(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102559345 A
(43)申请公布日 2012.07.11

(21)申请号 201110359398.4

(22)申请日 2011.11.14

(30)优先权数据
10-2010-0117047 2010.11.23 KR

(71)申请人 仁荷大学校产学协力团
地址 韩国仁川市
申请人 三星电子株式会社

(72)发明人 崔莹镇 刘迎丹 李宝美 朴泰相

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
代理人 金拟粲

(51)Int.Cl.
C10M 169/04(2006.01)
C10M 177/00(2006.01)
C10M 171/00(2006.01)
C10N 40/16(2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54)发明名称

具有牛顿流体性质的电流变流体

(57)摘要

本发明涉及具有牛顿流体性质的电流变流体。提供电流变流体，其包括极化颗粒和分散介质。所述极化颗粒可基于二氧化硅颗粒制造。所述分散介质可包括硅油。所述硅油可为包括羟基(-OH基团)、氨基(-NH_2基团)、巯基(-SH基团)和羧基(-COOH基团)中的至少一种的改性硅油。

CN 102559345 A

1. 电流变流体，包括：

基于二氧化硅颗粒制造的极化颗粒；和

所述极化颗粒分散于其中的分散介质，所述分散介质包括具有羟基（-OH 基团）、氨基（$-NH_2$ 基团）、巯基（-SH 基团）和羧基（-COOH 基团）中的至少一种的硅油。

2. 权利要求 1 的电流变流体，其中所述分散介质是通过如下制造的：将所述羟基（-OH 基团）、氨基（$-NH_2$ 基团）、巯基（-SH 基团）和羧基（-COOH 基团）中的至少一种用或不用任何其它有机基团结合到纯的硅油分子的末端或侧面。

3. 权利要求 2 的电流变流体，其中所述羟基（-OH 基团）与所述有机基团形成甲醇官能团。

4. 权利要求 2 的电流变流体，其中在不用所述有机基团的情况下，所述羟基（-OH 基团）形成硅烷醇官能团。

5. 权利要求 1 的电流变流体，其中所述极化颗粒包括所述二氧化硅颗粒和物理地或化学地结合到所述二氧化硅颗粒的极化有机材料。

6. 权利要求 5 的电流变流体，其中所述极化有机材料包括尿素、硫脲、三聚氰胺、和丙烯酰胺中的至少一种。

7. 权利要求 1 的电流变流体，其中所述极化颗粒的折射率与所述分散介质的折射率之间的差为 0-0.06。

8. 制造权利要求 1-4 任一项的电流变流体的方法，包括：

基于二氧化硅颗粒制造极化颗粒；

制造包括具有羟基（-OH 基团）、氨基（$-NH_2$ 基团）、巯基（-SH 基团）和羧基（-COOH 基团）中的至少一种的硅油的分散介质；和

将所述极化颗粒分散在所述分散介质中。

9. 权利要求 8 的方法，其中所述制造极化颗粒包括：

将二氧化硅颗粒置于蒸馏水中并且搅拌具有所述二氧化硅颗粒的所述蒸馏水以制造第一悬浮体；

将极化有机材料置于所述第一悬浮体中以制造第二悬浮体；

从所述第二悬浮体分离所述蒸馏水；和

将与所述蒸馏水分离的所述第二悬浮体干燥以获得所述极化颗粒。

10. 权利要求 9 的方法，其中所述极化有机材料包括尿素、硫脲、三聚氰胺、和丙烯酰胺中的至少一种。

11. 权利要求 8 的方法，其中将所述极化颗粒分散在所述分散介质中包括：

制造多种具有不同折射率的分散介质；和

从所述多种分散介质中选择其折射率与所述极化颗粒的折射率相差 0-0.06 的分散介质。

12. 显示器，包括：

第一电极；

面对所述第一电极的第二电极；和

填充在所述第一电极与所述第二电极之间的权利要求 1-7 任一项的电流变流体。

具有牛顿流体性质的电流变流体

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2010年11月23日提交的韩国专利申请No.10-2010-0117047的权益，其全部公开内容引入本文中作为参考用于所有目的。

技术领域

[0003] 下列描述涉及电流变流体、其制造方法和电流变流体应用。

背景技术

[0004] 通常，电流变流体(ERF)意指由分散在介电流体中的电可极化的颗粒组成的悬浮体或流体。电流变流体的流变性质取决于施加到该电流变流体的电场。

[0005] 当向电流变流体施加电场时，分散在该电流变流体中的颗粒由于它们的吸引力而介电极化和在所施加电场的方向上排列成链结构。该链结构具有对流体的流动或外力的抗性，和增加该电流变流体的粘度。

[0006] 这样，由于电流变流体具有能够简单地通过施加电场而不必利用任何额外的装置来控制其机械动力的优点，电流变流体可应用于多种技术领域，例如车辆阻尼器系统、减震器、发动机架、用于控制流速的阀系统、定位系统、机器人、致动器等。

[0007] 然而，由于电流变流体中的分散颗粒在所施加电场的影响下在该电场的方向上排列，电流变流体显示出其粘度急剧增加的宾厄姆流体的性质。然而，由于宾厄姆流体的性质显示非常复杂的机理，其正确的算术模型尚未建立。

发明内容

[0008] 在一个概括的方面中，提供电流变流体，包括：基于二氧化硅颗粒制造的极化颗粒；和所述极化颗粒分散于其中的分散介质，所述分散介质包括具有羟基(-OH基团)、氨基($-NH_2$基团)、巯基(-SH基团)和羧基(-COOH基团)中的至少一种的硅油。

[0009] 在另一概括的方面中，提供制造电流变流体的方法，包括：基于二氧化硅颗粒制造极化颗粒；制造包括具有羟基(-OH基团)、氨基($-NH_2$基团)、巯基(-SH基团)和羧基(-COOH基团)中的至少一种的硅油的分散介质；和将所述极化颗粒分散在所述分散介质中。

[0010] 在另一概括的方面中，提供显示器，包括：第一电极；面对所述第一电极的第二电极；和填充在所述第一电极与所述第二电极之间的电流变流体，其中所述电流变流体包括：基于二氧化硅颗粒制造的极化颗粒；和所述极化颗粒分散在其中的分散介质，所述分散介质包括具有羟基(-OH基团)、氨基($-NH_2$基团)、巯基(-SH基团)和羧基(-COOH基团)中的至少一种的硅油。

[0011] 其它特征和方面将从下面的详细描述、附图和权利要求中明晰。

附图说明

[0012] 图 1 说明电流变流体的实例。

[0013] 图 2A 至 2D 显示分散介质中包括的硅油的示例性分子结构。

[0014] 图 3A 至 3F 显示分散介质中包括的硅油的另外的示例性分子结构。

[0015] 图 4 为说明选择具有与极化颗粒类似的折射率的分散介质的方法的实例的图。

[0016] 图 5 说明包括电流变流体的一个实例的显示器。

[0017] 图 6A 和 6B 为说明图 5 中所示的显示器的工作原理的图。

[0018] 图 7A 和 7B 说明包括电流变流体的另一实例的触摸板和其中所述触摸板工作的实例。

[0019] 图 8 为说明第一和第二电流变流体之间的流变性质的比较结果的图。

[0020] 图 9 说明电流变流体的另一实例。

[0021] 在整个附图和详细描述中，除非另外说明，相同的附图标记将理解为是指相同的元件、特征和结构。为了清楚、说明和方便，可放大这些元件的相对尺寸和描绘。

具体实施方式

[0022] 提供下列描述以帮助读者获得在此描述的方法、装置和 / 或系统的全面理解。因此，本领域的普通技术人员将想到在此描述的方法、装置和 / 或系统的各种变化、变型和等同物。而且，为了增加的清楚和简明，可省略公知的功能和构造的描述。

[0023] 图 1 说明电流变流体 100 的实例。

[0024] 参考图 1，电流变流体 100 包括极化颗粒 101 和分散介质 102。

[0025] 极化颗粒 101 可为电可极化的微小颗粒。极化颗粒 101 可为二氧化硅颗粒 103 或覆盖有极化有机材料 104 的二氧化硅颗粒 103。

[0026] 二氧化硅颗粒 103 各自可具有约 5nm ～约 20μm 的尺寸，并且用没有孔的无定形二氧化硅制造。

[0027] 可覆盖在二氧化硅颗粒 103 上的极化有机材料 104 与二氧化硅颗粒 103 物理地 / 化学地结合以提高二氧化硅颗粒 103 的极化性。根据当前的实例，极化有机材料 104 可为具有高的分子极化的材料。具有高的分子极化的材料的实例包括尿素，硫脲，三聚氰胺，丙烯酰胺，和含有尿素、硫脲、三聚氰胺或丙烯酰胺的分子。

[0028] 极化颗粒 101 分散在分散介质 102 中。根据当前的实例，分散介质 102 可包括具有羟基 (-OH 基团)、氨基 (-NH_2 基团)、巯基 (-SH 基团) 和羧基 (-COOH 基团) 中的至少一种基团的硅油。

[0029] 这里，所述官能团例如羟基、氨基、巯基和羧基可用或不用任何其它有机基团结合到硅油分子的末端或侧面。在该实例中，所述分散介质可包括具有羟基 (-OH 基团) 的硅油。所述分散介质可包括具有氨基 (-NH_2 基团) 的硅油。所述分散介质可包括具有巯基 (-SH 基团) 的硅油。所述分散介质可包括具有羧基 (-COOH 基团) 的硅油。

[0030] 图 2A 至 2D 显示图 1 的分散介质 102 中包括的硅油的示例性分子结构。

[0031] 参考图 2A 至 2D，分散介质 102 可为通过使纯的硅油 (例如，二甲基硅油) 与羟基、氨基、巯基和羧基中的至少一种结合获得的硅油。

[0032] 例如，图 2A 显示具有羟基 (-OH 基团) 的硅油的分子结构，图 2B 显示具有氨基 (-NH_2 基团) 的硅油的分子结构，图 2C 显示具有巯基 (-SH 基团) 的硅油的分子结构，和图

2D 显示具有羧基（-COOH 基团）的硅油的分子结构。

[0033] 在图 2A 至 2D 中，R_1 和 R_2 表示有机基团，且 n 表示整数。羟基、氨基、巯基和羧基与所述有机基团结合且然后与相应的分子结构结合，或者不与任何有机基团结合而直接与所述分子结构结合。

[0034] 例如，羟基可与有机基团 R_1 结合以形成甲醇官能团，或者可不与有机基团 R_1 结合而形成硅烷醇官能团。

[0035] 图 3A 至 3F 显示分散介质 102 中包括的硅油的另外的示例性分子结构。图 3A 至 3F 显示羟基与硅油结合的结合位置的实例。

[0036] 参考图 3A 至 3F，羟基可与纯的硅油的分子结构的末端或侧面结合。而且，羟基可与预定的有机基团结合且然后与所述分子结构结合，或者不与任何有机基团结合而直接与所述分子结构结合。在图 3A 至 3F 中，R_1 至 R_6 表示相同的有机基团或不同的有机基团，且 m 和 n 表示整数。

[0037] 再次参考图 1，根据实例，电流变流体 100 中包括的极化颗粒 101 可具有达到电流变流体 100 的约 5％至约 70％的体积分数。极化颗粒 101 相对于电流变流体 100 的总体积的所述体积分数被决定以当施加电场时适当地保持初始粘度和屈服应力。

[0038] 而且，根据另一实例，极化颗粒 101 的折射率可与分散介质 102 的折射率类似。例如，极化颗粒 101 与分散介质 102 之间的折射率差可为约 0 ～约 0.06。如果极化颗粒 101 为白色颗粒且极化颗粒 101 和分散介质 102 的折射率彼此基本上相同或类似，则电流变流体 100 可具有透明度。这样的具有透明度的电流变流体 100 可应用于预定的显示装置。

[0039] 具有与极化颗粒 101 类似的折射率的分散介质 102 可通过将各种硅油和 / 或不同于硅油的介电流体混合制造。例如，具有与极化颗粒 101 类似的折射率的分散介质 102（例如，分散介质与极化颗粒之间的折射率差为 0.06 的分散介质）可通过将具有羟基的硅油与绝缘油混合制造。

[0040] 通过将若干流体混合制造的分散介质 102 的折射率可通过下面的洛仑兹 - 洛仑兹方程计算。

[0041]

$$\frac{n^2-1}{n^2+2}=\left(\frac{n_1^2-1}{n_1^2+2}\right)\emptyset_1+\left(\frac{n_2^2-1}{n_2^2+2}\right)\emptyset_2 ,$$

[0042] 其中，

[0043] n ＝油混合物的折射率

[0044] n_1 ＝纯的油 1 的折射率

[0045] n_2 ＝纯的油 2 的折射率

[0046]

$$\emptyset_1 = \text{纯的油 1 相对于油混合物的体积分数}$$

[0047]

$$\emptyset_2 = \text{纯的油 2 相对于油混合物的体积分数}$$

[0048] 图 4 为说明选择具有与极化颗粒类似的折射率的分散介质的方法的实例的图。

[0049] 参考图 4，使用具有约 300μm 厚度的双面带 302 在两块各自具有约 0.7mm 厚度的

透明玻璃板 301 之间形成空间。然后，用通过将适量的极化颗粒分散在具有预定折射率的分散介质中制造的用于测量透明度的悬浮体（例如，候选电流变流体）填充该空间，使得透明度为对肉眼可见的或者通过预定装置测量透明度。

[0050] 例如，通过制备具有各种折射率的分散介质且然后将适量的极化颗粒分散在各分散介质中制备数种悬浮体。然后，将各悬浮体填充在图 4 中所示的空间中，然后使用由 Perkin Elmer Corporation 制造的 Lambda-900UV/Vis/NIR 光谱仪测量对于具有约 550nm 波长的光的透明度。在该情况下，在具有约 90％的透明度的悬浮体中包括的分散介质可确定为具有与极化颗粒类似的折射率，并且可选择所述分散介质。

[0051] 图 5 说明包括电流变流体的一个实例的显示器 400。

[0052] 参考图 5，显示器 400 包括上电极 401、下电极 402 和电流变流体 403。上和下电极 401 和 402 彼此面对，和电流变流体 403 填充在上和下电极 401 和 402 之间。

[0053] 如图 5 中所示，电流变流体 403 包括极化颗粒 404 和分散介质 405，其中极化颗粒 404 和分散介质 405 的折射率可基本上相同。因此，当通过上和下电极 401 和 402 形成电场时，极化颗粒 404 在分散介质 405 中在电场的方向上排列，由此使电流变流体 403 的粘度急剧增加。而且，由于极化颗粒 404 和分散介质 405 的折射率基本上相同，因此可确保电流变流体 403 的透明度。

[0054] 而且，由于分散介质 405 含有具有羟基、氨基、巯基和羧基中的至少一种的硅油，电流变流体 403 的粘度可大大取决于电场的存在或不存在。因此，操作显示器 400 的使用者可得到取决于电流变流体 403 的粘度变化的优异的触感。

[0055] 另外，根据一个实例，显示器 400 可进一步包括用于感知接触或压力的输入 / 输出装置（例如，触摸板）。

[0056] 图 6A 和 6B 为说明图 5 中所示的显示器 400 的工作原理的图。

[0057] 图 6A 显示其中当未向电流变流体 403 施加电场时，电流变流体 403 的极化颗粒 404 无方向性地无序地分散在分散介质 405 中的状态。

[0058] 图 6B 显示其中当向电流变流体 403 施加电场时，电流变流体 403 中的个体极化颗粒 404 介电极化，和相邻的极化颗粒 404 由于吸引力在上和下电极 401 和 402 之间的电场的方向上排列成链或柱结构的状态。排列成链或柱结构的极化颗粒 404 使电流变流体 403 的粘度增大，因为介电极化的颗粒 404 具有恢复力，刚在所述链或柱结构被从外部施加的某个力破坏之后，它们就通过所述恢复力再次排列成所述链或柱结构。

[0059] 图 7A 和 7B 说明包括电流变流体的另一实例的触摸板 600，和其中触摸板 600 工作的实例。

[0060] 参考图 7A 和 7B，触摸板 600 可包括下电极 601、上电极 602、电流变流体 603、下基板 607 和上基板 608，其中电流变流体 603 可具有透明度。例如，电流变流体 603 可含有极化颗粒 604 和具有与极化颗粒 604 类似的折射率的分散介质 605。

[0061] 参考图 7A，当将电压施加到上和下电极 601 和 602 时，电流变流体 603 中的极化颗粒 604 排列成链或柱结构，由此使电流变流体 603 的粘度增大。在该状态中，当使用者使用其手指、记录笔等按压触摸板 600 时，由电流变流体 603 的高粘度导致的排斥力被传递至使用者。当上基板 608 的位移达到预定厚度时，关于使用者的按压发生的位置的信息被传递至控制器（未示出），和该控制器释放所施加的电压。

[0062] 参考图 7B，当所施加的电压被释放时，极化颗粒 604 的排列被破坏，使得电流变流体 603 的粘度降低且因此由使用者感受到的排斥力降低，其向使用者提供点击感或触感。

[0063] 下文中，比较基于包括具有羟基的硅油的分散介质的电流变流体与基于包括不具有羟基的硅油的分散介质的电流变流体之间的流变性质。

[0064] [极化颗粒的制造]

[0065] 通过将二氧化硅颗粒 (例如，由 SUNJIN CHEMICAL Co.，Ltd. 制造的 Sunsil-20) 置于蒸馏水中且机械搅拌该混合物约 1 小时制造悬浮体。将 4g 尿素 (Aldrich) 添加到该悬浮体中，然后在室温下机械搅拌该混合物约 16 小时。接着，将该经搅拌的混合物放到离心机中以从该混合物分离蒸馏水，然后将所得混合物在加热至 80℃的真空烘箱中干燥 24 小时，使得获得白色的极化颗粒 (例如，图 1 的 101)。

[0066] [第一电流变流体的制造]

[0067] 将极化颗粒以 13％的体积分数分散在硅油 (由 Shinetsu Chemical Co.，Ltd. 制造的 X-22-170DX) 中，使得制造电流变流体。作为具有图 2A 中所示的分子结构的硅油的 X-22-170DX 硅油包含羟基。

[0068] [第二电流变流体的制造]

[0069] 将极化颗粒以 13％的体积分数分散在硅油 (由 Shinetsu Chemical Co.，Ltd. 制造的 KF-96) 中，使得制造电流变流体。KF-96 硅油为不具有羟基的纯的硅油。

[0070] 图 8 为说明第一和第二电流变流体之间的流变性质的比较结果的图。

[0071] 参考图 8，当未施加电场时，基于具有羟基的硅油的第一电流变流体显示出在 1 或更大的剪切速率下其粘度基本上相同的牛顿流体的性质，而基于纯的硅油的第二电流变流体显示出其粘度取决于剪切速率而变化的非牛顿流体的性质。

[0072] 在施加电场时与未施加电场时之间其粘度变化大的电流变流体是优选的。在当前的实例中，第一电流变流体的粘度变化比大于第二电流变流体的粘度变化比。

[0073] 图 9 说明电流变流体的另一实例。

[0074] 参照图 9，电流体流体可通过将二氧化硅颗粒以 8％的体积分数分散在硅油 (即 X-22-170BX) 中而得到。所述硅油具有与如图 2A 中所示的相同的分子结构，且可具有 OH 基团。参照图 9，对应于未施加电场，基于具有 OH 基团的硅油的电流变流体在 1 或更高的剪切速率下可具有与牛顿流体相同的特性。

[0075] 下文中，将描述使用第一电流变流体制造透明的电流变流体的方法。

[0076] [制造透明的电流变流体的实施例]

[0077] 通过将两种或更多种具有一个或更多个羟基的硅油混合或者通过将包含羟基的硅油与一种或更多种绝缘流体或油混合制造分散介质。例如，可通过将适量的具有相对低的折射率且包含羟基的硅油 (X-22-170DX，n_D ＝ 1.406，Shinetsu) 与适量的具有相对高的折射率的硅油 (PDS-1615，n_D ＝ 1.473，Gelest) 混合制造具有各种折射率的分散介质。

[0078] 然后，选择具有与极化颗粒类似的折射率的分散介质。例如，通过将适量的极化颗粒分散在各分散介质中以制造悬浮体，和测量所述悬浮体的透明度，可测量所述分散介质的折射率。在当前的实例中，通过将适量的极化颗粒分散在多种具有预定折射率的分散介质中获得的悬浮体称作用于测量透明度的悬浮体或候选电流变流体。换言之，通过基于多种具有不同折射率的分散介质制造用于测量透明度的悬浮体和测量所述悬浮体的透明度，

可选择合适的分散介质。

[0079] 然后，通过将极化颗粒分散在所选择的分散介质中，即具有与极化颗粒类似的折射率的分散介质中，制造具有透明度的电流变流体。例如，可通过如下将极化颗粒分散在所选择的分散介质中：将极化颗粒以约 13％的体积分数置于分散介质中，搅拌该混合物，然后对经搅拌的混合物进行超声处理。

[0080] 为了描述的方便，在当前的实例中，使用羟基作为实例，然而，也很明显可使用氨基、巯基或羧基。

[0081] 如上所述，根据上述实例，由于形成电流变流体的分散介质包括具有羟基（-OH 基团）、氨基（$-NH_2$ 基团）、巯基（-SH 基团）和羧基（-COOH 基团）之一的硅油，可提供具有牛顿流体性质的电流变流体。而且，由于分散介质的折射率与极化颗粒的折射率基本上相同，可提供适合应用于显示器的电流变流体。

[0082] 已在上面描述了许多实例。然而，应理解可进行各种变型。例如，如果所描述的技术以不同的顺序进行和／或如果所描述的系统、结构、装置或线路中的部件以不同的方式组合和／或被其它部件或它们的等同物代替或补充，可实现合适的结果。因此，其它实施在所附权利要求的范围内。

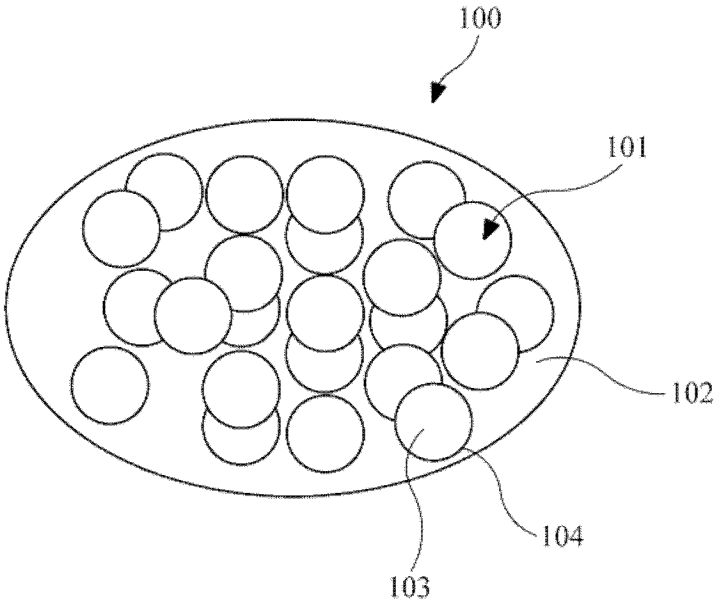


图 1

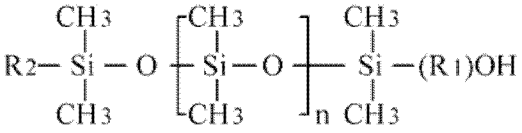


图 2A

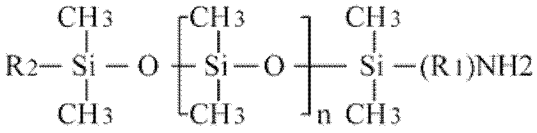


图 2B

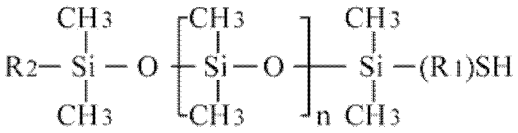


图 2C

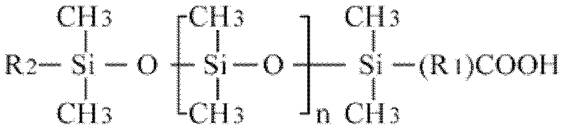


图 2D

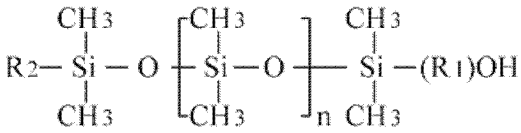


图 3A

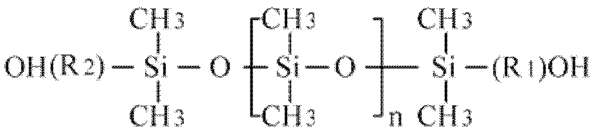


图 3B

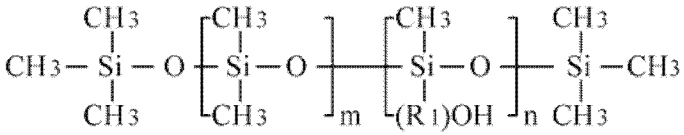


图 3C

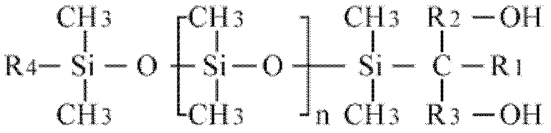


图 3D

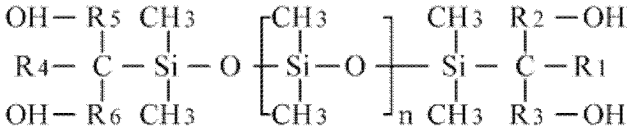


图 3E

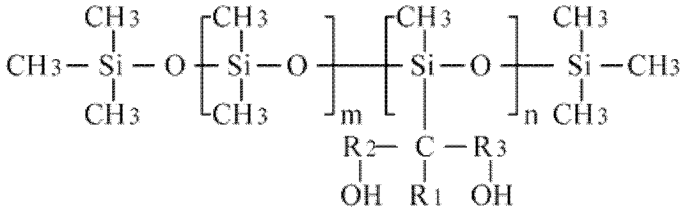


图 3F

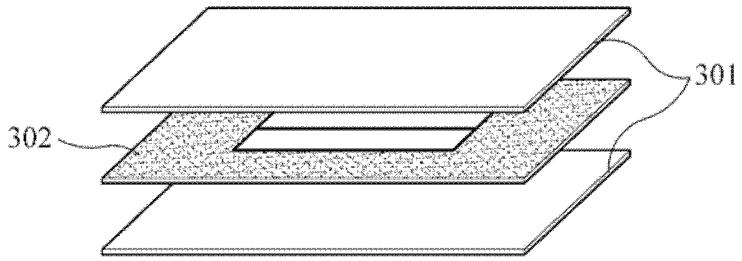


图 4

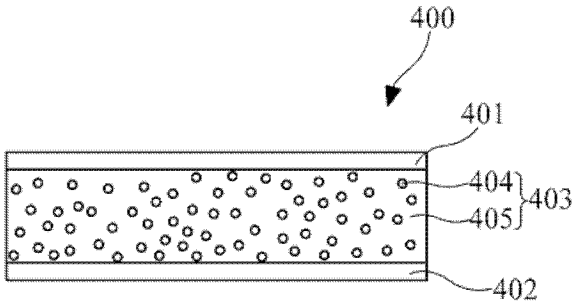


图 5

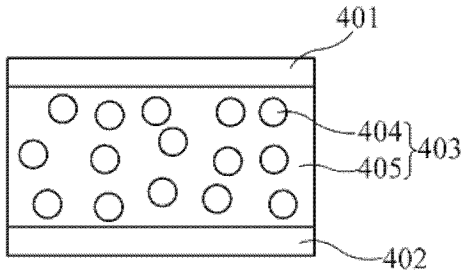


图 6A

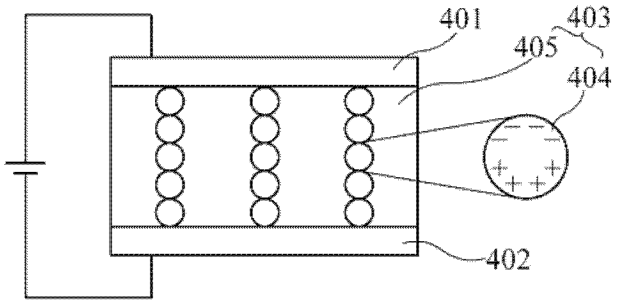

401
403
405
404
402

图 6B

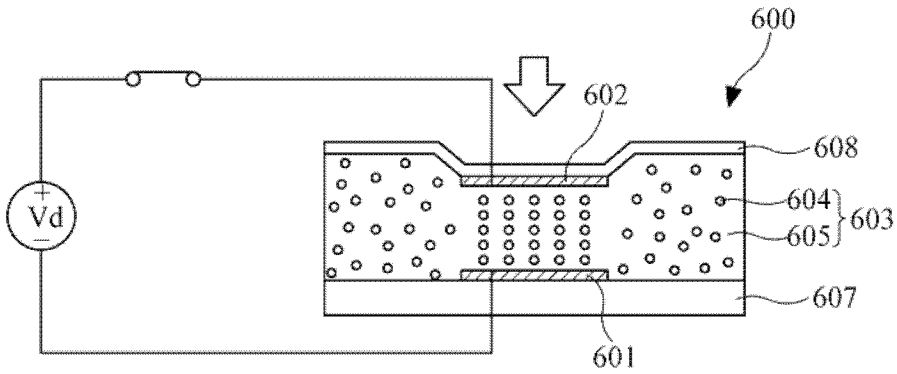

600
602
608
604
605
603
607
601
Vd

图 7A

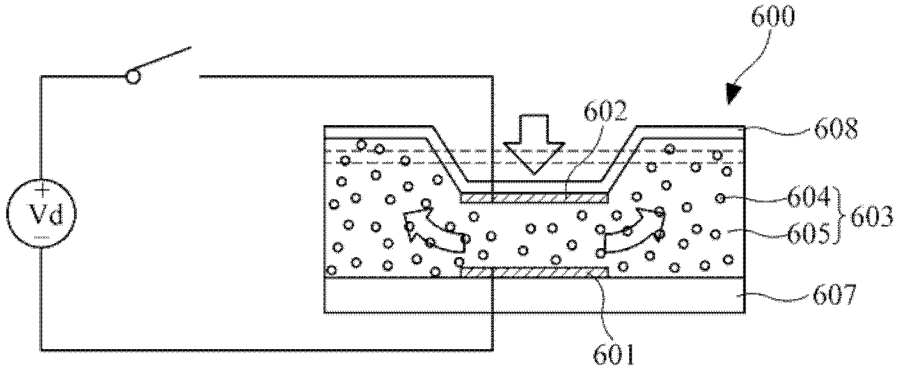

600
602
608
604
605
603
607
601
Vd

图 7B

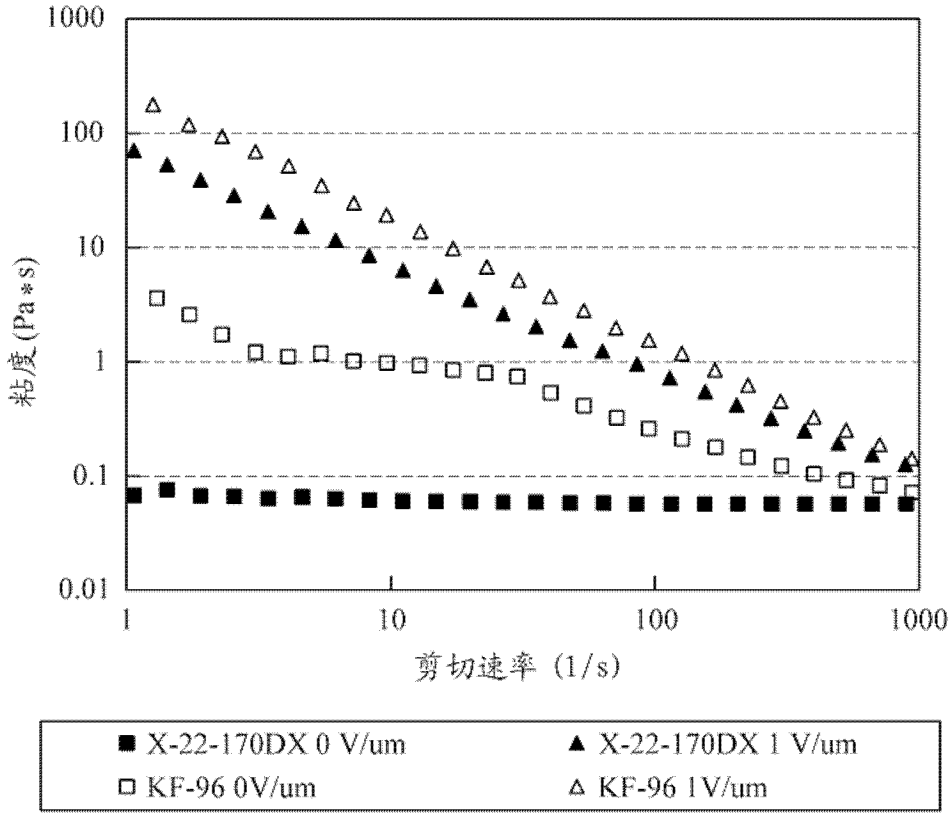

1000
100
10
1
0.1
0.01
粘度(Pa*s)
1
10
100
1000
剪切速率 (1/s)
X-22-170DX 0 V/um
X-22-170DX 1 V/um
KF-96 0V/um
KF-96 1V/um

图 8

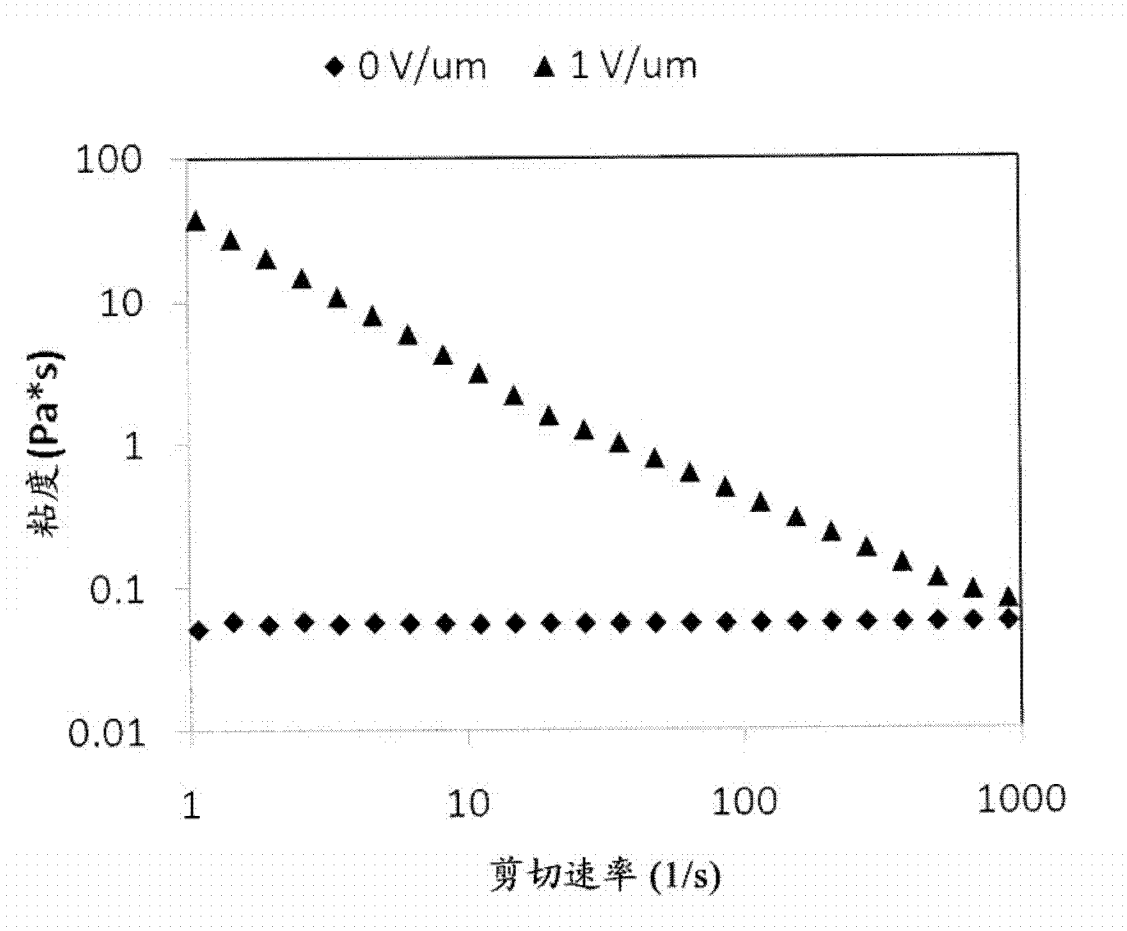


图 9