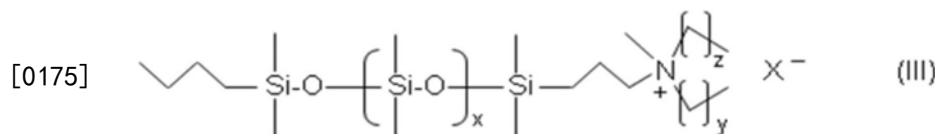
[0170] 其中x为5-20的整数, y和z彼此独立并且为0-12的整数, X⁻选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子、乙基硫酸根阴离子、丙基硫酸根阴离子和丁基硫酸根阴离子。

[0171] 例如, ii) 的所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵为下式(III)的化合物:



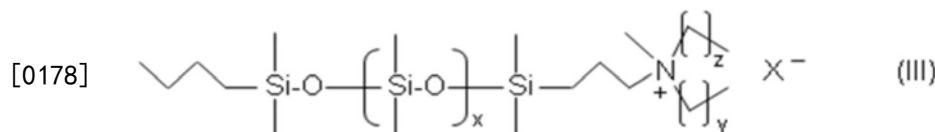
[0173] 其中x为7-17的整数,y和z彼此独立并且为0-12的整数, X^- 选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子、乙基硫酸根阴离子、丙基硫酸根阴离子和丁基硫酸根阴离子。

[0174] 或者,ii)的所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵为下式(III)的化合物:



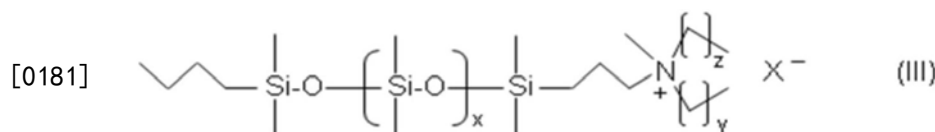
[0176] 其中x为9-15的整数,y和z彼此独立并且为0-9的整数, X^- 选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子、乙基硫酸根阴离子、丙基硫酸根阴离子和丁基硫酸根阴离子。

[0177] 优选地,ii)的所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵为下式(III)的化合物:



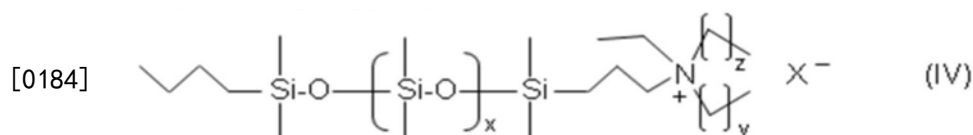
[0179] 其中x为10-13的整数,y和z为0-7的相同整数, X^- 选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子、乙基硫酸根阴离子、丙基硫酸根阴离子和丁基硫酸根阴离子。

[0180] 例如,ii)的所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵为下式(III)的化合物:



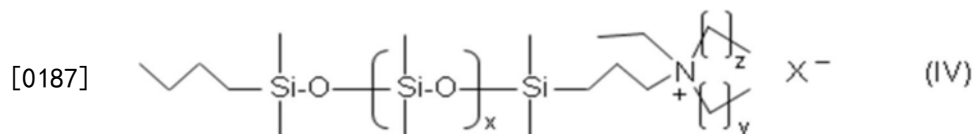
[0182] 其中x为10或12,y和z为1-5的相同整数,优选y和z为2-4的相同整数,例如y和z为3, X^- 选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子、乙基硫酸根阴离子、丙基硫酸根阴离子和丁基硫酸根阴离子。

[0183] 在一个替代实施方案中,ii)的所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵为下式(IV)的化合物:



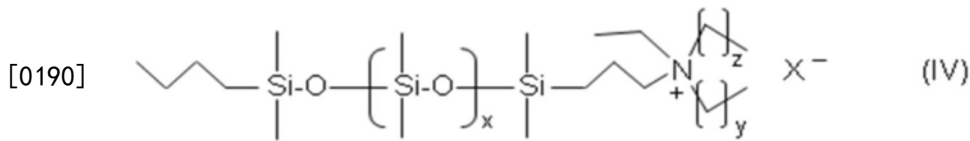
[0185] 其中x为5-20的整数;y和z彼此独立并且为0-12的整数, X^- 选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子、乙基硫酸根阴离子、丙基硫酸根阴离子和丁基硫酸根阴离子。

[0186] 例如,ii)的所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵为下式(IV)的化合物:



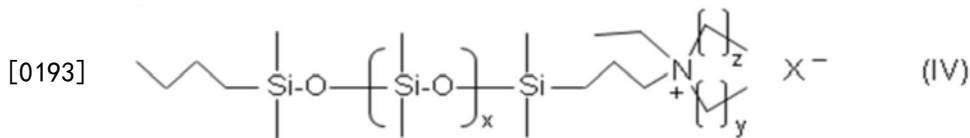
[0188] 其中x为7-17的整数,y和z彼此独立并且为0-12的整数, X^- 选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子、乙基硫酸根阴离子、丙基硫酸根阴离子和丁基硫酸根阴离子。

[0189] 或者, ii) 的所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵为下式 (IV) 的化合物:



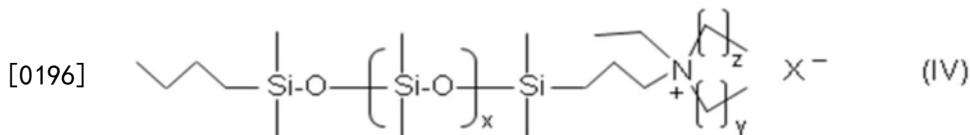
[0191] 其中x为9-15的整数,y和z彼此独立并且为0-9的整数,X⁻选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子、乙基硫酸根阴离子、丙基硫酸根阴离子和丁基硫酸根阴离子。

[0192] 优选地, ii) 的所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵为下式 (IV) 的化合物:



[0194] 其中x为10-13的整数,y和z为0-7的相同整数,X⁻选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子、乙基硫酸根阴离子、丙基硫酸根阴离子和丁基硫酸根阴离子。

[0195] 例如, ii) 的所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵为下式 (IV) 的化合物:



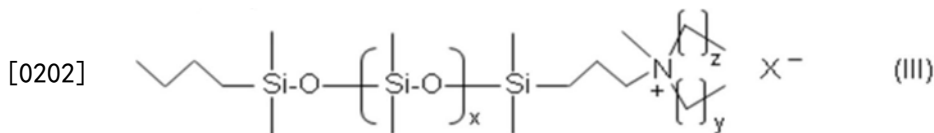
[0197] 其中x为10或12,y和z为1-5的相同整数,优选y和z为2-4的相同整数,例如y和z为3,X⁻选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子、乙基硫酸根阴离子、丙基硫酸根阴离子和丁基硫酸根阴离子。

[0198] 应理解的是, ii) 的所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵具有300-400mPas, 优选330-360mPas的粘度。所述粘度通过使用Brookfield粘度计测定; 在操作期间将样品保持在25°C ± 2°C下。

[0199] 因此, 优选的是所述电荷控制剂混合物包含如下组分, 优选由如下组分组成:

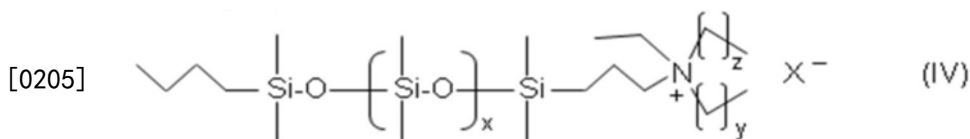
[0200] i) 至少一种式 (IIa) 和/或式 (IIb) 和/或式 (IIc) 的聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺, 和

[0201] ii) 至少一种下式 (III) 的具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵:



[0203] 其中x为5-20的整数;y和z彼此独立并且为0-12的整数,X⁻选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子、乙基硫酸根阴离子、丙基硫酸根阴离子和丁基硫酸根阴离子, 或

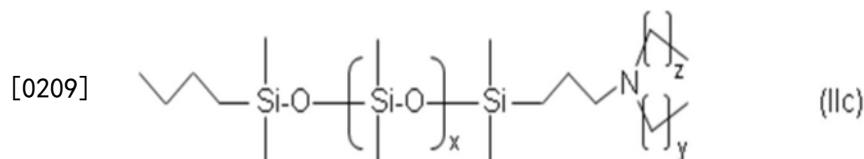
[0204] iii) 至少一种下式 (IV) 的具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵:



[0206] 其中x为5-20的整数;y和z彼此独立并且为0-12的整数,X⁻选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子、乙基硫酸根阴离子、丙基硫酸根阴离子和丁基硫酸根阴离子。

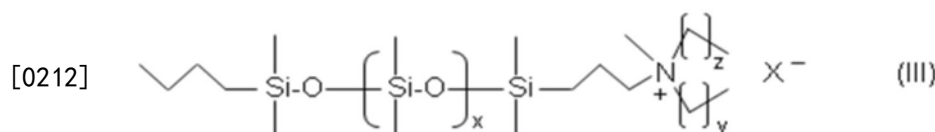
[0207] 优选地,所述电荷控制剂混合物包含如下组分,优选由如下组分组成:

[0208] i) 至少一种下式 (IIc) 的聚二甲基硅氧烷取代的叔胺:



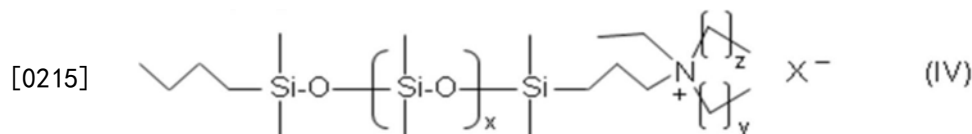
[0210] 其中x为7-17的整数,y和z彼此独立并且为0-12的整数,和

[0211] ii) 至少一种下式 (III) 的具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵:



[0213] 其中x为7-17的整数,y和z彼此独立并且为0-12的整数,X⁻选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子、乙基硫酸根阴离子、丙基硫酸根阴离子和丁基硫酸根阴离子,或

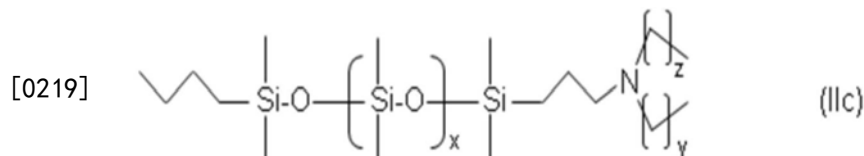
[0214] iii) 至少一种下式 (IV) 的具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵:



[0216] 其中x为7-17的整数,y和z彼此独立并且为0-12的整数,X⁻选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子、乙基硫酸根阴离子、丙基硫酸根阴离子和丁基硫酸根阴离子。

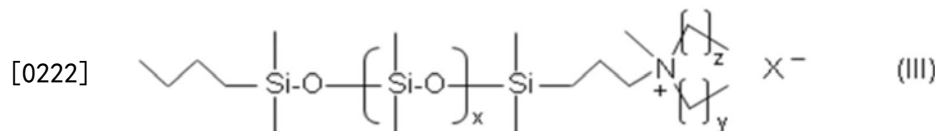
[0217] 优选地,所述电荷控制剂混合物包含如下组分,优选由如下组分组成:

[0218] i) 至少一种下式 (IIc) 的聚二甲基硅氧烷取代的叔胺:



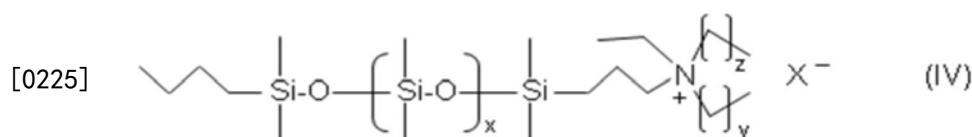
[0220] 其中x为9-15的整数,y和z彼此独立并且为0-9的整数,和

[0221] ii) 至少一种下式 (III) 的具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵:



[0223] 其中x为9-15的整数,y和z彼此独立并且为0-9的整数,X⁻选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子、乙基硫酸根阴离子、丙基硫酸根阴离子和丁基硫酸根阴离子,或

[0224] iii) 至少一种下式 (IV) 的具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵:

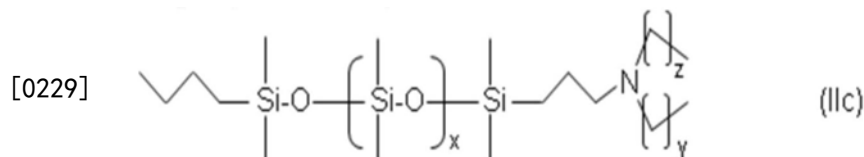


[0226] 其中x为9-15的整数,y和z彼此独立并且为0-9的整数,X⁻选自碘离子、溴离子、氯

离子、甲基硫酸根阴离子、乙基硫酸根阴离子、丙基硫酸根阴离子和丁基硫酸根阴离子。

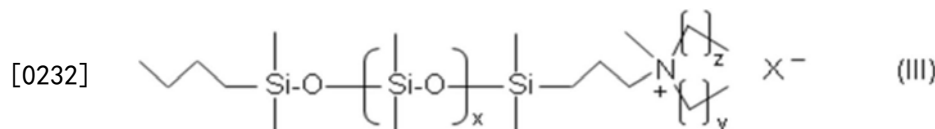
[0227] 更优选地,所述电荷控制剂混合物包含如下组分,优选由如下组分组成:

[0228] i) 至少一种下式 (IIc) 的聚二甲基硅氧烷取代的叔胺:



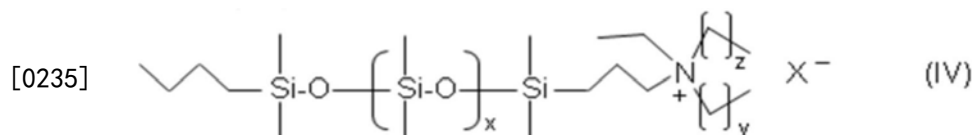
[0230] 其中x为10-13的整数,y和z彼此独立并且为0-7的整数,和

[0231] ii) 至少一种下式 (III) 的具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵:



[0233] 其中x为10-13的整数,y和z为0-7的相同整数,X⁻选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子、乙基硫酸根阴离子、丙基硫酸根阴离子和丁基硫酸根阴离子,或

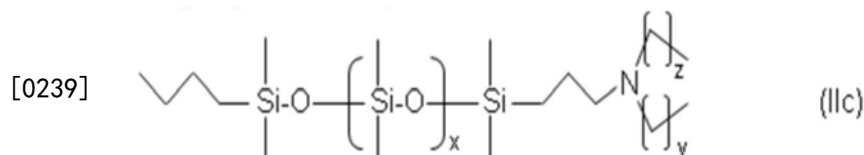
[0234] iii) 至少一种下式 (IV) 的具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵:



[0236] 其中x为10-13的整数,y和z为0-7的相同整数,X⁻选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子、乙基硫酸根阴离子、丙基硫酸根阴离子和丁基硫酸根阴离子。

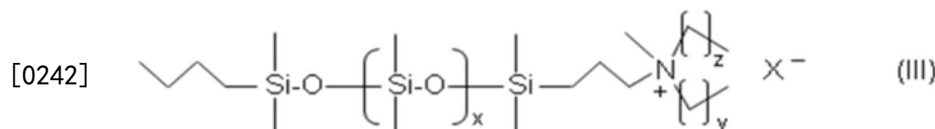
[0237] 最优选地,所述电荷控制剂混合物包含如下组分,优选由如下组分组成:

[0238] i) 至少一种下式 (IIc) 的聚二甲基硅氧烷取代的叔胺:



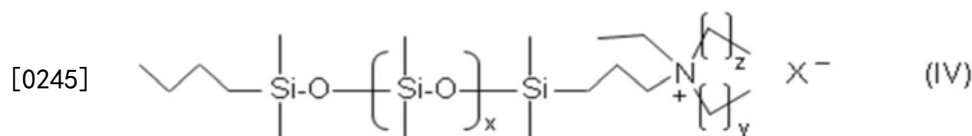
[0240] 其中x为10或12,y和z彼此独立并且为1-5的整数,例如y和z彼此独立并且为2-4的整数,例如3,和

[0241] ii) 至少一种下式 (III) 的具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵:



[0243] 其中x为10或12,y和z为1-5的相同整数,优选y和z为2-4的相同整数,例如y和z为3,X⁻选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子、乙基硫酸根阴离子、丙基硫酸根阴离子和丁基硫酸根阴离子,或

[0244] iii) 至少一种下式 (IV) 的具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵:



[0246] 其中x为10或12,y和z为1-5的相同整数,优选y和z为2-4的相同整数,例如y和z为3,X⁻选自碘离子、溴离子、氯离子、甲基硫酸根阴离子、乙基硫酸根阴离子、丙基硫酸根阴离子和丁基硫酸根阴离子。

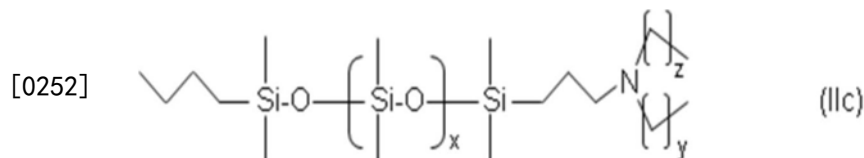
[0247] 就所述电荷控制剂混合物而言,优选式(IIc)和式(III)或式(IV)中的x是相同的,和/或式(IIc)和式(III)或式(IV)中的y是相同的,和/或式(IIc)和式(III)或式(IV)中的z是相同的。例如,式(IIc)和式(III)或式(IV)中的x是相同的,式(IIc)和式(III)或式(IV)中的y是相同的,并且式(IIc)和式(III)或式(IV)中的z是相同的。或者,式(IIc)和式(III)或式(IV)中的x是相同的,或式(IIc)和式(III)或式(IV)中的y是相同的,或式(IIc)和式(III)或式(IV)中的z是相同的。

[0248] 在一个实施方案中,式(IIc)和式(III)或式(IV)中的x是相同的,或式(IIc)和式(III)或式(IV)中的y是相同的,并且式(IIc)和式(III)或式(IV)中的z是相同的。

[0249] 尤其优选地,在式(IIc)和式(III)或式(IV)中,y和z是相同的。

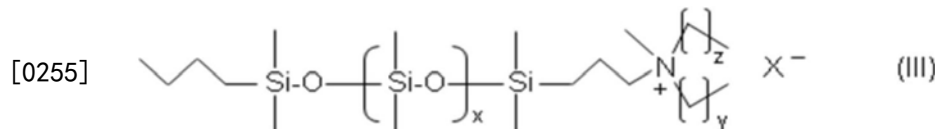
[0250] 在一个实施方案中,所述电荷控制剂混合物包含如下组分,优选由如下组分组成:

[0251] i) 一种下式(IIc)的聚二甲基硅氧烷取代的叔胺:



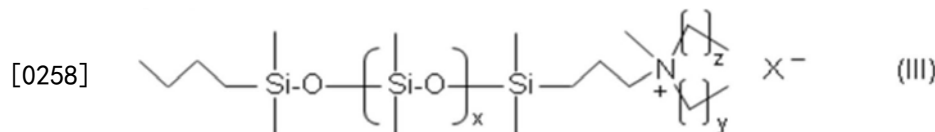
[0253] 其中x为10或12,y和z彼此独立并且为1-5的整数,例如y和z彼此独立并且为2-4的整数,例如3,和

[0254] ii) 一种下式(III)的具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵:



[0256] 其中x为10,y和z为1-5的相同整数,优选y和z为2-4的相同整数,例如y和z为3,X⁻为碘离子或甲基硫酸根阴离子,和/或

[0257] iii) 一种下式(III)的具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵:



[0259] 其中x为12,y和z为1-5的相同整数,优选y和z为2-4的相同整数,例如y和z为3,X⁻为碘离子或甲基硫酸根阴离子。

[0260] 所述电泳墨水以基于该电泳墨水的总重量优选为5-40重量%的量,更优选为10-30重量%的量包含所述电荷控制剂混合物。

[0261] 例如,所述电泳墨水以基于该电泳墨水的总重量优选为5-40重量%的量,更优选为10-30重量%的量包含所述电荷控制剂混合物。

[0262] 在一个实施方案中,所述电泳墨水以基于该电泳墨水的总重量为1-12重量%的量,更优选为2-8重量%的量包含所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺。

[0263] 额外或者替代地,所述电泳墨水以基于该电泳墨水的总重量为5-17重量%的量,更优选为7-15重量%的量包含所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵。

[0264] 应理解的是,所述电泳墨水中的所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵的量优选高于所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺的量。

[0265] 优选地,所述电泳墨水以1:10-1:1.5,优选1:8-1:1.8,最优选1:5-1:2的重量比[i]/ii)包含i)的所述至少一种聚二甲基硅氧烷取代的伯胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的仲胺和/或聚二甲基硅氧烷取代的叔胺和ii)的所述至少一种具有抗衡离子的聚二甲基硅氧烷取代的季铵。

[0266] 为了将电泳墨水的双稳性提高到超过15秒,从而减少包含e-墨水的显示器的功耗,发明人惊讶地发现,电泳墨水必须包含至少一种表面处理的二氧化硅。

[0267] 因此,所述电泳墨水的另一必要组分为所述至少一种表面处理的二氧化硅。

[0268] 在本发明的含义内,术语“表面处理的二氧化硅”是指已经与表面处理剂接触以便在二氧化硅的表面(的至少一部分)上获得处理层的二氧化硅。

[0269] 因此,在本发明的含义内,“处理层”是指包含表面处理剂和/或其反应产物,优选由其组成的层。

[0270] 术语“至少一种”意指表面处理的二氧化硅包含一种或多种表面处理的二氧化硅,优选由其组成。

[0271] 在一个实施方案中,所述至少一种表面处理的二氧化硅包含一种表面处理的二氧化硅,优选由一种表面处理的二氧化硅组成。或者,所述至少一种表面处理的二氧化硅包含两种或更多种表面处理的二氧化硅,优选由两种或更多种表面处理的二氧化硅组成。例如,所述至少一种表面处理的二氧化硅包含两种或三种表面处理的二氧化硅,优选由两种或三种表面处理的二氧化硅组成。换言之,如果所述至少一种表面处理的二氧化硅包含两种或更多种表面处理的二氧化硅,优选由两种或更多种表面处理的二氧化硅组成,则所述至少一种表面处理的二氧化硅包含不同的表面处理的二氧化硅的混合物,优选由不同的表面处理的二氧化硅的混合物组成。

[0272] 应理解的是,术语“不同的”表面处理的二氧化硅是指用不同的表面处理剂(同时或分别地)表面处理的相同二氧化硅,或者是指用相同表面处理剂进行表面处理的不同二氧化硅,其不同之处例如在于比表面积。

[0273] 在本发明的含义内,术语“同时”用不同的表面处理剂进行表面处理意指对相同的二氧化硅进行表面处理,从而使得该二氧化硅在相同的处理层中包含不同的表面处理剂。

[0274] 在本发明的含义内,术语用不同表面处理剂“分别”进行表面处理意指对相同的二氧化硅进行表面处理,从而使得所述二氧化硅在不同的处理层中,即在二氧化硅的不同颗粒上包含不同的表面处理剂。

[0275] 表面处理的二氧化硅优选不同的表面处理剂同时进行表面处理。

[0276] 如果所述至少一种表面处理的二氧化硅是不同的表面处理二氧化硅的混合物,则该混合物包含2-5种表面处理的二氧化硅,优选由2-5种表面处理的二氧化硅组成。例如,表面处理的二氧化硅的混合物包含两种或三种表面处理的二氧化硅,优选由两种或三种表面处理的二氧化硅组成。

[0277] 优选地,所述至少一种表面处理的二氧化硅包含一种表面处理的二氧化硅,更优选由一种表面处理的二氧化硅组成。或者,所述至少一种表面处理的二氧化硅包含两种不同的表面处理二氧化硅的混合物,更优选由两种不同的表面处理二氧化硅的混合物组成。

[0278] 应理解的是,所述至少一种表面处理的二氧化硅不视为是分散在所述至少一种载体流体中的颜料颗粒,因此不计入电泳墨水中存在的颜料颗粒的量。

[0279] 优选地,所述至少一种表面处理的二氧化硅为至少一种表面处理的热解法二氧化硅。

[0280] 术语“热解法二氧化硅”是本领域技术人员所公知的,并且是指其一般含义。因此,不需要对热解法二氧化硅进行详细描述。

[0281] 在一个实施方案中,所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅具有4-200nm,优选5-180nm,最优选5-150nm的重量中值粒度 d_{50} 。

[0282] 额外或者替代地,所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅具有10-400 m^2/g ,优选25-350 m^2/g ,最优选30-300 m^2/g 的比表面积(BET),使用氮气和根据ISO 9277的BET方法测量。

[0283] 因此,优选所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅具有:

[0284] i) 4-200nm,优选5-180nm,最优选5-150nm的重量中值粒度 d_{50} ,和

[0285] ii) 10-400 m^2/g ,优选25-350 m^2/g ,最优选30-300 m^2/g 的比表面积(BET),使用氮气和根据ISO 9277的BET方法测量。

[0286] 更优选地,所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅具有:

[0287] i) 4-200nm,优选5-180nm,最优选5-150nm的重量中值粒度 d_{50} ,和

[0288] ii) 10-400 m^2/g ,优选25-350 m^2/g ,最优选30-300 m^2/g 的比表面积(BET),使用氮气和根据ISO 9277的BET方法测量。

[0289] 一个必要特征是对所述至少一种二氧化硅,优选所述至少一种热解法二氧化硅进行表面处理。表面处理特别地导致双稳性的改善,并因此降低例如使用含表面处理的二氧化硅,优选表面处理的热解法二氧化硅的e-墨水的显示器的总功耗。

[0290] 有利地,处理层包含一种或多种含硅化合物,优选一种或多种含硅化合物和/或其反应产物。

[0291] 术语“反应产物”是指通过使二氧化硅与一种或多种含硅化合物接触而获得的产物。所述反应产物在所述一种或多种含硅化合物与位于二氧化硅,优选热解法二氧化硅的表面处的分子之间形成。

[0292] 在一个实施方案中,位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅的表面上的处理层包含选自硅烷和/或其反应产物、硅氧烷和/或其反应产物、硅氮烷和/或其反应产物、硅油和/或其反应产物,及其混合物的含硅化合物。

[0293] 该类化合物是本领域所公知的,并且可由许多供应商获得,例如作为**AEROSIL®** R 104、**AEROSIL®** R 106、**AEROSIL®** R 208、**AEROSIL®** R 709、**AEROSIL®** R 711、**AEROSIL®** R 805、**AEROSIL®** R 816、**AEROSIL®** R 972、**AEROSIL®** R

974、**AEROSIL®R 8200**、**AEROSIL®R 812S**、**AEROSIL®R 976S**、**AEROSIL®RX 50**、**AEROSIL®RX200**、**AEROSIL®RY50**、**AEROSIL®RY 51**、**AEROSIL®RY 200**、**AEROSIL®NX 90S**和**AEROSIL®NX 130**由EVONIK Resource Efficiency GmbH获得。

[0294] 如果位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅的表面上的处理层包含硅烷和/或其反应产物作为含硅化合物,则所述硅烷优选选自烷基硅烷、烷氧基硅烷、(甲基)丙烯酰基硅烷及其混合物。更优选地,位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅的表面上的处理层包含烷基硅烷和/或(甲基)丙烯酰基硅烷。

[0295] 合适的硅烷选自甲基丙烯酰基硅烷、丙烯酰基硅烷、二十二烷基硅烷、十八烷基硅烷、十六烷基硅烷、十二烷基硅烷、癸基硅烷、辛基硅烷、己基硅烷、二甲基二氯硅烷、二甲氧基二甲基硅烷、乙基(三甲氧基)硅烷、三甲氧基(丙基)硅烷、异丁基(三甲氧基)硅烷、[3-(甲基丙烯酰氧基)丙基]三甲氧基硅烷、丁基硅烷、丙基硅烷、乙基硅烷、三(十二烷基)硅烷、三癸基硅烷、三辛基硅烷、三己基硅烷、三丁基硅烷、三丙基硅烷、三乙基硅烷、三甲氧基(十八烷基)硅烷、三乙氧基(十八烷基)硅烷、十六烷基(三甲氧基)硅烷、三乙氧基(十六烷基)硅烷、十二烷基(三甲氧基)硅烷、十二烷基(三乙氧基)硅烷、三甲氧基(辛基)硅烷、三乙氧基(辛基)硅烷、甲氧基(二甲基)辛基硅烷、己基(三甲氧基)硅烷、三乙氧基(己基)硅烷、丁基(三甲氧基)硅烷、丁基(三乙氧基)硅烷及其混合物。

[0296] 在一个实施方案中,位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅的表面上的处理层(同时或分别地)包含(甲基)丙烯酰基硅烷和/或其反应产物以及烷基硅烷和/或其反应产物。

[0297] 例如,位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅的表面上的处理层(同时或分别地)包含[3-(甲基丙烯酰氧基)丙基]三甲氧基硅烷和/或其反应产物以及烷基硅烷,例如十八烷基硅烷、十六烷基硅烷、十二烷基硅烷、癸基硅烷、辛基硅烷或己基硅烷和/或其反应产物。

[0298] 如果位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅的表面上的处理层(同时或分别地)包含(甲基)丙烯酰基硅烷和烷基硅烷,则(甲基)丙烯酰基硅烷(和/或其反应产物)与烷基硅烷(和/或其反应产物)的重量比优选为85:15至65:35,更优选为80:20至70:30。

[0299] 在一个实施方案中,位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅的表面上的处理层(同时或分别地)包含[3-(甲基丙烯酰氧基)丙基]三甲氧基硅烷和烷基硅烷,从而使得[3-(甲基丙烯酰氧基)丙基]三甲氧基硅烷(和/或其反应产物)与烷基硅烷(和/或其反应产物)的重量比优选为85:15至65:35,更优选为80:20至70:30。

[0300] 例如,位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅的表面上的处理层包含(甲基)丙烯酰基硅烷和/或其反应产物和十八烷基硅烷和/或其反应产物。

[0301] 或者,位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热

解法二氧化硅的表面上的处理层包含(甲基)丙烯酸基硅烷和/或其反应产物和十六烷基硅烷和/或其反应产物。

[0302] 或者,位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅的表面上的处理层包含(甲基)丙烯酸基硅烷和/或其反应产物和十二烷基硅烷和/或其反应产物。

[0303] 或者,位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅的表面上的处理层包含(甲基)丙烯酸基硅烷和/或其反应产物和癸基硅烷和/或其反应产物。

[0304] 或者,位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅的表面上的处理层包含(甲基)丙烯酸基硅烷和/或其反应产物和辛基硅烷和/或其反应产物。

[0305] 或者,位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅的表面上的处理层包含(甲基)丙烯酸基硅烷和/或其反应产物和己基硅烷和/或其反应产物。

[0306] 同样,可用(甲基)丙烯酸基硅烷和烷基硅烷同时或分别对二氧化硅进行表面处理。优选地,同时用(甲基)丙烯酸基硅烷和烷基硅烷对二氧化硅进行表面处理。

[0307] 因此,(甲基)丙烯酸基硅烷和/或其反应产物和烷基硅烷和/或其反应产物优选同时位于同一二氧化硅上,即在同一处理层中。

[0308] 如果位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅的表面上的处理层包含硅氧烷和/或其反应产物作为含硅化合物,则所述硅氧烷优选为聚二烷基硅氧烷。

[0309] 例如,如果位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅的表面上的处理层包含硅氧烷和/或其反应产物作为含硅化合物,则所述硅氧烷为优选选自聚二甲基硅氧烷、聚二乙基硅氧烷、八甲基环四硅氧烷及其混合物。

[0310] 在一个实施方案中,位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅的表面上的处理层包含聚二烷基硅氧烷和/或其反应产物。例如,位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅的表面上的处理层包含聚二甲基硅氧烷和/或其反应产物或聚二乙基硅氧烷和/或其反应产物。优选地,位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅的表面上的处理层包含聚二甲基硅氧烷和/或其反应产物。

[0311] 如果位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅的表面上的处理层包含硅氮烷和/或其反应产物作为含硅化合物,则所述硅氮烷优选选自六甲基二硅氮烷、六乙基二硅氮烷及其混合物。更优选地,位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅的表面上的处理层包含六甲基二硅氮烷和/或其反应产物。

[0312] 在一个实施方案中,位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅的表面上的处理层包含硅油和/或其反应产物。

[0313] 额外或者替代地,所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅包含基于所述至少一种表面处理的二氧化硅的总重量为0.5-22重

量%的量的氧化铝。优选地,所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅包含基于所述至少一种表面处理的二氧化硅的总重量为0.5-2重量%或17-23重量%的量的氧化铝。

[0314] 在一个实施方案中,所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅包含基于所述至少一种表面处理的二氧化硅的总重量为0.5-22重量%的量的氧化铝,并且包含位于所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅的表面上处理层,所述处理层包含选自硅烷和/或其反应产物、硅氧烷和/或其反应产物、硅氮烷和/或其反应产物、硅油和/或其反应产物,及其混合物的含硅化合物。

[0315] 优选地,所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅仅包含位于所述至少一种表面处理的二氧化硅的表面上处理层,所述处理层包含选自硅烷和/或其反应产物、硅氧烷和/或其反应产物、硅氮烷和/或其反应产物、硅油和/或其反应产物,及其混合物的含硅化合物。换言之,所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅不含其量为0.5-22重量%的氧化铝,并且优选不含氧化铝。

[0316] 所述电泳墨水包含所述至少一种表面处理的二氧化硅,优选所述至少一种表面处理的热解法二氧化硅,其量优选为2-30重量%,更优选为5-20重量%,基于该电泳墨水的总重量。

[0317] 本发明进一步涉及一种制备电泳墨水的方法,所述方法包括以下步骤:

[0318] a) 提供至少一种如本文所定义的载体流体,

[0319] b) 提供如本文所定义的颜料颗粒,

[0320] c) 任选地提供至少一种如本文所定义的分散剂,

[0321] d) 提供如本文所定义的电荷控制剂混合物,和

[0322] e) 提供至少一种如本文所定义的表面处理的二氧化硅,优选至少一种表面处理的热解法二氧化硅,

[0323] f) 将步骤a)的所述至少一种载体流体、步骤b)的颜料颗粒、步骤c)的任选分散剂、步骤d)的电荷控制剂混合物和步骤e)的所述至少一种表面处理的二氧化硅组合。

[0324] 组合步骤可用本领域技术人员已知的任何常规组合方法进行。例如,组合可通过混合步骤a)的所述至少一种载体流体、步骤b)的颜料颗粒、步骤c)的任选分散剂、步骤d)的电荷控制剂混合物和步骤e)的所述至少一种表面处理的二氧化硅来进行。

[0325] 在一个实施方案中,步骤f)通过使用珠粒混合和分散所述组分来进行。珠粒可为本领域已知的用于混合和分散的任何珠粒。优选地,珠粒为二氧化锆珠粒,更优选为具有0.1-1mm,例如0.2-0.8mm粒度 d_{50} 的二氧化锆珠粒。

[0326] 优选地,组合步骤f)通过混合步骤a)的所述至少一种载体流体、步骤b)的颜料颗粒、步骤c)的任选分散剂和步骤d)的电荷控制剂混合物来进行,从而获得各组分的混合物。随后将步骤e)的所述至少一种表面处理的二氧化硅添加至获得的步骤a)的所述至少一种载体流体、步骤b)的颜料颗粒、步骤c)的任选分散剂和步骤d)的电荷控制剂混合物的混合物中。

[0327] 在一个实施方案中,所述方法进一步包括步骤g):将步骤f)中获得的混合物与包

含至少一种载体流体和电荷控制剂混合物,优选由至少一种载体流体和电荷控制剂混合物组成的混合物混合。该步骤是有利的,以避免形成颜料附聚物。

[0328] 所述包含至少一种载体流体和电荷控制剂混合物,优选由至少一种载体流体和电荷控制剂混合物组成的混合物以基于该混合物的总重量优选为15-40重量%的量,更优选为20-32重量%的量包含所述电荷控制剂混合物。因此,所述包含至少一种载体流体和电荷控制剂混合物,优选由至少一种载体流体和电荷控制剂混合物组成的混合物以基于该混合物的总重量优选为60-85重量%,更优选68-80重量%的量包含所述至少一种载体流体。

[0329] 应理解的是,步骤g)的所述包含至少一种载体流体和电荷控制剂混合物,优选由至少一种载体流体和电荷控制剂混合物组成的混合物中的所述至少一种载体流体与步骤a)中提供的所述至少一种载体流体优选是相同的。

[0330] 额外或者替代地,步骤g)的所述包含至少一种载体流体和电荷控制剂混合物,优选由至少一种载体流体和电荷控制剂混合物组成的混合物的中的所述电荷控制剂混合物与步骤d)中提供的所述电荷控制剂混合物优选是相同的。

[0331] 如果所述方法包括步骤g),则将步骤f)中获得的混合物和所述包含至少一种载体流体和电荷控制剂混合物,优选由至少一种载体流体和电荷控制剂混合物组成的混合物优选以5:1-1:1,优选3:1-1:1,最优选2:1-1:1的重量比[步骤f)中获得的混合物/步骤g)中添加的混合物]的重量比组合。

[0332] 本发明进一步及一种电泳显示器,包括:

[0333] a) 顶层和底层,其中至少一个是透明的,和

[0334] b) 夹在顶层和底层之间的单元阵列,并且所述单元至少部分填充有如本文所定义的电泳墨水。

[0335] 在优选实施方案中,顶层和底层是透明的。

[0336] 此外,本发明涉及一种电泳智能窗户,包括:

[0337] a) 顶层和底层,其中顶层和底层是透明的,和

[0338] b) 夹在顶层和底层之间的单元阵列,并且所述单元至少部分填充有如本文所定义的电泳墨水。

[0339] 所述电泳显示器或智能窗户可具有本领域技术人员已知的用于电泳显示器或智能窗户的任何常规设置。

[0340] 电泳显示器或智能窗户的有利设置显示在图1-4中。

[0341] 例如,所述电泳显示器或智能窗户单元的顶层和底层为导电层,例如通过使用一层或多层氧化铟锡(ITO)。优选地,顶层和底层是透明的;更优选地,顶层和底层由ITO涂覆的玻璃制成。因此,顶层和底层优选为导电层并且是透明的,例如由ITO涂覆的玻璃制成(参见例如图1-5)。应理解的是,显示单元设置成使得其包括固定至ITO涂覆的玻璃底层的反射层(参见图1和4)。与此相反,智能窗户单元不含固定至ITO涂覆的玻璃底层的反射层(参见图2和5)。

[0342] 所述电泳显示器或智能窗户单元的顶层和底层优选设置成使得它们被隔离物隔开(参见例如图1-5)。所形成的单元优选至少部分填充有如本文所定义的电泳墨水。

[0343] 因此,在一个实施方案中,所述电泳显示器或智能窗户单元的顶层和底层为ITO涂覆的玻璃并且由间隔物隔开。

[0344] 在所述电泳显示器的一个实施方案中,两个或更多个显示单元彼此堆叠。在该设置中,所述单元优选通过粘合剂层彼此连接,即一个单元的底层与另一个单元的顶层连接(参见例如图4)。优选地,各单元至少部分填充有相同或不同的黑色或彩色电泳墨水,优选彩色电泳墨水。

[0345] 在替代实施方案中,提供单个显示单元。在该设置中,所述单元优选至少部分填充黑色或彩色电泳墨水。

[0346] 在所述智能窗户的一个实施方案中,两个或更多个显示单元彼此堆叠。在该设置中,所述单元优选通过粘合剂彼此连接,即一个单元的底层与另一个单元的顶层连接(参见例如图5)。优选地,各单元至少部分填充有相同或不同的黑色或彩色电泳墨水,优选彩色电泳墨水。

[0347] 在替代实施方案中,提供单个智能窗户单元。在该设置中,所述单元优选至少部分填充黑色或彩色电泳墨水。

[0348] 鉴于获得的非常好的结果,本发明还涉及如本文所定义的电泳墨水在电泳显示器或智能窗户中的用途。

[0349] 本发明还涉及至少一种如本文所定义的表面处理的二氧化硅,优选与如本文所定义的电荷控制剂混合物一起用于改善电泳墨水的双稳性的用途。就此而言,应指出的是,发明人惊讶地发现,至少一种表面处理的二氧化硅在电泳油墨中的存在改善了双稳性,从而使得达到超过15秒的值。

[0350] 就电泳油墨、所述至少一种表面处理的二氧化硅和电荷控制剂混合物而言,其所指的是上文在定义所述电泳油墨、所述至少一种表面处理的二氧化硅和电荷控制剂混合物时所提供给的评述及其更详细的实施方案。

[0351] 基于下文实施例将更好地理解本发明的范围和利益,这些实施例旨在阐述本发明的某些实施方案并且是非限制性的。

[0352] 附图简述

[0353] 图1涉及包含黑色或彩色电泳墨水的显示单元的示意图。

[0354] 图2涉及包含黑色或彩色电泳墨水的智能窗户单元的示意图。

[0355] 图3涉及从上方观察的显示器或智能窗户单元的示意图。

[0356] 图4涉及包含彩色电泳墨水的堆叠显示单元的示意图。

[0357] 图5涉及包含彩色电泳墨水的堆叠智能窗户单元的示意图。

实施例

[0358] 使用了以下材料:

[0359] 1. 二氧化硅材料

[0360] 在本申请中,二氧化硅材料定义为整体上具有 SiO_2 化学式的硅氧化物。市售的二氧化硅材料和表面处理的二氧化硅材料都用于本发明。

[0361] 1.1 市售二氧化硅材料

[0362] 由Sigma-Aldrich以及Evonik获得热解法二氧化硅粉末(表面积 $200\text{--}400\text{m}^2\text{g}^{-1}$):

AEROSIL® 200、**AEROSIL® 255**、**AEROSIL® 300**和**AEROSIL® 380**。

[0363] 由Evonik获得以下表面处理的热解法二氧化硅：**AEROSIL® R 104**、**AEROSIL® R 106**、**AEROSIL® R 208**、**AEROSIL® R 709**、**AEROSIL® R 711**、**AEROSIL® R 805**、**AEROSIL® R 816**、**AEROSIL® R 972**、**AEROSIL® R 974**、**AEROSIL® R 8200**、**AEROSIL® R 812S**、**AEROSIL® R 976S**、**AEROSIL® RX 50**、**AEROSIL® RX200**、**AEROSIL® RY50**、**AEROSIL® RY 51**、**AEROSIL® RY 200**、**AEROSIL® NX 90S**和**AEROSIL® NX 130**。

[0364] 1.2方法

[0365] 表面处理的二氧化硅的重量中值粒度 d_{50} 通过使用TEM确定。该方法和仪器是本领域技术人员所已知的，并且通常用于确定二氧化硅或其他颜料材料的尺寸。

[0366] 表面处理的二氧化硅的比表面积(m^2/g)通过使用根据ISO 9277:2010的BET法以氮气作为吸附气体测定。该方法是本领域技术人员所已知的并且通常用于确定比表面积。

[0367] 双稳性通过使用市售的用于测量亮度的设备随时间测量亮度(L^*)来确定。该方法和仪器是本领域技术人员所已知的并且通常用于确定亮度。特别地，首先通过在4-30秒内施加+15V或-15V(取决于颜料颗粒表面的电荷)的电压，在将填充有电泳墨水的显示器从黑色状态驱动为白色状态(约71 L^*)。然后，通过关闭电压，将显示器从白色状态再次切换为黑色状态，并确定达到7 L^* 的亮度降低所需的时间。达到亮度降低7 L^* 所需的时间对应于所测定的双稳性。

[0368] 对比度通过使用市售的用于测量反射的设备测量黑色状态和白色状态下的反射来确定。该方法和仪器是本领域技术人员所已知的并且通常用于确定反射。特别地，填充有电泳墨水的显示器的反射是在黑色状态和白色状态下测量的，所述状态通过施加+15V或-15V(取决于颜料颗粒表面的电荷)获得的。白色状态和黑色状态的反射之比对应于所测定的对比度。

[0369] 1.3表面处理的二氧化硅

[0370] 通过将分子(所谓的“表面基团”)锚定在热解法二氧化硅的表面上来制备表面处理的二氧化硅材料。在以下实施例中给出了表面处理方法。

[0371] 实施例1

[0372] 将2.0g热解法二氧化硅(获自Sigma-Aldrich, 表面积 $200m^2g^{-1}$) 在25°C下在100mL乙醇(95%)中分散2小时, 将1.0g二十二烷基硅烷或十八烷基硅烷或十六烷基硅烷或十二烷基硅烷或癸基硅烷或辛基硅烷或己基硅烷添加至二氧化硅分散体中。将反应混合物在25°C下在搅拌下陈化15-72小时。在旋转蒸发仪中移除溶剂后, 将获得的粉末材料在120°C的烘箱中干燥2小时。

[0373] 实施例2

[0374] 将2.0g热解法二氧化硅(获自Sigma-Aldrich, 表面积 $400m^2g^{-1}$) 在25°C下在100mL乙醇(95%)中分散2小时, 然后将2.0g二十二烷基硅烷或十八烷基硅烷或十六烷基硅烷或十二烷基硅烷或癸基硅烷或辛基硅烷或己基硅烷添加至二氧化硅分散体中。将反应混合物在25°C下在搅拌下陈化15-72小时。在旋转蒸发仪中移除溶剂后, 将获得的粉末材料在120°C的烘箱中干燥2小时。

[0375] 实施例3

[0376] 将1.0g热解法二氧化硅1(获自Sigma-Aldrich,表面积 $200\text{m}^2\text{g}^{-1}$)和1.0g热解法二氧化硅2(表面积 $400\text{m}^2\text{g}^{-1}$)混合并在 25°C 下在100mL乙醇(95%)中分散2小时,将1.5g二十二烷基硅烷或十八烷基硅烷或十六烷基硅烷或十二烷基硅烷或癸基硅烷或辛基硅烷或己基硅烷添加至二氧化硅分散体中。将反应混合物在 25°C 下在搅拌下陈化15-72小时。在旋转蒸发仪中移除溶剂后,将获得的粉末材料在 120°C 的烘箱中干燥2小时。

[0377] 实施例4

[0378] 将2.0g热解法二氧化硅(获自Sigma-Aldrich,表面积 $200\text{m}^2\text{g}^{-1}$)在 25°C 下在100mL乙醇(95%)中分散2小时,将1.0g二甲氧基二甲基硅烷或乙基(三甲氧基)硅烷或三甲氧基(丙基)硅烷或异丁基(三甲氧基)硅烷或[3-(甲基丙烯酰氧基)丙基]三甲氧基硅烷添加至二氧化硅分散体中。将反应混合物在 25°C 下在搅拌下陈化15-72小时。在旋转蒸发仪中移除溶剂后,将获得的粉末材料在 120°C 的烘箱中干燥2小时。

[0379] 实施例5

[0380] 将2.0g热解法二氧化硅(获自Sigma-Aldrich,表面积 $400\text{m}^2\text{g}^{-1}$)在 25°C 下在100mL乙醇(95%)中分散2小时,将2.0g二甲氧基二甲基硅烷或乙基(三甲氧基)硅烷或三甲氧基(丙基)硅烷或异丁基(三甲氧基)硅烷或[3-(甲基丙烯酰氧基)丙基]三甲氧基硅烷添加至二氧化硅分散体中。将反应混合物在 25°C 下在搅拌下陈化15-72小时。在旋转蒸发仪中移除溶剂后,将获得的粉末材料在 120°C 的烘箱中干燥2小时。

[0381] 实施例6

[0382] 将1.0g热解法二氧化硅1(Sigma Aldrich,表面积 $200\text{m}^2\text{g}^{-1}$)和1.0g热解法二氧化硅2(表面积 $400\text{m}^2\text{g}^{-1}$)混合并在 25°C 下在100mL乙醇(95%)中分散2小时,将1.5g二甲氧基二甲基硅烷或乙基(三甲氧基)硅烷或三甲氧基(丙基)硅烷或异丁基(三甲氧基)硅烷或[3-(甲基丙烯酰氧基)丙基]三甲氧基硅烷添加至二氧化硅分散体中。将反应混合物在 25°C 下在搅拌下陈化15-72小时。在旋转蒸发仪中移除溶剂后,将获得的粉末材料在 120°C 的烘箱中干燥2小时。

[0383] 实施例7

[0384] 将2.0g热解法二氧化硅(Sigma Aldrich,表面积 $200\text{m}^2\text{g}^{-1}$)在 25°C 下在100mL乙醇(95%)中分散2小时,随后将0.5g二甲氧基二甲基硅烷或乙基(三甲氧基)硅烷或三甲氧基(丙基)硅烷或异丁基(三甲氧基)硅烷或[3-(甲基丙烯酰氧基)丙基]三甲氧基硅烷添加至二氧化硅分散体中。随后,将0.5g二十二烷基硅烷或十八烷基硅烷或十六烷基硅烷或十二烷基硅烷或癸基硅烷或辛基硅烷或己基硅烷添加至混合物中。将反应混合物在 25°C 下在搅拌下陈化15-72小时。在旋转蒸发仪中移除溶剂后,将获得的粉末材料在 120°C 的烘箱中干燥2小时。

[0385] 实施例8

[0386] 将2.0g热解法二氧化硅(获自Sigma-Aldrich,表面积 $400\text{m}^2\text{g}^{-1}$)在 25°C 下在100mL乙醇(95%)中分散2小时,将1.0g二甲氧基二甲基硅烷或乙基(三甲氧基)硅烷或三甲氧基(丙基)硅烷或异丁基(三甲氧基)硅烷或[3-(甲基丙烯酰氧基)丙基]三甲氧基硅烷添加至二氧化硅分散体中。随后,将1.0g二十二烷基硅烷或十八烷基硅烷或十六烷基硅烷或十二烷基硅烷或癸基硅烷或辛基硅烷或己基硅烷至混合物中。将反应混合物在 25°C 下在搅拌下

陈化15-72小时。在旋转蒸发仪中移除溶剂后,将获得的粉末材料在120℃的烘箱中干燥2小时。

[0387] 实施例9

[0388] 将1.0g热解法二氧化硅1(获自Sigma-Aldrich,表面积 $200\text{m}^2\text{g}^{-1}$)和1.0g热解法二氧化硅2(表面积 $400\text{m}^2\text{g}^{-1}$)混合并在25℃下在100mL乙醇(95%)中分散2小时,将0.75g二甲氧基二甲基硅烷或乙基(三甲氧基)硅烷或三甲氧基(丙基)硅烷或异丁基(三甲氧基)硅烷或[3-(甲基丙烯酰氧基)丙基]三甲氧基硅烷添加至二氧化硅分散体中。然后,将0.75g二十二烷基硅烷或十八烷基硅烷或十六烷基硅烷或十二烷基硅烷或癸基硅烷或辛基硅烷或己基硅烷添加至混合物中。将反应混合物在25℃下在搅拌下陈化15-72小时。在旋转蒸发仪中移除溶剂后,将获得的粉末材料在120℃的烘箱中干燥2小时。

[0389] 实施例10

[0390] 将2.0g热解法二氧化硅(获自Sigma-Aldrich,表面积 $200\text{m}^2\text{g}^{-1}$)在25℃下在100mL乙醇(95%)中分散2小时,将0.75g二甲氧基二甲基硅烷或乙基(三甲氧基)硅烷或三甲氧基(丙基)硅烷或异丁基(三甲氧基)硅烷或[3-(甲基丙烯酰氧基)丙基]三甲氧基硅烷添加至二氧化硅分散体中。随后,将0.25g二十二烷基硅烷或十八烷基硅烷或十六烷基硅烷或十二烷基硅烷或癸基硅烷或辛基硅烷或己基硅烷添加至该混合物中。将反应混合物在25℃下在搅拌下陈化15-72小时。在旋转蒸发仪中移除溶剂后,将获得的粉末材料在120℃的烘箱中干燥2小时。

[0391] 实施例11

[0392] 将2.0g热解法二氧化硅(获自Sigma-Aldrich,表面积 $400\text{m}^2\text{g}^{-1}$)在25℃下在100mL乙醇(95%)中分散2小时,将1.5g二甲氧基二甲基硅烷或乙基(三甲氧基)硅烷或三甲氧基(丙基)硅烷或异丁基(三甲氧基)硅烷或[3-(甲基丙烯酰氧基)丙基]三甲氧基硅烷添加至二氧化硅分散体中。随后,将0.5g二十二烷基硅烷或十八烷基硅烷或十六烷基硅烷或十二烷基硅烷或癸基硅烷或辛基硅烷或己基硅烷添加至该混合物中。将反应混合物在25℃下在搅拌下陈化15-72小时。在旋转蒸发仪中移除溶剂后,将获得的粉末材料在120℃的烘箱中干燥2小时。

[0393] 实施例12

[0394] 将1.0g热解法二氧化硅1(获自Sigma-Aldrich,表面积 $200\text{m}^2\text{g}^{-1}$)和1.0g热解法二氧化硅2(表面积 $400\text{m}^2\text{g}^{-1}$)混合并在25℃下在100mL乙醇(95%)中分散2小时,将1.125g二甲氧基二甲基硅烷或乙基(三甲氧基)硅烷或三甲氧基(丙基)硅烷或异丁基(三甲氧基)硅烷或[3-(甲基丙烯酰氧基)丙基]三甲氧基硅烷添加至二氧化硅分散体中。随后,将0.375g二十二烷基硅烷或十八烷基硅烷或十六烷基硅烷或十二烷基硅烷或癸基硅烷或辛基硅烷或己基硅烷添加至该混合物中。将反应混合物在25℃下在搅拌下陈化15-72小时。在旋转蒸发仪中移除溶剂后,将获得的粉末材料在120℃的烘箱中干燥2小时。

[0395] 实施例13

[0396] 将2.0g热解法二氧化硅(获自Sigma-Aldrich,表面积 $200\text{m}^2\text{g}^{-1}$)在25℃下在100mL乙醇(95%)中分散2小时,将0.25g二甲氧基二甲基硅烷或乙基(三甲氧基)硅烷或三甲氧基(丙基)硅烷或异丁基(三甲氧基)硅烷或[3-(甲基丙烯酰氧基)丙基]三甲氧基硅烷添加至二氧化硅分散体中。随后,将0.75g二十二烷基硅烷或十八烷基硅烷或十六烷基硅烷或十二

烷基硅烷或癸基硅烷或辛基硅烷或己基硅烷添加至该混合物中。将反应混合物在25℃下在搅拌下陈化15-72小时。在旋转蒸发仪中移除溶剂后,将获得的粉末材料在120℃的烘箱中干燥2小时。

[0397] 实施例14

[0398] 将2.0g热解法二氧化硅(获自Sigma-Aldrich,面积 $400\text{m}^2\text{g}^{-1}$) 在25℃下在100mL乙醇(95%)中分散2小时,将0.5g二甲氧基二甲基硅烷或乙基(三甲氧基)硅烷或三甲氧基(丙基)硅烷或异丁基(三甲氧基)硅烷或[3-(甲基丙烯酰氧基)丙基]三甲氧基硅烷添加至二氧化硅分散体中。随后,将1.5g二十二烷基硅烷或十八烷基硅烷或十六烷基硅烷或十二烷基硅烷或癸基硅烷或辛基硅烷或己基硅烷添加至该混合物中。将反应混合物在25℃下在搅拌下陈化15-72小时。在旋转蒸发仪中移除溶剂后,将获得的粉末材料在120℃的烘箱中干燥2小时。

[0399] 实施例15

[0400] 将1.0g热解法二氧化硅1(获自Sigma-Aldrich,表面积 $200\text{m}^2\text{g}^{-1}$)和1.0g热解法二氧化硅2(获自Sigma-Aldrich,表面积 $400\text{m}^2\text{g}^{-1}$)混合并在25℃下在100mL乙醇(95%)中分散2小时,将0.375g二甲氧基二甲基硅烷或乙基(三甲氧基)硅烷或三甲氧基(丙基)硅烷或异丁基(三甲氧基)硅烷或[3-(甲基丙烯酰氧基)丙基]三甲氧基硅烷添加至二氧化硅分散体中。随后,将1.125g二十二烷基硅烷或十八烷基硅烷或十六烷基硅烷或十二烷基硅烷或癸基硅烷或辛基硅烷或己基硅烷添加至该混合物中。将反应混合物在25℃下在搅拌下陈化15-72小时。在旋转蒸发仪中移除溶剂后,将获得的粉末材料在120℃的烘箱中干燥2小时。

[0401] 2. 二氧化硅材料在电泳墨水中的应用

[0402] 如未公开的欧洲专利申请16179079.5中所述制备黑色、黄色、品红色和青色的电泳墨水。

[0403] 黑色电泳墨水的典型配制剂包含2.0-3.0%的颜料,0.2-0.3%的分散剂,15.0-20.0%的电荷控制剂和十二烷。

[0404] 黄色电泳墨水的典型配制剂包含0.5-2.0%的颜料,0.1-1.0%的分散剂,15.0-20.0%的电荷控制剂(混合PDMS-胺和PDMS-铵)和十二烷。

[0405] 品红色电泳墨水的典型配制剂包含1.0-2.5%的颜料,0.5-1.5%的分散剂,15.0-20.0%的电荷控制剂和十二烷。

[0406] 青色电泳墨水的典型配制剂包含0.5-2.5%的颜料,0.1-2.0%的分散剂,5.0-20.0%的电荷控制剂和十二烷。

[0407] 将(表面处理的)二氧化硅材料添加至电泳墨水中,并在Skandex中均化。随后,将墨水-(表面处理的)二氧化硅混合物施加到测试单元中,并记录和评估墨水的性能。典型的测试单元包括两块具有二氧化铟锡(ITO)涂层的玻璃板作为电极。组装两块玻璃板,单元间隙为 $15\mu\text{m}$ 。

[0408] 实施例0(对比)

[0409] 将0.5g黑色颜料(例如**Irgaphor®** Black、**Paliogen®** Black、**Paliotol®** Black或其混合物)、0.05g分散剂、0.5g PDMS-胺、1.0g PDMS-铵和7.95g十二烷与微珠在小瓶中混合,并在Skandex中分散至少45小时。将所得的初步油墨用0.4g PDMS-胺、1.5g PDMS-铵和8.1g十二烷稀释,从而得到2.5%颜料、0.25%分散剂、5.0%PDMS-胺、11.3%

PDMS-胺和80.95%十二烷的最终配制剂。双稳性为0.6秒,对比度为14。

[0410] 实施例1(对比)

[0411] 将0.5g黑色颜料(例如**Irgaphor®**Black、**Paliogen®**Black、**Paliotol®**Black或其混合物)、0.05g分散剂、0.5g PDMS-胺、1.0g PDMS-胺和7.95g十二烷与微珠在小瓶中混合,并在Skandex中分散至少45小时。将所得的初步油墨用0.4g PDMS-胺、1.5g PDMS-胺和8.1g十二烷稀释,从而得到2.5%颜料、0.25%分散剂、5.0%PDMS-胺、11.3%PDMS-胺和80.95%十二烷的最终配制剂。将3.5g热解法二氧化硅(表面积为 $200-400\text{m}^2\text{g}^{-1}$)添加至所得墨水中,并将该混合物在Skandex中分散2.5小时。双稳性为6-10秒,对比度为7-10。

[0412] 实施例2(本发明)

[0413] 将0.5g黑色颜料(例如**Irgaphor®**Black、**Paliogen®**Black、**Paliotol®**Black或其混合物)、0.05g分散剂、0.5g PDMS-胺、1.0g PDMS-胺和7.95g十二烷与微珠在小瓶中混合,并在Skandex中分散至少45小时。将所得的初步油墨用0.4g PDMS-胺、1.5g PDMS-胺和8.1g十二烷稀释,从而得到2.5%颜料、0.25%分散剂、5.0%PDMS-胺、11.3%PDMS-胺和80.95%十二烷的最终配制剂。将4.4g表面处理的二氧化硅(获自1.3的实施例10)添加至所得油墨中,并将混合物在Skandex中分散2.5小时。所有实施例的双稳性为10-20秒,对比度为10-14。

[0414] 实施例3(本发明)

[0415] 0.5g黄色颜料(例如**Irgalite®**Yellow、**Irgaphor®**Yellow、**Irgazin®**Yellow、**Cromophtal®**Yellow或其混合物)、0.1g分散剂、0.7g PDMS-胺、1.4g PDMS-胺和7.3g十二烷与微珠在小瓶中混合,并在Skandex中分散45小时。将所得的初步油墨用1.8g PDMS-胺、5.5g PDMS-胺和32.8g十二烷稀释,从而得到1.0%颜料、0.2%分散剂、5.0%PDMS-胺、12.5%PDMS-胺和81.3%十二烷的最终配制剂。将12.0g表面处理的二氧化硅(获自1.3中的实施例1-15)添加至所得油墨中,并将混合物在Skandex中分散2.5小时。所有实施例的双稳性为10-20秒,对比度为10-14。

[0416] 实施例4(本发明)

[0417] 将0.5g品红色颜料(**Cinquasia®**Magenta、**Cinquasia®**Violet、**Cromophtal®**Violet、**Irgazin®**Red或其混合物)、0.2g分散剂、0.6g PDMS-胺、1.4g PDMS-胺和7.3g十二烷与微珠在小瓶中混合,并在Skandex中分散45小时。将所得的初步油墨用1.4g PDMS-胺、6.2g PDMS-胺和32.4g十二烷稀释,从而得到1.0%颜料、0.4%分散剂、4.0%PDMS-胺、14.0%PDMS-胺和80.6%十二烷的最终配制剂。将12.0g表面处理的二氧化硅(获自1.3中的实施例1-15)添加至所得油墨中,并将混合物在Skandex中分散2.5小时。所有实施例的双稳性为10-20秒,对比度为10-14。

[0418] 实施例5(本发明)

[0419] 将0.5g青色颜料(**Cromophtal®**Cyan、**Heliogen®**Blue、**Paliogen®**Blue或其混合物)、0.25g分散剂、0.5g PDMS-胺、1.2g PDMS-胺和7.55g十二烷与微珠在小瓶中混合,并在Skandex中分散45小时。将所得的初步油墨用1.1g PDMS-胺、3.5g PDMS-胺和85.4g

十二烷稀释,从而得到0.5%颜料、0.25%分散剂、1.2%PDMS-胺、4.3%PDMS-铵和93.35%十二烷的最终配制剂。将24.0g表面处理的二氧化硅(获自1.3的实施例1-15)添加至所得油墨中,并将混合物在Skandex中分散2.5小时。所有实施例的双稳性为10-20秒,对比度为10-14。

[0420] 实施例6(本发明)

[0421] 将0.5g黑色颜料(例如**Irgaphor®** Black、**Paliogen®** Black、**Paliotol®** Black或其混合物)、0.05g分散剂、0.5g PDMS-胺、1.0g PDMS-铵和7.95g十二烷与微珠在小瓶中混合,并在Skandex中分散至少45小时。将所得的初步油墨用0.4g PDMS-胺、1.5g PDMS-铵和8.1g十二烷稀释,从而得到2.5%颜料、0.25%分散剂、5.0%PDMS-胺、11.3%PDMS-铵和80.95%十二烷的最终配制剂。将5.0g表面处理的二氧化硅**AEROSIL®**R 709或**AEROSIL®**R 711或**AEROSIL®**R 805或**AEROSIL®**R 816或其混合物添加至所得油墨中,并将混合物在Skandex中分散2.5小时。所有实施例的双稳性为10-20秒,对比度为10-14。

[0422] 实施例7(本发明)

[0423] 将0.5g黑色颜料(例如**Irgaphor®** Black、**Paliogen®** Black、**Paliotol®** Black或其混合物)、0.05g分散剂、0.5g PDMS-胺、1.0g PDMS-铵和7.95g十二烷与微珠在小瓶中混合,并在Skandex中分散至少45小时。将所得的初步油墨用0.4g PDMS-胺、1.5g PDMS-铵和8.1g十二烷稀释,从而得到2.5%颜料、0.25%分散剂、5.0%PDMS-胺、11.3%PDMS-铵和80.95%十二烷的最终配制剂。将3.75g表面处理的二氧化硅**AEROSIL®**R 709或**AEROSIL®**R 711或热解法二氧化硅($200-400\text{m}^2\text{g}^{-1}$)或其混合物添加至所得墨水中,并将混合物在Skandex中分散2.5小时。所有实施例的双稳性为10-20秒,对比度为10-14。

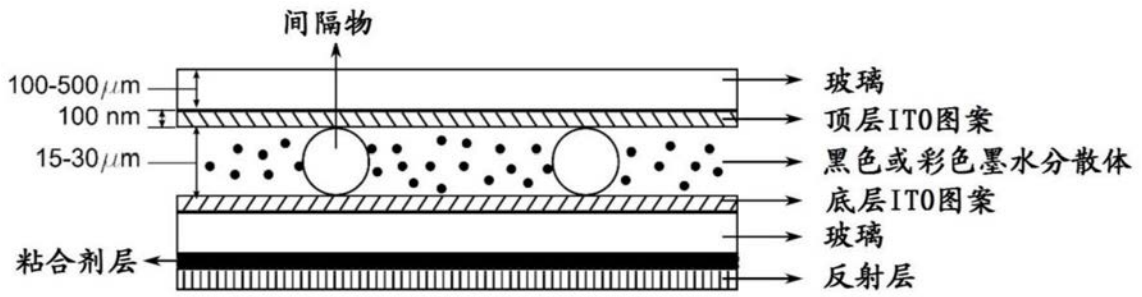


图1

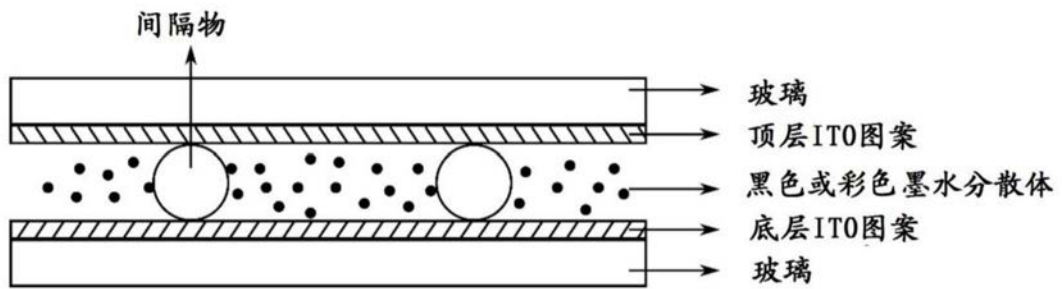


图2

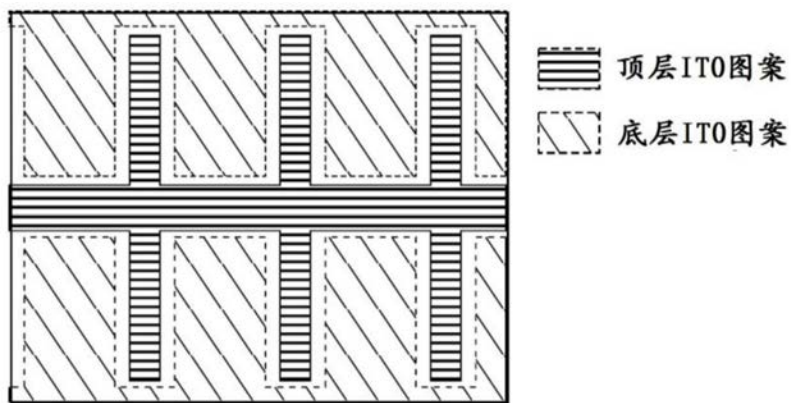


图3

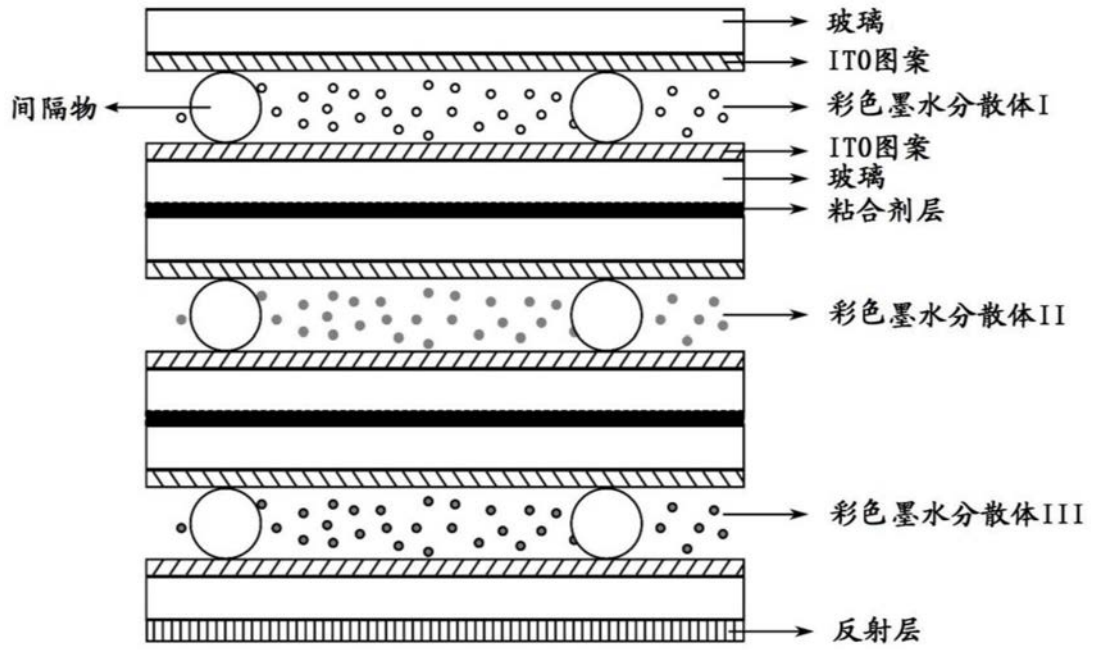


图4

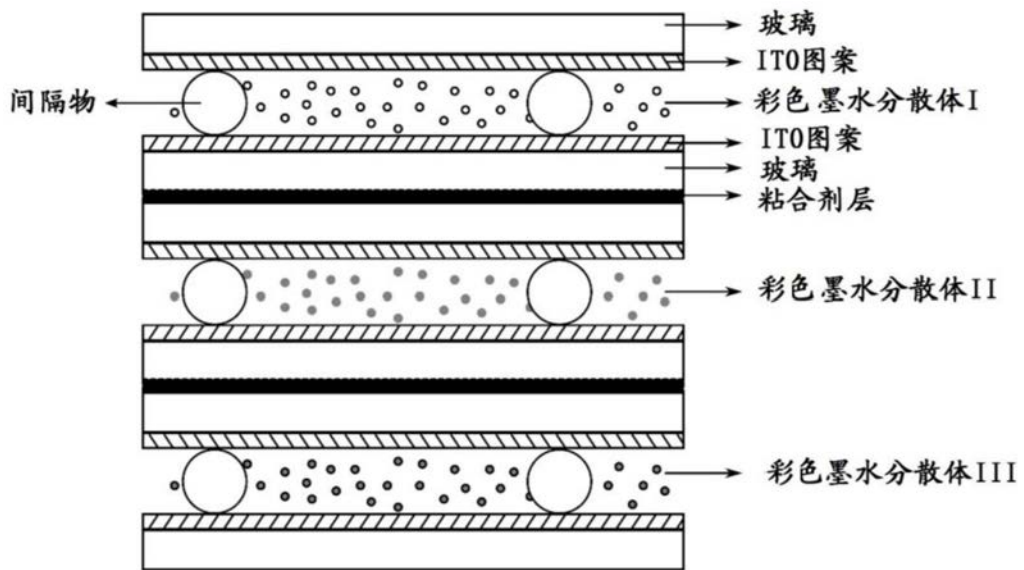


图5