

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02F 1/167 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03808633.6

[45] 授权公告日 2007 年 9 月 26 日

[11] 授权公告号 CN 100339757C

[22] 申请日 2003.3.6 [21] 申请号 03808633.6

[30] 优先权

[32] 2002. 3. 6 [33] JP [31] 60760/2002

[32] 2002. 5. 8 [33] JP [31] 133171/2002

[86] 国际申请 PCT/JP2003/002645 2003. 3. 6

[87] 国际公布 WO2003/075087 日 2003. 9. 12

[85] 进入国家阶段日期 2004. 10. 18

[73] 专利权人 株式会社普利司通

地址 日本东京都

[72] 发明人 增田善友 药师寺学 村田和也

二瓶则夫 高木光治 田沼逸夫

北野创 川越隆博

[56] 参考文献

JP2001 - 290178 A 2001. 10. 19

JP2001312225 2001. 11. 9

EP0709719A 1996. 5. 1

审查员 周小祥

[74] 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

代理人 陈文平

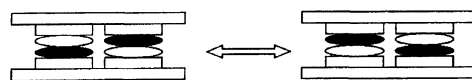
权利要求书 4 页 说明书 50 页 附图 8 页

[54] 发明名称

图像显示装置和方法

[57] 摘要

在根据本发明第一方面的图像显示装置中，在相对的基材之间封入一种由固体材料组成的流体粉末，该流体粉末作为分散质稳定地漂浮在气体中，并在气溶胶态中显示出高的流动性，至少一块基材为透明的，并且该流体粉末是移动的。而且，在根据本发明第二方面的图像显示装置中，在相对的基材之间的空间内安置一个多孔隔离物，至少一块基材为透明的，封入一种由固体材料组成的流体粉末，该流体粉末作为分散质稳定地漂浮在气体中，并在气溶胶态中显示出良好的流动性，并且该流体粉末是移动的。



1.一种图像显示装置，其特征在于在相对的基材之间封入一种由固体材料组成的流体粉末，其中所述固体材料包括树脂、电荷控制剂、着色剂和无机添加剂，该流体粉末作为分散质稳定地漂浮在气体中，并在气溶胶态中显示出高的流动性，至少一块基材为透明的，并且该流体粉末是移动的，其中该流体粉末没有静止角，静止角为表征其流动性的指数。

2.根据权利要求1的图像显示装置，其中流体粉末的最大漂浮状态中的表观体积是非漂浮状态中的表观体积的2-12倍。

3.根据权利要求1的图像显示装置，其中流体粉末的表观体积随时间的变化满足下列漂浮公式：

$$V_{10}/V_5 > 0.8;$$

此处， V_5 指自最大漂浮状态5分钟之后流体粉末的单位为 cm^3 的表观体积； V_{10} 指自最大漂浮状态10分钟之后流体粉末的单位为 cm^3 的表观体积。

4.根据权利要求1的图像显示装置，其中构成流体粉末的粒子材料的平均粒度 $d(0.5)$ 为 $0.1 \sim 20\mu\text{m}$ ，此处， $d(0.5)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度大于 $d(0.5)$ 的构成流体粉末的粒子材料的数量为50%，并且粒度小于 $d(0.5)$ 的构成流体粉末的粒子材料的数量为50%。

5.根据权利要求1的图像显示装置，其中构成流体粉末的粒子材料的平均粒度分布跨度不超过5，该平均粒度分布跨度由下式定义：

$$\text{跨度} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5);$$

此处， $d(0.5)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度大于 $d(0.5)$ 的构成流体粉末的粒子材料的数量为50%，并且粒度小于 $d(0.5)$ 的构成流体粉末的粒子材料的数量为50%； $d(0.1)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度小于 $d(0.1)$ 的构成流体粉末的粒子材料的数量为10%； $d(0.9)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度小于 $d(0.9)$ 的

构成流体粉末的粒子材料的数量为 90%。

6.根据权利要求 1 的图像显示装置，其中流体粉末的溶剂不溶率不低于 50%，该溶剂不溶率由下式定义：

$$\text{溶剂不溶率}(\%) = (B/A) \times 100;$$

此处，A 为流体粉末浸入溶剂前的重量，B 为流体粉末在 25℃下浸入好的溶剂中 24 小时后树脂组分的重量。

7.根据权利要求 1 的图像显示装置，其中流体粉末为表面结合了无机微粒的材料，该无机微粒具有 20~100nm 的平均粒度。

8.根据权利要求 7 的图像显示装置，其中流体粉末为表面结合了两种或多种无机微粒的材料。

9.根据权利要求 7 或 8 的图像显示装置，其中无机微粒用硅油处理过。

10.根据权利要求 1 的图像显示装置，其中用静电涂布装置将流体粉末封入基材之间。

11.根据权利要求 1 的图像显示装置，其中在相对的基材之间的空间内填充了在 25℃下相对湿度不超过 60%的气体。

12.根据权利要求 1 的图像显示装置，其中图像显示装置由多个显示单元形成。

13.根据权利要求 1 的图像显示装置，其中通过丝网印刷法，喷砂法，光导体糊状物剂法和叠加法中的一种方法，形成隔墙。

14.根据权利要求 1 的图像显示装置，其中隔墙具有悬臂结构。

15.一种图像显示的方法，其特征在于在相对的基材之间封入一种由固体材料组成的流体粉末，其中所述固体材料包括树脂、电荷控制剂、着色剂和无机添加剂，该流体粉末作为分散质稳定地漂浮在气体中，并在气溶胶态中显示出高的流动性，至少一块基材为透明的，并且该流体粉末是移动的，其中该流体粉末没有静止角，静止角为表征其流动性的指数。

16.一种图像显示装置，其特征在于在相对的基材之间的空间内安置一个多孔隔离物，至少一块基材为透明的，封入一种由固体材料组

成的流体粉末，其中所述固体材料包括树脂、电荷控制剂、着色剂和无机添加剂，该流体粉末作为分散质稳定地漂浮在气体中，并在气溶胶态中显示出高的流动性，并且该流体粉末是移动的，其中该流体粉末没有静止角，静止角为表征其流动性的指数。

17.根据权利要求 16 的图像显示装置，其中在多孔隔离物的外部施加热熔粘合剂。

18.根据权利要求 16 的图像显示装置，其中多孔隔离物在具有透明基材的显示面上的开孔率为 50~95%。

19.根据权利要求 16 的图像显示装置，其中多孔隔离物在显示面和非显示面上的孔尺寸不相同，并且满足：显示面的孔尺寸/非显示面的孔尺寸 >1.1 。

20.根据权利要求 16 的图像显示装置，其中最大漂浮状态中的表观体积是非漂浮状态中的表观体积的 2-12 倍。

21.根据权利要求 16 的图像显示装置，其中流体粉末的表观体积随时间的改变满足下列漂浮公式：

$$V_{10}/V_5 > 0.8;$$

此处， V_5 指自最大漂浮状态 5 分钟之后流体粉末的单位为 cm^3 的表观体积； V_{10} 指自最大漂浮状态 10 分钟之后流体粉末的单位为 cm^3 的表观体积。

22.根据权利要求 16 的图像显示装置，其中构成流体粉末的粒子材料的平均粒度 $d(0.5)$ 为 $0.1 \sim 20\mu\text{m}$ 。

23.根据权利要求 16 的图像显示装置，其中构成流体粉末的粒子材料的平均粒度分布跨度不超过 5，该平均粒度分布跨度由下式定义：

$$\text{跨度} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5);$$

此处， $d(0.5)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度大于 $d(0.5)$ 的构成流体粉末的粒子材料的数量为 50%，并且粒度小于 $d(0.5)$ 的构成流体粉末的粒子材料的数量为 50%； $d(0.1)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度小于 $d(0.1)$ 的构成流体粉末的粒子材料的数量为 10%； $d(0.9)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度小于 $d(0.9)$ 的

构成流体粉末的粒子材料的数量为 90%。

24.根据权利要求 16 的图像显示装置，其中流体粉末的溶剂不溶率不低于 50%，该溶剂不溶率由下式定义：

$$\text{溶剂不溶率}(\%) = (B/A) \times 100;$$

此处，A 为流体粉末浸入溶剂前的重量，B 为流体粉末在 25℃ 下浸入好的溶剂中 24 小时后树脂组分的重量。

25.根据权利要求 16 的图像显示装置，其中流体粉末为表面结合了无机微粒的材料，该无机微粒具有 20~100nm 的平均粒度。

26.根据权利要求 25 的图像显示装置，其中流体粉末为表面结合了两种或多种无机微粒的材料。

27.根据权利要求 25 或 26 的图像显示装置，其中无机微粒用硅油处理过。

28.根据权利要求 16 的图像显示装置，其中用静电涂布装置将流体粉末封入基材之间。

29.根据权利要求 16 的图像显示装置，其中在相对的基材之间的空间内填充了在 25℃ 下相对湿度不超过 60% 的气体。

图像显示装置和方法

技术领域

本发明涉及一种图像显示装置和方法，其中利用静电力使粒子移动，从而显示或消除图像。

背景技术

作为可替代液晶显示器（LCD）的图像显示装置，推荐采用诸如电泳法，电致法（electro-chromic），热方法，二色性粒子旋转法等技术的图像显示装置。

关于这些图像显示装置，可以想象出，下一代廉价的可视显示装置具有接近普通印刷品的宽视野，具有比 LCD 小的能耗，除了这些优点，它还可用于便携式装置的显示器，甚至还可以期待电子纸的出现。

最近，提出了一种电泳法，用分散粒子和显色液组成微胶囊状的分散液，然后将该液体安置在正对着的基材之间。但是，在这种电泳法中有一个问题，因为粒子在电泳液中移动时有粘性阻力，所以响应速度低。此外，还有图像重现不稳定的问题，由于高比重的二氧化钛粒子分散在低比重的溶液中，所以它很容易沉淀，难以维持稳定的分散状态。即使在微胶囊化的情形中，将单元尺寸减小至微胶囊水平，以使其不是很明显，但是，本质的问题仍未得到解决。

除了利用溶液中特性的电泳法外，最近，提出了一种方法，其中在基材的一部分上安装导电性粒子和电荷传输层，不使用溶液。[日本成像协会“Japan Hardcopy ‘99”（1999年7月21~23日）学报，249~252页]。在该方法中，因为没有使用溶液，所以能够解决电泳法中的问题，如粒子沉降，聚集等等。

然而，在上述方法中，由于利用基材之间气体中的粒子特性，因

而极大地增加了驱动电压。这样就出现一个缺点，即如果驱动电压在几百伏特之内，则粒子不能移动，而在电泳法中，电子在几十伏特电压下就能够移动。在上述的干型图像显示装置中，因为要在基材的一部分上布置电荷传输层和进一步的电荷产生层，所以结构复杂。此外，从导电性粒子中恒定地散逸电荷是很困难的，因此还有缺乏稳定性的缺陷。

发明公开

本发明的第一方面涉及一种用于解决上述问题的新型图像显示装置和方法，其目的是提供一种图像显示装置和方法，其利用静电力重复地显示图像，通过这种方法能极大地降低驱动电压，并具有廉价的和稳定的结构。

为了解决上述问题本发明人进行了研究，发现通过使用一种流体粉末，可获得一种能够实现快速响应的，同时还达成廉价的和稳定的结构并进一步地降低驱动电压的新型的图像显示装置和方法，该流体粉末具有和溶液一样的流动性，并且所具有的外观维持像固体一样的性质，由此完成了本发明。

也就是说，本发明的第一方面提供如下的图像显示装置和方法：

1.一种图像显示装置，其特征在于在相对的基材之间封入一种由固体材料组成的流体粉末，该流体粉末作为分散质稳定地漂浮在气体中，并在气溶胶态中显示出良好的流动性，至少一块基材为透明的，并且该流体粉末是移动的。

2.根据上述1的图像显示装置，其中流体粉末没有静止角，静止角为表征其流动性的指数。

3.根据上述1或2的图像显示装置，其中最大漂浮状态中的表观体积是非漂浮状态中的表观体积的两倍或更多。

4.根据上述1~3的图像显示装置，其中流体粉末的表观体积随时间的变化满足下列漂浮公式：

$$V_{10}/V_5 > 0.8;$$

此处， V_5 指自最大漂浮状态 5 分钟之后流体粉末的表观体积 (cm^3)； V_{10} 指自最大漂浮状态 10 分钟之后流体粉末的表观体积 (cm^3)。

5.根据上述 1~4 之一的图像显示装置，其中构成流体粉末的粒子材料的平均粒度 $d(0.5)$ 为 $0.1 \sim 20\mu\text{m}$ 。

6.根据上述 1~5 之一的图像显示装置，其中构成流体粉末的粒子材料的平均粒度分布跨度不超过 5，该平均粒度分布跨度由下式定义：

$$\text{跨度} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5) ;$$

(此处， $d(0.5)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度大于此数值的构成流体粉末的粒子材料的数量为 50%，并且粒度小于此数值的构成流体粉末的粒子材料的数量为 50%； $d(0.1)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度小于此数值的构成流体粉末的粒子材料的数量为 10%； $d(0.9)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度小于此数值的构成流体粉末的粒子材料的数量为 90%)。

7.根据上述 1~6 之一的图像显示装置，其中流体粉末的溶剂不溶率不低于 50%，该溶剂不溶率由下式定义：

$$\text{溶剂不溶率}(\%) = (B/A) \times 100;$$

(此处，A 为流体粉末浸入溶剂前的重量，B 为流体粉末在 25°C 下浸入良溶剂中 24 小时后树脂组分的重量)。

8.根据上述 1~7 之一的图像显示装置，其中流体粉末为表面结合了无机微粒的材料，该无机微粒具有 $20 \sim 100\text{nm}$ 的平均粒度。

9.根据上述 8 的图像显示装置，其中流体粉末为表面结合了两种或多种无机微粒的材料。

10.根据上述 8 或 9 的图像显示装置，其中无机微粒用硅油处理过。

11.根据上述 1~10 之一的图像显示装置，其中用静电涂布装置将流体粉末封入基材之间。

12.根据上述 1~11 之一的图像显示装置，其中在相对的基材之间的空间内填充了在 25°C 下相对湿度不超过 60%的气体。

13.根据上述 1~12 之一的图像显示装置，其中图像显示装置由多个显示单元形成。

14.根据上述 1~13 之一的图像显示装置,其中通过丝网印刷法,喷砂法,光导体糊状物剂法和叠加法中的一种方法,形成隔墙。

15.根据上述 1~14 之一的图像显示装置,其中隔墙具有悬臂结构。

16.一种图像显示的方法,其特征在于在相对的基材之间封入一种由固体材料组成的流体粉末,该流体粉末作为分散质稳定地漂浮在气体中,并在气溶胶态中显示出良好的流动性,至少一块基材为透明的,并且该流体粉末是移动的。

本发明的第二方面涉及一种用于解决上述问题的图像显示装置和方法,其目的是提供一种图像显示装置,其通过使用一种流体粉末,可实现廉价的结构,改善耐久性并且降低驱动电压,该流体粉末具有像溶液一样的流动性,并且所具有的外观维持像固体一样的性质。

为了解决上述问题本发明人进行了研究,发现由相对的基材和在库仑力作用下可移动的材料所构成的显示装置中,通过在基材之间的空间内安置一个多孔隔离物,在隔离物中填充在库仑力作用下可移动的流体粉末,可获得一种图像显示装置,其可实现廉价的结构,改善耐久性和降低驱动电压,由此完成本发明。

也就是说,本发明的第二个方式提供如下的图像显示装置:

17.一种图像显示装置,其特征在于在相对的基材之间的空间内安置一个多孔隔离物,至少一块基材为透明的,封入一种由固体材料组成的流体粉末,该流体粉末作为分散质稳定地漂浮在气体中,并在气溶胶态中显示出良好的流动性,并且该流体粉末是移动的。

18.根据上述 17 的图像显示装置,其中流体粉末没有静止角,静止角为表征其流动性的指数。

19.根据上述 17 或 18 的图像显示装置,其中在多孔隔离物的外部施加热熔粘合剂。

20.根据上述 17~19 之一的图像显示装置,其中多孔隔离物在具有透明基材的显示面上的开孔率为 50~95%。

21.根据上述 17~20 之一的图像显示装置,其中多孔隔离物在显

示面和非显示面上的孔尺寸不相同，并且满足（显示面的孔尺寸）/（非显示面的孔尺寸）>1.1。

22.根据上述 17~21 之一的图像显示装置，其中最大漂浮状态中的表观体积是非漂浮状态中的表观体积的两倍或更多。

23.根据上述 17~22 之一的图像显示装置，其中流体粉末的表观体积随时间的改变满足下列漂浮公式：

$$V_{10}/V_5>0.8;$$

此处， V_5 指自最大漂浮状态 5 分钟之后流体粉末的表观体积（ cm^3 ）； V_{10} 指自最大漂浮状态 10 分钟之后流体粉末的表观体积（ cm^3 ）。

24.根据上述 17~23 之一的图像显示装置，其中构成流体粉末的粒子材料的平均粒度 $d(0.5)$ 为 $0.1\sim 20\mu\text{m}$ 。

25.根据上述 17~24 之一的图像显示装置，其中构成流体粉末的粒子材料的平均粒度分布跨度不超过 5，该平均粒度分布跨度由下式定义：

$$\text{跨度} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5);$$

（此处， $d(0.5)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度大于此数值的构成流体粉末的粒子材料的数量为 50%，并且粒度小于此数值的构成流体粉末的粒子材料的数量为 50%； $d(0.1)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度小于此数值的构成流体粉末的粒子材料的数量为 10%； $d(0.9)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度小于此数值的构成流体粉末的粒子材料的数量为 90%）。

26.根据上述 17~25 之一的图像显示装置，其中流体粉末的溶剂不溶率不低于 50%，该溶剂不溶率由下式定义：

$$\text{溶剂不溶率}(\%) = (B/A) \times 100;$$

（此处，A 为流体粉末浸入溶剂前的重量，B 为流体粉末在 25°C 下浸入良溶剂中 24 小时后树脂组分的重量）。

27.根据上述 17~26 之一的图像显示装置，其中流体粉末为表面结合了无机微粒的材料，该无机微粒具有 $20\sim 100\text{nm}$ 的平均粒度。

28.根据上述 27 的图像显示装置，其中流体粉末为表面结合了两

种或多种无机微粒的材料。

29.根据上述 27 或 28 的图像显示装置,其中无机微粒用硅油处理过。

30.根据上述 17~29 之一的图像显示装置,其中用静电涂布装置将流体粉末封入基材之间。

31.根据上述 17~30 之一的图像显示装置,其中在相对的基材之间的空间内填充了在 25℃下相对湿度不超过 60%的气体。

附图简要说明

图 1 是解释在根据本发明的图像显示装置中的显示方法的一个实施方案的示意图。

图 2 是解释在根据本发明的图像显示装置中的显示方法的另一个实施方案的示意图。

图 3a~3c 是分别解释根据本发明的图像显示装置结构的一个实施方案的示意图。

图 4 是显示在根据本发明的图像显示装置中的隔墙形状的一个实施方案的示意图。

图 5 是解释在根据本发明的图像显示装置中当用丝网印刷法形成隔墙时各个步骤的示意图。

图 6 是解释在根据本发明的图像显示装置中当用喷砂法(sandblast method)形成隔墙时各个步骤的示意图。

图 7 是解释在根据本发明的图像显示装置中当用光导体糊状物剂法(photo-conductor paste method)形成隔墙时各个步骤的示意图。

图 8 是解释在根据本发明的图像显示装置中当用叠加法(additive method)形成隔墙时各个步骤的示意图。

图 9 是解释在根据本发明的图像显示装置的显示函数的评估中施加电压与反射密度之间的关系关系的图表。

实施本发明的最佳方式

在利用静电的图像显示面板中，通过某些方式在相对的基材之间施加电场，向其中封入粒子。带负电的粒子通过库仑力等吸引带正电的基材部分，带正电的粒子通过库仑力等吸引带负电的基材部分。通过粒子在相对的基材之间往复的移动，实现图像显示。

然而，在已知的图像显示装置中，如果要同时在粒子往复状态和粒子维持状态下都获得稳定性，仍有下列缺陷。也就是说，如果不使用起主要作用的溶液，我们只能选择基本由粒子和基材构成的干型静电显示器，其代表为色粉型显示器。另一方面，如果想要降低驱动电压，我们也只能选择基本由粒子，基材和足够粒子迁移的溶液构成的湿型显示器，该显示器利用了溶液中的电泳迁移。

也就是说，通过防止沉降和聚集改善在往复状态和维持状态下的稳定性与降低驱动电压是相互矛盾的，因此难以同时对这些进行改善。

在本发明中，使用在库仑力等作用下可移动的流体粉末，即一种完全的新形态的材料，作为显示介质。由此，能够获得一种完全新颖的图像显示装置和方法，它既能够改善往复状态和保持状态下的稳定性，又可改善降低驱动电压。

在本发明中，术语“流体粉末”是指一种同时具有流体性质和粒子性质的中介材料，并且该中介材料在不利用气体力和流体力的情况下显示出良好的自流动性。优选地，它是具有优秀流动性的材料，这样就没有静止角，静止角用于定义粉末的流动性。

例如，液晶被定义为液体和固体之间的中间相，它既具有显示液体性质的流动性，又具有显示固体性质的各向异性（光学性质）（Heibonsha Ltd.:百科全书）。另一方面，该粒子被定义为具有有限质量的物质，即使它趋于零的小，并且它受重力的吸引（Maruzen Co.,Ltd.:物理学专题集）。

此处，在该粒子中甚至还存在特别的状态，如气-固流体化态和液-固流体化态。如果气体从底板流向粒子，则随着气流的速度有一个向上的力作用于粒子。在这种情况下，气-固流体化态是指当向上的

力与重力平衡时很容易流体化的状态。同样地，液-固流体化态是指由液体流体化的状态。（Heibonsha Ltd.:百科全书）

在本发明中，发现这种同时具有流体性质和固体性质的，并且在利用气体力和流体力的情况下显示出良好自流动性的中间材料能够以特殊的方式制备，并将其定义为流体粉末。

也就是说，与液晶（液体和固体之间的中间相）的定义一样，根据本发明的流体粉末是一种同时具有流体性质和粒子性质的中间态的物质，这是非常难办到的，它既受重力影响显示出上述粒子性质又显示出高流动性。可在气溶胶态中获得这样的物质，气溶胶态是指一种分散体系，其中固体状或液体状的物质作为分散质相对稳定地漂浮在气体中。因而，在根据本发明的图像显示装置中，使用固体材料作为分散质。

在根据本发明的图像显示装置中，在相对的基材之间封入一种由固体材料组成的流体粉末，它作为分散质稳定地漂浮在气体中，并且在气溶胶态中显示出高流动性，其中至少一个基材是透明的。该流体粉末在由低电压驱动的库仑力等的作用下，能够容易并稳定地移动。

然后，下文将解释测量静止角的方法，其作为优选实施例使用。

作为显示粉末流动性的指数，静止角被广泛地使用。它是指在重力场中当粉末层的自由面达到临界应力状态时，粉末层与水平面之间的夹角。如果该值越小，则流动性越好。

然而，即使测量相同粉末的静止角，由于测量方法的不同，静止角的值也会有相当大的变化。

作为测量方法，下列三种方法是公知的。

1)装填法：从上边向水平面装填粉末，使其堆积成圆锥形，测量其斜面的倾斜角。2)卸出法：通过重力作用将填充在容器内的粉末卸出，例如通过底部的开口，测量残留层自由面的倾斜角。3)倾斜法：在容器中装入粉末，其自由面是光滑平坦的，倾斜容器，测量当表面上的粉末开始滑动时的倾斜角。

如果用上述测量方法测量根据本发明的流体粉末的静止角，会出

现下列问题。在 1) 装填法中, 由于流体粉末不形成圆锥形, 所以不能测量其倾斜角。在 2) 卸出法中, 由于流体粉末不形成残留层, 所以不能测量其倾斜角。在 3) 倾斜法中, 由于不能检测出流体粉末开始滑动时的状态, 所以不能测量其倾斜角。

这样, 就不能用上述测量方法测量根据本发明的流体粉末的静止角。也就是说, 根据本发明的流体粉末是显示出高流动性的材料, 其没有静止角。

根据本发明的图像显示装置中的图像显示器可用这样一种显示方法, 其中具有两种或多种颜色的不同的流体粉末在相对于基材的垂直方向上移动, 如图 1 所示; 也可用另一种显示方法, 其中单色的流体粉末在相对于基材的水平方向上移动, 如图 2 所示。为了安全, 优选前一种显示方法。

图 3a~3c 是分别解释根据本发明的图像显示装置结构的一个实施方案的示意图。如图 3a 所示, 根据本发明的图像显示装置(第一方面)由相对的基材 1 和 2, 基材之间的流体粉末 3 和根据需要安置的隔墙 4 构成。此外, 如图 3b 和 3c 所示, 根据本发明的图像显示装置(第二方面)由相对的基材 1 和 2, 流体粉末 3 和多孔隔离物 4 构成。

在根据本发明的图像显示装置中, 基材 1 和 2 中至少一个是透明基材, 透过它可从装置的外面观察到流体粉末 3 的颜色, 优选使用具有高可见光透射因数和优良耐热性的材料。

作为图像显示装置, 是否需要柔韧性可根据其用途进行适当的选择。例如, 用于电子纸等, 优选使用具有柔韧性的材料, 而用于便携式装置如移动电话, PDA, 膝上型电脑等, 优选使用不具有柔韧性的材料。

基材材料的例子包括聚合物片材, 如聚对苯二甲酸乙二醇酯, 砜聚合物, 聚乙烯或聚碳酸酯, 和无机片材, 如玻璃, 石英等。

基材厚度优选 2 至 5000 μm , 更优选 5 至 1000 μm 。当厚度太薄时, 难以维持强度和基材之间均匀的间距; 而当厚度太厚时, 作为显示器

性能的明亮度和对比度会降低，尤其是在用于电子纸的情形中，柔韧性会变差。

根据需要可在基材上安置一个电极。

在基材上未安置电极的情形中，通过在基材的外表面上施加静电潜像产生电场，带有预定性质电荷并且有颜色的流体粉末在电场作用下被推入基材或从基材弹回。然后，透过透明的基材，可从显示装置的外面观察到流体粉末根据静电潜像排列。在该情形中，上述的静电潜像可通过下列方法生成，例如，可在已知的采用电子照相光导体的电子照相系统中生成静电潜像，将生成的静电潜像转移并形成到根据本发明的图像显示装置的基材上，或者由离子流直接在基材上形成静电潜像。

在基材上安置电极的情形中，通过向其施加外电压，在基材上的各个电极上产生电场，带有预定性质电荷并且有颜色的流体粉末在电场作用下被推入基材或从基材弹回。然后，透过透明的基材，可从显示装置的外面观察到流体粉末根据静电潜像排列。

在该情形中，电极可由透明并具有图形形成能力的导电性材料形成。该导电性材料为氧化铟，诸如铝之类的金属，诸如聚苯胺，聚吡咯，聚噻吩之类的导电性聚合物等，可通过例如真空蒸镀，涂布等方法形成。此外，只要不丧失导电性或存在任何对光学透明度的妨碍，电极的厚度都是适宜的，它优选为3至1000nm，更优选为5至400nm。在该情形中，施加的外电压可以是直流电和交流电叠加。

在根据本发明的图像显示装置（第一方面）中，为了防止流体粉末在与基材平行方向上的不必要的移动，优选形成跨接相对的基材的隔墙，并且显示器部分由多个显示单元构成。

隔墙的形状根据将要用于显示器的流体粉末的尺寸进行适当地设计，没有限制。然而，优选设定隔墙宽度为10~1000 μm ，更优选10~500 μm ，设定隔墙高度为10~500 μm ，更优选10~500 μm 。

此外，关于形成隔墙的方法，可使用双肋拱法，其中在相对的基材上分别形成肋拱，并且它们相互连接；也可使用单肋拱法，其中只

在相对的基材的一个上形成肋拱。在根据本发明的图像显示装置中，为了防止连接偏差，优选使用单肋拱法形成隔墙。

从基材的平面看，肋拱制成的隔墙所形成的显示单元有正方形的，矩形的，环形的，如图4所示。

最好使得从显示器面看相应于隔墙横截面的部分（显示单元的框架面积）达到最小。这样，能够改善图像显示的清晰度。

形成隔墙的方法的典型例子包括丝网印刷法，喷砂法，光导体糊状物剂法和叠加法。

图5所示的丝网印刷法的特定工序如下：

- (1) 制备用于隔墙材料的糊状物。
- (2) 准备一个用于印制隔墙图形的预压件（prepress），如不锈钢网，聚酯网等。
- (3) 将糊状物通过预压件施加和转移到一个基材上（根据需要，其上形成了上述电极图形的基材）。
- (4) 通过加热使基材上的糊状物固化。
- (5) 重复步骤（3）-（4），直至达到预定的厚度（根据隔墙的高度），并且制成预定的隔墙形状。

此处，关于预压件，只要能印制预定的隔墙图形，可使用任意方式制造，例如，可使用具有高张力的镀金网，由高张力材料等制得的金属网，化学纤维网如聚酯网，tetoron®网等，和其中在预压件和印刷区域之间安置了聚酯网的复合型网。

在丝网印刷法中，用橡皮刮板或刮刀使糊状物通过上述预压件，转移到基材上。

在该情形中，优选设定橡皮刮板的攻角为10~30度，更优选15~25度，并设定橡皮刮板的施加压力为0.1~10kg/cm²，更优选0.5~3kg/cm²。

图6所示的喷砂法的特定工序如下：

- (1) 制备用于隔墙材料的糊状物。
- (2) 将糊状物施加到一个基材上（根据需要，其上形成了上

述电极图形的基材)，并干燥和固化该糊状物。

(3) 在糊状物上粘合光致抗蚀剂干燥膜。

(4) 对糊状物进行曝光和蚀刻，获得残留的图形部分，其成为隔墙。

(5) 通过喷砂，对除去光致抗蚀剂的残留的图形部分进行蚀刻，获得预定的肋拱形状。

此处，在喷砂法中，通过调节施加于磨光剂的气压与磨光剂喷出量之间的平衡，控制磨光剂从喷砂装置的喷嘴中直接喷出。这样，由于可以减少不必要的磨光剂的扩展并且尤其可以减少隔墙侧边的产生，所以可获得具有优异的修整形状的隔墙。

作为用于喷砂法的磨光剂，可使用玻璃珠，滑石，碳酸钙，金属粉末等。

图7所示的光导体糊状物剂法的特定工序如下：

(1) 制备含有感光树脂的感光糊状物。

(2) 将感光糊状物施加到一个基材上（根据需要，其上形成了上述电极图形的基材）。

(3) 通过遮光模，仅曝光相应于隔墙的区域上的感光糊状物，并使感光糊状物固化（根据需要，重复步骤(2)和(3)，直至隔墙具有预定的高度）。

(4) 通过显影除去未固化的感光树脂部分。

(5) 根据需要烘烤固化的感光糊状物部分。

此处，固化的感光糊状物部分至少包含无机粉末，感光树脂，光引发剂，并且进一步包括溶剂，树脂和添加剂。

图8所示的叠加法的特定工序如下：

(1) 在基材上粘合光致抗蚀剂膜。

(2) 通过曝光和蚀刻，仅在将要形成隔墙的区域上的留下光致抗蚀剂膜。

(3) 向光致抗蚀剂膜之间的空间填充用于形成隔墙的糊状物并固化糊状物。

(4) 除去光致抗蚀剂膜，形成具有预定形状的隔墙。

用于形成隔墙的糊状物至少包含无机粉末和树脂，并包括溶剂，添加剂等。作为无机粉末，可使用陶瓷粉末，玻璃粉末或其一种或多种的混合物。

典型的陶瓷粉末包括陶瓷氧化物如 ZrO_2 ， Al_2O_3 ， CuO ， MgO ， TiO_2 ， ZnO 等，和陶瓷非氧化物如 SiC ， AlN ， Si_3O_4 等。

典型的玻璃粉末包括用下述方法获得的物质：通过熔融含有 SiO_2 ， Al_2O_3 ， B_2O_3 ， Bi_2O_3 ， ZnO 等的原料，并冷却和研磨熔融的原料获得。在该情形中，优选玻璃化转变温度为 $300 \sim 500^\circ C$ 。在该玻璃化转变温度范围内，由于可在相对低的温度下进行烘烤，所以具有树脂损耗小的优点。

在用于隔墙的糊状物中，优选构成流体粉末的粒子材料的粒度分布跨度不超过 8，更优选不超过 5，该该粒度分布跨度由下式定义：

$$\text{跨度} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5);$$

(此处， $d(0.5)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度大于此数值的构成流体粉末的粒子材料的数量为 50%，并且粒度小于此数值的构成流体粉末的粒子材料的数量为 50%； $d(0.1)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度小于此数值的构成流体粉末的粒子材料的数量为 10%； $d(0.9)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度小于此数值的构成流体粉末的粒子材料的数量为 90%)。

通过将跨度设定为不超过 8，可使得糊状物中无机粉末的大小均匀。因此，即使是为了制作叠层而重复进行固化糊状物的加工，它也能够准确地形成隔墙。

而且，优选糊状物中无机粉末的平均粒度 $d(0.5)$ 为 $0.1 \sim 20 \mu m$ ，更优选 $0.3 \sim 10 \mu m$ 。这样做，即使为了制作叠层而重复上述加工，它也能够准确地形成隔墙。

此处，可通过激光衍射/散射的方法测量上述的粒度分布和粒度。当激光入射到将要测量的粒子上时，由衍射/散射光产生的光强度分布图在空间中出现。该光强度分布图对应于粒度，由此可以测出粒度和粒度分布。

在本发明中，定义用体积标准分布获得粒度和粒度分布。特别地，可用测量装置 Mastersizer 2000 (Malvern Instruments Ltd.) 测量粒度和粒度分布，其中用安装的分析软件（它基于根据 Mie's 理论的体积标准分布）计算置于氮气流中的粒子。

如果预定的隔墙能够形成，用于隔墙的糊状物中包含的树脂可含有上述无机粉末。该树脂典型的例子为热塑性树脂，热固性树脂和活性树脂。如果考虑隔墙所需的固态性质，优选使用具有高分子量和高玻璃化转变温度 T_g 的树脂。例如，优选使用丙烯酸系，苯乙烯系，环氧系，聚氨酯系，聚酯系和尿素系树脂，并且尤其优选使用丙烯酸系，环氧系，聚氨酯系，和聚酯系树脂。

作为用于隔墙的糊状物中加入的溶剂，可使用任意溶剂，只要它能溶解上述无机粉末和树脂。该溶剂典型的例子为芳香族树脂如邻苯二甲酸酯，甲苯，二甲苯，苯；醇溶剂如含氧醇，己醇，辛醇；酯溶剂如醋酸乙酯等。通常，向无机粉末中加入 0.1 ~ 50 重量份的溶剂。

此外，根据需要，可以加入染料，阻聚剂，增塑剂，树胶，分散剂，抗氧化剂，固化剂，固化促进剂和防沉降剂。

通过捏合机，搅拌器或三个滚筒按预定组分分散和混合上述糊状材料。如果考虑到可操作性，优选将粘度设定为 500 ~ 300000cps (500 ~ 300000mPas)。

在本发明的图像显示装置（第二方面）中，在相对的基材之间安置多孔隔离物，并且在相对的基材之间的空间内填充流体粉末。

此处，多孔隔离物是指有多个开孔的片材。优选使用塑料材料作为多孔隔离物，例如可使用聚氨酯，聚酯，聚乙烯，硅树脂，天然橡胶，合成橡胶等。此外，形成孔的典型方法为机械方法如冲孔等；化学方法如感光片材蚀刻等；光学方法如激光加工等。

在该情形中，很重要的一点是使得显示面的孔径大小不同于非显示面的孔径大小，例如，以这样的方式，(显示面的孔径大小)/(非显示面的孔径大小) 大于 1.1，优选在 1.2 ~ 3 的范围内。通过调节上述多孔隔离物的孔径大小，可改善耐久性并形成稳定的孔。此处，改

善耐久性的原因还不明确，但估计是如下原因。也就是说，由于在孔面增加了一定的角度，所以即使相互逆极性的流体粉末凝集，在重复移动时流体粉末也会撞击到截面（侧面）。因此，逆极性的凝集的流体粉末被分散，这样就改善了耐久性。

适宜地设定多孔隔离物的厚度为 $5 \sim 500\mu\text{m}$ ，优选 $5 \sim 100\mu\text{m}$ 。这样，可获得性能上低电压驱动的优点和制造加工上容易安装隔离物的优点。

而且，优选在多孔隔离物的外部安置热熔粘合剂。这样，能够进一步改善制造加工上的优点。

此外，适宜地设定多孔隔离物显示面的开孔率为 $40 \sim 95\%$ ，优选 $50 \sim 85\%$ 。如果开孔率小于该范围，则实际的显示面积变小。另一方面，如果开孔率大于该范围，虽然实际的显示面积变大，但是失去了多孔隔离物自身的强度。因此，很难以精确地维持基材之间的间距。

下面，将解释流体粉末。

如上所述，流体粉末是一种同时具有流体性质和粒子性质的中间材料，并不利用气体力和流体力的情况下显示出自流动性。

流体粉末特别地为气溶胶态，因此，在根据本发明的图像显示装置中，它可在下述条件下使用，即固体材料作为分散质相对稳定地漂浮在气体中。

作为气溶胶态，最大漂浮状态中的表观体积是非漂浮状态中的表观体积的两倍或更多，更优选是非漂浮状态中的表观体积的 2.5 倍或更多，最优选是非漂浮状态中的表观体积的三倍或更多。在该情形中，不定义其上限，但是其优选表观体积为非漂浮状态中的表观体积的 12 倍或更小。

如果最大漂浮状态中的表观体积小于两倍，则显示控制变得困难。另一方面，如果最大漂浮状态中的表观体积大于 12 倍，则在流体粉末填充到装置中的过程中会出现操作不便，如粒子过于分散。

此处，最大漂浮状态中的表观体积测量如下。也就是说，通过下述方法测量：将流体粉末填充到透明的密闭容器中，透过该容器可看

到流体粉末；摇动容器或使容器下落，以获得最大漂浮状态；此时从容器外面测量表观体积。特别地，将体积为容器 1/5 的流体粉末填充到带聚丙烯盖的容器中，该容器直径（内径）为 6cm，高度为 10cm（由 As-one Co.,Ltd.生产，产品名为 I-boy®），将容器置于振荡器中，以 3 来回/每秒的速度在 6cm 的距离上来回振荡 3 小时。然后，由正好停止振荡之后的表观体积得到最大漂浮状态中的表观体积。

而且，在根据本发明的图像显示装置中，优选流体粉末的表观体积随时间的变化满足漂浮公式：

$$V_{10}/V_5 > 0.8;$$

此处， V_5 指自最大漂浮状态 5 分钟之后流体粉末的表观体积 (cm^3)； V_{10} 指自最大漂浮状态 10 分钟之后流体粉末的表观体积 (cm^3)。在该情形中，在根据本发明的图像显示装置中，优选设定流体粉末的表观体积随时间的变化 V_{10}/V_5 大于 0.85，更优选大于 0.9，最优选大于 0.95。如果随时间的变化 V_{10}/V_5 不大于 0.8，则流体粉末基本上等同于普通粒子，因此，它不能维持根据本发明的高速的响应及耐久性。

而且，优选构成流体粉末的粒子材料的平均粒度 $d(0.5)$ 为 0.1 ~ 20 μm ，更优选 0.5 ~ 15 μm ，最优选 0.9 ~ 8 μm 。如果平均粒度 $d(0.5)$ 低于 0.1 μm ，则显示控制变得困难。另一方面，如果平均粒度 $d(0.5)$ 大于 20 μm ，虽然能够显示，但是减少了乳浊化 (opacifying) 的粒子，因此难以得到薄的形状的装置。

此处，构成流体粉末的粒子材料的平均粒度 $d(0.5)$ 等同于下述粒度分布跨度中的 $d(0.5)$ 。

优选构成流体粉末的粒子材料的粒度分布跨度不超过 5，优选不超过 3，其由下列公式定义：

$$\text{跨度} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5);$$

此处， $d(0.5)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度大于此数值的构成流体粉末的粒子材料的数量为 50%，并且粒度小于此数值的构成流体粉末的粒子材料的数量为 50%； $d(0.1)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度小于此数值的构成流体粉末的粒子材料的数量为

10%； $d(0.9)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度小于此数值的构成流体粉末的粒子材料的数量为90%。

如果将构成流体粉末的粒子材料的粒度分布跨度设定为不超过5，则粒度变得均匀，并且能够使流体粉末移动均匀。

此处，可通过激光衍射/散射的方法测量上述的粒度分布和粒度。当激光入射到将要测量的粒子上时，由衍射/散射光产生的光强度分布图在空间中出现。该光强度分布图对应于粒度，由此可以测出粒度和粒度分布。

在本发明中，定义用体积标准分布获得粒度和粒度分布。特别地，可用测量装置 Mastersizer 2000 (Malvern Instruments Ltd.) 测量粒度和粒度分布，其中用安装的分析软件（它基于根据 Mie's 理论的体积标准分布）计算置于氮气流中的粒子。

可通过下述方法形成流体粉末：混合必需的树脂，电荷控制剂，着色剂，添加剂等，并将其研磨；或者由单体聚合；或者用树脂，电荷控制剂，着色剂和添加剂等涂覆粒子。

在下文中，将解释构成流体粉末的树脂，电荷控制剂，着色剂，添加剂等的典型例子。

树脂的典型例子包括聚氨酯树脂，丙烯酸树脂，聚酯树脂，丙烯酸酯基聚氨酯树脂，硅树脂，尼龙树脂，环氧树脂，苯乙烯树脂，丁醛树脂，偏二氯乙烯树脂，三聚氰胺树脂，酚醛树脂，氟代烃聚合物，它也可以是两种或多种树脂的混合。为了调节对基材的吸附力，优选丙烯酸酯基聚氨酯树脂，丙烯酸酯基聚氨酯硅树脂，丙烯酸酯基聚氨酯氟代烃聚合物，聚氨酯树脂，氟代烃聚合物。

电荷控制剂的例子包括，正电荷控制剂包括第四级的铝盐化合物，苯胺黑染料，三苯甲烷化合物，咪唑衍生物等，负电荷控制剂如含偶氮染料的金属，水杨酸金属络合物，硝基咪唑衍生物等。

关于着色剂，可采用各种碱性或酸性染料。其例子包括苯胺黑，亚甲蓝，喹啉黄，玫瑰红等。

无机添加剂的例子包括氧化钛，中国白，硫化锌，氟化锑，碳酸

钙，锌白，滑石，硅石，硅酸钙，铝白，镉黄，镉红，镉橙，钛黄，铁蓝，群青，钴蓝，钴绿，钴紫，三氧化二铁，碳黑，铜粉，铝粉等。

然而，如果上述材料不用工具混合或涂覆，则不能获得气溶胶态的流体粉末。形成气溶胶态的流体粉末的常规方法没有限定，但优选使用下列方法。

首先，优选将平均粒度为 20~100nm，优选 20~80nm 的无机微粒固定到构成流体粉末的材料表面。而且，优选该无机微粒用硅油处理过。

此处，关于无机微粒，可使用二氧化硅（硅石），氧化锌，氧化铝，氧化镁，氧化铈，三氧化二铁，氧化铜等。在该情形中，涂覆的方法很重要。例如，可使用 CRUX 体系（Hosokawa Micron Co.,Ltd.），加热其中分散粒子和树脂的水或有机溶剂，使其温度高于分散质的沸点，通过在减压条件下使分散质通过一根微管，进行树脂的涂覆。

作为另一种制造方法，可用六甲基硅氮烷，氟偶联剂，硅偶联剂等处理构成流体粉末的粒子的表面。

此处，为了进一步改善重复耐久性，控制构成流体粉末的树脂的稳定性是有效的，尤其是控制水分吸收率和溶剂不溶率。

优选构成封入基材之间的流体粉末的树脂的水分吸收率不超过 3wt%，特别地不超过 2wt%。在该情形中，根据 ASTM-D570 测量水分吸收率，测量条件为 23℃，时间为 24 小时。

关于流体粉末的溶剂不溶率，优选流体粉末的溶剂不溶率不低于 50%，更优选不低于 70%，该溶剂不溶率由下式定义：

$$\text{溶剂不溶率}(\%) = (B/A) \times 100;$$

（此处，A 为流体粉末浸入溶剂前的重量，B 为流体粉末在 25℃ 下浸入好的溶剂中 24 小时后树脂组分的重量）。

如果溶剂不溶率低于 50%，则在长时间维持时，会在构成流体粉末的粒子材料表面产生渗漏。这样，它会影响与流体粉末的粘合力并且阻碍流体粉末的移动。因此，会有一个问题，即它影响图像显示器的耐久性。

此处，作为测量溶剂不溶率的溶剂（好的溶剂），优选对氟树脂使用如甲乙酮等，对聚酰胺树脂使用如甲醇等，对丙烯酸聚氨酯树脂使用如甲乙酮，甲苯等，对三聚氰胺树脂使用如丙酮，异丙醇等，对硅树脂使用如甲苯等。

关于流体粉末的填充量，优选控制流体粉末的占有体积（体积占有率）为相对的基材之间的空间的10~80vol%，更优选10~65vol%，最优选10~55vol%。在该情形中，如果体积占有率低于10vol%，则不能清晰地显示图像。另一方面，如果体积占有率大于80vol%，则流体粉末难以移动。

此外，在本发明中，控制在基材之间的流体粉末周围的间隙中的气体是很重要的，因为合适的气体有助于改善显示的稳定性。特别地，控制间隙填充气体湿度在25℃下不超过60%RH是很重要的，优选不超过50%RH，更优选不超过35%RH。

上述间隙是指从相对的基材1和2之间的空间中替换掉流体粉末3占有的部分，隔墙4占有的部分和装置的封入部分所获得的流体粉末周围的气体区域。

间隙气体的种类没有限制，只要它具有上述湿度，但是优选使用干燥的空气，干燥的氮气，干燥的氦气，干燥的二氧化碳气体，干燥的甲烷气体等。

必需在装置中封入该气体，以维持上述湿度。例如，很重要的一点是在具有预定湿度的环境中进行填充流体粉末和装配基材的操作，并运用密封部件和密封方法防止湿度受到装置外面的影响。

为了获得气溶胶态的流体粉末，用普通的填充方法是难以将流体粉末填充到显示装置中的。在该情形中，优选使用静电电镀装置并通过力作用将流体粉末粘合到基材上，以使操作简单。此外，可将流体粉末粘合到一个基材上，也可以同时粘合到两个基材上，然后连接基材。

根据本发明的图像显示装置可用于移动设备的显示元件，如笔记本个人电脑，PDA，便携式电话等；可用于电子书，电子报纸等的电

子纸；可用于可复写的纸，用于替代复印机，打印机等的纸；还可用于电子计算器，家庭电气产品，汽车设备等的图像显示元件。

在下文中，将参照实施例和对比实施例，详细地解释本发明。但是，本发明不受下列实施例的限制。

在下列实施例和对比实施例中，根据下列标准方法评估固态性质和显示装置的性能。

(1) 构成流体粉末的粒子材料的平均粒度和粒度分布跨度：

用测量装置 Mastersizer 2000 (Malvern Instruments Ltd.) 测量粒度和粒度分布，其中用安装的分析软件（它基于根据 Mie's 理论的体积标准分布）计算置于其中的粒子，这基于下述的公式。

粒度分布跨度：跨度 = $(d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$ ；

（此处， $d(0.5)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度大于此数值的构成流体粉末的粒子材料的数量为 50%，并且粒度小于此数值的构成流体粉末的粒子材料的数量为 50%； $d(0.1)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度小于此数值的构成流体粉末的粒子材料的数量为 10%； $d(0.9)$ 指用 μm 表示的某个粒度，其中粒度小于此数值的构成流体粉末的粒子材料的数量为 90%）。

平均粒度 (μm) 为上述 $d(0.5)$ 。

(2) 流体粉末的最大漂浮状态中的表观体积/流体粉末的非漂浮状态中的表观体积 (V_{max}/V_0)：

根据上述方法测定。

(3) 流体粉末的表观体积随时间的变化 (V_{10}/V_5)：

根据上述方法，测量自最大漂浮状态 5 分钟之后流体粉末的表观体积 V_5 (cm^3) 和自最大漂浮状态 10 分钟之后流体粉末的表观体积 V_{10} (cm^3)。

(4) 流体粉末的溶剂不溶率：

在 25°C 下将流体粉末浸入到甲乙酮溶剂中 24 小时，在 100°C 下干燥 5 小时后，测量其重量。由浸入前后的重量变化，根据下列公式测量溶剂不溶率。

溶剂不溶率 (%) = $(B/A) \times 100$ ；

(此处, A 为流体粉末浸入溶剂前的重量, B 为流体粉末在 25°C 下浸入甲乙酮中 24 小时后树脂组分的重量)。

(5) 流体粉末或粉末的静止角:

将各种粉末中置于 Powder Test PT-R(Hosokawa Micron Co.,Ltd.) 中, 并测量静止角。

(6) 评估显示装置的显示性能:

提高施加于显示装置的电压, 当通过流体粉末或粉末的移动可进行显示时, 测量其电压, 把它作为最小驱动电压。特别地, 如图 9 所示, 将最小驱动电压定义为临界电压。

然后, 施加最小电压 + 10V 的电压, 通过转换电位, 反复显示黑色 - 白色 (或黄色)。

分别在起始时, 20000 次 (本发明的第一方面) 或 10000 次 (本发明的第二方面) 和 5 天之后测量对比度, 以此评估显示性能。此处, 用黑色显示的反射密度/白色 (或黄色) 显示的反射密度定义对比度。以 20000 次, 10000 次或 5 天之后的对比度与初始对比度的比值定义维持比率。

此外, 在本发明的第二方面中, 作为评估耐久性的一个指数, 用是否产生集聚 (凝集) 来评估。在该情形中, 除了用驱动显示器的施加电压外, 还可通过肉眼观察是否产生粒度超过 500 μ m 的集聚 (凝集) 来评估, 该集聚的粒度与施加的电压无关。

而且, 通过光电倍增器由输出电压偏差测量响应速度。

在下文中, 将解释根据本发明第一方面的实施例 1-12 和对比实施例 1-3, 和根据本发明第二方面的实施例 21-27 和对比实施例 11, 12。

<实施例 1>

(制备流体粉末)

制备两种流体粉末 (流体粉末 X, 流体粉末 Y)。

流体粉末 X 制备如下。首先, 将甲基丙烯酸甲酯单体, TiO₂ (20phr), 电荷控制剂 bontron E89 (Orient Chemical Industries, Ltd.: 5phr), 引发剂 AIBN (0.5phr) 悬浮聚合。然后, 用分级装置将聚合

粒子的粒度分级。然后，将聚合粒子，表面添加剂 A（硅石 H2000，Wacker Ltd.）和表面添加剂 B（硅石 SS20，Japan Silica Ltd.）置于混合器（hybridizer）（Nara Machinery Co.,Ltd.）中，并在 4800rpm 的转速下处理 5 分钟，这样表面添加剂被固定到聚合粒子的表面上，得到流体粉末。

流体粉末 Y 制备如下。首先，将苯乙烯单体，偶氮化合物（5phr），电荷控制剂 bontron N07（Orient Chemical Industries, Ltd.: 5phr），引发剂 AIBN（0.5phr）悬浮聚合。然后，用分级装置将聚合粒子的粒度分级。然后，将聚合粒子，表面添加剂 C（硅石 H2050，Wacker Ltd.）和表面添加剂 B（硅石 SS20，Japan Silica Ltd.）置于混合器（Nara Machinery Co.,Ltd.）中，并在 4800rpm 的转速下处理 5 分钟，这样表面添加剂被固定到聚合粒子的表面上，得到流体粉末。

流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质，即上述的（1）流体粉末的平均粒度和粒度分布，（2）流体粉末最大漂浮状态下的表观体积与非漂浮状态下的表观体积的比值，（3）流体粉末的表观体积随时间的变化（ V_{10}/V_5 ），（4）流体粉末的溶剂不溶率和（5）流体粉末和粉末的静止角列于下表 1 中。

（制备实施方案中使用的显示装置）

首先，制备带电极的基材，下述的隔墙在基材上形成。

在安置有厚度约 500Å 的氧化铟的玻璃基材上，制备 250μm 的肋拱，形成具有条纹形状和单杆结构的隔墙。

肋拱制备如下。通过熔融，冷却和研磨 SiO_2 ， Al_2O_3 ， B_2O_3 ， Bi_2O_3 和 ZnO 的混合物，制备作为无机粉末的玻璃粉末。制备作为树脂的具有热固化性质的环氧树脂。然后，用溶剂混合玻璃粉末和环氧树脂，并控制其粘度为 15000cps，这样制备出糊状物。

然后，将糊状物施加到基材上并在 150℃ 下加热至固化。通过重复上述施加糊状物和加热的步骤，控制其厚度（相应于隔墙的厚度）为 200μm。

然后，粘合光致抗蚀剂。对粘合的干燥的光致抗蚀剂进行曝光和

蚀刻，以形成掩模，这样可形成行距 $50\mu\text{m}$ ，间隔 $200\mu\text{m}$ 和深 $250\mu\text{m}$ 的隔墙图形。

然后，用喷砂法除去不必要的部分，形成预定的具有条纹形状的隔墙。

用静电涂布机将流体粉末 X 试验性地粘合到安置有氧化铟电极的玻璃基材上，并将流体粉末 Y 试验性地粘合到另一块基材上。然后，用隔离物将玻璃基材相对安置成间距为 $120\mu\text{m}$ ，并用环氧粘合剂连接玻璃基材的周围，这样制备出其中封入流体粉末的显示装置。控制流体粉末 X 和流体粉末 Y 的混合比率均等，并且控制玻璃基材之间流体粉末的填充率为 30vol%，即体积占有率。此处，在基材之间的间隙中流体粉末周围的气体为相对湿度 35% 的空气。

显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 1 中。

<实施例 2>

按与实施例 1 相同的方法制备显示装置，不同之处在于流体粉末 X 和流体粉末 Y 的主要材料为尿烷（在流体粉末 Y 中，它与碳一起使用）。

流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质和显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 1 中。

<实施例 3>

按与实施例 1 相同的方法制备显示装置，不同之处在于流体粉末 X 和流体粉末 Y 的引发剂 AIBN 加入量变为 0.1phr。

流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质和显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 1 中。在该情形中，因为减少了引发剂 AIBN 的加入量，所以降低了溶剂不溶率，并且一段时间之后的稳定性有轻微的退化。

<实施例 4>

按与实施例 1 相同的方法制备显示装置，不同之处在于在流体粉末 X 和流体粉末 Y 悬浮聚合之后，不进行分级。

流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质和显示装置中的显示性能的

评估结果列于下表 1 中。在该情形中，因为没有进行分级，所以增加了粒度分布跨度，并且耐久性有轻微的退化。

<实施例 5>

按与实施例 1 相同的方法制备显示装置，不同之处在于基材之间的间隙中流体粉末周围的空气湿度变为 80% RH。

流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质和显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 1 中。在该情形中，因为间隙中的空气湿度高，所以耐久性有轻微的退化。

<实施例 6>

按与实施例 1 相同的方法制备显示装置，不同之处在于没有安置隔墙。流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质和显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 1 中。在该情形中，因为没有安置隔墙，所以耐久性有轻微的退化。

<实施例 7>

按以下方法制备流体粉末 X，用 agglomerator MINI (Hosakawa Micron Co., Ltd.) 将丙烯酸聚氨酯树脂 EAU65B (Asia-Kogyo Co., Ltd.) 涂布到球形的白色聚甲基丙烯酸甲酯微粒 MX-500 (Soken Chemical & Engineering Co., Ltd.: 平均粒度 5.1 μ m) 上。

用 agglomerator MINI 进行涂布的操作如下：将 150g 微粒置于处理容器中，保持 80 $^{\circ}$ C，使用搅拌子以 600rpm 的速度旋转，从处理容器的底部通入温度为 80 $^{\circ}$ C 的压缩气体并搅拌粒子。然后，将树脂和交联剂溶解于甲乙酮，然后通过喷嘴喷雾约 30 分钟。

按以下方法制备流体粉末 Y，用 agglomerator MINI (Hosakawa Micron Co., Ltd.) 将碳氟化合物树脂 KYNAR2751 (Elf-Atochem-Japan Co., Ltd.) 涂布到球形的黑色聚甲基丙烯酸甲酯微粒 CMX-500 (Soken Chemical & Engineering Co., Ltd.: 平均粒度 5.1 μ m) 上。

按与实施例 1 相同的方法制备显示装置，不同之处在于使用上述的流体粉末。流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质和显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 2 中。

<实施例 8>

按与实施例 7 相同的方法制备显示装置，不同之处在于流体粉末 X 中，涂布了尼龙树脂 Torejin EF300 (Teikoku Chemical Co.,Ltd.)。

流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质和显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 2 中。

<实施例 9>

按以下方法制备流体粉末 X，用 CRUX 系统 (Hosakawa Micron Co., Ltd.) 将碳氟化合物树脂 KYNAR2751 (Elf-Atochem-Japan Co., Ltd.) 涂布到球形的白色苯乙烯微粒 SX-500 (Soken Chemical & Engineering Co., Ltd.: 平均粒度 5.0 μ m) 上。

用 CRUX 系统进行涂布的操作如下：将 200g 微粒，10g 涂布树脂，1g 交联剂分散在 5kg 甲乙酮中，得到浆液，将浆液通过直径 8mm 和长 4m 的细管。

按以下方法制备流体粉末 Y，用 CRUX 系统 (Hosakawa Micron Co., Ltd.) 将丙烯酸聚氨酯树脂 EAU65B (Asia-Kogyo Co., Ltd.) 涂布到球形的黑色聚甲基丙烯酸甲酯微粒 CSX-500 (Soken Chemical & Engineering Co., Ltd.: 平均粒度 5.0 μ m) 上。

按与实施例 1 相同的方法制备显示装置，不同之处在于使用上述的流体粉末。

流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质和显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 2 中。

<实施例 10>

按与实施例 9 相同的方法制备显示装置，不同之处在于流体粉末 Y 中，涂布了尼龙树脂 Torejin EF300 (Teikoku Chemical Co.,Ltd.)。

流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质和显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 2 中。

<实施例 11>

按以下方法制备流体粉末 X，通过搅拌 10g 球形的白色聚甲基丙烯酸甲酯微粒 MX-500 (Soken Chemical & Engineering Co., Ltd.: 平

均粒度 $5.1\mu\text{m}$), 并向其中滴入 2g 六甲基二硅氮烷, 进行表面处理。

按以下方法制备流体粉末 Y, 将 5 重量份可充负电的电荷控制剂 bontron E84 (Orient Chemical Industries Ltd.) 和 7 重量份碳黑 # 85 (Degussa Japan Co.,Ltd.) 与苯乙烯树脂 MW-1 (TOYO-STYRENE Co., Ltd.) 混合, 并将其研磨和分级。

按与实施例 1 相同的方法制备显示装置, 不同之处在于使用上述的流体粉末。

流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质和显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 2 中。

<实施例 12>

按与实施例 11 相同的方法制备显示装置, 不同之处在于流体粉末 X 中, 使用球形的白色苯乙烯微粒 SX-500 (Soken Chemical & Engineering Co., Ltd.: 平均粒度 $5.0\mu\text{m}$)。

流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质和显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 2 中。

<对比实施例 1>

按与实施例 1 相同的方法制备显示装置, 不同之处在于在流体粉末 X 和流体粉末 Y 的制备中, 混合器的工艺操作条件变为 4800rpm, 时间为 1 分钟。

流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质和显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 3 中。在该情形中, 因为改变了混合器的工艺操作条件, 并由此使得流体粉末态变差, 所以驱动电压变高, 耐久性变差并且相应速度变慢。

<对比实施例 2>

按与实施例 1 相同的方法制备显示装置, 不同之处在于在流体粉末 X 和流体粉末 Y 的制备中, 混合器的工艺操作条件变为 4800rpm, 时间为 30 分钟。

流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质和显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 3 中。在该情形中, 因为改变了混合器的工艺操作

条件，并由此使得流体粉末态变差，所以驱动电压变高，耐久性变差并且相应速度变慢。

<对比实施例 3>

按与实施例 1 相同的方法制备显示装置，不同之处在于用商业上获得的用于电子照相术的色粉代替流体粉末 X 和流体粉末 Y。商业上获得的用于电子照相术的色粉的固态性质和显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 3 中。

从结果可看出，流体粉末态变差，驱动电压变高，耐久性变差并且响应速度变慢。

表 1

		实施例 1	实施例 2	实施例 3
流体粉末 X	(流体粉末的材料)			
	主要材料	MMA 单体	尿烷	MMA 单体
		TiO ₂	TiO ₂	TiO ₂
	引发剂 (phr)	AIBN (0.5)		AIBN (0.1)
	电荷控制剂	bontron E89	bontron E89	bontron E89
	表面添加剂物质 A	硅石 H2000/4	硅石 H2000/4	硅石 H2000/4
	直径 (nm)	20	20	20
	表面添加剂物质 B	硅石 SS20	硅石 SS20	硅石 SS20
	直径 (nm)	25	25	25
	表面添加剂粘合状态: 混合器的加工时间 (min)	混合器	混合器	混合器
		5	4	5
	(流体粉末的固态性质)			
	粒度 (μm)	3.3	5.2	4.1
	粒度分布跨度	1.6	1.9	1.8
	V_{\max}/V_0	3.1	2.5	2.6
	V_{10}/V_5	0.91	0.88	0.87
	静止角 (°)	不可测量	不可测量	不可测量
	溶剂不溶率 (%)	92	92	48
	(流体粉末的材料)			
	主要材料	苯乙烯单体	尿烷	苯乙烯单体
	偶氮类化合物	碳	偶氮类化合物	
引发剂 (phr)	AIBN (0.5)		AIBN (0.1)	
电荷控制剂	bontron N07	bontron N07	bontron N07	

流 体 粉 末 Y	表面添加剂物质 C	硅石 H2050	硅石 H2050	硅石 H2050
	直径 (nm)	20	20	20
	表面添加剂物质 B	硅石 SS20	硅石 SS20	硅石 SS20
	直径 (nm)	25	25	25
	表面添加剂粘合状 态: 混合器的加工 时间 (min)	混合器	混合器	混合器
		5	7	5
	(流体粉末的固态 性质)			
	粒度 (μm)	3.1	5.1	4.2
	粒度分布跨度	1.7	2.0	1.9
	V_{max}/V_0	3.2	2.6	2.7
	V_{10}/V_5	0.91	0.88	0.88
	静止角 ($^\circ$)	不可测量	不可测量	不可测量
	溶剂不溶率 (%)	92	92	49
	间隙填充气体的相 对湿度 (%)	35	35	35
		隔墙	存在	存在
(显示性能评估)				
最小驱动电压 (V)		20	23	24
起始对比度		9.20	7.80	9.20
20000 次之后的对 比度		8.37	6.94	8.00
维持率 (%)		91	89	87
5 天之后的对比度		8.19	6.79	6.35
维持率 (%)		89	87	69
响应速度 (m/sec)		0.1	0.2	0.3

接表 1

		实施例 4	实施例 5	实施例 6	
流体粉末 X	(流体粉末的材料)				
	主要材料	MMA 单体	MMA 单体	MMA 单体	
		TiO ₂	TiO ₂	TiO ₂	
	引发剂 (phr)	AIBN (0.5)	AIBN (0.5)	AIBN (0.5)	
	电荷控制剂	bontron E89	bontron E89	bontron E89	
	表面添加剂物质 A	硅石 H2000/4	硅石 H2000/4	硅石 H2000/4	
	直径 (nm)	20	20	20	
	表面添加剂物质 B	硅石 SS20	硅石 SS20	硅石 SS20	
	直径 (nm)	25	25	25	
	表面添加剂粘合状态: 混合器的加工时间 (min)	混合器	混合器	混合器	
		5	5	5	
	(流体粉末的固态性质)				
	粒度 (μm)	4.2	3.3	3.3	
	粒度分布跨度	5.1	1.6	1.6	
	V_{\max}/V_0	2.1	3.1	3.1	
	V_{10}/V_5	0.81	0.91	0.91	
	静止角 (°)	不可测量	不可测量	不可测量	
	溶剂不溶率 (%)	91	92	92	
	(流体粉末的材料)				
		主要材料	苯乙烯单体	苯乙烯单体	苯乙烯单体
		偶氮类化合物	偶氮类化合物	偶氮类化合物	
引发剂 (phr)		AIBN (0.5)	AIBN (0.5)	AIBN (0.5)	
电荷控制剂		bontron N07	bontron N07	bontron N07	
表面添加剂物质 C		硅石 H2050	硅石 H2050	硅石 H2050	

流体粉末 Y	直径 (nm)	20	20	20
	表面添加剂物质 B	硅石 SS20	硅石 SS20	硅石 SS20
	直径 (nm)	25	25	25
	表面添加剂粘合状态: 混合器的加工时间 (min)	混合器	混合器	混合器
		5	5	5
	(流体粉末的固态性质)			
	粒度 (μm)	4.3	3.1	3.1
	粒度分布跨度	5.2	1.7	1.7
	V_{max}/V_0	2.0	3.2	3.2
	V_{10}/V_5	0.80	0.92	0.92
	静止角 ($^\circ$)	不可测量	不可测量	不可测量
	溶剂不溶率 (%)	91	92	92
	间隙填充气体的相对湿度 (%)	35	35	80
	隔墙	存在	存在	存在
	(显示性能评估)			
	最小驱动电压 (V)	42	38	21
	起始对比度	9.00	8.80	9.20
	20000 次之后的对比度	7.38	7.04	7.73
	维持率 (%)	82	80	84
	5 天之后的对比度	7.20	6.07	7.36
	维持率 (%)	70	69	80
响应速度 (m/sec)	1.1	2.1	0.2	

表 2

		实施例 7	实施例 8	实施例 9
流体粉末 X	主要材料	MX-500	MX-500	MX-500
	涂布树脂材料	EAU65B	EF300	KYNAR2751
	加工助剂	-	-	-
	涂布加工状态	AGLOMAST ER MINI	AGLOMASTER MINI	-
		-	-	CRUX 系统
	(流体粉末的固 态性质)			
	粒度 (um)	5.1	5.1	5.0
	粒度分布跨度	0.7	0.7	0.6
	V_{\max}/V_0	3.1	3.0	2.9
	V_{10}/V_5	0.92	0.92	0.90
	静止角 (°)	不可测量	不可测量	不可测量
	溶剂不溶率 (%)	95	95	92
流体粉末 Y	主要材料	CMX-500	CMX-500	CSX-500
	涂布树脂材料	KYNAR-2751	KYNAR-2751	EAU65B
	加工助剂	-	-	-
	电荷控制剂	-	-	-
	涂布加工状态	AGLOMAST ER MINI	AGLOMASTER MINI	-
		-	-	CRUX 系统
	(流体粉末的固 态性质)			
	粒度 (μm)	5.1	5.1	5.0
	粒度分布跨度	0.7	0.7	0.6
	V_{\max}/V_0	3.2	3.1	3.0
V_{10}/V_5	0.94	0.94	0.91	

	静止角 (°)	不可测量	不可测量	不可测量
	溶剂不溶率 (%)	95	95	92
	间隙填充气体的 相对湿度 (%)	35	35	35
	隔墙 (显示性能评估)	存在	存在	存在
	最小驱动电压 (V)	30	32	30
	起始对比度	7.3	7.4	7.3
	20000 次之后的 对比度	6.5	6.6	6.6
	维持率 (%)	89	89	90
	5 天之后的对比 度	6.4	6.4	6.6
	维持率 (%)	87	86	88
	响应速度 (m/sec)	0.2	0.2	0.2

接表 2

		实施例 10	实施例 11	实施例 12
流 体 粉 末 X	主要材料	SX-500	MX-500	SX-500
	涂布树脂材料	KYNAR-275 1	-	-
	加工助剂	-	六甲基二硅氮 烷	六甲基二硅氮 烷
	涂布加工状态	-	-	-
		CRUX 系统	-	-
	(流体粉末的固 态性质)			
	粒度 (μm)	5.0	5.1	5.0
	粒度分布跨度	0.6	0.7	0.6
	V_{\max}/V_0	3.0	3.2	3.1
	V_{10}/V_5	0.91	0.92	0.92
	静止角 ($^\circ$)	不可测量	不可测量	不可测量
溶剂不溶率 (%)	92	95	92	
流 体 粉 末 Y	主要材料	CSX-500	MW-1	MW-1
	涂布树脂材料	EF300	-	-
	加工助剂	-	六甲基二硅氮 烷	六甲基二硅氮 烷
	电荷控制剂	-	bontron E84	bontron E84
	涂布加工状态	-	-	-
		CRUX-系统	-	-
	(流体粉末的固 态性质)			
	粒度 (μm)	5.0	6.6	6.6
	粒度分布跨度	0.6	0.7	0.6
V_{\max}/V_0	3.1	3.2	3.2	

	V_{10}/V_5	0.93	0.92	0.92
	静止角 (°)	不可测量	不可测量	不可测量
	溶剂不溶率 (%)	92	95	95
	间隙填充气体的 相对湿度 (%)	35	35	35
	隔墙 (显示性能评估)	存在	存在	存在
	最小驱动电压 (V)	32	20	21
	起始对比度	7.4	8.2	8.2
	20000 次之后的对 比度	6.7	7.4	7.4
	维持率 (%)	90	90	90
	5 天之后的对比度	6.7	7.2	7.2
	维持率 (%)	87	88	88
	响应速度 (m/sec)	0.2	0.1	0.1

表 3

		对比实施例 1	对比实施例 2	对比实施例 3
流 体 粉 末 X	(流体粉末的材料)			
	主要材料	MMA 单体	MMA 单体	商业上可获得的色粉(黄色)
		TiO ₂	TiO ₂	
	引发剂 (phr)	AIBN (0.5)	AIBN (0.5)	-
	电荷控制剂	bontron E89	bontron E89	-
	表面添加剂物质 A	硅石 H2000/4	硅石 H2000/4	-
	直径 (nm)	20	20	-
	表面添加剂物质 B	硅石 SS20	硅石 SS20	-
	直径 (nm)	25	25	-
	表面添加剂粘合状态: 混合器的加工时间 (min)	混合器	混合器	-
		1	30	-
	(流体粉末的固态性质)			
	粒度 (μm)	4.7	4.9	7.2
	粒度分布跨度	2.2	1.8	1.8
	V_{\max}/V_0	1.2	1.2	1.2
	V_{10}/V_5	0.69	0.58	0.68
	静止角 (°)	不可测量	不可测量	不可测量
	溶剂不溶率 (%)	91	92	90
	(流体粉末的材料)			
	主要材料	苯乙烯单体	苯乙烯单体	商业上可获得的色粉(黑色)
	偶氮类化合物	偶氮类化合物		
引发剂 (phr)	AIBN (0.5)	AIBN (0.5)	-	

流 体 粉 末 Y	电荷控制剂	bontron N07	bontron N07	-
	表面添加剂物质 C	硅石 H2050	硅石 H2050	-
	直径 (nm)	20	20	-
	表面添加剂物质 B	硅石 SS20	硅石 SS20	-
	直径 (nm)	25	25	-
	表面添加剂粘合状 态: 混合器的加工 时间 (min)	混合器	混合器	-
		1	30	-
	(流体粉末的固态 性质)			
	粒度 (μm)	4.8	5.0	6.9
	粒度分布跨度	2.2	1.8	1.8
	V_{max}/V_0	1.2	1.2	1.2
	V_{10}/V_5	0.69	0.59	0.70
	静止角 ($^\circ$)	不可测量	不可测量	不可测量
	溶剂不溶率 (%)	92	90	90
	间隙填充气体的相 对湿度 (%)	35	35	35
隔墙		没有	存在	存在
(显示性能评估)				
最小驱动电压 (V)		95	88	125
起始对比度		8.80	9.00	6.70
20000 次之后的对 比度		4.93	4.59	3.35
维持率 (%)		56	51	50
5 天之后的对比度		4.40	4.32	3.15
维持率 (%)		50	48	47
响应速度 (m/sec)	11.0	8.1	8.9	

<实施例 21>

(制备流体粉末)

制备两种流体粉末(流体粉末 X, 流体粉末 Y)。

流体粉末 X 制备如下。首先, 将甲基丙烯酸甲酯单体, TiO_2 (20phr), 电荷控制剂 bontron E89 (Orient Chemical Industries, Ltd.: 5phr), 引发剂 AIBN (0.5phr) 悬浮聚合。然后, 用分级装置将聚合粒子的粒度分级。然后, 将聚合粒子, 表面添加剂 A (硅石 H2000, Wacker Ltd.) 和表面添加剂 B (硅石 SS20, Japan Silica Ltd.) 置于混合器 (hybridizer) (Nara Machinery Co., Ltd.) 中, 并在 4800rpm 的转速下处理 5 分钟, 这样表面添加剂被固定到聚合粒子的表面上, 得到流体粉末。

流体粉末 Y 制备如下。首先, 将苯乙烯单体, 偶氮化合物 (5phr), 电荷控制剂 bontron N07 (Orient Chemical Industries, Ltd.: 5phr), 引发剂 AIBN (0.5phr) 悬浮聚合。然后, 用分级装置将聚合粒子的粒度分级。然后, 将聚合粒子, 表面添加剂 C (硅石 H2050, Wacker Ltd.) 和表面添加剂 B (硅石 SS20, Japan Silica Ltd.) 置于混合器 (Nara Machinery Co., Ltd.) 中, 并在 4800rpm 的转速下处理 5 分钟, 这样表面添加剂被固定到聚合粒子的表面上, 得到流体粉末。

流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质, 即上述的 (1) 流体粉末的平均粒度和粒度分布, (2) 流体粉末最大漂浮状态下的表观体积与非漂浮状态下的表观体积的比值, (3) 流体粉末的表观体积随时间的变化 (V_{10}/V_5), (4) 流体粉末的溶剂不溶率和 (5) 流体粉末和粉末的静止角列于下表 4 中。

(制备实施方式中使用的显示装置)

首先, 制备多孔隔离物。然后, 通过制备厚度为 $200\mu\text{m}$ 的聚氨酯片材, 并且对片材进行机械冲孔, 所开的孔在显示面的孔径为 6mm, 在非显示面的孔径为 5mm, 并且进一步的开孔率为 80%, 以此形成多孔片材。在多孔片材的周围部分安置热熔粘合剂。

在安置有厚度约 500\AA 的氧化铟的玻璃基材上, 安置多孔隔离物。

然后，在热熔粘合剂熔化的温度下用装置加热，同时按压多孔隔离物，使得多孔隔离物连接到玻璃基材上。

用静电涂布机将流体粉末 X 试验性地粘合到安置有多孔隔离物的玻璃基材上，并将流体粉末 Y 试验性地粘合于其上。进一步地，流体粉末在多孔隔离物的孔以外的区域移动。然后，将另一个安置有氧化钨电极的基材相对于该基材安置，并用环氧粘合剂连接玻璃基材的周围，这样制备出其中封入流体粉末的显示装置。

控制流体粉末 X 和流体粉末 Y 的混合比率均等，并且控制玻璃基材之间流体粉末的填充率即体积占有率为 25vol%。此处，在基材之间的间隙中流体粉末周围的气体为相对湿度 35% 的空气。

显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 4 中。

<实施例 22>

按与实施例 21 相同的方法制备显示装置，不同之处在于流体粉末 X 和流体粉末 Y 的引发剂 AIBN 加入量变为 0.1phr。

流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质和显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 4 中。在该情形中，因为减少了引发剂 AIBN 的加入量，所以降低了溶剂不溶率，并且一段时间之后的稳定性有轻微的退化。

<实施例 23>

按与实施例 21 相同的方法制备显示装置，不同之处在于在流体粉末 X 和流体粉末 Y 悬浮聚合之后，不进行分级。

流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质和显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 4 中。在该情形中，因为没有进行分级，所以增加了粒度分布跨度，并且耐久性有轻微的退化。

<实施例 24>

按与实施例 21 相同的方法制备显示装置，不同之处在于基材之间的间隙中流体粉末周围的空气湿度变为 80% RH。

流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质和显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 4 中。在该情形中，因为间隙中的空气湿度高，所

以耐久性有轻微的退化。

<实施例 25>

按与实施例 21 相同的方法制备显示装置，不同之处在于在流体粉末 X 和流体粉末 Y 的制备中，混合器的工艺操作条件变为 4000rpm，时间为 2 分钟。

流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质和显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 4 中。在该情形中，因为改变了混合器的工艺操作条件，并由此使得流体粉末态变差，所以驱动电压变高，耐久性变差并且相应速度变慢。

<实施例 26>

按与实施例 21 相同的方法制备显示装置，不同之处在于在流体粉末 X 和流体粉末 Y 的制备中，混合器的工艺操作条件变为 4000rpm，时间为 25 分钟。

流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质和显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 5 中。在该情形中，因为改变了混合器的工艺操作条件，并由此使得流体粉末态变差，所以驱动电压变高，耐久性变差并且相应速度变慢。

<实施例 27>

按与实施例 21 相同的方法制备显示装置，不同之处在于在非显示面的孔径与显示面一样，也为 6mm。流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质和显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 5 中。在该情形中，因为显示面和非显示面的孔径等同，所以响应速度有轻微的变慢。

<对比实施例 11>

按与实施例 21 相同的方法制备显示装置，不同之处在于没有使用多孔隔离物。流体粉末 X 和流体粉末 Y 的固态性质和显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 5 中。在该情形中，因为产生了流体粉末的集聚（凝集），所以耐久性变差。

<对比实施例 12>

按与实施例 21 相同的方法制备显示装置，不同之处在于没有使用多孔隔离物，并且使用商业上可获得的用于电子照相术的调色剂代替流体粉末 X 和流体粉末 Y。商业上获得的用于电子照相术的调色剂的固态性质和显示装置中的显示性能的评估结果列于下表 5 中。从结果可看出，流体粉末态变差，驱动电压变高，耐久性变差并且响应速度变慢。

表 4

		实施例 21	实施例 22	实施例 23
流体粉末 X	(流体粉末的材料)			
	主要材料	MMA 单体	MMA 单体	MMA 单体
		TiO ₂	TiO ₂	TiO ₂
	引发剂 (phr)	AIBN (0.4)	AIBN (0.1)	AIBN (0.4)
	电荷控制剂	bontron 89	bontron 89	bontron 89
	表面添加剂物质 A	硅石 H2000	硅石 H2000	硅石 H2000
	直径 (nm)	20	20	20
	表面添加剂物质 B	硅石 SS20	硅石 SS20	硅石 SS20
	直径 (nm)	25	25	25
	表面添加剂粘合 状态: 混合器的加 工时间 (min)	6	6	6
	(流体粉末的固 态性质)			
	粒度 (μm)	3.2	4.2	4.0
	粒度分布跨度	1.5	1.7	5.2
	V_{\max}/V_0	3.2	2.7	2
	V_{10}/V_5	0.90	0.88	0.80
	溶剂不溶率 (%)	92	48	91
	(流体粉末的材料)			
主要材料		苯乙烯单体	苯乙烯单体	苯乙烯单体
		偶氮类化合 物	偶氮类化合 物	偶氮类化合物
引发剂 (phr)		AIBN (0.4)	AIBN (0.1)	AIBN (0.4)
电荷控制剂		bontron N07	bontron N07	bontron N07
表面添加剂物质 C		硅石 H2050	硅石 H2050	硅石 H2050
直径 (nm)	20	20	20	

流体粉末 Y	表面添加剂物质 B	硅石 SS20	硅石 SS20	硅石 SS20
	直径 (nm)	25	25	25
	表面添加剂粘合状态: 混合器的加工时间 (min)	6	6	6
	(流体粉末的固态性质)			
	粒度 (μm)	3.3	4.1	4.2
	粒度分布跨度	1.6	1.8	5.2
	V_{max}/V_0	3.0	2.6	2.1
	V_{10}/V_5	0.91	0.88	0.88
	溶剂不溶率 (%)	92	49	91
	间隙填充气体的相对湿度 (%)	35	35	35
开孔率 (%)	80	80	80	
孔径比 (显示面/非显示面)	1.2	1.2	1.2	
(显示性能评估)				
最小驱动电压 (V)	21	25	43	
起始对比度	8.9	8.9	8.7	
10000 次之后的对比度	8.18	7.83	8.00	
维持率 (%)	92	89	87	
10000 次之后产生的集聚	无	无	无	
5 天之后的对比度	7.92	6.50	6.26	
维持率 (%)	89	73	72	
响应速度 (m/sec)	0.1	0.3	0.3	

接表 4

		实施例 24	实施例 25
流体粉末 X	(流体粉末的材料)		
	主要材料	MMA 单体	MMA 单体
		TiO ₂	TiO ₂
	引发剂 (phr)	AIBN (0.4)	AIBN (0.4)
	电荷控制剂	bontron 89	bontron 89
	表面添加剂物质 A	硅石 H2000	硅石 H2000
	直径 (nm)	20	20
	表面添加剂物质 B	硅石 SS20	硅石 SS20
	直径 (nm)	25	25
	表面添加剂粘合状态: 混合器的加工时间 (min)	6	2
	(流体粉末的固态性质)		
	粒度 (μm)	3.2	4.8
	粒度分布跨度	1.5	2.3
	V_{max}/V_0	3.2	1.8
	V_{10}/V_5	0.90	0.70
溶剂不溶率 (%)	92	91	
流体粉末 Y	(流体粉末的材料)		
	主要材料	苯乙烯单体	苯乙烯单体
		偶氮类化合物	偶氮类化合物
	引发剂 (phr)	AIBN (0.4)	AIBN (0.4)
	电荷控制剂	bontron N07	bontron N07
	表面添加剂物质 C	硅石 H2050	硅石 H2050
	直径 (nm)	20	20
	表面添加剂物质 B	硅石 SS20	硅石 SS20
	直径 (nm)	25	25
	表面添加剂粘合状态:		

	混合器的加工时间 (min)	6	2
	(流体粉末的固态性质)		
	粒度 (μm)	3.3	4.7
	粒度分布跨度	1.6	2.2
	V_{max}/V_0	3.1	1.9
	V_{10}/V_5	0.91	0.70
	溶剂不溶率 (%)	92	92
	间隙填充气体的相对湿度 (%)	80	35
	开孔率 (%)	80	80
	孔径比 (显示面/非显示面)	1.2	1.2
	(显示性能评估)		
	最小驱动电压 (V)	37	90
	起始对比度	8.5	8.5
	10000 次之后的对比度	6.89	6.46
	维持率 (%)	81	76
	10000 次之后产生的集聚	无	少量存在
	5 天之后的对比度	5.95	6.46
	维持率 (%)	70	70
	响应速度 (m/sec)	2.1	11

表 5

		实施例 26	实施例 27
流体粉末 X	(流体粉末的材料)		
	主要材料	MMA 单体	MMA 单体
		TiO ₂	TiO ₂
	引发剂 (phr)	AIBN (0.4)	AIBN (0.4)
	电荷控制剂	bontron 89	bontron 89
	表面添加剂物质 A	硅石 H2000	硅石 H2000
	直径 (nm)	20	20
	表面添加剂物质 B	硅石 SS20	硅石 SS20
	直径 (nm)	25	25
	表面添加剂粘合状态: 混合器的加工时间 (min)	25	6
	(流体粉末的固态性质)		
	粒度 (μm)	4.8	3.2
	粒度分布跨度	1.7	1.5
	V_{\max}/V_0	1.7	3.2
	V_{10}/V_5	0.7	0.90
溶剂不溶率 (%)	92	92	
流体粉末 Y	(流体粉末的材料)		
	主要材料	苯乙烯单体	苯乙烯单体
		偶氮类化合物	偶氮类化合物
	引发剂 (phr)	AIBN (0.4)	AIBN (0.4)
	电荷控制剂	bontron N07	bontron N07
	表面添加剂物质 C	硅石 H2050	硅石 H2050
	直径 (nm)	20	20
	表面添加剂物质 B	硅石 SS20	硅石 SS20
	直径 (nm)	25	25
	表面添加剂粘合状态:		

	混合器的加工时间 (min)	25	6
	(流体粉末的固态性质)		
	粒度 (μm)	4.9	3.3
	粒度分布跨度	1.8	1.6
	V_{max}/V_0	1.9	3.1
	V_{10}/V_5	0.70	0.91
	溶剂不溶率 (%)	92	92
	间隙填充气体的相对湿度 (%)	35	35
	开孔率 (%)	80	80
	孔径比(显示面/非显示面)	1.2	1.0
	(显示性能评估)		
	最小驱动电压 (V)	80	22
	起始对比度	8.7	8.9
	10000 次之后的对比度	6.7	7.39
	维持率 (%)	77	83
	10000 次之后产生的集聚	少量存在	少量存在
	5 天之后的对比度	4.18	7.12
	维持率 (%)	48	80
	响应速度 (m/sec)	8.1	0.2

接表 5

		对比实施例 11	对比实施例 12
流体粉末 X	(流体粉末的材料)		
	主要材料	MMA 单体	商业上可获得的色粉 (黄色)
		TiO ₂	
	引发剂 (phr)	AIBN (0.4)	
	电荷控制剂	bontron 89	
	表面添加剂物质 A	硅石 H2000	
	直径 (nm)	20	
	表面添加剂物质 B	硅石 SS20	
	直径 (nm)	25	
	表面添加剂粘合状态: 混合器的加工时间 (min)	6	
	(流体粉末的固态性质)		
	粒度 (μm)	3.2	7.2
	粒度分布跨度	1.5	1.8
	V_{\max}/V_0	1.3	1.2
	V_{10}/V_5	0.90	0.68
	溶剂不溶率 (%)	92	90
(流体粉末的材料)	主要材料	苯乙烯单体	商业上可获得的调色剂 (黑色)
		偶氮类化合物	
	引发剂 (phr)	AIBN (0.4)	
	电荷控制剂	bontron N07	
	表面添加剂物质 C	硅石 H2050	

流 体 粉 末 Y	直径 (nm)	20	
	表面添加剂物质 B	硅石 SS20	
	直径 (nm)	25	
	表面添加剂粘合状态: 混合器的加工时间 (min)	6	
	(流体粉末的固态性 质)		
	粒度 (μm)	3.3	6.9
	粒度分布跨度	1.6	1.8
	V_{max}/V_0	3.1	1.2
	V_{10}/V_5	0.91	0.70
	溶剂不溶率 (%)	92	90
		间隙填充气体的相对 湿度 (%)	35
开孔率 (%)			
孔径比 (显示面/非显 示面)			
(显示性能评估)			
最小驱动电压 (V)		25	125
起始对比度		8.8	6.4
10000次之后的对比度		6.16	3.52
维持率 (%)		70	47
10000次之后产生的集 聚		存在	存在
5天之后的对比度		4.05	3.00
维持率 (%)		46	47
响应速度 (m/sec)	0.2	8.9	

工业实用性

根据本发明的第一个方式，在相对的基材之间封入一种由固体材料组成的流体粉末，该流体粉末作为分散质稳定地漂浮在气体中，并在气溶胶态中显示出良好的流动性，并且该流体粉末是移动的，由此能够获得一种图像显示装置和方法，其能够实现快速的响应速度，还能达成廉价并稳定的结构，并进一步降低驱动电压。

而且，根据本发明的第二个方式，在相对的基材之间的空间内安置一个多孔隔离物，封入一种由固体材料组成的流体粉末，该流体粉末作为分散质稳定地漂浮在气体中，并在气溶胶态中显示出良好的流动性，并且该流体粉末是移动的，由此能够获得一种图像显示装置，其能达成廉价并稳定的结构，改善耐久性并降低驱动电压。

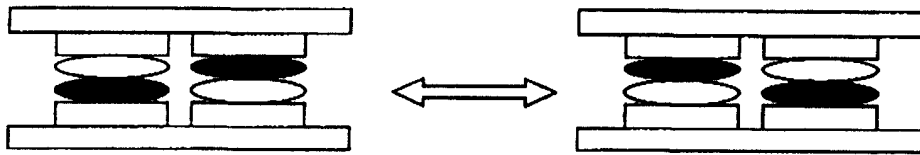


图 1

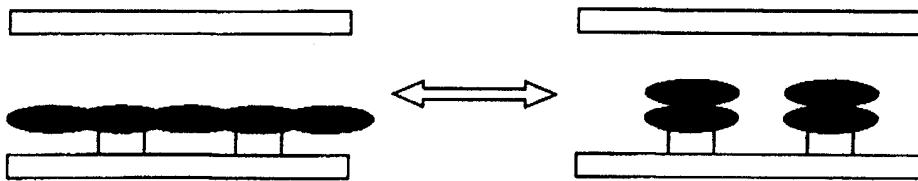


图 2

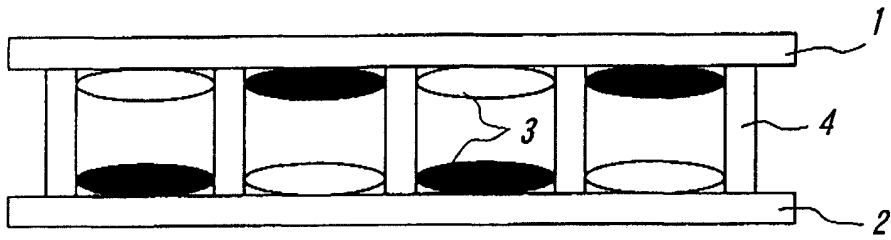


图 3 a

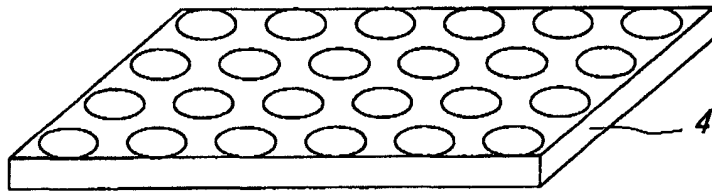


图 3 b

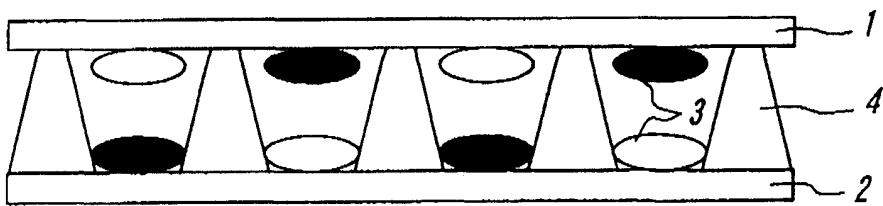


图 3 c

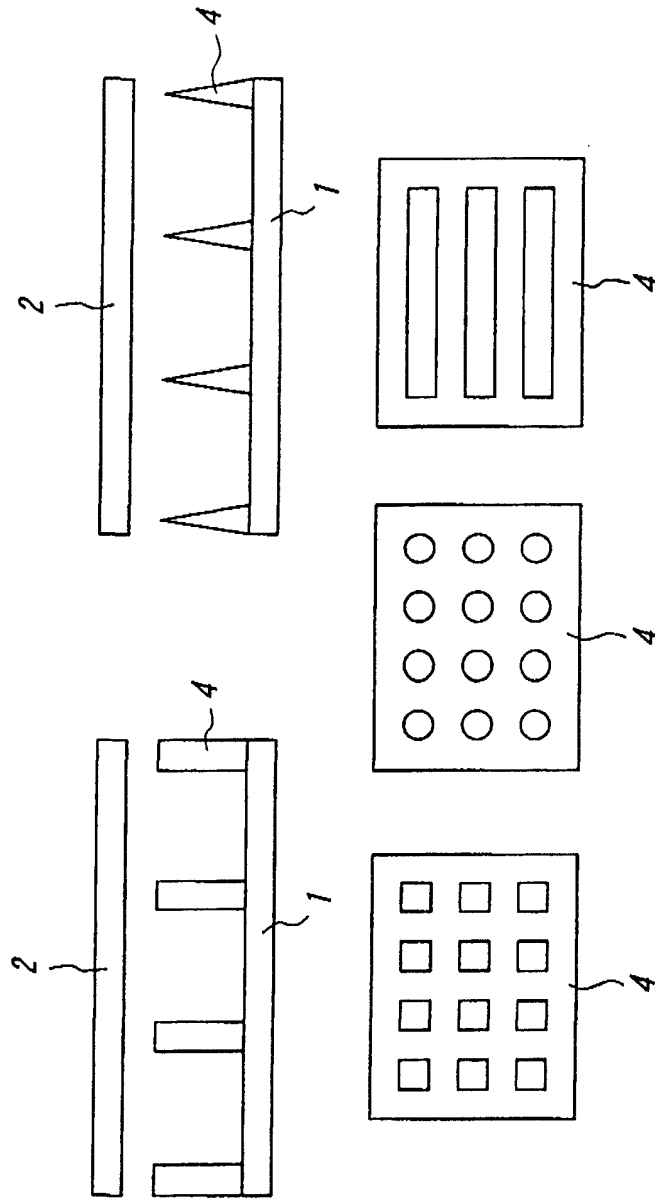


图 4

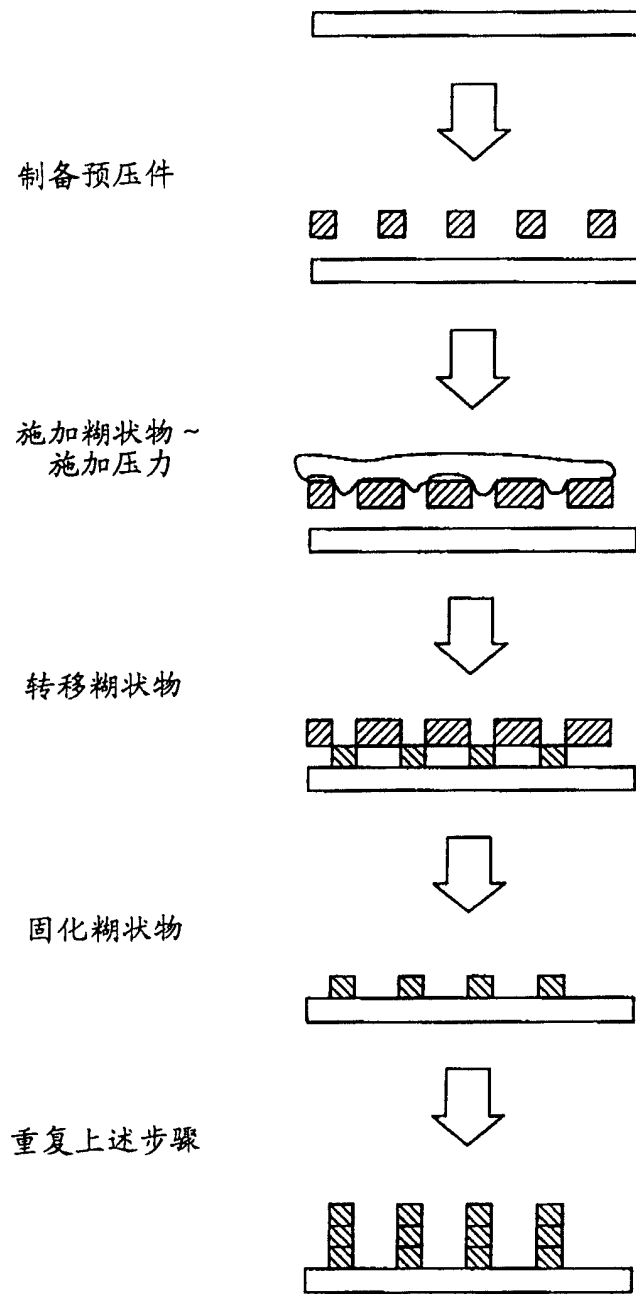


图 5

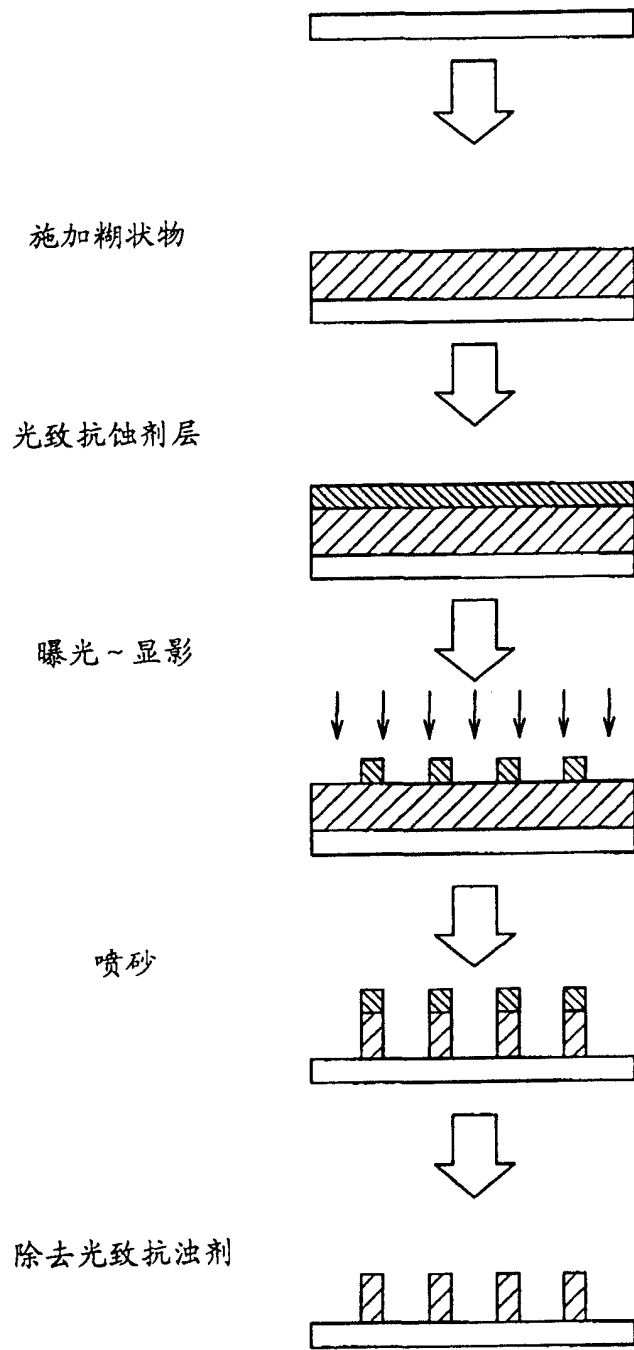


图 6

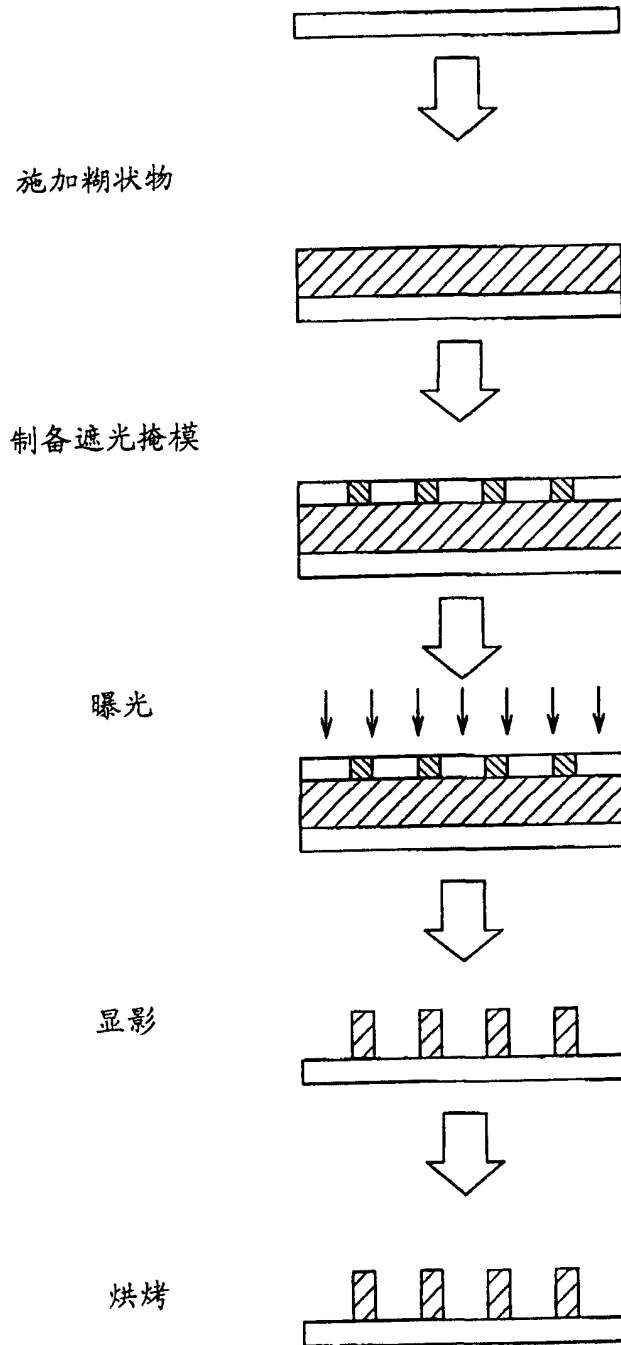


图 7

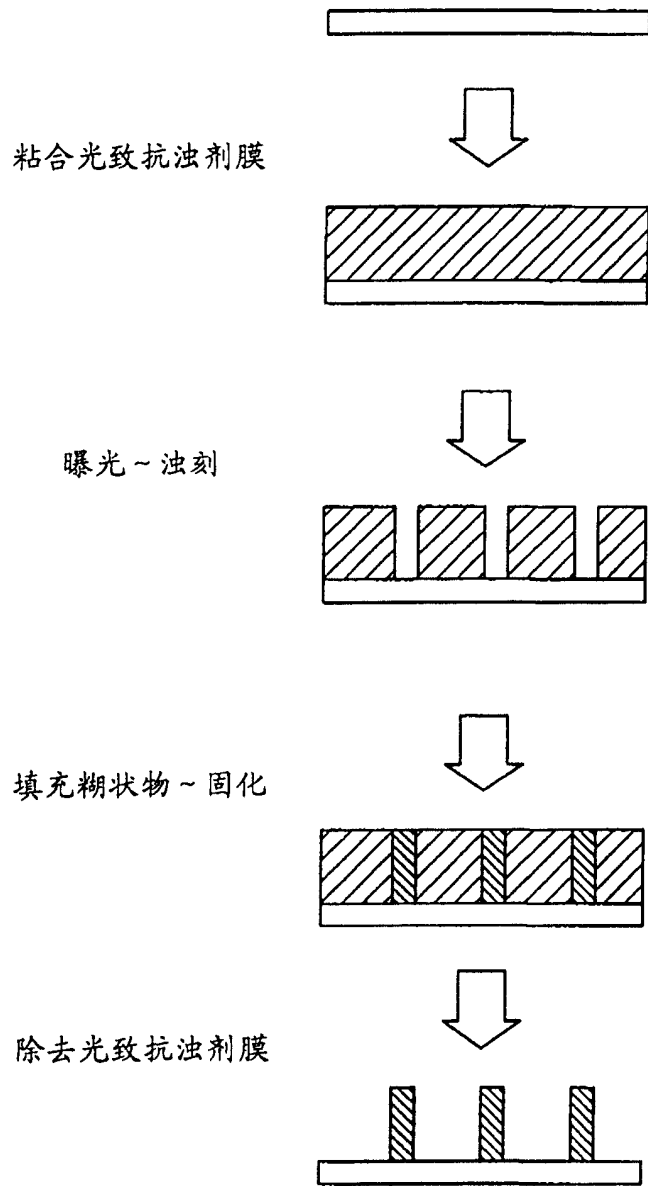


图 8

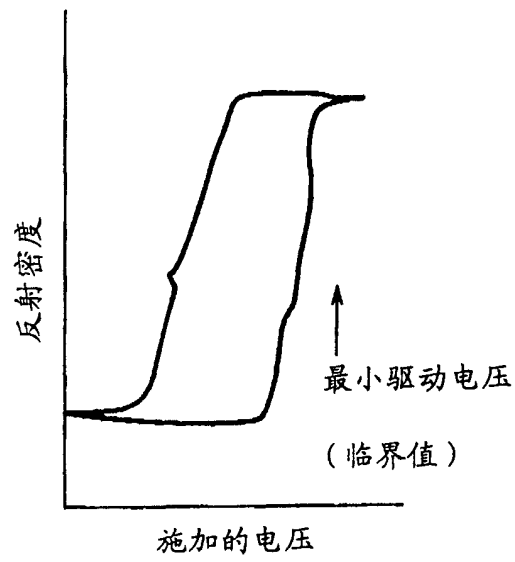


图 9