

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1653694 B

(45) 授权公告日 2010. 11. 24

(21) 申请号 03811308. 2

(22) 申请日 2003. 04. 17

(30) 优先权数据

114668/2002 2002. 04. 17 JP

114586/2002 2002. 04. 17 JP

130510/2002 2002. 05. 02 JP

130411/2002 2002. 05. 02 JP

158781/2002 2002. 05. 31 JP

313817/2002 2002. 10. 29 JP

313955/2002 2002. 10. 29 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2004. 11. 17

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2003/004924 2003. 04. 17

(87) PCT申请的公布数据

W003/088495 JA 2003. 10. 23

(73) 专利权人 株式会社普利司通

地址 日本东京都

(72) 发明人 二瓶则夫 北野创 高木光治

药师寺学 村田和也 樱井良

岩渊芳典 山崎博贵 增田善友

服部励治

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事
务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇

(51) Int. Cl.

H03L 7/087(2006. 01)

H03L 7/089(2006. 01)

H03L 7/113(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2002072257 A, 2002. 03. 12, 全文.

JP 2001290179 A, 2001. 10. 19, 全文.

JP 2002072257 A, 2002. 03. 12, 说明书第 41
段至第 43 段, 第 45 段, 图 1.

审查员 黄渊

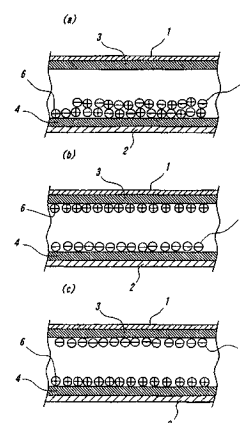
权利要求书 3 页 说明书 35 页 附图 18 页

(54) 发明名称

图像显示设备

(57) 摘要

本申请的第一至三项发明涉及一种具有图像显示板的图像显示设备, 其中通过将至少两种具有不同颜色和不同电荷特性的颗粒密封在其中至少一个是透明的两个基板之间, 并由基板上电极组成的电极对向颗粒施加电场使颗粒飞行移动来显示图像。在第一项发明中, 电极的部分或全部表面具有微小凹陷和 / 或微小凸起 (25), 或电极的部分或全部表面具有微小切孔。第二项发明中, 在接触颗粒的基板表面涂覆体积电阻率至少为 $1 \times 10^{12} [\Omega \cdot \text{cm}]$ 的薄膜绝缘体以提供绝缘体薄膜, 或者颗粒接触基板表面的算术平均粗糙度 (Ra) 和凹凸平均间距 (Sm) 分别满足特定的表达式。在第三项发明中, 检测颗粒在像素中飞行移动时产生的飞行移动电流, 从而读出图像显示状况。



1. 一种包括图像显示板的图像显示设备,其中两组或多组具有不同颜色和不同电荷特性的颗粒被密封在其中至少一个是透明的两个基板之间,由相应基板上的一对电极向颗粒施加静电场使颗粒飞行移动从而显示图像,其特征在于电极的部分或全部表面具有微凹部分和 / 或微凸部分,其中微凹部分和 / 或微凸部分满足下式:

平均宽度 / 最大平均颗粒尺寸 > 2 ; 和

平均高度 / 最大平均颗粒尺寸 > 2 ;

其中微凹部分和 / 或微凸部分相对电极表面的投影形状的平均对角长被设为平均宽度,微凹部分和微凸部分的深度和 / 或高度的平均绝对值被设为平均高度 (深度),两组或多组颗粒中的最大平均颗粒尺寸被设为最大平均颗粒尺寸。

2. 根据权利要求 1 的图像显示设备,其中同一电极具有多个微凹部分和 / 或微凸部分,这些部分之间的平均距离满足下式:平均距离 / 最大平均颗粒尺寸 < 50 。

3. 根据权利要求 1 或 2 的图像显示设备,其中电极表面具有绝缘层,绝缘层具有微凹部分和 / 或微凸部分。

4. 根据权利要求 1 或 2 的图像显示设备,其中电极表面微凹部分和 / 或微凸部分的投影形状的总面积是电极面积的 0.1-50%。

5. 一种包括图像显示板的图像显示设备,其中两组或多组具有不同颜色和不同电荷特性的颗粒被密封在其中至少一个是透明的两个基板之间,由相应基板上的一对电极向颗粒施加静电场使颗粒飞行移动从而显示图像,其特征在于电极的部分或全部表面具有微切孔,其中微切孔满足下式:

最大宽度 / 最大平均颗粒尺寸 > 10 ;

其中微切孔形状的最大对角长被设为最大宽度,两组或多组颗粒中的最大平均颗粒尺寸被设为最大平均颗粒尺寸。

6. 根据权利要求 5 的图像显示设备,其中同一电极具有多个微切孔,孔间的最小距离满足下式:

最小距离 / 最大平均颗粒尺寸 < 50 。

7. 根据权利要求 5 或 6 的图像显示设备,其中微切孔总面积是电极面积的 0.1-50%。

8. 根据权利要求 1、2、5 和 6 中任一项的图像显示设备,其中颗粒的平均颗粒尺寸是 0.1 至 50 μm 。

9. 根据权利要求 1、2、5 和 6 中任一项的图像显示设备,其中根据吹出法用载流子测量的颗粒表面电荷密度的绝对值不低于 5 $\mu\text{C}/\text{m}^2$ 和不大于 150 $\mu\text{C}/\text{m}^2$ 。

10. 根据权利要求 1、2、5 和 6 中任一项的图像显示设备,其中在向距离颗粒表面 1mm 处的电晕放电设备施加 8KV 电压产生电晕放电使颗粒表面带电情况下,所述颗粒在电晕放电后 0.3 秒时最大表面电势为 300V 或更高。

11. 根据权利要求 1、2、5 和 6 中任一项的图像显示设备,其中颗粒的颜色是白色或黑色。

12. 一种图像显示设备,其中颗粒被密封在其中至少一个是透明的基板之间,颗粒在其中飞行移动以显示图像,其特征在于接触颗粒的基板表面的算术平均粗糙度 (Ra) 和凹凸面平均间隔 (Sm) 满足下式 (1) 和 (2):

$$d(0.5)/10 \geq Ra \geq d(0.5)/200(1)$$

$$d(0.5)/10 \geq S_m \geq d(0.5)/1000(2)$$

(在此, $d(0.5)$ 是颗粒尺寸大于该值的颗粒量为 50% 时以 μm 表示的颗粒尺寸值)。

13. 根据权利要求 12 的图像显示设备, 其中值 $d(0.5)$ 是 $0.1\text{--}50\mu\text{m}$ 。

14. 根据权利要求 12 或 13 的图像显示设备, 其中设备内的空间被填充以 25°C 下相对湿度不超过 60% 的气体。

15. 根据权利要求 12 或 13 的图像显示设备, 其中由下式定义的颗粒尺寸分布跨度小于 5:

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

(在此, $d(0.5)$ 是颗粒尺寸大于或小于该值的颗粒量为 50% 时以 μm 表示的颗粒尺寸值, $d(0.1)$ 是颗粒尺寸小于该值的颗粒量为 10% 时以 μm 表示的颗粒尺寸值, $d(0.9)$ 是颗粒尺寸小于该值的颗粒量为 90% 时以 μm 表示的颗粒尺寸值)。

16. 根据权利要求 12 或 13 的图像显示设备, 其中由下式定义的颗粒的溶剂不溶率不低于 50%:

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

(在此, A 是浸入溶剂前的颗粒重量, B 是 25°C 下浸入良溶剂中 24 小时后的颗粒重量)。

17. 根据权利要求 12 或 13 的图像显示设备, 其中图像显示设备由多个由分隔壁界定的显示单元组成。

18. 根据权利要求 17 的图像显示设备, 其中分隔壁通过丝网印刷法、喷砂法, 光导体糊法和叠加法之一形成。

19. 根据权利要求 17 的图像显示设备, 其中分隔壁具有悬臂结构。

20. 一种包括图像显示板的图像显示设备, 其中两组或多组具有不同颜色和不同电荷特性的颗粒被密封在其中至少一个是透明的两个基板之间, 由相应基板上的一对电极向颗粒施加电场使颗粒飞行移动而显示图像, 其特征在于通过检测颗粒在像素中飞行移动时产生的飞行移动电流而读出图像显示状态, 其中图像显示状态读出步骤以下述方式进行: 相对显示图像进行总体黑色图像写入或总体白色图像写入, 在进行图像写入步骤时, 由流过相应像素的飞行移动电流的积分值获得相应像素的显示密度, 并且所述图像显示设备进一步包括用于检测飞行移动电流的飞行移动电流检测部分和用于积分飞行移动电流的积分器。

21. 根据权利要求 20 的图像显示设备, 其中用进行图像记录步骤时使用的电极来检测飞行移动电流。

22. 根据权利要求 20 的图像显示设备, 其中在读出图像显示状态的基础上进行图像重记录步骤。

23. 根据权利要求 20 的图像显示设备, 其中颗粒的平均颗粒尺寸是 $0.1\text{--}50\mu\text{m}$ 。

24. 根据权利要求 20 的图像显示设备, 其中根据吹出法用载流子测量的颗粒表面电荷密度的绝对值不低于 $5\mu\text{C}/\text{m}^2$ 且不大于 $150\mu\text{C}/\text{m}^2$ 。

25. 根据权利要求 20 的图像显示设备, 其中在向距离颗粒表面 1mm 处的电晕放电设备施加 8KV 电压产生电晕放电使颗粒表面带电的情况下, 所述颗粒在电晕放电后 0.3 秒时最大表面电势为 300V 或更高。

26. 根据权利要求 20 的图像显示设备, 其中颗粒的颜色是白色或黑色。

27. 根据权利要求 20 的图像显示设备,其中图像显示板包括具有多个扫描电极和基本上与其平行设置的数据电极的矩阵电极。

图像显示设备

技术领域

[0001] 本发明涉及包括利用库仑力使颗粒飞行移动从而可以重复显示或删除图像的图像显示板的图像显示设备。

背景技术

[0002] 作为可替代液晶显示器 (LCD) 的图像显示设备,提出了利用电泳法、电致变色方法 (electro-chromic method)、热法、二色-颗粒-旋转法 (dichronic-particles-rotary method) 之类技术的图像显示设备。

[0003] 对于这些图像显示设备,由于相对 LCD 而言具有接近正常印刷品的宽视野、耗电较小、具有记忆功能、且可被期待用于便携设备的显示器和电子纸,因此被认为是下一代廉价图像显示设备。最近提出了一种电泳法,其中由分散颗粒和着色溶液组成微胶囊化分散液,并将该液体置于相对的基板之间。

[0004] 但该电泳法的问题在于,颗粒在电泳溶液中迁移的粘滞阻力使响应速度变慢。另外,还存在缺乏成像重复稳定性的问题,因为高比重的氧化钛颗粒散布在低比重溶液内容易沉降,因此难以保持分散状态的稳定性。即使在微胶囊化的情况下,单元尺寸被减小至微胶囊水平使之难以出现上述的问题,但也没有从根本上克服这些基本问题。

[0005] 除了利用溶液中行为的电泳法,最近提出了在基板的一部分安装导电颗粒和电荷传输层而不使用溶液的方法 [日本成像协会“Japan Hardcopy ‘99”(1999 年 7 月 21-23 日)会议记录 249-252 页]。但因为要配置电荷传输层并进一步配置电荷生成层,使该结构变得复杂。另外,难以持久地从导电颗粒中驱散电荷,因此存在缺乏稳定性的缺陷。

[0006] 作为克服上述各种问题的方法,已知一种包括图像显示板的图像显示设备,其中两组或多组具有不同颜色和不同电荷特性的颗粒被密封在其中至少一个是透明的两个基板之间,由相应基板上的一对电极向颗粒施加静电场,利用库仑力使颗粒飞行移动而显示图像。

[0007] 本发明第一方面所要解决的问题包括第一实施方案和第二实施方案。即,如果在图像显示设备中重复显示和删除图像,由于自身的聚聚力和重力,颗粒平行于基板移动,并产生颗粒的粗糙和密实部分,这样出现图像显示缺陷和对比度的下降。因此提出了这样一个概念,将基板之间的空间用分隔壁细分形成单元结构并抑制颗粒的横向运动。但在这种采用分隔壁的方法中,存在有效显示面积减少和对比度劣化的缺陷。另外的缺陷在于,在制造图像显示设备时将颗粒填充至单元中的操作变得复杂,并由于生产分隔壁而进一步增加图像显示设备的制造成本。

[0008] 本发明第二方面所要解决的问题包括第一实施方案和第二实施方案。即,干式显示设备的操作机理是将两种具有不同颜色和不同电荷特性的颗粒的混合物夹在电极板中,通过向电极板施加电压而在电极板之间产生电场,使具有不同电荷特性的带电颗粒在不同方向上飞行移动获得显示元件。

[0009] 对于施加到颗粒上的力,有库仑力引起的颗粒间吸引力、电极板上的成像力、分子

间力、液体桥接力和重力。当电场施加到颗粒上的力大于上述力的合力时,颗粒飞行移动。然后,相应颗粒产生图案,图案的色差形成对比度并使图案可被识别。如果对比度较高,可得到具有优异可见性的显示介质。

[0010] 但在这种干式显示设备中,在其驱动时需要产生强电场。即,需要向颗粒施加数百伏电压以使它们移动,而在电泳法中仅数十伏就可移动颗粒。因此该方法的缺陷在于需要设计可经受这种高电压的电路,而不能使用一般的电子材料。

[0011] 另外,本发明第三方面要解决以下问题。即,上述图像显示设备具有记忆性,一旦形成图像,甚至在去除施加的驱动电压后该图像显示状态仍可被保持。因此,获得了已知图像显示设备所不具有的优点,预期可应用于大屏幕的高分辨率显示器、电子纸等。

[0012] 作为一种更有效地使用上述图像显示记忆性能的方法,如果可读出所保持的图像显示状态,可将该图像显示设备作为信息储存装置使用。特别在例如大屏幕高分辨显示器、电子纸等显示像素数目特别多的情况下,与用由半导体元件形成图像记忆的图形记忆方法相比,在成本和小型化方面具有很大优势。

[0013] 另外,用光学传感器等进行光学读出图像显示状态的方法的缺陷在于,因为使用光学传感器而使成本增加,而且因为必须安装光学传感器而使图像显示设备变得较大。另外,如果图像显示态可用电子读出,即可消除上述缺陷。但在通过颗粒飞行移动而显示图像的上述图像显示设备中,一旦向颗粒施加电场形成图像,由于在所有图像保持状态过程中电极之间没有电阻或电容差异,缺陷在于不能利用上述电学性能读出图像显示状态。

发明内容

[0014] 包括第一实施方案和第二实施方案的本发明第一方面的目的是提供一种干式快速响应图像显示设备,其具有简单便宜的构造和优异的稳定性,可抑制在重复图像显示操作过程中由于颗粒聚集而造成的图像劣化,并可提高耐久性。

[0015] 根据本发明第一方面的第一实施方案,图像显示设备包括图像显示板,其中两组或多组具有不同颜色和不同电荷特性的颗粒被密封在其中至少一个是透明的两个基板之间,由相应基板上的一对电极向颗粒施加静电场使颗粒飞行移动而显示图像,该图像显示设备的特征在于电极的部分或全部表面具有微凹部分和/或微凸部分。

[0016] 通常,由两个相互平行排列基板上的一对电极施加的使颗粒飞行移动的电场是一种均匀电场。另一方面,在本发明图像显示设备中,可通过电极表面的微凹部分和/或微凸部分而部分地引入微小不均匀电场。由于微凹部分和/或微凸部分产生的微小不均匀电场包括沿横向即沿平行于基板表面方向的电场分量,横向移动的颗粒被迅速地吸入或抛出并被固定。因此,可抑制由于颗粒聚集而产生的不均匀颗粒分布。

[0017] 在本发明第一方面第一实施方案的图像显示设备中,由微凹部分和/或微凸部分得到的不均匀电场对颗粒的影响等级可根据颗粒的平均颗粒尺寸确定。因此,可通过规定平均颗粒尺寸和微凹部分和/或微凸部分尺寸的关系而获得大于预定值的不均匀电场。据此,优选构造微凹部分和/或微凸部分使之满足下式:平均宽度/最大平均颗粒尺寸 >2 ;平均高度/最大平均颗粒尺寸 >2 ;其中微凹部分和/或微凸部分相对电极表面的投影形状的平均对角长被设为平均宽度,微凹部分和微凸部分的深度和/或高度的平均绝对值被设为平均高度(深度),两组或多组颗粒的最大平均颗粒尺寸被设为最大平均颗粒尺寸。如

果不满足以上关系,不能得到大于预定值的不均匀电场,不能充分实现抑制重复图像显示操作过程中由于颗粒聚集而引起的图像劣化和提高耐久性的效果。

[0018] 在本发明第一方面第一实施方案的图像显示设备中,如果微凹部分和 / 或微凸部分被设置在需要透光性的显示电极中,从工艺和光学性能角度难以增加通常作为数十 nm 级薄膜使用的 ITO 透明电极的厚度。因此在这种情况下优选将透明绝缘层设置在电极上,其上设置微凹部分和 / 或微凸部分以得到相同效果。另外,可通过丝网印刷法等以点状图案印刷绝缘树脂,并用该点状图案作为微凸部分。在这种情况下,当点状图案的占有面积比足够小时,可使用除透明树脂之外的树脂。

[0019] 在本发明第一方面第一实施方案的图像显示设备中,优选以一定间隔设置多个微凹部分和 / 或微凸部分,这样可将微小不均匀电场施加到大电极表面即大像素上。因此,优选微凹部分和 / 或微凸部分之间的平均距离满足下式:平均距离 / 最大平均颗粒尺寸 < 50 。在这种情况下,可连续地在宽范围内获得微凹部分和 / 或微凸部分产生不均匀电场的效果。

[0020] 另外,在某些情况下,有时在设置微凹部分和 / 或微凸部分的区域检出轻微的对比度下降。因此,为了保持总体显示部分的对比度,优选电极表面微凹部分和 / 或微凸部分的投影形状总面积不超过电极面积的 50%。另外,为了充分获得微凹部分和 / 或微凸部分的效果,优选微凹部分和微凸部分的总面积不低于电极面积的 0.1%。

[0021] 作为用于本发明第一方面第一实施方案图像显示设备的颗粒,优选使用平均颗粒直径是 0.1 至 50 μm 的颗粒。另外,优选使用根据吹出法用载流子测量的颗粒表面电荷密度的绝对值不低于 5 $\mu\text{C}/\text{m}^2$ 和不大于 150 $\mu\text{C}/\text{m}^2$ 的颗粒。另外,在向距离颗粒表面 1mm 远处的电晕放电设备施加 8KV 电压产生电晕放电而使颗粒表面带电的情况下,优选在电晕放电之后 0.3 秒时最大表面电势是 300V 或更高的颗粒。另外优选颗粒的颜色是白色或黑色。

[0022] 根据本发明第一方面的第二实施方案,图像显示设备包括图像显示板,其中两组或多组具有不同颜色和不同电荷特性的颗粒被密封在其中至少一个是透明的两个基板之间,由相应基板上的一对电极向颗粒施加静电场使颗粒在其中飞行移动而显示图像,其特征在于电极的部分或全部表面具有微切孔。

[0023] 通常,由位于两个平行排列基板上的一对电极施加的使颗粒飞行移动的电场是均匀电场。另一方面,在本发明的图像显示设备中,可通过设置在电极表面上的微切孔部分地引入微小不均匀电场。由于微切孔产生的微小不均匀电场包括沿横向即沿平行于基板表面方向的电场分量,因此横向移动的颗粒被迅速地吸入或抛出并被固定。因此,可抑制由于颗粒聚集而产生的不均匀颗粒分布。

[0024] 在本发明第一方面第二实施方案的图像显示设备中,由微切孔得到的不均匀电场对颗粒所施加的影响等级可根据颗粒的平均颗粒尺寸而确定。因此,可通过限定颗粒的平均颗粒尺寸和微切孔尺寸的关系而得到大于预定值的不均匀电场。据此,优选构造微切孔使之满足下式:最大宽度 / 最大平均颗粒尺寸 > 10 ;其中微切孔形状的最大对角长被设为最大宽度,两组或多组颗粒中的最大平均颗粒尺寸被设为最大平均颗粒尺寸。如果不满足以上关系,不能得到大于预定值的不均匀电场。因此,不能充分实现抑制重复图像显示操作过程中由于颗粒聚集而造成的图像劣化以及提高耐久性的效果。

[0025] 在本发明第一方面第二实施方案的图像显示设备中,优选以一定间隔设置多个微

切孔,因为微小不均匀电场可被施加到大电极表面即大像素上。因此,优选构建微切孔的最短小距离满足下式:最短距离/最大平均颗粒尺寸 < 50 。在这种情况下,可在宽范围内连续地获得由微切孔产生不均匀电场的效果。

[0026] 另外,在一些情况下,有时在设置微切孔的区域会检出轻微的对比度下降。因此,为了保持整体显示部分的对比度,优选电极表面微切孔的总面积不超过电极面积的 50%。另外,为了充分获得微切孔的效果,优选微切孔的总面积相对电极面积不低于 0.1%。

[0027] 作为用于本发明第一方面第二实施方案的图像显示设备的颗粒,优选使用平均颗粒直径颗粒是 0.1 至 50 μm 的颗粒。另外,优选使用根据吹出法用载流子测量的颗粒表面电荷密度绝对值不低于 5 $\mu\text{C}/\text{m}^2$ 和不大于 150 $\mu\text{C}/\text{m}^2$ 的颗粒。另外,在向距离颗粒表面 1mm 远处的电晕放电设备施加 8KV 电压以产生电晕放电而使颗粒表面带电的情况下,优选在电晕放电之后 0.3 秒时最大表面电势是 300V 或更高的颗粒。另外,优选颗粒的颜色是白色或黑色。

[0028] 本发明第二方面第一实施方案通过研究以上问题而实现,其目的是提供一种具有便宜结构、同时改进稳定性和降低驱动电压的图像显示设备。

[0029] 发明人经过深入研究,在通过移动颗粒而显示图像的图像显示设备中,发现以上目的可通过将体积电阻不低于 $1 \times 10^{12} [\Omega \cdot \text{cm}]$ 的绝缘元件薄涂覆在颗粒接触的基板表面而实现,从而实现了本发明。

[0030] 下面解释获得第二发明第一实施方案的技术背景。

[0031] 在采用静电的图像显示方法中,利用某些种类的方式向密封颗粒的相对基板之间施加电场。带有低电势的颗粒被库仑力等吸向带有高电势的基板部分,带有高电势的颗粒被库仑力等吸向带有低电势的基板部分。通过在相对基板之间以往复方式移动颗粒而实现图像显示。

[0032] 在此,重要的是将图像显示设备设计成颗粒可通过低电压驱动。

[0033] 但在已知的图像显示设备中仍存在以下缺陷:如果要在颗粒往复状态和颗粒保持状态下都实现稳定性,即,如果不使用作为阻碍实现该效果之主要原因的溶液,就不得不选择以颗粒和基板为基本结构的干式静电显示器,其代表为调色剂型显示器 (toner-type display)。另一方面,如果要想实现驱动电压下降,只能选择以颗粒、基板和足以使颗粒迁移的溶液作为基本结构,利用溶液中的电泳迁移的湿式静电显示器。即,通过防止沉降和聚集而改进往复状态和保持状态下的稳定性与降低驱动电压之间是相矛盾的,因此难以同时实现这些改进。

[0034] 一个主要原因是,颗粒和基板之间的粘附力在气相中大于在溶液相中。

[0035] 在第二项发明的第一实施方案中,通过使用薄涂覆了体积电阻不低于 $1 \times 10^{12} [\Omega \cdot \text{cm}]$ 的绝缘元件的基板可以同时实现颗粒保持状态稳定性的改进和驱动电压的降低。

[0036] 即,本发明第二项发明的第一实施方案提供以下图像显示设备。

[0037] (1) 一种图像显示设备,其中颗粒被密封在其中至少一个是透明的基板之间,颗粒在其中移动以显示图像,其特征在于在基板与颗粒接触的表面薄涂覆了体积电阻不低于 $1 \times 10^{12} [\Omega \cdot \text{cm}]$ 的绝缘元件以提供薄绝缘膜。

[0038] (2) 根据以上 (1) 的图像显示设备,其中薄绝缘膜的厚度不超过 5 μm 。

[0039] (3) 根据以上 (1) 或 (2) 的图像显示设备, 其中涂覆在基板上的绝缘元件是在向距离绝缘元件表面 1mm 远处的电晕放电设备施加 8KV 电压产生电晕放电而使绝缘元件表面带电的情况下在电晕放电之后 0.3 秒时最大表面电势是 300V 或更高的元件。

[0040] (4) 根据以上 (1)-(3) 之一的图像显示设备, 其中设备中的间隙被填充以 25℃ 下相对湿度不超过 60% RH 的气体。

[0041] (5) 根据以上 (1)-(4) 之一的图像显示设备, 其中由下式确定的颗粒尺寸分布跨度 (Span) 小于 5 : 跨度 = $(d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$; (在此, $d(0.5)$ 是颗粒尺寸大于或小于该值的颗粒量为 50% 时以 μm 表示的颗粒尺寸值, $d(0.1)$ 是颗粒尺寸小于该值的颗粒量为 10% 时以 μm 表示的颗粒尺寸值, $d(0.9)$ 是颗粒尺寸小于该值的颗粒量为 90% 时以 μm 表示的颗粒尺寸值)。

[0042] (6) 根据以上 (1)-(5) 之一的图像显示设备, 其中由下式确定的颗粒的溶剂不溶率不低于 50% : 溶剂不溶率 (%) = $(B/A) \times 100$; (在此, A 是颗粒在浸入溶剂前的重量, B 是颗粒在 25℃ 下浸入良溶剂中 24 小时之后的重量)。

[0043] (7) 根据以上 (1)-(6) 之一的图像显示设备, 其中图像显示设备由多个由分隔壁限定的显示单元形成。

[0044] (8) 根据以上 (7) 的图像显示设备, 其中分隔壁通过丝网印刷法、喷砂法、光导体糊法和叠加法之一而形成。

[0045] (9) 根据以上 (7) 的图像显示设备, 其中分隔壁具有悬臂结构。

[0046] 本发明第二方面的第二实施方案通过研究以上问题而实现, 其目的是提供一种图像显示设备, 其中无需在驱动时产生强电场, 可用通用电子材料来组装电路, 并且可同时实现稳定性的改进和驱动电压的降低。

[0047] 发明人经过深入研究, 发现上述目的可通过下述图像显示设备实现 : 颗粒被密封在其中至少一个是透明的基板之间, 颗粒在其中飞行移动以显示图像, 其特征与颗粒接触的基板表面的算术平均粗糙度 (Ra) 和凹凸平均间距 (Sm) 满足下式 (1) 和 (2) :

[0048] $d(0.5)/10 \geq Ra \geq d(0.5)/200$ (1)

[0049] $d(0.5)/10 \geq Sm \geq d(0.5)/1000$ (2)

[0050] (在此, $d(0.5)$ 是大于该值的颗粒材料量为 50% 时以 μm 表示的颗粒尺寸值)。

[0051] 本发明第二方面的第二实施方案通过以上认识而实现。

[0052] 本发明第三方面的目的是提供一种图像显示设备, 它具有干型设备中的快速响应, 简单和便宜的结构和优异的稳定性, 可读出显示图像的图像显示状态。

[0053] 根据本发明的第三方面, 图像显示设备包括图像显示板, 其中两组或多组具有不同颜色和不同电荷特性的颗粒被密封在其中至少一个是透明的两个基板之间, 由相应基板上的一对电极向颗粒施加静电场使颗粒飞行移动而显示图像, 其特征与通过检测颗粒在像素中飞行移动时产生的飞行移动电流而读出图像显示状态。

[0054] 在本发明第三方面的图像显示设备中, 当颗粒在电极之间飞行移动时流过飞行移动的电流。飞行移动电流的积分值是飞行移动颗粒的电荷之和。因此, 如果预先测量颗粒的电荷量, 即可了解移动的颗粒量。在这种情况下, 如果将移动颗粒的量除以电极面积, 可计算出单位面积的颗粒密度。在此, 可通过光学计算颗粒表面密度或可实际测定颗粒表面密度。这样, 如果预先准备一个表示实际使用电极面积上的显示密度和飞行移动电流积分

值之间关系的图,可通过检测飞行移动电流的积分值来检测显示密度即图像显示状态。

[0055] 在本发明的第三方面,因为可更有效地进行本发明,优选图像显示状态的读出步骤以下述方式进行:相对显示图像进行总体黑色图像记录或总体白色图像记录,当进行图像记录步骤时由流过相应像素的飞行移动电流的积分值获得相应像素的显示密度。另外优选该设备进一步包括用于检测飞行移动电流的飞行移动电流检测部分和用于飞行移动电流积分的积分器,用进行图像记录步骤时使用的电极来检测飞行移动电流,以及在读出图像显示状态的基础上进行图像重记录步骤。

[0056] 作为用于本发明图像显示设备的颗粒,颗粒的平均颗粒直径优选是 $0.1\text{--}50\text{ }\mu\text{m}$ 。另外,根据吹出法用载流子测量的颗粒表面电荷密度的绝对值优选不低于 $5\text{ }\mu\text{C}/\text{m}^2$ 和不大于 $150\text{ }\mu\text{C}/\text{m}^2$ 。在向距离颗粒表面 1mm 远处的电晕放电设备施加 8KV 电压产生电晕放电而使颗粒表面带电的情况下,优选在电晕放电之后 0.3 秒时最大表面电势是 300V 或更高的颗粒。另外优选颗粒的颜色是白色或黑色。还优选图像显示板包括具有多个扫描电极和与其基本平行设置的数据电极的矩阵电极。

[0057] 附图简述

[0058] 图 1a-1c 示意图分别说明用于本发明第一方面图像显示设备图像显示板的显示元件的一个实施方案,和其显示驱动方法。

[0059] 图 2a-2h 示意图分别解释本发明第一方面第一实施方案中电极表面微凹部分和/或微凸部分的一个实施方案。

[0060] 图 3 示意图说明应用于本发明第一方面第一实施方案的节本发明节段显示设备(segment display device)的一个实施方案。

[0061] 图 4 示意图说明本发明第一方面第一实施方案节段显示设备中相对基板的一个实施方案。

[0062] 图 5 示意图说明本发明第一方面第一实施方案节段显示设备中透明电极的一个实施方案。

[0063] 图 6 示意图说明本发明第一方面第一实施方案节段显示设备中屏幕图案(光致抗蚀图)的一个实施方案。

[0064] 图 7a-7g 示意图分别解释本发明第一方面第二实施方案电极表面通过切出形成的微切孔的一个实施方案。

[0065] 图 8 示意图描绘了本发明应用于本发明第一方面第二实施方案节段显示设备的一个实施方案。

[0066] 图 9 示意图说明本发明应用于本发明第一方面第二实施方案节段显示设备的另一实施方案。

[0067] 图 10 示意图说明颗粒表面电势的测量方法。

[0068] 图 11 示意图解释本发明第二方面图像显示设备之显示方法的一个实施方案。

[0069] 图 12 示意图解释本发明第二方面图像显示设备之显示方法的另一实施方案。

[0070] 图 13 示意图解释本发明第二方面图像显示设备的一个实施方案。

[0071] 图 14 示意图描绘了本发明第二方面图像显示设备之基板形状的一个实施方案。

[0072] 图 15 示意图解释本发明第二方面图像显示设备中通过丝网印刷法形成隔壁的相应步骤。

[0073] 图 16 示意图解释本发明第二方面图像显示设备中通过喷砂法形成分隔壁的相应步骤。

[0074] 图 17 示意图解释本发明第二方面图像显示设备中通过光导体糊法形成分隔壁的相应步骤。

[0075] 图 18 示意图解释本发明第二方面图像显示设备中通过叠加法形成分隔壁的相应步骤。

[0076] 图 19a-19c 示意图分别说明用于本发明第三方面图像显示设备图像显示板的显示元件的一个实施方案和其显示驱动方法。

[0077] 图 20a 和 20b 示意图分别说明本发明第三方面图像显示设备图像的显示板的一个实施方案。

[0078] 图 21a 和 21b 示意图分别解释本发明第三方面图像显示设备中进行中间色调图像显示时校正飞行移动电流的方法。

[0079] 图 22 示意图解释本发明第三方面图像显示设备的图像读出操作。

[0080] 图 23 显示在本发明图像显示装置的功能评价中测量最低驱动电压之方法的图。

[0081] 本发明最佳实施方式

[0082] 首先解释本发明第一方面的图像显示设备。

[0083] 图 1a-1c 示意图分别说明用于本发明第一方面图像显示设备的图像显示板显示元件的第一和第二实施方案和其显示驱动方法。在图 1a 至 1c 所示的实施方案中,数字 1 是透明基板,数字 2 是相对基板,数字 3 是显示电极(透明电极),数字 4 是相对电极,数字 5 是可带负电的颗粒,数字 6 是可带正电的颗粒。

[0084] 图 1a 显示可带负电的颗粒 5 和可带正电的颗粒 6 排列在相对基板(透明基板 1 和相对基板 2)之间的一种状态。在这种状态下,当显示电极 3 侧为低电势、相对电极 4 侧为高电势施加电压时,如图 1b 所示,由于库仑力的作用使可带正电的颗粒 6 飞行移动至显示电极 3 侧,可带负电的颗粒 5 飞行移动至相对电极 4 侧。在这种情况下,从透明基板 1 侧观察显示面看到的是可带正电的颗粒 6 的颜色。如图 1c 所示,当反转电势使显示电极 3 侧变成高电势、相对电极 4 侧变成低电势时,库仑力使带正电的颗粒 6 飞行移动至显示电极 3 侧,带负电的颗粒 5 飞行移动至相对电极 4 侧。在这种情况下,从透明基板 1 侧观察显示面看到的是可带负电的颗粒 5 的颜色。

[0085] 图 1b 和 1c 所示的显示状态仅通过反转电源的电势而重复改变,因此可通过如上所述反转电源的电势可逆地改变显示面上的颜色。颗粒的颜色可任意选择。例如,当可带负电的颗粒 5 是白色、可带正电的颗粒 6 是黑色时,或者当可带负电的颗粒 5 是黑色、可带正电的颗粒 5 是白色时,可进行白色和黑色之间的可逆图像显示。在该方法中,因为颗粒一旦被成像力粘附到电极上,显示图像可在停止施加电压之后长时间保持,这样表现出优异的记忆性能。

[0086] 在本发明中,因为可带电颗粒在气体中飞行移动,图像显示的响应速度非常快且响应速度可能低于 1 毫秒。另外,无需使用取向膜和偏振板作为液晶显示器,因此可使结构简单并在较低成本下获得具有大显示面积的图像显示设备。另外,温度变化稳定,并可在从低温至高温的宽温度范围内使用。另外,它不受视野角度的影响并具有高反射率。因此容易观看并电消耗低。另外,它具有优异的记忆性能,因此无需在保持图像时使用电能。

[0087] 在图 1a-1c 中说明的本发明第一方面第一实施方案的图像显示设备中,电极(在此,显示电极 3 和相对电极 4)的部分或全部表明具有微凹部分、微凸部分、或微凹部分和微凸部分。在这种情况下,微凹部分和/或微凸部分的形状是重要的。据此,优选构造微凹部分和/或微凸部分使之满足下式:平均宽度/最大平均颗粒尺寸 >2 ;和平均高度/最大平均颗粒尺寸 >2 ;其中微凹部分和/或微凸部分相对电极表面的投影形状的平均对角长被设为平均宽度,微凹部分和微凸部分的深度和/或高度的平均绝对值被设为平均高度(深度),两组或多组颗粒中的最大平均颗粒尺寸被设为最大平均颗粒尺寸。

[0088] 在本发明第一方面第一实施方案的图像显示设备中,电极表面的微凹部分和/或微凸部分的形状可以是环形、椭圆形、正方形,长方形、多边形、线形、曲线形、不定形或其组合。另外,即使在一个像素面积变得特别大的节段显示器情况下,也可通过重复设置微凹部分和/或微凸部分而得到相同效果。在这种情况下,可使用晶格排列、犬齿排列、间距可变排列、无规排列等进行重复设置。

[0089] 图 2a-2h 示意图分别说明电极表面微凹部分和/或微凸部分的一个实施方案。在图 2a 中,环形的微凹面部分 11 以晶格排列被设置在电极 12 的表面。在图 2b 中,跑道形的微凹部分 11 以晶格排列被设置在电极 12 的表面。在图 2c 中,环形的微凹部分 11 以犬齿排列被设置在电极 12 的表面。在图 2d 中,跑道形的微凹部分 11 以犬齿排列被设置在电极 12 的表面。在图 2e 中,环形的微凸部分 13 以晶格排列被设置在电极 12 的表面。在图 2f 中,狭缝线形的微凹部分 11 以平行排列被设置在电极 12 的表面。在图 2g 中,锥形的微凸部分 13 以晶格排列被设置在电极 12 的表面。在图 2h 中,正方形的微凹部分 11 以格栅形被设置在电极 12 的表面。

[0090] 图 3 示意图给出了将本发明第一方面第一实施方案应用于节段显示设备的一个实施方案。在图 3 所示的实施方案中,通过堆叠透明基板 22、隔板 23 和相对基板 24 构建节段显示设备 21。在隔板 23 侧的透明基板 22 表面设置对应于显示图案相应节段形状的透明电极(未示出)。作为隔板 23,使用具有对应显示图案相应节段的开口 27 的黑色隔板。在隔板 23 侧的相对基板 24 表面形成具有多个环形微凹部分 25 的七个节段电极 26。在透明电极和节段电极 26 上设置记录线(未显示)使它们与驱动电路(未显示)连接。两种或多种具有不同颜色和不同电荷性能的颗粒即可带正电的颗粒和可带负电的颗粒如以上实施方案所示被填充在隔板 23 的相应七个开口 27 中。应该注意,控制隔板 23 的厚度使电极间的距离达到预定距离。图 3 所示节段显示器的操作与上述图像显示设备相同。

[0091] 在上述节段显示设备 21 中,具有微凹部分 25 的节段电极 26 可如下制造:正方形例如 100mm $\times$ 100mm、厚度 1mm 的铝板的一个表面被刻蚀以形成多个微凹部分 25 并将刻蚀的铝板切成相应的节段形状。

[0092] 作为另一个实例,可如下制造相对基板 24(图 4)(其上设置了具有微凸部分的节段电极 26)。首先,如图 5 所示,利用 ITO 透明电极在玻璃基板上形成对应于显示图案的节段电极 26。然后,如图 6 所示,制备出网板 28(其上具有对应于微凸部分的开口)。将该网板叠置在其上形成节段电极 26 的玻璃基板上。通过开口将用于形成 PDP 肋的糊粘附到节段电极 26 的表面上。这样,制造出预定的相对基板 24。在这种情况下,通过控制糊的粘度和开口的尺寸而将微凸部分的高度调节可至预定值。

[0093] 作为另一实例,可如下制造相对基板 24(图 4)(其上设置具有微凹部分的节段电

极 26)。首先,如图 5 所示,利用 ITO 透明电极在玻璃基板上形成对应于显示图案的节段电极 26。然后,将厚度 $50\text{ }\mu\text{m}$ 的光致抗蚀膜粘附在玻璃基板的整个表面上。光致抗蚀膜被透过光掩模 28(参见图 6)(对应于显示图案)的 UV 曝光并被刻蚀形成节段电极 26 的微凹部分。这样,微凹部分的深度可通过控制刻蚀操作的时间而被调节至预定值。

[0094] 在图 1a-1c 说明的图像显示设备中,本发明第一方面第二实施方案特征在于,电极(在此,显示电极 3 和相对电极 4)的部分或全部表面具有微切孔(以下解释)。在这种情况下,微切孔的形状是重要的。据此,优选满足下式:最大宽度/最大平均颗粒尺寸 >10 ;其中微切孔的形状的最大对角长被设为最大宽度,两组或多组颗粒中的最大平均颗粒尺寸被设为最大平均颗粒尺寸。

[0095] 在该实施方案中,电极表面微切孔的形状可以是环形、椭圆形、正方形、长方形、多边形、线形、曲线形、不定形或其组合。另外,即使在一个像素面积变得特别大的节段显示器的情况下,通过重复设置微切孔而得到相同的效果。在这种情况下,可使用晶格排列、犬齿排列、间距可变排列、无规排列等进行重复设置。

[0096] 图 7a-7g 示意图分别解释通过切割在电极表面形成微切孔的一个实施方案。在图 7a 中,电极 32 的表面具有晶格排列的环形微切孔 31。在图 7b 中,电极 32 的表面具有晶格排列的椭圆形微切孔 31。在图 7c 中,电极 32 的表面具有犬齿排列的环形微切孔 31。在图 7d 中,电极 32 的表面具有犬齿排列的椭圆形微切孔 31。在图 7e 中,电极 32 的表面具有平行排列的狭缝形的微切孔 31。在图 7f 中,电极 32 的表面具有相互成 90° 的两个不同的方向上的狭缝形微切孔 31。在图 7g 中,电极 32 的表面具有犬齿排列的曲线形微切孔 31。

[0097] 图 8 示意图显示本发明第一方面第二实施方案应用于节段显示设备的一个实施方案。在图 8 所示的实施方案中,节段显示设备 41 通过堆叠透明基板 42、隔片 43 和相对基板 44 构成。在隔片 43 侧的透明基板 42 表面分别形成七个具有多个点状微切孔 45 的节段电极 46。使用具有对应于显示图案相应节段的开口 47 的蓝色隔片作为隔片 43。与透明基板 42 相同,在隔片 43 侧的相对基板 44 表面形成七个具有多个点状微切孔 45 的节段电极 46。

[0098] 然后,将两种或多种具有不同颜色和不同电荷性能的颗粒(即可带正电的颗粒和可带负电的颗粒)填充在隔片 43 的相应七个开口 47 中。图 8 所示的节段显示设备 41 的操作与上述图像显示设备相同。在图 8 所示的实施方案中,相应节段的尺寸是例如宽度约 1cm 、长度约 5cm ,字母“8”的整个高度约 10cm 。另外,微切孔 45 的形状不特别局限于以上形状,而且如图 9 所示,相应节段可以具有晶格排列的环形微切孔 45。

[0099] 以下解释本发明第一方面第一和第二实施方案图像显示设备的基板。对于基板,至少一个基板必须是能够从显示板的外部识别显示颜色的透明基板,优选可见光透过率大、耐热性优异的材料。根据用途适当选择图像显示设备是否具有柔韧性,例如,选择柔性材料用作电子纸等,选择没有柔韧性的材料用作便携设备如便携电话、PDAs 和笔记本个人计算机的显示单元。

[0100] 基板材料的实例包括聚合物片材如聚对苯二甲酸乙二酯、聚合物砒、聚乙烯或聚碳酸酯,和无机片材如玻璃、石英等。基板的厚度优选为 2 至 $5000\text{ }\mu\text{m}$,更优选 5 至 $1000\text{ }\mu\text{m}$ 。如果厚度太薄,难以保持强度和基板之间的距离均匀性,而如果厚度太厚,作为显示能力的清晰度和对比度下降,尤其是用于电子纸时的柔韧性下降。

[0101] 以下解释本发明用于图像显示设备的颗粒。可使用任何能够通过库仑力而飞行移动的可带负电或正电的着色颗粒,尤其优选比重轻的球形颗粒。平均颗粒直径优选是 0.1 至 $50\text{ }\mu\text{m}$,尤其是 1 至 $30\text{ }\mu\text{m}$ 。如果颗粒直径低于该范围,颗粒的电荷密度过大使得电极和基板上的成像力变得太强;导致在电场倒置时跟随性不好(尽管对记忆特性是有利的)。相反,如果颗粒直径超过该范围,对跟随性有利,但记忆特性下降。

[0102] 尽管对使这些颗粒带负电或正电的方法没有特别限定,但可使用电晕放电方法、电极注入方法、摩擦带电方法等。优选通过吹出法用载流子测定的颗粒表面电荷密度之间差值的绝对值不低于 $5\text{ }\mu\text{C}/\text{m}^2$ 和不大干 $150\text{ }\mu\text{C}/\text{m}^2$ 。如果表面电荷密度的绝对值低于该范围,对电场变化的响应速度延迟,记忆性能下降。如果表面电荷密度的绝对值超过该范围,电极或基板的成像力太强,虽然对记忆性能有利,但在电场倒置时跟随性变差。

[0103] 下面解释测量颗粒带电量的方法和测量颗粒比重的方法,这两者都是本发明计算表面电荷密度所需的。

[0104] <吹出测量理论和方法>

[0105] 在吹出法中,将颗粒和载流子的混合物放入两端有网的圆柱形容器中,并将高压气体从一端吹入以分离颗粒和载流子,并随后仅将颗粒从网的网眼吹出。此时,与从容器中带走的颗粒电荷量相同的逆吹极性(reverse blown polarity)电荷量留在载流子上。然后,将该电荷的所有电通量收集至法拉第笼,并在电容器上用该量充电。通过测量电容器两端的电势确定颗粒的电荷量为 $Q = CV$ (C :电容量, V :电容器两端上的电压)。

[0106] 作为吹出粉末电荷量测量仪器,使用由 Toshiba Chemical Co., Ltd. 制造的 TB-200。采用两种可带正电的和可带负电的树脂作为载流子,分别测定每单位面积的电荷密度(单位: $\mu\text{C}/\text{m}^2$)。即,用 Powder TEC Co., Ltd. 的 F963-2535 作为可带正电的载流子(该载流子的对方带正电荷,而它本身往往带负电)和用 Powder TEC Co., Ltd. 的 F921-2535 作为可带负电的载流子(该载流子的对方带负电荷,而它自己往往带正电)。颗粒的表面电荷密度得自测定的电荷量,分开测量颗粒的平均颗粒直径和比重。

[0107] <颗粒比重测量方法>

[0108] 比重使用由 Shimadzu Seisakusho Ltd. 生产的液体比重计(商标名:Multi volume Density Meter H1305)测定。

[0109] 因为颗粒需要保持已带有的电荷,优选体积电阻率为 $1 \times 10^{10}\text{ }\Omega \cdot \text{cm}$ 或更高的绝缘颗粒,特别优选体积电阻率为 $1 \times 10^{12}\text{ }\Omega \cdot \text{cm}$ 或更高的绝缘颗粒。另外,更优选被以下测量方法评估为慢电荷减少性的颗粒。

[0110] 即,将 8kV 电压施加到距离颗粒表面 1mm 的电晕发生器产生电晕放电使表面带电,随后测量表面电势的变化,确定适应性。在这种情况下,优选在 0.3 秒之后最大表面电势是 300V 或更高的材料,更优选在 0.3 秒之后最大表面电势是 400V 或更高的材料作为构成颗粒的材料。

[0111] 另外,前述表面电势利用如图 10 所示仪器(由 QEA Inc. 制造的 CRT2000)测定。在该仪器中,辊轴的两端用卡盘 51 固定,小型 scorotron 放电器 52 和表面电势计 53 以预定间隔隔开形成测量单元。优选使用下述方法测量表面电势:朝向颗粒表面以 1mm 距离设置测量单元,使测量单元以均匀速度从辊轴的一个端部移动至另一端部,在产生表面电荷的同时辊轴保持静止状态。另外,测量环境应该设定为温度 $25 \pm 3^\circ\text{C}$ 、湿度在 $55 \pm 5\% \text{ RH}$ 以

下。

[0112] 只要颗粒满足静电性能等,可用任何材料形成颗粒。例如,由树脂、电荷控制剂、着色剂,无机添加剂等制成等,或仅由着色剂等形成。

[0113] 树脂的典型实例包括聚氨酯树脂、尿素树脂、丙烯酸类树脂、聚酯树脂、丙烯酸类聚氨酯树脂、丙烯酸类聚氨酯硅氧烷树脂、丙烯酸类聚氨酯氟烃聚合物、丙烯酸类氟烃聚合物、硅氧烷树脂、丙烯酸类硅氧烷树脂、环氧树脂、聚苯乙烯树脂,苯乙烯丙烯酸类树脂、聚烯烃树脂、丁醛树脂、偏二氯乙烯树脂、蜜胺树脂、酚醛树脂、氟烃聚合物、聚碳酸酯树脂、聚砜树脂、聚醚树脂和聚酰胺树脂。为了控制与基板的附着力,尤其优选丙烯酸类聚氨酯树脂、丙烯酸类硅氧烷树脂、丙烯酸类氟烃聚合物、丙烯酸类聚氨酯硅氧烷树脂、丙烯酸类聚氨酯氟烃聚合物、氟烃聚合物、硅氧烷树脂。两种或多种这些物质可混合使用。

[0114] 电荷控制剂的实例包括不局限负电荷控制剂如水杨酸金属配合物、含金属的偶氮染料、含金属的(包含金属离子或金属原子)的油溶性染料、季铵盐-基化合物、杯芳烃(calixarene)化合物、含硼的化合物(苯基酸硼配合物)和硝基咪唑衍生物。正电荷控制剂的实例包括苯胺黑染料、三苯基甲烷化合物、季铵盐化合物、聚胺树脂、咪唑衍生物等。另外,金属氧化物如硅石的超微颗粒、氧化钛的超微颗粒、矾土的超微颗粒等;含氮环状化合物如吡啶等,以及这些衍生物或盐;包含各种有机颜料、氟、氯、氮等的树脂可用作电荷控制剂。

[0115] 至于着色剂,可使用以下描述的各种有机或无机颜料或染料。

[0116] 黑色颜料的实例包括炭黑、氧化铜、二氧化锰、苯胺黑和活性碳。黄色颜料的实例包括铬黄、铬酸锌、镉黄、黄色氧化铁、mineral firstyellow、镍钛黄、脐橙黄、萘酚黄 S、汉撒黄 G、汉撒黄 10G、联苯胺黄 G、联苯胺黄 GR、喹啉黄色淀、永久黄 NCG 和四嗪色淀。橙色颜料的实例包括红色铬黄、钼橙、永久橙 GTR、吡啶啉酮橙、Balkan orange、indusren bright orange RK、联苯胺橙 G 和 Indusren bright orange GK。红色颜料的实例包括铁丹、镉红、四氧化三铅、硫化汞、镉、永久红 4R、立索尔红、吡啶啉酮红、颜料红、钙盐、色淀红 D、亮洋红 6B、曙红色淀、若丹明色淀 B、茜素色淀和亮洋红 3B。

[0117] 紫色颜料的实例包括锰紫、第一紫 B 和甲基紫色淀。蓝色颜料的实例包括柏林蓝、钴蓝、碱蓝色淀、维多利亚蓝色淀、酞菁蓝、无金属的酞菁蓝、部分氯化酞菁蓝、第一天蓝和 Indusren blue BC。绿色颜料的实例包括铬绿、氧化铬、颜料绿 B、孔雀绿色淀和最终黄绿 G。另外,白色颜料的实例包括锌白、氧化钛、锑白和硫化锌。

[0118] 补充剂的实例包括氧化钡粉末、碳酸钡、粘土、硅石、白色碳、滑石和矾土白。另外,有苯胺黑、亚甲蓝、玫瑰红、喹啉黄和群青蓝作为各种染料如碱性染料、酸性染料、分散染料、直接染料等。这些着色剂可单独或两种或多种结合使用。尤其,炭黑是优选的黑色着色剂,氧化钛是优选的白色着色剂。

[0119] 尽管对颗粒的制造方法没有具体限定,但可类似地使用例如混合/研磨方法或用于生产电子照相调色剂的聚合反应方法。另外也可采用将树脂或电荷控制剂等涂覆到粉末如无机或有机颜料表面的方法。

[0120] 适当调节相对基板之间的距离使得颗粒可移动并保持图像显示的对比度;通常在 10 至 5000 μm 内、优选在 30 至 500 μm 内调节。存在于相对基板之间空间中的颗粒总体积优选为 10 至 90%,更优选为 20 至 70%。如果总体积超过 80%,在颗粒运动时会造成一些

干扰,而如果低于 10%,对比度往往不明显。

[0121] 在用于本发明图像显示设备的图像显示板中,多个前述显示元件以矩阵形式设置,并可显示图像。在单色显示的情况下,一个显示元件产生一个像素。在全色显示时,三种显示元件,即,一组分别具有 R(红色)、G(绿色)和 B(蓝色)显色板和分别具有黑色颗粒的显示元件构成一组配置的元件,优选地形成具有多组元件的可逆图像显示板。

[0122] 本发明第一方面的图像显示设备可用于移动设备如笔记本个人计算机、PDAs、便携式电话等的图像显示单元;电子书、电子报纸等的电子纸;公告板如招牌、海报、黑板等;和电子计算器、家用电器产品、自动化器材等的图像显示单元。

[0123] 在上述的实施方案中,已经说明了不使用分隔壁的图像显示设备,但也可以使用分隔壁。在这种情况下,因为单元尺寸可变得较大,分隔壁相对显示面积的面积比可变得较小,可以得到较高对比度。

[0124] 下面说明本发明第二方面的图像显示设备。

[0125] 本发明第二方面第一和第二实施方案的图像显示设备可应用于两种或多种具有不同颜色和不同电荷性能的颗粒在相对基板垂直的方向上移动的显示方法(参见图 11),以及应用于具有一种颜色的一种颗粒在相对基板平行的方向上移动的显示方法(参见图 12)。考虑到稳定性,优选该实施方案的图像显示设备应用于前者显示方法。

[0126] 本发明图像显示设备的一个实施方案在图 13 中给出。

[0127] 它由相对基板 101 和 102、颗粒 103 和根据需要设置的分隔壁 104 构成。

[0128] 基板 101 和 102 中的至少一个必须是能够从显示板外部识别显示颜色的透明基板,优选具有大的可见光透过率和具有优异耐热性的材料。根据用途适当选择图像显示设备是否具有柔韧性,例如,选择柔性材料用作电子纸等,选择没有柔韧性的材料用作便携设备如便携式电话、PDAs 和笔记本个人计算机的显示单元。

[0129] 基板材料的实例包括聚合物片材如聚对苯二甲酸乙二酯、聚醚砜、聚乙烯或聚碳酸酯,和无机片材如玻璃,石英等。

[0130] 基板的厚度优选为 2 至 5000 μm ,更优选 5 至 1000 μm 。如果厚度太薄,难以保持强度和基板之间的距离均匀性,而如果厚度太厚,作为显示能力的清晰度和对比度下降,尤其在用于电子纸时柔韧性下降。

[0131] 根据需要可在基板上设置电极。

[0132] 如果基板上没有设置电极,通过在基板外表面施加静电潜像而产生的电场使以预定特性带电和具有颜色的颗粒相对基板被吸引或弹回。然后,可通过透明基板从显示设备的外部观察到按照静电潜像排列的颗粒。在这种情况下,上述静电潜像可通过以下方法产生,例如在使用电子照相光导体的已知电子照相体系中产生的静电潜像被转移并在本发明图像显示设备的基板上形成,或者,通过离子流动直接在基板上形成静电潜像。

[0133] 在基板上设置电极的情况下,向基板上形成的相应电极施加外电压产生电场使以预定特性带电和具有颜色的颗粒相对基板被吸引或弹回。然后,可通过透明基板从显示设备的外部观察到按照静电潜像排列的颗粒。

[0134] 在这种情况下,电极可由透明的和具有图案形成能力的导电材料形成。可以通过例如真空蒸气沉积、涂覆等使氧化铟、金属如铝、导电聚合物如聚苯胺、聚吡咯、聚噻吩等形成这样的导电材料。另外,只要具有导电性,并且在光学透明度方面不存在任何障碍,电极

的厚度可以是合适的厚度,优选为 3 至 1000nm,更优选为 5 至 400nm。

[0135] 在这种情况下,所施加的外电压可与直流或交流电叠加。

[0136] 如上所述,在本发明第二方面第一实施方案的图像显示设备中,与颗粒接触的基板的表面被薄涂覆以体积电阻不低于 $1 \times 10^{12} [\Omega \cdot \text{cm}]$ 的绝缘元件以提供薄绝缘膜。在这种情况下,颗粒和壁表面之间的粘附力可极大地下降且颗粒容易从壁表面上落下。因此,可实现驱动电压的下降。

[0137] 在此,作为颗粒与壁表面的粘附力,有电成像力、分子间力、液体桥接力、电介质极化力、接触电荷粘附力、颗粒变形产生的粘附力等。尤其,在用于干式显示的颗粒中,电成像力是最有影响的因素。

[0138] 在本发明中,作为用于涂覆基板的绝缘元件,使用具有低介电常数的聚合物树脂如氟烃树脂、丙烯酸酯树脂、硅氧烷树脂、聚碳酸酯树脂;无机物质如 SiO_2 、金属氧化物;透明填料如硅石细颗粒;或将它们共混的元件。如果进一步考虑到液体桥接力、分子间力等,特别优选使用氟烃树脂、 SiO_2 。

[0139] 在本发明中,绝缘元件的体积电阻不低于 $1 \times 10^{12} [\Omega \cdot \text{cm}]$,优选不低于 $1 \times 10^{14} [\Omega \cdot \text{cm}]$ 。

[0140] 涂覆在基板上的薄绝缘膜的厚度优选不超过 $5 \mu\text{m}$,进一步优选 $0.1\text{--}2 \mu\text{m}$ 。

[0141] 如果薄绝缘膜的厚度超过 $5 \mu\text{m}$,电成像力可下降,但与向没有绝缘涂层的基板上施加相同电压产生的电场相比,电场有时下降,这样用于移动颗粒的库仑力下降。如果涂层厚度不超过 $5 \mu\text{m}$,该现象几乎消失。

[0142] 如果薄绝缘膜的厚度太薄如低于 $0.1 \mu\text{m}$,电成像力的下降有时不足。

[0143] 作为涂覆绝缘元件的方法,可以使用印刷方法、浸渍方法、静电涂覆法、溅射法、沉积方法、辊涂器方法、等离子处理方法,但不局限于以上方法。

[0144] 作为涂覆基板的绝缘元件,优选使用具有低电荷减少性和满足以下条件的树脂。

[0145] 具体地,作为要涂覆到基板上的绝缘元件,使用这样的树脂绝缘元件:当要被涂覆到基板上的绝缘元件被制成具有实际涂膜厚度的膜时,如果向位于绝缘元件表面 1mm 远处的电晕放电设备施加 8KV 电压产生电晕放电使表面带电,那么在电晕放电之后 0.3 秒时最大表面电势是 300V 或更高,优选 400V 或更高。

[0146] 另外,前述表面电势利用如图 10 所示仪器(QEA Inc. 制造的 CRT2000)测定。在该仪器中,辊轴的两端用卡盘 51 固定,以预定间隔隔开小型 scorotron 放电器 52 和表面电势计 53 形成测量单元。优选使用下述方法测量表面电势:朝向颗粒表面以 1mm 距离设置测量单元,使测量单元以均匀速度从辊轴的一个端部移动至另一端部,在产生表面电荷的同时辊轴保持静止状态。另外,测量环境应该设定为温度 $25 \pm 3^\circ\text{C}$ 、湿度 $55 \pm 5\% \text{ RH}$ 。

[0147] 对于要被涂覆的绝缘元件的溶剂不溶率,优选由下式定义的绝缘元件的溶剂不溶率不低于 50%,更优选不低于 70%:

[0148] 溶剂不溶率 (%) = $(B/A) \times 100$;

[0149] (在此,A 是树脂组分被浸渍到溶剂中之前的重量,B 是树脂组分在颗粒于 25°C 下被浸渍到良溶剂中 24 小时之后的重量)。

[0150] 如果溶剂不溶率低于 50%,在长时间保存时会在颗粒的表面发生渗出。在这种情况下,影响与颗粒的粘附力并阻止颗粒运动。因此,影响图像显示的耐久性。

[0151] 在此,作为测量溶剂不溶率的溶剂(良溶剂),优选对氟塑料使用甲基乙基酮等,对聚酰胺树脂使用甲醇等,对丙烯酸酯聚氨酯树脂使用如甲基乙基酮、甲苯等,对蜜胺树脂使用如丙酮、异丙醇等,对硅氧烷树脂使用甲苯等。

[0152] 在第二方面第二实施方案的图像显示设备中,接触颗粒的基板表面之算术平均粗糙度(Ra)和凹凸平均间距(Sm)满足下式(1)和(2):

$$[0153] \quad d(0.5)/10 \geq Ra \geq d(0.5)/200 \dots\dots (1)$$

$$[0154] \quad d(0.5)/10 \geq Sm \geq d(0.5)/1000 \dots\dots (2)$$

[0155] (在此,d(0.5)是颗粒尺寸大于该值的颗粒量为是50%时以 μm 表示的颗粒尺寸值)。

[0156] 如果Ra和Sm满足上式,相对基板壁表面的颗粒粘附力下降。在此,相对基板壁表面的颗粒粘附力指粘附力如电成像力、分子间力、液体桥接力、电介质极化力、接触电荷粘附力、颗粒变形产生的粘附力等的合力。尤其,如果干式图像显示设备颗粒的d(0.5)在0.1-50 μm 范围内,分子间力是最有影响的因素。即,通过将Ra和Sm的值控制在特定范围内,颗粒和壁表面之间的接触面积急剧下降,颗粒和壁表面之间的粘附力极大地下降,颗粒容易从壁表面上移开。这样,可实现驱动电压的下降。

[0157] 在此,Ra需要满足 $d(0.5)/10 \geq Ra \geq d(0.5)/200$ 。如果Ra超过该范围,会出现这样的现象:颗粒容易产生变形且被基板上突出部分的角粘住。另外,如果Ra小于该范围,颗粒有可能接触到基板上突出部分的凹陷部分,从而不能充分实现分子间力的下降。根据以上观点,优选Ra满足 $d(0.5)/20 \geq Ra \geq d(0.5)/100$ 。

[0158] 另外,Sm需要满足 $d(0.5)/10 \geq Sm \geq d(0.5)/1000$ 。如果Sm超过该范围,颗粒和壁表面之间的接触面积反而变得较大,因此不能实现分子间力的下降。另外,如果Sm小于该范围,颗粒和基板之间的接触点增加,因此不能充分实现分子间力的下降。根据以上观点,优选Sm满足 $d(0.5)/20 \geq Sm \geq d(0.5)/500$ 。

[0159] 为了将Ra和Sm分别控制在以上范围内,需要使基板粗糙。对于使之粗糙的方法没有限制,可使用涂覆方法如印刷方法、浸渍法、静电涂覆法、溅射法、辊涂器法、等离子处理方法和采用激光照射的刻蚀法。

[0160] 在本发明的图像显示设备中,可在相对基板之间形成分隔壁,且显示部分可由多个显示单元组成。

[0161] 分隔壁的形状根据显示颗粒的尺寸而适当设计且不受局限。但优选将分隔壁的宽度设定为10-1000 μm ,更优选10-500 μm ,将分隔壁的高度设定为10-5000 μm ,更优选10-500 μm 。

[0162] 另外,作为形成分隔壁的方法,可使用在相对基板上分别形成肋且使它们之间相互接触的双肋法,和仅在相对基板之一上形成肋的单肋法。在本发明的图像显示设备中,为了防止在连接操作过程中的连接偏差,优选使用单肋法形成分隔壁。

[0163] 如图14所示,从基板的平面表面观察,由肋制成的分隔壁形成的显示单元具有正方形形状、三角形状、圆形形状。

[0164] 最好使从显示侧观察到的分隔壁横截面部分(显示单元的框部分区域)最小化。在这种情况下,可提高图像显示的透明度。

[0165] 分隔壁形成方法的典型实例包括丝网印刷法、喷砂法、光导体糊法和叠加法。

[0166] 如下是图 15 所示丝网印刷法的具体工艺。

[0167] (1) 生产用于分隔壁材料的糊。

[0168] (2) 准备用于印刷分隔壁图案的制版,如不锈钢网、聚酯网等等。

[0169] (3) 通过制版将糊施用和转移到一个基板(根据需要,其上形成有上述电极图案的基板)上。

[0170] (4) 通过加热使基板上的糊硬化。

[0171] (5) 重复(3)-(4)步骤直至预定厚度(对应于分隔壁的高度)和形成预定的分隔壁形状。

[0172] 在此,作为用于以上(3)的制版,只要能印刷预定的分隔壁图案,可使用任何装置,例如,可使用确保高张力的板网(plated mesh)、由高张力材料等制成的金属网、化学纤维网如聚酯网、tetoron®网孔等,和在制版和印刷区域之间设置聚酯网孔的组合型网孔。

[0173] 在丝网印刷机中,利用涂刷器和刮刀通过上述制版将糊转移到基板上。在这种情况下,优选将涂刷器的冲角设定为 10-30 度更优选 15-25 度,将涂刷器的速度设定为 5-500mm/sec 更优选 20-100mm/sec,将涂刷器的使用压力设定为 0.1-10kg/cm² 更优选 0.5-3kg/cm²。

[0174] 如下是图 16 所示喷砂法的具体工艺。

[0175] (1) 生产用于分隔壁材料的糊。

[0176] (2) 将糊施用在一个基板(根据需要,其上形成上述电极图案的基板)上,并干燥和硬化该糊。

[0177] (3) 将光致抗蚀膜粘附在糊上。

[0178] (4) 曝光和刻蚀糊,只留下成为分隔壁的图案部分。

[0179] (5) 刻蚀剩余的图案部分,通过喷砂从中去除光致抗蚀剂得到预定肋形状。

[0180] 在喷砂法中,应该注意通过调节施加到磨光剂上的气压和磨光剂排出量之间的平衡而控制磨光剂使之直接从喷砂装置的喷嘴排出。由于可减少不必要的磨光剂铺展,尤其可减少分隔壁侧边的产生,因此可得到极好形状的分隔壁(尤其,可减少分隔壁的侧边)。

[0181] 用于喷砂的磨光剂,可以使用玻璃珠粒、滑石、碳酸钙、金属粉末等。

[0182] 以下是图 17 所示的光导体糊法的具体工艺。

[0183] (1) 生产含光敏树脂的光敏糊。

[0184] (2) 将光敏糊施用在一个基板(根据需要,其上形成上述电极图案的基板)上。

[0185] (3) 利用光掩模使光敏糊在仅对应于分隔壁的部分曝光并硬化光敏糊(根据需求,重复步骤(2)和(3)直至分隔壁具有预定高度)。

[0186] (4) 通过显影去除光敏树脂的非硬化部分。

[0187] (5) 根据需要焙烧光敏糊的硬化部分。

[0188] 在此,光敏糊的硬化部分至少包含无机粉末、光敏树脂、光引发剂,并进一步包括溶剂、树脂和添加剂。

[0189] 以下是图 18 所示的叠加法的具体工艺。

[0190] (1) 将光致抗蚀膜粘附在基板上。

[0191] (2) 利用曝光和刻蚀手段使光刻胶膜仅留在分隔壁之间的部分上。

[0192] (3) 将要成为分隔壁的糊填充到光刻胶膜之间的空隙,并硬化该糊。

[0193] (4) 去除光刻胶膜以形成具有预定形状的分隔壁。

[0194] 用于形成分隔壁的糊至少包括无机粉末和树脂,并包括溶剂、添加剂等。

[0195] 作为无机粉末,可以使用陶瓷粉末、玻璃粉末或一种或多种的组合。

[0196] 典型的陶瓷粉末包括氧化陶瓷如 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 CuO 、 MgO 、 TiO_2 、 ZnO 等,和非氧化陶瓷如 SiC 、 AlN 、 Si_3O_4 等。

[0197] 典型的玻璃粉末包括通过熔化含有 SiO_2 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 Bi_2O_3 、 ZnO 等的原料,并冷却和研磨熔化原料所得到的物质。在这种情况下,优选玻璃转变点 T_g 是 $300\text{--}500^\circ\text{C}$ 。在该玻璃转变温度范围内,因为烧制步骤可在相对低的温度下进行,所以具有树脂损害小的优点。

[0198] 在形成分隔壁的糊中,优选由下式确定的无机粉末的颗粒尺寸分布跨度不超过 8,更优选不超过 5:

[0199] $\text{跨度} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$;

[0200] (在此, $d(0.5)$ 是颗粒尺寸大于或小于该值的颗粒量为 50% 时以 μm 表示的颗粒尺寸值, $d(0.1)$ 是颗粒尺寸小于该值的颗粒量为 10% 时以 μm 表示的颗粒尺寸值, $d(0.9)$ 是颗粒尺寸小于该值的颗粒量为 90% 时以 μm 表示的颗粒尺寸值)。

[0201] 通过将跨度值设定不超过 8,可使糊中无机粉末的尺寸均匀。因此,如果重复施用硬化糊的过程来制造层压品,可准确地形成分隔壁。

[0202] 另外优选糊中无机粉末的平均颗粒尺寸 $d(0.5)$ 是 $0.1\text{--}20\mu\text{m}$,更优选 $0.3\text{--}10\mu\text{m}$ 。这样如果重复以上过程来制造层压品,也可准确地形成分隔壁。

[0203] 在此,上述的颗粒尺寸分布和颗粒尺寸可利用激光衍射 / 散射方法测定。如果将激光射到所要测定的颗粒上,由于衍射 / 散射光而在空间上发生光强度分布图案。该光强度分布图案对应于颗粒尺寸,因此可测定颗粒尺寸和颗粒尺寸分布。在本发明中,规定通过体积标准分布得到颗粒尺寸和颗粒尺寸分布。具体地,颗粒尺寸和颗粒尺寸分布可利用测量装置 Mastersizer 2000 (Malvern 仪器有限公司) 测量,其中沉降在氮气流中的颗粒通过安装的分析软件 (根据 Mie' s 理论,基于体积标准分布) 计算。

[0204] 如果可形成预定分隔壁,形成分隔壁的糊中的树脂可包括上述无机粉末。这种树脂的典型实例是热塑性树脂、热固树脂和反应性树脂。如果考虑到分隔壁所需的固态性能,优选使用具有高分子量和高玻璃转变点 T_g 的树脂。例如,优选使用丙烯酸类 - 系列、苯乙烯 - 系列、环氧 - 系列、聚氨基甲酸酯 - 系列、聚酯 - 系列和尿素 - 系列的树脂,特别优选使用丙烯酸类 - 系列、环氧 - 系列、聚氨酯 - 系列和聚酯 - 系列的树脂。

[0205] 作为加入形成分隔壁的糊中的溶剂,可以使用任何溶剂,只要它可溶解上述无机粉末和树脂。这种溶剂的典型实例是芳香族溶剂如邻苯二甲酸酯、甲苯、二甲苯、苯;醇溶剂如氧代 - 醇、己醇、辛醇;和酯溶剂如乙酸酯等。通常, $0.1\text{--}50$ 重量份溶剂加入 100 重量份无机粉末中。

[0206] 另外,根据需要,可加入染料、聚合反应防止剂、增塑剂、树胶、分散剂、氧化抑制剂、硬化剂、硬化促进剂和防沉降剂。

[0207] 上述的糊材料按照预定组成利用捏合机、搅拌器或三辊研磨机分散和混合。如果考虑到可加工性,优选将粘度设定为 $500\text{--}300000\text{cps}$ ($500\text{--}300000\text{mPas}$)。

[0208] 随后说明用于本发明第二方面图像显示设备的图像显示用颗粒 (以下称作颗

粒)。

[0209] 颗粒可通过混合必需的树脂、电荷控制剂、着色剂、添加剂等并将它们研磨,或通过单体聚合,或通过将树脂、电荷控制剂、着色剂和添加剂涂覆在颗粒上等而形成。

[0210] 以下说明树脂、电荷控制剂、着色剂、添加剂等的典型实例。

[0211] 树脂的典型实例包括聚氨酯树脂、丙烯酸类树脂、聚酯树脂、丙烯酸类聚氨酯树脂、硅氧烷树脂、尼龙树脂、环氧树脂、苯乙烯树脂、丁醛树脂、偏二氯乙烯树脂、蜜胺树脂、酚醛树脂、氟烃聚合物和可组合两种或多种树脂。为了控制与基板的连接力,尤其优选丙烯酸类聚氨酯树脂、丙烯酸类聚氨酯硅氧烷树脂、丙烯酸类聚氨酯氟烃聚合物、聚氨酯树脂、氟烃聚合物。

[0212] 电荷控制剂的实例包括,正电荷控制剂包括季铵盐化合物、苯胺黑染料、三苯甲烷化合物、咪唑衍生物等,负电荷控制剂如含金属的偶氮染料、水杨酸金属配合物、硝基咪唑衍生物等。

[0213] 至于着色剂,可采用各种碱性或酸性染料。实例包括苯胺黑、亚甲蓝、喹啉黄、玫瑰红等。

[0214] 无机添加剂的实例包括氧化钛、中国白、硫化锌、铋氧化物、碳酸钙、锌白、滑石、硅石、硅酸钙、矾土白、镉黄、镉红、镉橙、钛黄、铁蓝、群青蓝、钴蓝、钴绿、钴紫、氧化铁、炭黑、铜粉末、铝粉末等等。

[0215] 在此,为了进一步提高重复耐久性,需要控制构成颗粒的树脂的水吸收速率和溶剂不溶率。

[0216] 优选构成颗粒的树脂的水吸收速率不超过 3%,尤其不超过 2%。在这种情况下,根据 ASTM-D570 测量水吸收速率,测量条件是 23℃ 下 24 小时。

[0217] 至于颗粒的溶剂不溶率,优选由下式确定的颗粒的溶剂不溶率不低于 50%,更优选不低于 70%:

[0218] $\text{溶剂不溶率}(\%) = (B/A) \times 100$;

[0219] (在此,A 是浸渍到溶剂中之前的树脂组分重量,B 是颗粒于 25℃ 下被浸渍到良溶剂中 24 小时之后的树脂组分重量)。

[0220] 如果溶剂不溶率低于 50%,在长时间保存时会在颗粒表面发生渗出。在这种情况下,影响与颗粒的粘附力并阻止颗粒运动。因此,影响图像显示的耐久性。

[0221] 在此,作为用于测量溶剂不溶率的溶剂(良溶剂),优选氟塑料使用甲基乙基酮等,聚酰胺树脂使用甲醇等,丙烯酸类聚氨酯树脂使用甲基乙基酮、甲苯等,蜜胺树脂使用丙酮、异丙醇等,硅氧烷树脂使用甲苯等。

[0222] 优选用于本发明图像显示设备的颗粒具有圆形形状。

[0223] 优选由下式确定的颗粒的颗粒尺寸分布跨度不超过 5,优选不超过 3:

[0224] $\text{跨度} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$;

[0225] (在此,d(0.5) 是颗粒尺寸大于或小于该值的颗粒量为 50% 时以 μm 表示的颗粒尺寸值,d(0.1) 是颗粒尺寸小于该值的颗粒量为 10% 时以 μm 表示的颗粒尺寸值,d(0.9) 是颗粒尺寸小于该值的颗粒量为 90% 时以 μm 表示的颗粒尺寸值)。

[0226] 如果颗粒的颗粒尺寸分布跨度被设定为不超过 5,颗粒尺寸变得均匀并可进行均匀颗粒运动。

[0227] 另外,作为用于图像显示的颗粒的平均颗粒尺寸,优选将 $d(0.5)$ 设定为 $0.1\text{--}50\text{ }\mu\text{m}$ 。如果平均颗粒尺寸超过该范围,图像透明度有时劣化,如果平均颗粒尺寸小于该范围,颗粒之间的聚集力变得较大,并阻止颗粒的运动。

[0228] 另外,作为颗粒之间的相关性,优选将最小直径颗粒的 $d(0.5)$ 相对最大直径颗粒的 $d(0.5)$ 的比率设定为不超过 50,优选不超过 10。因为即使颗粒尺寸分布跨度变得较小,具有不同电荷性能的颗粒也能在相对方向上移动,因此优选颗粒尺寸彼此接近,等量的颗粒容易在相对方向上移动。

[0229] 在这种情况下,与上述无机粉末相同,可测定颗粒尺寸分布和颗粒尺寸。

[0230] 另外,在本发明中,控制基板之间颗粒周围间隙中的气体很重要,适宜控制气体能够提高显示稳定性。具体地,重要的是将间隙气体的湿度控制在 25°C 下不超过 60% RH,优选不超过 50% RH,更优选不超过 35% RH。

[0231] 在图 13 所示的图像显示设备中,以上间隙指相对基板 101 和 102 之间的空间中除去颗粒 103 占据部分、分隔壁 104 占据部分和该设备密封部分之外的颗粒周围的气体部分。

[0232] 对间隙气体的种类没有限制,只要它具有上述湿度,但优选使用干燥空气、干燥氮气、干燥氦气体、干燥二氧化碳气体、干燥甲烷气体等。

[0233] 需要将该气体密封在设备中以保持上述湿度。例如,重要的是填充颗粒并在具有预定湿度的气氛下安装基板,并应用密封元件和密封方法防止从设备外部进入水汽。

[0234] 本发明的图像显示设备可用于移动设备如笔记本个人计算机、PDAs、便携式电话等的图像显示单元;电子书、电子报纸等的电子纸;公告板如招牌、海报、黑板等等;替代复印机,打印机等用纸的可再写纸;和电子计算器、家用电器产品、自动化器材等的图像显示单元。

[0235] 下面解释本发明第三方面的图像显示设备。

[0236] 图 19a-19c 示意图分别说明用于本发明第三方面图像显示设备之图像显示板的显示元件的一个实施方案和其显示驱动方法。在图 19a-19c 所示的实施方案中,数字 201 是透明基板,数字 202 是相对基板,数字 203 是显示电极(透明电极),数字 204 是相对电极,数字 205 是可带负电的颗粒,数字 206 是可带正电的颗粒,数字 207 是分隔壁。

[0237] 图 19 给出了可带负电的颗粒 205 和可带正电的颗粒 206 被排列在相对基板(透明基板 201 和相对基板 202)之间的一种状态。在这种状态下,如果以显示电极 203 侧为低电势相对电极 204 侧面为高电势施加电压,如图 19b 所示,在库仑力作用下可带正电的颗粒 206 飞行移动至显示电极 203 侧,可带负电的颗粒 205 飞行移动至相对电极 204 侧。在这种情况下,从透明基板 201 侧观察显示面看到的是可带正电颗粒 206 的颜色。如果反转电势使显示电极 203 侧面变成高电势相对电极 204 侧面变成低电势,如图 19c 所示,在库仑力作用下可带负电的颗粒 205 飞行移动至显示电极 203 侧,可带正电的颗粒 206 飞行移动至相对电极 204 侧。在这种情况下,从透明基板 201 侧观察显示面看到的是可带负电颗粒 205 的颜色。

[0238] 图 19b 和 19c 所示的显示状态仅通过反转电源的电势即可重复改变,因此可通过如上所述反转电源的电势而可逆地改变显示面上的颜色。颗粒的颜色可任意选择。例如,在可带负电的颗粒 205 是白色、可带正电的颗粒 206 是黑色时,或者可带负电的颗粒 205 是黑色、可带正电的颗粒 206 是白色时,可进行白色和黑色之间的可逆图像显示。在该方法

中,因为颗粒曾被成像力粘附到电极上,可在停止施加电压之后长时间保持显示图像,从而表现出优异的记忆性能。

[0239] 在本发明中,因为可带电颗粒在气体中飞行移动,图像显示的响应速度非常快且响应速度可能低于1毫秒。另外,无需使用取向膜和偏振板作为液晶显示器,因此可使结构简单并在较低成本下获得具有大显示面积的图像显示设备。另外,温度变化稳定,并可在从低温至高温的宽温度范围内使用。另外,它不受视野角度的影响并具有高反射率。因此容易观看并且电消耗低。另外,它具有优异的记忆性能,因此无需在保持图像时使用电能。

[0240] 本发明第三方面的图像显示设备由上述图像显示元件以矩阵形式排列的图像显示板构成。图20a和20b示意图分别显示其一个实施方案。在该实施方案中,为了便于说明而显示 3×3 矩阵。如果电极的数目是 n ,可构造任意的 $n\times n$ 矩阵。

[0241] 在图20a和20b所示的实施方案中,基本上相互平行设置的显示电极203-1至203-3和基本上相互平行排列的相对电极204-1至204-3分别被提供在透明基板201和相对基板202上使得它们相互交错。行驱动电路(row driver circuit)208分别连接至显示电极203-1至203-3上。按照相同的方式将帧缓存器210分别通过列驱动电路(column driver circuit)209连接至相对电极204-1至204-3上。如图20b所示,相应的列驱动器电路209包括电压生成电路211、电流/电压转化电路212、反转电流检测器213、积分器214和比较器215。列驱动器电路209构成一个简单、便宜的调节电路,用于调节施加到电极之间的灰阶电压的电压值。

[0242] 连接至显示电极侧的行驱动器电路208能够产生扫描信号,接续扫描显示电极203-1至203-3。另外,连接至相对电极侧的帧缓存器210能够将所选相对电极上的灰阶指示电压输出至列驱动器电路209。另外,列驱动器电路209能够将对应于输入灰阶指示电压的灰阶电压输出至相对电极,并能够如下所述校正飞行移动电流。所有的行驱动器电路208、列驱动器电路209和帧缓存器210构成一个矩阵驱动电路。在该实施方案中,利用分隔壁207将它们隔离而构成 3×3 图像显示元件,但分隔壁207不是必要元件,可省略。

[0243] 在针对由显示电极203-1至203-3和相对电极204-1至204-3组成的矩阵电极进行驱动控制时通过控制对应于所要显示图像的排序器(未示)来控制行驱动器电路208、列驱动器电路209和帧缓存210的操作,使得 3×3 图像显示元件一个接一个地分别显示。该操作基本上与已知的相同。另外,根据本发明,进行显示中间色图像(灰阶显示)的操作。

[0244] 如果在透明基板上设置显示电极,矩阵电极构成的相应电极由透明和具有图案形成能力的导电材料形成。作为这些导电材料,使用通过溅射法、真空蒸气沉积法、CVD(化学蒸气沉积)法和涂覆法形成薄膜状的金属如铝、银、镍、铜和金,或透明导电金属氧化物如ITO、导电氧化锡和导电氧化锌,或通过施用导电剂与溶剂或合成树脂粘结剂的混合溶液而得到的涂覆材料。

[0245] 导电材料的典型实例包括阳离子聚电解质如氯化苄基三甲基铵、过氯酸四丁基铵等,阴离子聚电解质如聚苯乙烯磺酸酯、聚丙烯酸酯等,或氧化锌、氧化锡或氧化铟的导电细粉末。另外,只要确保导电率并不影响透光性,电极可以是任意厚度,优选为3至1000nm,更优选为5至400nm。前述透明电极材料可用作相对电极,但也可采用非透明电极材料如铝,银,镍,铜,和金。

[0246] 优选将绝缘涂层设置在相应电极上从而不使带电颗粒的电荷逃逸。因为要达到涂

层不使颗粒电荷逃逸的目的,对于可带负电的颗粒最优选使用可带正电的树脂,或对于可带正电的颗粒使用可带负电的树脂。

[0247] 作为构成本发明第三方面图像显示设备的基板、颗粒和分隔壁,可以使用与本发明第一方面和第二方面相同的元件,因此在此省略对其解释。

[0248] 以下按顺序说明本发明第三方面图像显示设备中的图像记录方法和图像读取方法。首先,图像记录方法的一个实施方案如下。

[0249] 首先解释在本发明的图像显示设备中进行的中间色显示(灰度显示)操作和用于其操作的灰度指示电压。在本发明第三方面的图像显示设备中,当颗粒在显示电极 203 和相对电极 204 之间飞行移动时,产生飞行移动电流。据此,如果得到对应于实际飞行移动颗粒电荷总量的飞行移动电流的积分值,可通过将该积分值与预先测定的颗粒电荷平均量比较而得到移动颗粒的量。如果将如此得到的移动颗粒的量除以电极面积,可得到单位面积的颗粒密度。然后,可基于该颗粒密度进行光学计算而得到显示密度。在这种情况下,即使不用光学计算也可以实际测定显示密度。

[0250] 根据以上解释,在本发明第三方面图像显示设备中,将通过预先绘制实际使用电极面积上的显示密度和飞行移动电流积分值之间的关系而得到的数据储存在图 20b 所示的帧缓存器 210 中。作为绘制数据,使用预先测定的灰度指示电压数据,其中颗粒飞行移动时产生的飞行移动电流的积分值对应于目的灰阶的显示密度。

[0251] 在本发明第三方面图像显示设备中进行中间色显示时,因为飞行移动电流的积分值被如下控制为对应于目的灰度的显示密度值:将灰度指示电压(对应于要从帧缓存器 210 显示的像素灰度)输出至总驱动器电路 209 的电压生成电路 211;响应灰度指示电压而从电压生成电路 211 产生灰度电压;将由电流/电压转化电路 212 转化灰度电压而得到的电流输出至电极,所以可显示具有优异再现性的所需中间色密度。

[0252] 另外,在图 20b 所示的驱动器电路 209 中,由于如下进行反馈操作:通过反转电流检测器 213 检测电流/电压转化电路 212 的飞行移动电流输出;通过积分器 21 对飞行移动电流进行积分;和通过比较器 215 将如此得到的积分值与帧缓存器 210 输入的灰度指示电压进行比较,因此可校正飞行移动电流的积分值和对应于上述灰度的灰度指示电压之间的偏差,这样可进一步提高图像显示时的再现性。

[0253] 下面参考图 21a 和 21b 解释用来校正本发明第三方面中间色图像显示(灰度显示)中的飞行移动电流的方法。

[0254] 图 21a 和 21b 示意图分别解释在本发明第三方面图像显示设备中进行中间色图像显示时用来校正飞行移动电流的方法。在该实施方案中,认为当在图像显示设备的图像显示板电极之间施加电压时,产生颗粒飞行移动形成的飞行移动电流以及用于电极之间电容充电的充电电流的流动。首先单纯地观察在电极之间施加电压时的电流流动,然后得出作为飞行移动电流和充电电流之和的观察电流。

[0255] 因为用电极距离、充入电极之间的气体、颗粒的介电常数等进行计算而预先得到充电电流,可通过该计算值由电流观察值得到飞行移动电流。但如果按原样使用计算值,在图像显示板电极之间的单元间隙变化而产生充电电流波形变化时,不能校正显示密度的变化。

[0256] 因此,在该实施方案中,对于所要显示的电流像素和邻近电流像素的像素,如图

21a 所示,观察到第一电流波形(图 21b 左侧显示的电流波形,是当电压 A 低于颗粒飞行移动阈电压时产生的充电电流波形)和第二电流波形(图 21b 右侧显示的电流波形,当电压 B 大于颗粒飞行移动阈电压时产生的观察电流波形),并在充电电流波形的基础上校正观察电流波形。具体地,通过计算(飞行移动电流)=(观察电流)-(充电电流 $\times$ B/A)得到校正后的飞行移动电流,其中用对应于实际所要显示的中间色图像的施加电压作为电压 B。在这种情况下,在颗粒飞行移动电流积分值的基础上进行校正。

[0257] 这样,在本发明图像显示设备中进行中间色图像显示时,用于计算飞行移动电流的电流波形被优化,可校正显示密度的变化。

[0258] 在上述实施例中,通过调节施加在电极之间的电压值实现中间色图像显示。但除了调节上述电压值之外,还可调节施加在电极之间的电压波形、施加时间和施加数目中的一项或多项。

[0259] 下面解释按照以上方式形成图像的图像读出操作,这是本发明最重要的特点。图 22 示意图解释本发明第三方面图像显示设备的图像状态读出操作。在图 22 所示的实施方案中,说明了一种不同于图像记录操作实施方案的 $n \times n$ 矩阵。在上述实施方案中,数字 231 是列驱动器电路,数字 232 是电压生成电路,数字 233 是电流/电压转化电路,数字 234 是反转电流检测器,数字 235 是积分器,数字 236 是 A/D 转化电路,数字 237 是行驱动器电路,数字 238 是帧缓存器,数字 239 是扫描电极,数字 240 是数据电极。扫描电极 239 和数据电极 240 的构造对应于在上述图像记录操作中说明的实施方案。

[0260] 如图 22 所示构造矩阵电极,数据电极 240 除了连接于列驱动器 231 之外还连接于电流/电压转化电路 233 上以检测飞行移动电流。用积分器 235 对检测到的飞行移动电流积分,并将积分值通过 A/D 转化电路 236 转化成数字数据,然后提供给 CPU(未显示)。在该实施方案中,采用在图像显示设备(白色和黑色颗粒如图 20a 所示被填充至由分隔壁 207 确定的相应像素中)中通过图像记录操作预先形成图像,通过使用图像保持性能而保持图像。在处于上述条件下的本发明图像显示设备中,显示图像信息的读出操作如下。

[0261] 首先,记录黑色纯色图像(全黑色)。按照已知驱动力的相同方式构造无源矩阵驱动。在这种情况下,在形成相应图像时对列驱动器 231 提供给数据电极 240 的电流进行积分得到积分值,利用 A/D 转化电路 236 将该积分值转化成数字值(对应于通过行驱动器电路 237 扫描相应扫描电极的计时器(时钟))。然后,重复上述操作直至扫描电极 239 结束对一个图像的扫描操作。在上述图像记录操作中,当在相应像素上显示黑色时通过对飞行移动电流的流动进行积分得到对应于相应像素的“非黑度”即“白度”的值。因此,可沿着总表面读出相应像素的图像密度作为数值。

[0262] 另外,如果对白色纯色图像(全白色)进行相同的操作,可读出相应像素的“非白度”即“黑度”。理论上讲,对白色纯色图像或黑色纯色图像中的一个图像进行写入操作,可读出图像显示状态。但如果针对两种图像进行相同的操作,可通过对白色纯色图像和黑色纯色图像比较得出的数据进行校正,从而实现再现性更高的图像显示状态读出操作。在这种情况下,如果图像显示状态被读出,显示图像是黑色纯色图像或白色纯色图像。因此,根据需要,在预先获得的图像显示状态基础上进行图像形成。

[0263] 在该实施方案中,与上述的图像记录操作一样,优选考虑以下方面。首先,通过上述图像读出操作而改变的图像显示状态可通过在读出图像信息的基础上进行重记录操作

而再现。在这种情况下,无需将图像显示状态重记录成相同的读出图像显示状态。例如,如果预先知道图像显示状态随时间的劣化,图像显示态可被再现为在随时间劣化的基础上校正的图像显示态。

[0264] 另外,在图像显示板的电极之间施加电压时产生的电流流动不仅包括由于颗粒飞行移动而产生的飞行移动电流流动,还包括用于电极之间电容充电的充电电流。因此,如果仅测量电极之间施加电压时的电流流动,可得到飞行移动电流和充电电流的总和。因为充电电流的波形可用电极之间的距离和填充在电极之间的气体与颗粒的介电常数而预先计算,可用该预先计算值由观察电流值计算出飞行移动电流的波形。

[0265] 但在充电电流自身的波形由于板平面上单元间隙的变化而产生偏差的情况下,不能通过上述方法完全校正图像密度的偏差。为了改善该问题,可设想以下方法:将低于颗粒开始移动的阈电压的电压施加至目标像素本身或目标像素的邻接像素,此时产生的电流被设为充电电流,由下式计算飞行移动电流:(测定电流)-A×(充电电流)=(飞行移动电流);(在此,A是当仅观察到充电电流时施加的电压和实际进行中间色显示时施加的电压之间的比率)。

[0266] 在以上说明的本发明第三方面图像显示设备中,具有中间色密度的图像在相应像素上显示,并且图像显示设备具有记忆性能使得中间色密度被读出。在这种情况下,如果可显示例如0-255个中间色密度,可用相应的一个像素作为1字节存储器。另外在该实施方案中,解释了图像显示设备具有记忆性能,可构造一个仅采用记忆性能的图像调节设备。在这种情况下,无需使用透明基板。

[0267] 以下,参考实际实施例对本发明第一方面和第二方面的图像显示设备进行详细解释,但本发明不限于以下实施例。

[0268] <实验1(本发明第一方面的第一实施方案)>

[0269] 在具有上述结构的本发明第一方面第一实施方案的图像显示设备中,为了检查颗粒的最大平均颗粒尺寸R和微凹部分和/或微凸部分之间的关系,制备根据实施例1-6的图像显示设备,其中一个电极的微凹部分具有下表1所示的形状、排列以及下表1所示的平均宽度W、平均高度(深度)H和平均间隔I,其中按照下表1所示的方式调节基板间隔D和颗粒最大平均颗粒尺寸R。对于这样制成的实施例1-6的图像显示设备,进行如下评估:将4(kV/mm)的长方形波形以1(Hz)施加10分钟并随后以10(Hz)施加30分钟,此后在以1(Hz)的重复反转操作过程中用肉眼观察由于颗粒聚集而产生的图像劣化速度。在表1中,符号“◎”表示没有检测到图像劣化的情形,符号“○”表示几乎没有检测出图像劣化的情形,符号“△”描述检测出部分图像劣化但不影响实际使用的情形。

[0270]

[表 1]

编号	形状	构型	平均宽度 W [μm]	平均高度 (深度)H [μm]	平均间隔 I [μm]	基板间隔D [μm]	最大平均 颗粒尺寸 R [μm]	W/R	H/R	I/R	评估 结果
实施例1	环形	晶格	150	50	150	200	20	7.5	2.50	8	◎
实施例2	环形	晶格	50	50	150	200	20	2.5	2.50	8	○
实施例3	环形	晶格	40	50	150	200	20	2.0	2.50	8	△
实施例4	环形	晶格	150	40	150	200	20	7.5	2.00	8	△
实施例5	环形	晶格	150	50	500	200	20	7.5	2.50	25	◎
实施例6	环形	晶格	150	50	1000	200	20	7.5	2.50	50	○

[0271] 根据表 1 所示的结果,研究这样得到的评估结果以及 W/R、H/R 和 I/R 的关系。认为优选将 W/R 设定为 2 或更多,H/R 设定为 2 或更多,I/R 设定为 50 或更低。

[0272] 在以上实施例中,电极被设置在基板上。但为了实现本发明,只要存在用于产生电

场的电极,无需总将电极设置在基板上。可远离基板设置电极。

[0273] <实验 2(本发明第一方面的第二实施方案)>

[0274] 在具有上述结构的本发明第一方面第二实施方案的图像显示设备中,为了检查最大平均尺寸 R(即两种或多种颗粒的平均颗粒尺寸的最大值)和微切孔之间的关系,制造根据实施例 11-16 的图像显示设备,其中一个电极上的微切孔具有下表 2 所示的形状和排列以及下表 2 所示的平均宽度 W 和平均间隔 I,其中基板间隔和颗粒的最大平均颗粒尺寸 R 按照下表 2 所示进行调节。对于如此制成的根据实施例 11-16 的图像显示设备,如下进行评估:将 4(kV/mm) 的长方形波形以 1(Hz) 施加 10 分钟并随后以 10(Hz) 施加 30 分钟,随后在 1(Hz) 重复反转操作过程中通过肉眼观察由于颗粒聚集而产生的图像劣化速度。在表 2 中,符号“◎”表示没有检测到图像劣化的情形,符号“○”表示几乎没有检测出图像劣化的情形,符号“△”表示检测出部分图像劣化被不影响实际使用的情形。

[0275]

[表 2]

编号	形状	构型	平均宽度 W [μm]	平均间隔 I [μm]	基板间隔D [μm]	最大平均 颗粒尺寸R [μm]	W/R	I/R	评估结果
实施例11	环形	晶格	300	0.5	0.5	15	20.0	33	◎
实施例12	环形	晶格	150	0.5	0.5	15	10.0	33	○
实施例13	环形	晶格	50	0.5	0.5	15	3.3	33	△
实施例14	环形	晶格	300	0.5	0.5	15	20.0	33	◎
实施例15	环形	晶格	300	0.75	0.5	15	20.0	50	○
实施例16	环形	晶格	300	1	0.5	15	20.0	67	△

[0276] 根据表 2 所示的结果研究平均宽度 H 和最大平均颗粒尺寸 R 之间的关系以及平均间隔 I 和最大平均颗粒尺寸 R 之间的关系。认为优选将 W/R 设定为 10 或更多,将 I/R 设定为 50 或更低。

[0277] 在以实施例中,电极被设置在基板上。但为了实现本发明,只要存在用于产生电场

的电极,无需总是将电极设置在基板上。因此,电极可远离基板设置。

[0278] <实验 3(本发明第二方面的第一实施方案)>

[0279] 对于相应的实施例和比较实施例,如下测定和评估颗粒的性能和图像显示设备的功能。

[0280] (1) 用于涂覆的绝缘元件(树脂)的体积电阻

[0281] 用于涂覆的绝缘元件(树脂)被涂覆于铜板,并根据 JIS H0505-1975 进行测量。

[0282] (2) 用于涂覆的绝缘元件(树脂)的电荷电势

[0283] 通过仅铸造用于涂覆的绝缘元件(树脂)而制备用于测量电荷减少的样品。然后,用 QEA 制造的 CRT2000 装置,在向距离颗粒表面 1mm 远处的电晕放电设备施加 8KV 电压产生电晕放电而使颗粒表面带电的情况下,在电晕放电之后 0.3 秒时测量表面电势。在这种情况下,测量条件是温度 22℃和湿度 50RH%。

[0284] (3) 用于图像显示的颗粒的含水量

[0285] 用 Karl Fischer 装置测量图像显示设备中颗粒的含水量。

[0286] (4) 溶剂不溶率

[0287] 将用于图像显示的颗粒在 25℃下浸入 MEK 溶剂中 24 小时,在 100℃下干燥 5 小时。然后测量颗粒的重量。根据下式在浸入前后颗粒重量偏差的基础上测量溶剂不溶率:

[0288] 溶剂不溶率(%) = $(B/A) \times 100$;

[0289] (在此,A 是颗粒被浸入溶剂之前的重量,B 是颗粒在 25℃下被浸入良溶剂中 24 小时之后的重量)。

[0290] (5) 颗粒的颗粒尺寸分布和颗粒尺寸

[0291] 将相应颗粒装入 Mastersizer 2000 装置(Malvern Instruments Ltd.)中,用附带的软件(在体积标准分布基础上计算颗粒尺寸分布和颗粒尺寸的软件)由下式得到颗粒尺寸分布跨度:

[0292] 跨度 = $(d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$;

[0293] (在此,d(0.5) 是颗粒尺寸大于或小于该值的颗粒量为 50%时以 μm 表示的颗粒尺寸值,d(0.1) 是颗粒尺寸小于该值的颗粒量为 10%时以 μm 表示的颗粒尺寸值,d(0.9) 是颗粒尺寸小于该值的颗粒量为 90%时以 μm 表示的颗粒尺寸值)。

[0294] (6) 图像显示设备的功能评估

[0295] 对于所制的图像显示设备,通过增加施加的电压进行测量,并将颗粒开始移动显示图像的电压设为最低驱动电压。具体地,图 23 所示的阈电压被设为最低驱动电压。

[0296] 然后,施加最低驱动电压 +10V 的电压并将电势反转,这样重复显示黑色-白色。

[0297] 用反射图像光密度计测量起始对比率、10000 次重复后的对比率和放置 5 天之后的对比率,评估显示功能。在此,对比率得自下式:对比率 = 黑色显示时的反射密度 / 白色显示时的反射密度。作为参考,测量 10000 次重复之后和放置 5 天之后相对起始对比率的对比率保持率。

[0298] (实施例 21)

[0299] 图像显示设备制造如下。

[0300] (A) 绝缘薄膜的形成

[0301] 首先,将氟烃树脂:LF710N(ASAHI GLASS CO., LTD.)涂覆在厚度约 500Å 的玻璃

基板上形成厚度 $1.0\ \mu\text{m}$ 的绝缘薄膜。

[0302] (B) 分隔壁的形成

[0303] 通过熔化、冷却和研磨 SiO_2 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 Bi_2O_3 和 ZnO 的混合物制成玻璃粉末作为无机粉末。制备具有热硬化性能的环氧树脂作为树脂。然后,将玻璃粉末和环氧树脂与溶剂混合并将粘度控制在 12000cps ,制成糊。然后,将糊施用到根据以上 (A) 步骤其上形成绝缘薄膜的基板上,并在 150°C 下加热硬化。通过重复以上施用糊和加热步骤,将厚度(对应于分隔壁的高度)控制为 $200\ \mu\text{m}$ 。随后附着干光致抗蚀剂。对于附着的干光致抗蚀剂进行曝光步骤和刻蚀步骤,制成可用于形成具有线 $50\ \mu\text{m}$ 、空间 $200\ \mu\text{m}$ 和节距 $250\ \mu\text{m}$ 的分隔壁的掩模。然后,通过喷砂处理去除多余部分形成条形的预定分隔壁。

[0304] (C) 图像显示设备的生产

[0305] 用于图像显示的颗粒 A 这样制成:加入丙烯酸类聚氨酯树脂:EAU65B(Asia Industry Co., Ltd.)/IPDI 交联剂:Excel-Hardener HX(Asia Industry Co., Ltd.)、CB(Carbon Black)4phr、电荷控制剂:BontronN07(Orient Chemical Industries Ltd.)2phr(在此,phr 是相对 100 重量份树脂的重量份),通过喷射式研磨机混合、研磨和分粒。

[0306] 用于图像显示的颗粒 B 这样制成:加入丙烯酸类聚氨酯树脂:EAU204B(Asia Industry Co., Ltd.)/IPDI 交联剂:Excel-Hardener HX(Asia Industry Co., Ltd.)、氧化钛 10phr、电荷控制剂:BontronE89(Asia Industry Co., Ltd.)2phr,通过喷射式研磨机混合、研磨和分粒。

[0307] 然后,组装其上设置有厚度约 $500\text{\AA}$ 的氧化铟电极和根据以上 (B) 步骤形成的分隔壁的一对玻璃基板,用隔片控制基板之间的间隔为 $400\ \mu\text{m}$ 。然后,将颗粒 A 和颗粒 B 填充在玻璃基板之间,并将玻璃基板的外周部分用环氧粘合剂连接以密封颗粒,这样制成图像显示设备。

[0308] 颗粒 A 和颗粒 B 的混合量相等,且玻璃基板之间颗粒的填充率(体积占有率)被控制为 $20\text{vol}\%$ 。

[0309] 另外,用于填充图像显示设备中空隙的气体是相对湿度为 $40\%\text{RH}$ 的空气。

[0310] 根据以上 (1)–(6) 步骤的绝缘元件特性、颗粒特性和图像显示设备的功能评估结果在表 3 中给出。

[0311] (实施例 22)

[0312] 图像显示设备按照实施例 21 的相同方式制成,只是用辊涂器涂覆甲基丙烯酸甲酯 ($90\text{wt}\%$) 和甲基丙烯酸全氟辛基乙酯 ($10\text{wt}\%$),并用 UV 硬化以在玻璃基板上形成厚度 800nm 的涂层,除了氟烃树脂涂层,玻璃基板上还有厚度约 $500\text{\AA}$ 的氧化铟电极。

[0313] 根据以上 (1)–(6) 步骤的绝缘元件特性、颗粒特性和图像显示设备的功能评估结果在表 3 中给出。

[0314] (实施例 23)

[0315] 图像显示设备按照实施例 21 的相同方式制成,只是 SiO_2 被溅射在基板上形成厚度 200nm 的涂层,除了氟烃树脂涂层,玻璃基板上还有厚度约 $500\text{\AA}$ 的氧化铟电极。

[0316] 根据以上 (1)–(6) 步骤的绝缘元件特性、颗粒特性和图像显示设备的功能评估结

果在表 3 中给出。

[0317] (实施例 24)

[0318] 图像显示设备按照实施例 21 的相同方式制成,只是 C_3F_6 被等离子聚合在基板上形成厚度 $1.5\mu m$ 的涂层,除了氟烃树脂涂层,玻璃基板上还有厚度约 $500\text{\AA}$ 的氧化铱电极。

[0319] 根据以上 (1)–(6) 步骤的绝缘元件特性、颗粒特性和图像显示设备的功能评估结果在表 3 中给出。

[0320] (实施例 25)

[0321] 图像显示设备按照实施例 21 的相同方式制成,只是氟烃碳树脂: KYNAR2500 (ATOFINA JAPAN) 被涂覆在玻璃基板上形成厚度 $3.0\mu m$ 的涂层,除了氟烃树脂: LF710N 涂层,玻璃基板上还有厚度约 $500\text{\AA}$ 的氧化铱电极。

[0322] 根据以上 (1)–(6) 步骤的绝缘元件特性、颗粒特性和图像显示设备的功能评估结果在表 3 中给出。

[0323] 在该实施例中,使用相同种类的氟烃树脂作为树脂,但因为电荷减少速度较快,在显示功能评估方面对比度保持率稍微下降。

[0324] (实施例 26)

[0325] 图像显示设备按照实施例 21 的相同方式制成,只是改变颗粒 A 和 B 生产方法中的研磨条件以改变颗粒的跨度。

[0326] 根据以上 (1)–(6) 步骤的绝缘元件特性、颗粒特性和图像显示设备功能评估的结果在表 3 中给出。

[0327] 在该实施例中,因为颗粒的跨度较大,在显示功能评估方面耐久性稍微下降。

[0328] (实施例 27)

[0329] 图像显示设备按照实施例 21 的相同方式制成,只是没有分隔壁。

[0330] 根据以上 (1)–(6) 步骤的绝缘元件特性、颗粒特性和图像显示设备功能评估的结果在表 3 中给出。

[0331] 在该实施例中,因为没有分隔壁,在显示功能评估方面耐久性稍微下降。

[0332] (比较实施例 1)

[0333] 图像显示设备按照实施例 21 的相同方式制成,只是在基板上没有绝缘薄膜涂层。

[0334] 根据以上 (1)–(6) 步骤的绝缘元件特性、颗粒特性和图像显示设备功能评估的结果在表 3 中给出。

[0335] 在该比较实施例中,因为基板上没有涂覆绝缘元件,驱动电压急剧劣化。

[0336]

[表 3]

	实施例 21	实施例 22	实施例 23	实施例 24	实施例 25	实施例 26	实施例 27	比较实施例 1
树脂	EAU53B/HX	EAU53B/HX	EAU53B/HX	EAU53B/HX	EAU53B/HX	EAU53B/HX	EAU53B/HX	EAU53B/HX
添加剂	CB bontron N07	CB bontron N07	CB bontron N07	CB bontron N07	CB bontron N07	CB bontron N07	CB bontron N07	CB bontron N07
含水量	2.1 wt%	2.1 wt%	2.1 wt%	2.1 wt%	2.1 wt%	2.1 wt%	2.1 wt%	2.1 wt%
不溶率	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%
跨度	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	5.2	1.2	1.2
树脂	EAU204B/HX	EAU204B/HX	EAU204B/HX	EAU204B/HX	EAU204B/HX	EAU204B/HX	EAU204B/HX	EAU204B/HX
添加剂	TiO ₂ , bontron E89	TiO ₂ , bontron E89	TiO ₂ , bontron E89	TiO ₂ , bontron E89	TiO ₂ , bontron E89	TiO ₂ , bontron E89	TiO ₂ , bontron E89	TiO ₂ , bontron E89
含水量	2.1 wt%	2.1 wt%	2.1 wt%	2.1 wt%	2.1 wt%	2.1 wt%	2.1 wt%	2.1 wt%
不溶率	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%
跨度	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	6.1	1.5	1.5
绝缘材料	LF710N	含氟丙烯酸酯	SiO ₂ 溅射	氟化合物 等离子	KYNAR 2500	LF710N	LF710N	无
膜厚度 [μm]	1.5	0.8	0.2	1.5	3	1.5	1.5	-
体积电阻率 [Ω·cm]	1.2×10 ¹⁵	2.5×10 ¹⁴	5.2×10 ¹⁵	3.7×10 ¹⁴	1.3×10 ¹³	1.2×10 ¹⁵	1.2×10 ¹⁵	-
电荷电势 (V)	760	760	760	310	30	760	760	-
间隙中气体的相对湿度 (%)	40	40	40	40	40	40	40	40
分隔壁	存在	存在	存在	存在	存在	无	存在	存在
最低驱动电压 (V)	15	15	13	20	38	22	15	250
起始对比率	8.7	8.8	8.6	8.5	8.9	8.7	8.8	9.2
10000 次之后的对比率 (保持率)	7.83 (90%)	7.91 (90%)	8.1 (94%)	7.92 (93%)	7.83 (88%)	6.96 (80%)	7.13 (81%)	8.28 (90%)
放置 5 天之后的对比率 (保持率)	7.40 (85%)	7.70 (87%)	7.80 (91%)	7.51 (88%)	6.14 (69%)	6.18 (71%)	7.39 (84%)	7.73 (84%)

[0337] < 实验 4 (本发明第二方面的第二实施方案) >

[0338] 在相应的实施例、比较实施例和参考实施例中,如下测定和评估绝缘元件的特性、

颗粒的特性和图像显示设备的功能评估。

[0339] (评估方法)

[0340] 1. 基板的表面粗糙度

[0341] 用原子力显微镜 (“AFM”Seiko Instruments Inc.) 测量算术平均粗糙度 (Ra) 和凹凸平均间距 (Sm)。

[0342] 2. 颗粒的固态性能

[0343] (1) 颗粒的含水量

[0344] 用 Karl Fischer 装置 (“VA-U5”Mitsubishi Engineering-Plastics Corporation) 测量颗粒的水含量。

[0345] (2) 溶剂不溶率 (Nd)

[0346] 将颗粒在 25℃ 下浸入甲基乙基酮溶剂中 24 小时, 在 100℃ 下干燥 5 小时。然后测量颗粒的重量。根据下式 (IV) 在浸入前后颗粒重量偏差的基础上测定溶剂不溶率:

[0347] $Nd(\%) = (B/A) \times 100$ (IV);

[0348] (在此, A 是颗粒被浸入溶剂之前的重量, B 是在颗粒在 25℃ 下被浸入良溶剂中 24 小时之后的重量)。

[0349] (3) 颗粒尺寸分布和颗粒尺寸

[0350] 将相应颗粒装入在 Mastersizer 2000 装置 (Malvern Instruments Ltd.) 中, 测量颗粒尺寸 $d(0.1)$ 、 $d(0.5)$ 和 $d(0.9)$, 用附带的软件 (在体积标准分布基础上用于计算颗粒尺寸分布和颗粒尺寸的软件) 由下式 (III) 得到颗粒尺寸分布跨度:

[0351] $\text{跨度} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$ (III);

[0352] (在此, $d(0.5)$ 是颗粒尺寸大于或小于该值的颗粒量为 50% 时以 μm 表示的颗粒尺寸值, $d(0.1)$ 是颗粒尺寸小于该值的颗粒量为 10% 时以 μm 表示的颗粒尺寸值, $d(0.9)$ 是颗粒尺寸小于该值的颗粒量为 90% 时以 μm 表示的颗粒尺寸值)。

[0353] 3. 显示功能评估

[0354] (1) 最低驱动电压

[0355] 对于所制的图像显示设备, 通过增加施加的电压达到使颗粒开始移动并显示图像的电压来进行测量, 即将图 23 所示的阈电压设为最低驱动电压。

[0356] (2) 对比率

[0357] 施加最低驱动电压 +10V 的电压并将电势反转, 这样重复显示黑色 - 白色。用反射图像光密度计 (“D19C”GretagMacbeth Inc.) 测量起始时、10,000 次重复之后和放置 5 天之后的反射密度。在此, 对比率得自下式: 对比率 = 黑色显示时的反射密度 / 白色显示时的反射密度。作为参考, 测量 10000 次重复之后和放置 5 天之后相对于起始对比率的对比率保持率。

[0358] (用于图像显示的颗粒的生产)

[0359] 两种颗粒 A 和 B 如下制成。

[0360] (1) 颗粒 A; 用于图像显示的颗粒 A 这样制成: 加入丙烯酸类聚氨酯树脂: EAU65B (Asia Industry Co., Ltd.) / IPDI 交联剂: Excel-Hardener HX (Asia Industry Co., Ltd.), CB (Carbon Black) 4phr、电荷控制剂: Bontron N07 (Orient Chemical Industries Ltd.) 2phr (在此, phr 是相对 100 重量份树脂的重量份), 通过喷射式研磨机

混合、研磨和分粒。

[0361] (2) 颗粒 B ;用于图像显示的颗粒 B 这样制成 :加入丙烯酸类聚氨酯树脂 :EAU204B(Asia Industry Co., Ltd.)/IPDI 交联剂 :Excel-Hardener HX(Asia Industry Co., Ltd.)、氧化钛 10phr、电荷控制剂 :BontronE89(Asia Industry Co., Ltd.) 2phr,通过喷射式研磨机混合、研磨和分粒。

[0362] (实施例 31)

[0363] 在设置有约 $500\text{\AA}$ 厚氧化铟电极的 $110\text{ }\mu\text{m}$ 厚玻璃基板上进行溅射,制造高度 $200\text{ }\mu\text{m}$ 的肋形成条形分隔壁。如下制造肋 :将通过熔化、冷却和研磨 SiO_2 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 Bi_2O_3 和 ZnO 制成的玻璃粉末和具有热硬化性能的环氧树脂与溶剂混合,并将粘度控制为 $12,000\text{cps}$,制成糊。然后,将糊施加到基板上并在 150°C 下加热硬化。通过重复以上施加糊和加热步骤,将厚度(对应于分隔壁的高度)控制为 $200\text{ }\mu\text{m}$ 。

[0364] 随后附着干光致抗蚀剂。对于附着的干光致抗蚀剂进行曝光步骤和刻蚀步骤形成具有线 $50\text{ }\mu\text{m}$ 、空间 $200\text{ }\mu\text{m}$ 和节距 $250\text{ }\mu\text{m}$ 的分隔壁的掩模。然后,通过喷砂处理去除多余部分形成条形的预定分隔壁。

[0365] 接触颗粒的基板表面的算术平均粗糙度 (R_a) 和凹凸平均间距 (S_m) 在表 4 中给出。

[0366] 然后,组装一对玻璃基板,用隔片使基板之间的间隔被控制为 $400\text{ }\mu\text{m}$ 。然后,将 $d(0.5)$ 为 $6\text{ }\mu\text{m}$ 的颗粒 A 和颗粒 B 填充在玻璃基板之间,并将玻璃基板的外周部分通过环氧粘合剂连接以密封颗粒,这样制成图像显示设备。颗粒 A 和颗粒 B 的混合含量相等,且玻璃基板之间的颗粒填充率被控制为 $20\text{vol}\%$ 。另外,填充图像显示设备空隙的气体是相对湿度 $40\%\text{RH}$ 的空气。最低驱动电压和对比率的测定结果在表 4 中给出。

[0367] (实施例 32, 33 和比较实施例 11, 12)

[0368] 图像显示设备按照实施例 31 的相同方式制成,只是如表 4 所示通过改变溅射条件来改变算术平均粗糙度 (R_a) 和凹凸平均间距 (S_m)。最低驱动电压和对比率的测定结果在表 4 中给出。

[0369] (参考实施例 1)

[0370] 图像显示设备按照实施例 31 的相同方式制成,只是如表 4 所示通过改变颗粒生产步骤过程中的研磨条件而改变颗粒尺寸分布跨度。最低驱动电压和对比率的测定结果在表 4 中给出。

[0371] (参考实施例 2)

[0372] 图像显示设备按照实施例 31 的相同方式制成,只是不形成分隔壁。最低驱动电压和对比率的测定结果在表 4 中给出。

[0373] (实施例 34, 35 和比较实施例 13)

[0374] 图像显示设备按照实施例 31 的相同方式制成,只是颗粒 A 和 B 的 $d(0.5)$ 值是 $20\text{ }\mu\text{m}$,算术平均粗糙度 (R_a) 和凹凸平均间距 (S_m) 如表 4 所示改变。最低驱动电压和对比率的测定结果在表 4 中给出。

[0375] (实施例 36)

[0376] 图像显示设备按照实施例 34 的相同方式制成,只是用辊涂器将含硅石细颗粒 :SS 20(Japan Silica Ltd.) 的氟烃树脂 :LF710N(ASAHI GLASS CO., LTD.) 进一步涂覆到基板

上形成厚度 $1\ \mu\text{m}$ 的涂层。最低驱动电压和对比率的测定结果在表 4 中给出。

[0377] (对比例 14)

[0378] 图像显示设备按照实施例 34 的相同方式制成,只是用辊涂器将氟烃树脂: LF710N(ASAHI GLASS CO.,LTD.) 进一步涂覆到基板上形成厚度 $1\ \mu\text{m}$ 的涂层。最低驱动电压和对比率的测定结果在表 4 中给出。

[0379]

[表 4-1]

	实施例 31	实施例 32	实施例 33	比较实施例 11	比较实施例 12	参考实施例 1
颗粒 A	树脂	EAU53B/HX	EAU53B/HX	EAU53B/HX	EAU53B/HX	EAU53B/HX
	添加剂	CB	CB	CB	CB	CB
	含水量	bonttron N07	bonttron N07	bonttron N07	bonttron N07	bonttron N07
		2.10%	2.10%	2.10%	2.10%	2.10%
	溶剂不溶率	87%	87%	87%	87%	87%
颗粒 B	d(0.5)(μm)	6	6	6	6	6
	跨度	1.2	1.2	1.2	1.2	5.2
	树脂	EAU204B/HX	EAU204B/HX	EAU204B/HX	EAU204B/HX	EAU204B/HX
	添加剂	TiO ₂ , bonttron E89	TiO ₂ , bonttron E89	TiO ₂ , bonttron E89	TiO ₂ , bonttron E89	TiO ₂ , bonttron E89
	含水量	2.10%	2.10%	2.10%	2.10%	2.10%
基板性能	溶剂不溶率	87%	87%	87%	87%	87%
	d(0.5)(μm)	6	6	6	6	6
	跨度	1.5	1.5	1.5	1.5	6.1
	最外表面	ITO	ITO	ITO	ITO	ITO
	Ra [nm]	100	200	200	800	200
间隔的气体相对湿度 (%RH)	Sm [nm]	100	200	500	700	200
		40	40	40	40	40
	存在	存在	存在	存在	存在	存在
	最低驱动电压 (V)	120	100	60	220	100
	起始对比率	8.70	8.80	8.80	8.50	8.80
显示功能	10000次之后的对比率 (保持速率)	7.85 (90%)	7.85 (90%)	7.81 (90%)	7.92 (93%)	7.13 (81%)
	放置5天之后的对比率 (保持速率)	7.40 (85%)	7.60 (87%)	7.60 (87%)	7.51 (88%)	6.05 (69%)

[0380]

[表 4-2]

	参考实施例2	实施例 34	实施例 35	比较实施例13	实施例 36	比较实施例14
树脂	EAU53B/HX	EAU53B/HX	EAU53B/HX	EAU53B/HX	EAU53B/HX	EAU53B/HX
添加剂	CB bontron N07	CB bontron N07	CB bontron N07	CB bontron N07	CB bontron N07	CB bontron N07
含水量	2.10%	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%
溶剂不溶率	87%	90%	90%	90%	90%	90%
d(0.5)(μm)	6	20	20	20	20	20
跨度	1.2	1	1	1	1	1
树脂	EAU204B/HX	EAU204B/HX	EAU204B/HX	EAU204B/HX	EAU204B/HX	EAU204B/HX
添加剂	TiO ₂ , bontron E89	TiO ₂ , bontron E89	TiO ₂ , bontron E89	TiO ₂ , bontron E89	TiO ₂ , bontron E89	TiO ₂ , bontron E89
含水量	2.10%	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%
溶剂不溶率	87%	90%	90%	90%	90%	90%
d(0.5)(μm)	6	20	20	20	20	20
跨度	1.5	1	1	1	1	1
最外表面	ITO	ITO	ITO	ITO	LF710N/SS20	LF710N
Ra [nm]	200	300	500	50	800	20
Sm [nm]	500	100	200	50	800	20
间隙的气体相对湿度 (% RH)	40	40	40	40	40	40
分隔壁	无	存在	存在	存在	存在	存在
最低驱动电压 (V)	100	60	40	170	15	50
起始对比率	8.60	8.8	8.7	8.8	8.5	8.8
10000次之后的对比率 (保持速率)	7.24 (84%)	7.92 (90%)	7.91 (91%)	7.74 (88%)	7.65 (90%)	7.92 (90%)
放置5天之后的对比率 (保持速率)	6.23 (72%)	7.48 (85%)	7.57 (87%)	7.12 (81%)	7.31 (86%)	7.48 (85%)

[0381] 工业应用

[0382] 根据本发明第一方面的第一实施方案,可通过设置在电极表面上的微凹部分和 /

或微凸部分部分地引入微小不均匀电场。由于微凹部分和 / 或微凸部分产生的微小不均匀电场包括沿横向即沿平行于基板表面方向的电场分量, 横向移动的颗粒被迅速地吸入或抛出并被固定。因此, 可抑制由于颗粒聚集而产生的不均匀颗粒分布。结果, 可改善长期使用过程中的图像质量劣化。

[0383] 根据本发明第一方面的第二实施方案, 通常, 由位于两个平行排列基板上的一对电极施加的使颗粒飞行移动的电场是均匀电场。另一方面, 在本发明的图像显示设备中, 可通过设置在电极表面上的微切孔部分地引入微小不均匀电场。由于微切孔产生的微小不均匀电场包括沿横向即沿平行于基板表面方向的电场分量, 因此横向移动的颗粒被迅速地吸入或抛出并被固定。因此, 可抑制由于颗粒聚集而产生的不均匀颗粒分布。结果, 可改善长期使用过程中的图像质量劣化。

[0384] 本发明第二方面第一实施方案的图像显示设备中颗粒被密封在其中至少一个基板是透明的基板之间, 颗粒移动以显示图像, 其特征在于与颗粒接触的基板表面被薄涂覆以体积电阻不低于 $1 \times 10^{12} [\Omega \cdot \text{cm}]$ 的绝缘元件以提供薄绝缘膜。因此, 可提供具有便宜结构、稳定性改进和驱动电压下降的图像显示设备。

[0385] 在本发明第二方面第二实施方案的图像显示设备中, 无需在驱动时产生强电场, 可用通用电子材料来组装电路, 并且可同时实现稳定性的改进和驱动电压的下降。

[0386] 根据本发明的第三方面, 通过检测颗粒在像素中飞行移动时产生的飞行移动电流而读出图像显示态, 具体地, 图像显示态读出步骤如下进行: 相对显示图像进行总体黑色图像记录或总体白色图像记录, 当进行图像记录步骤时由流过相应像素的飞行移动电流的积分值获得相应像素的显示密度从而读出图像显示密度, 因此可得到有干式设备的飞行响应性、简单和便宜的结构和优异稳定性的图像显示设备, 该设备能读出显示图像的图像显示状态。

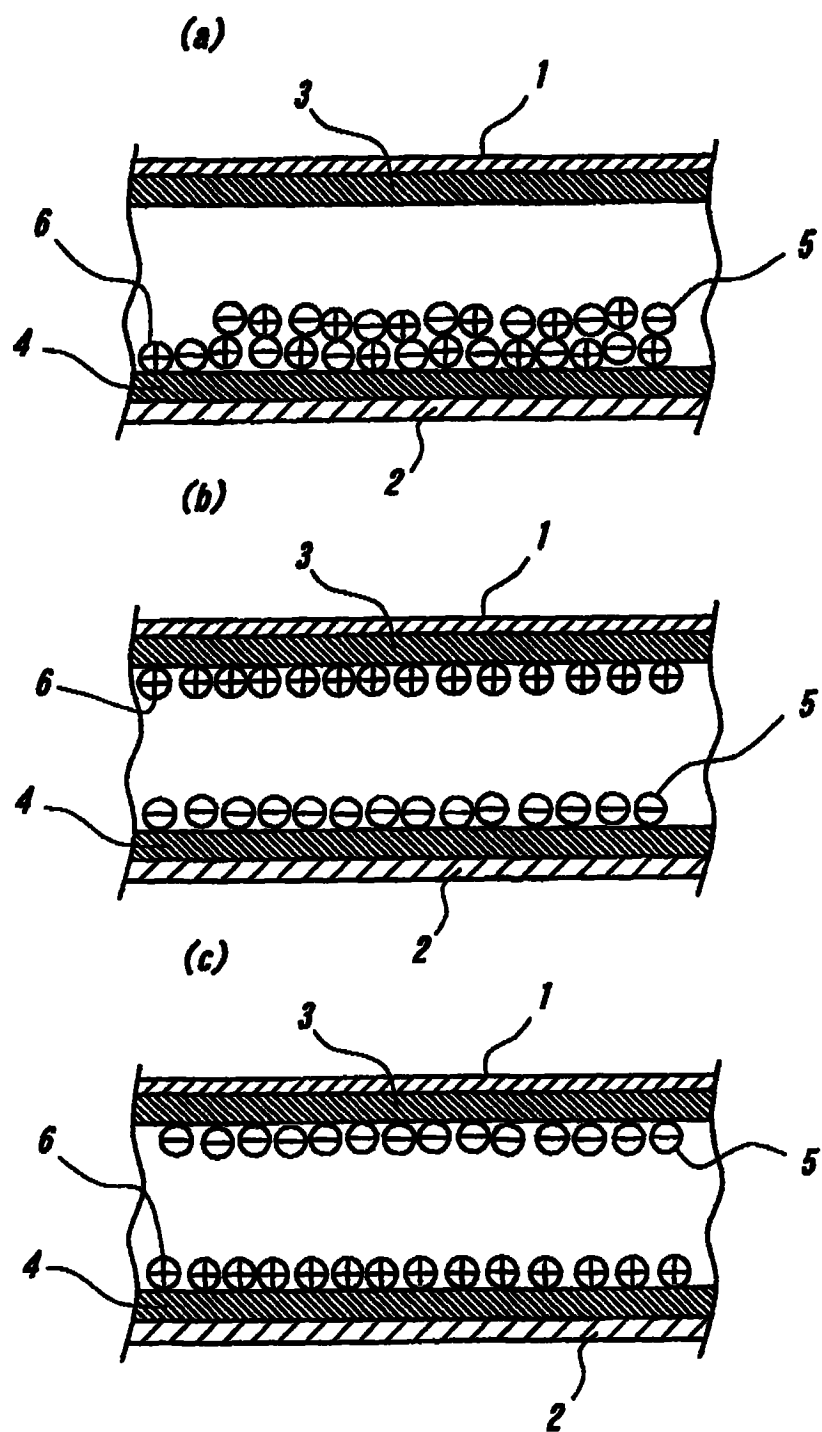


图 1

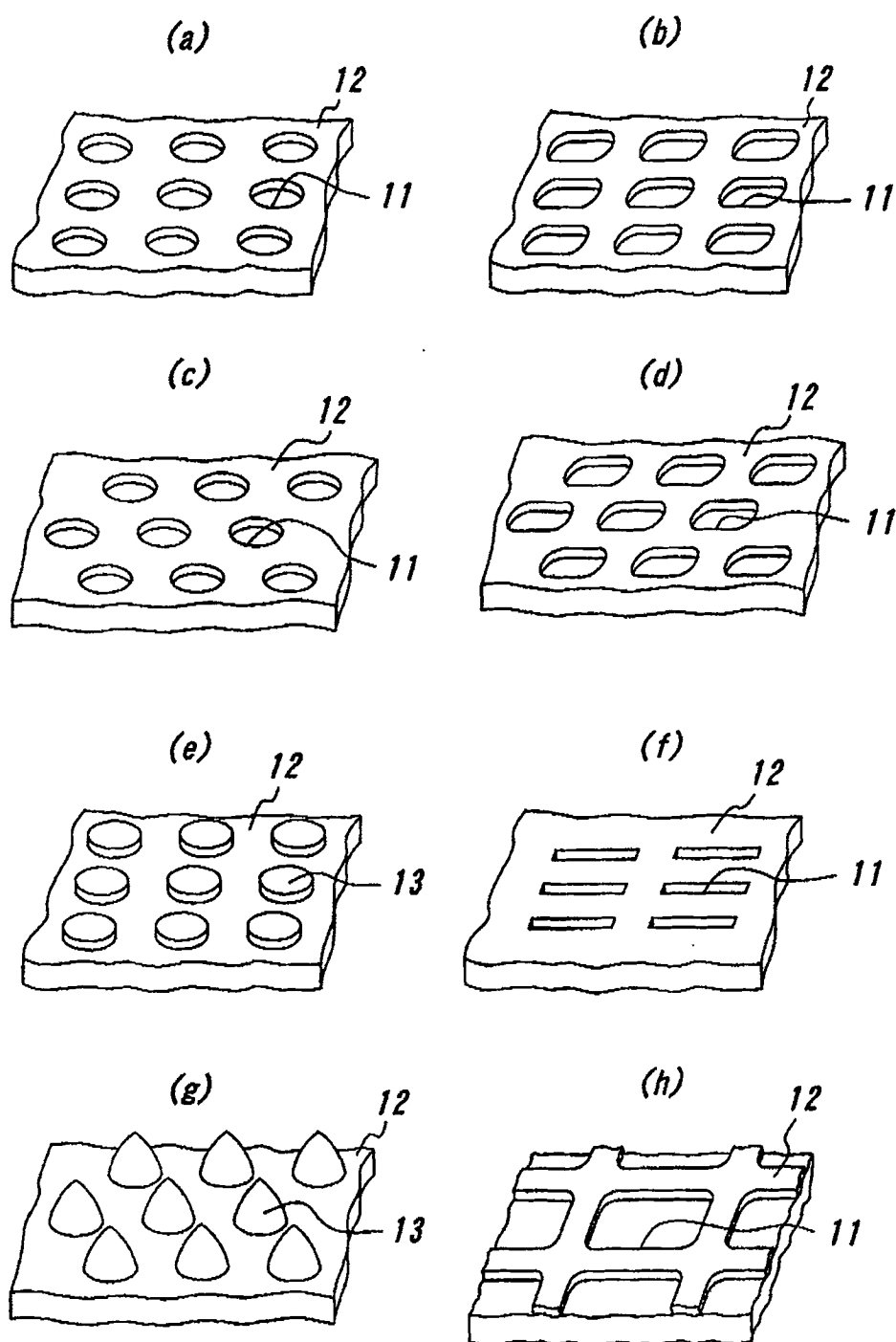


图 2

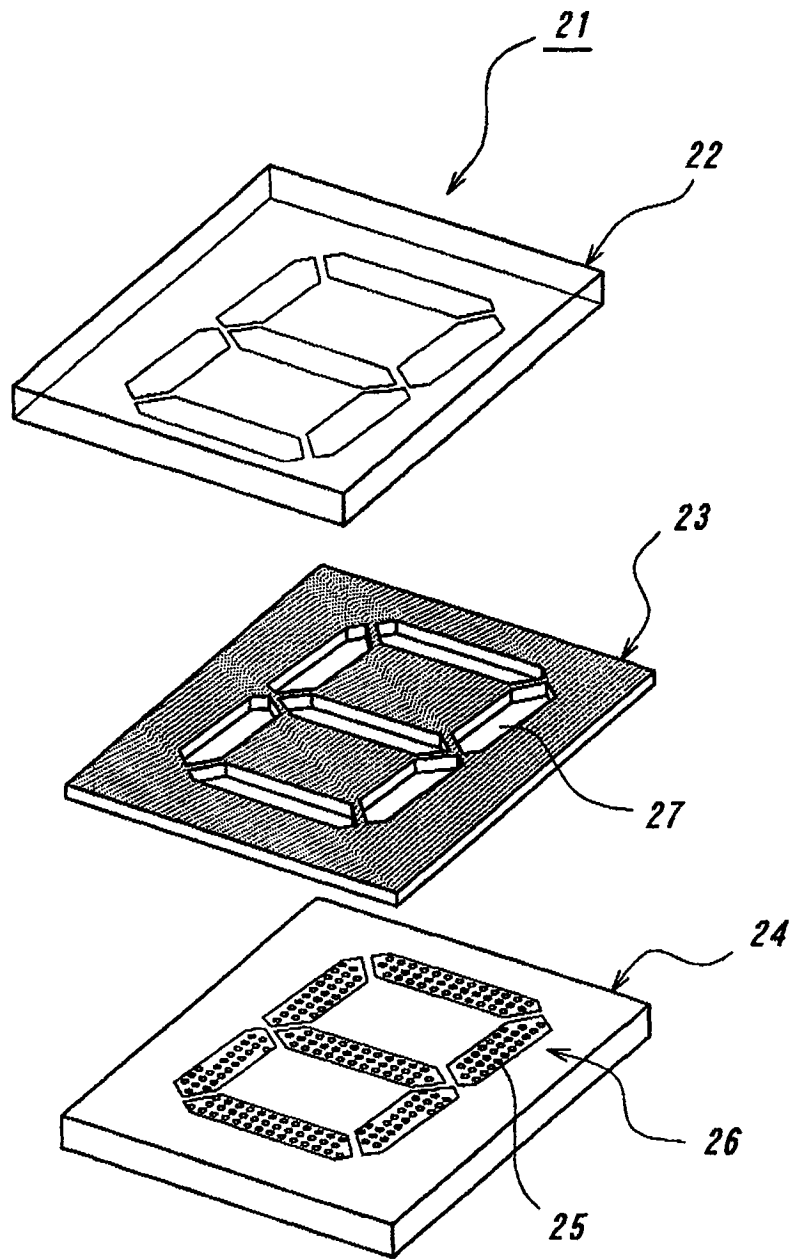


图 3

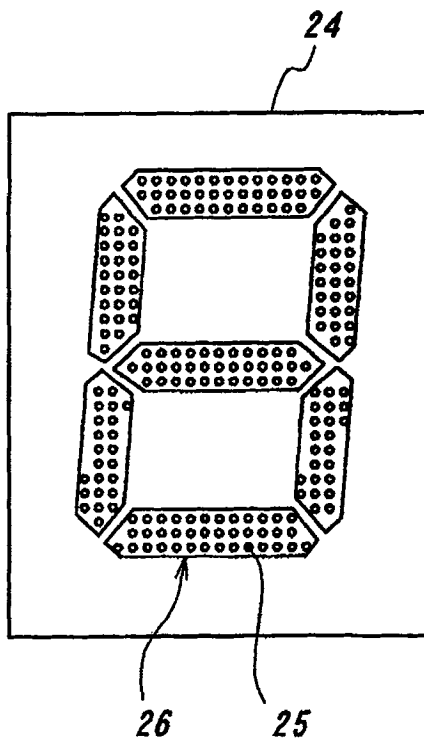


图 4

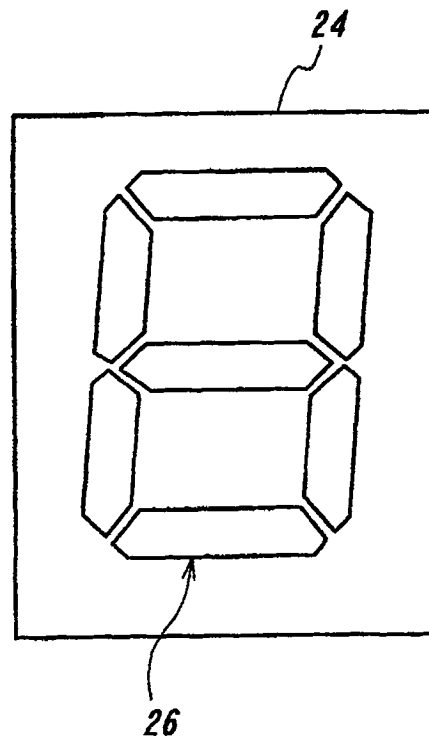


图 5

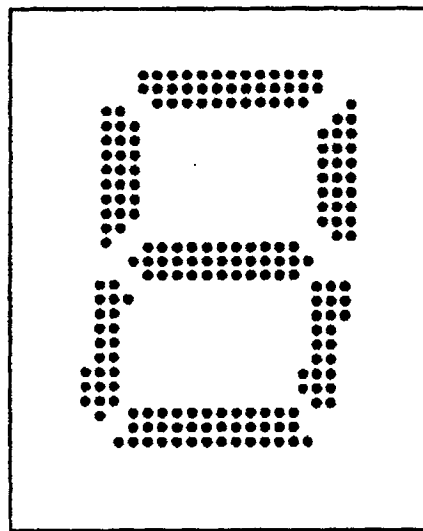


图 6

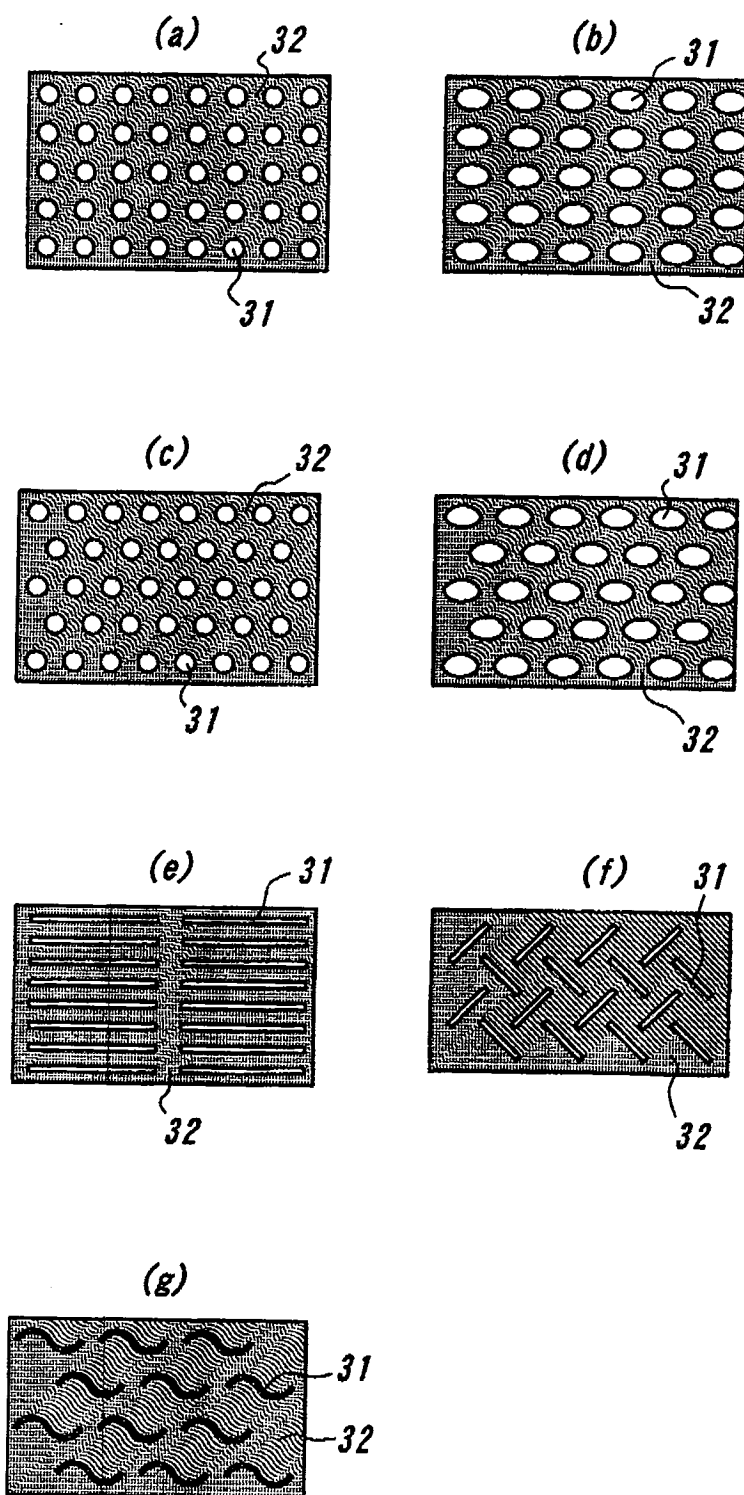


图 7

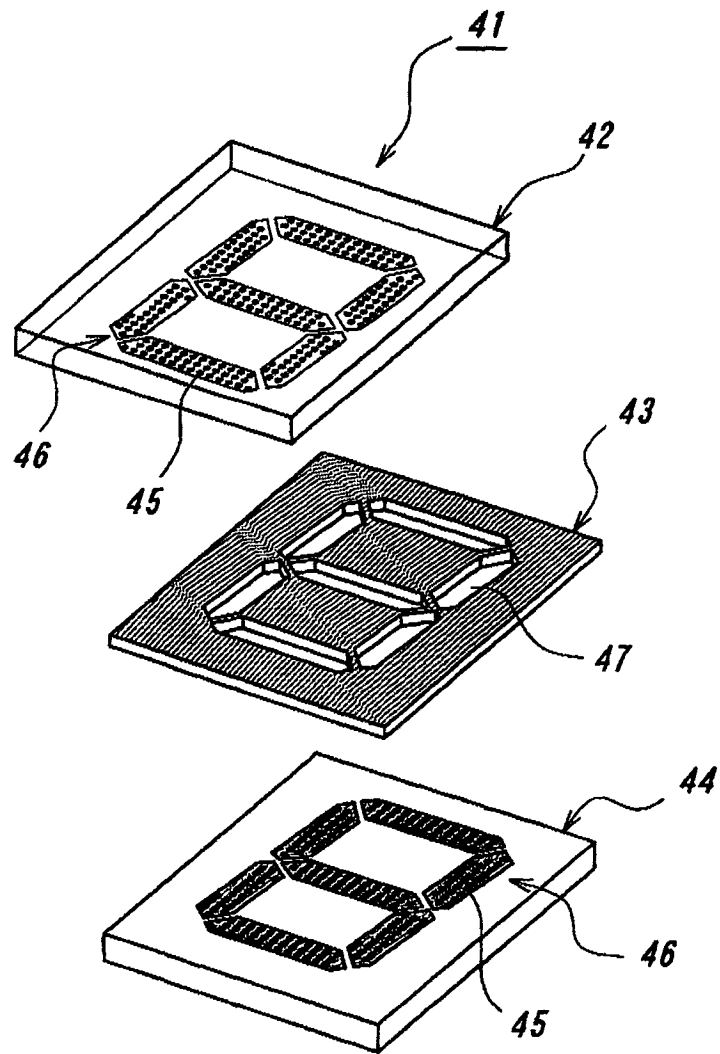


图 8

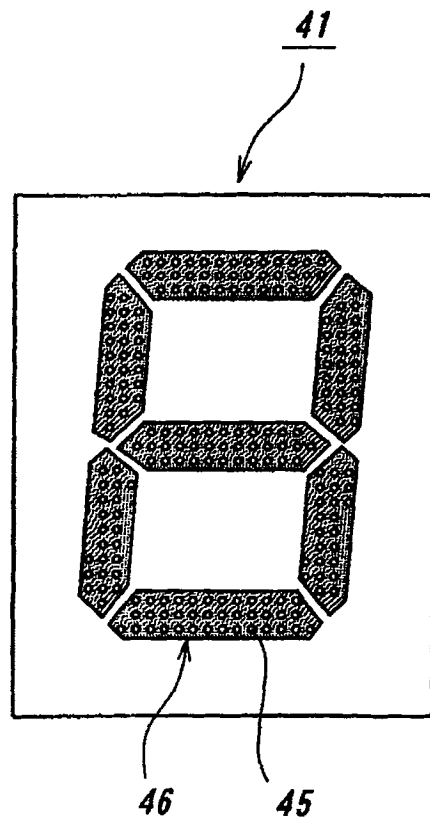


图 9

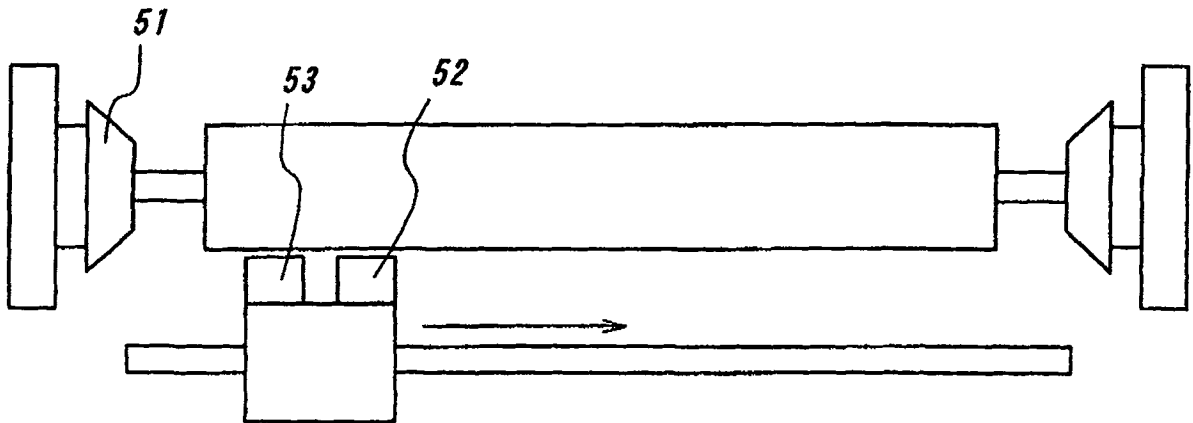


图 10

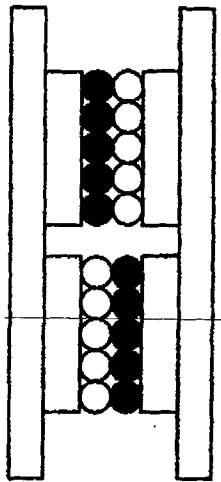
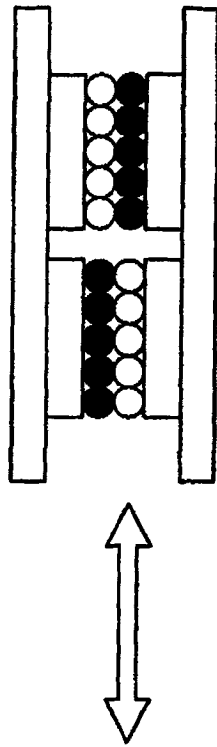


图 11

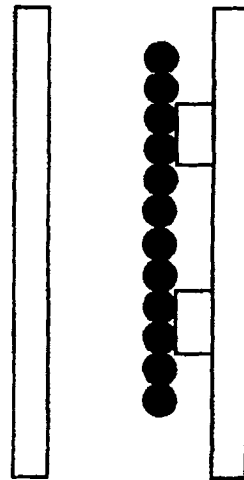
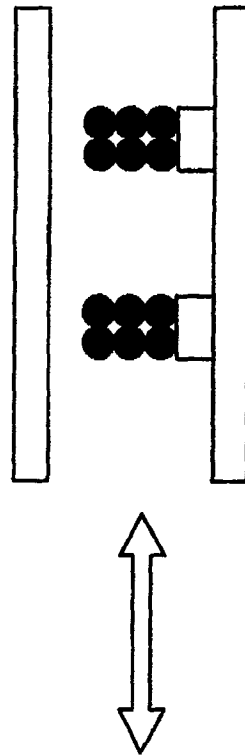


图 12

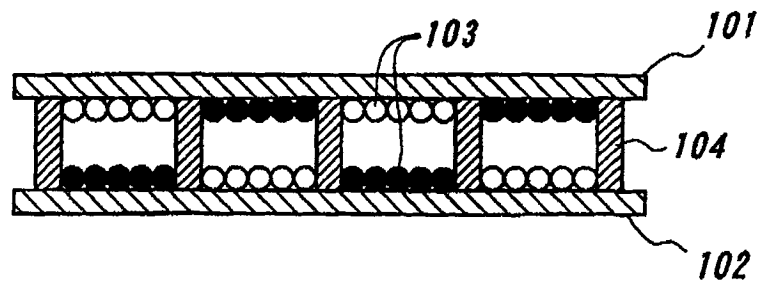


图 13

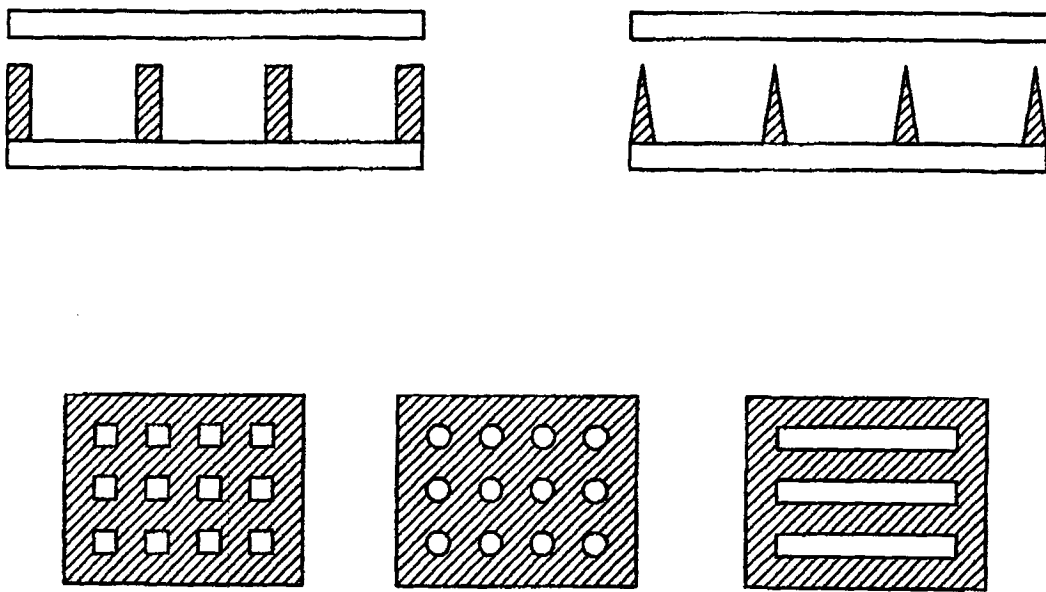


图 14

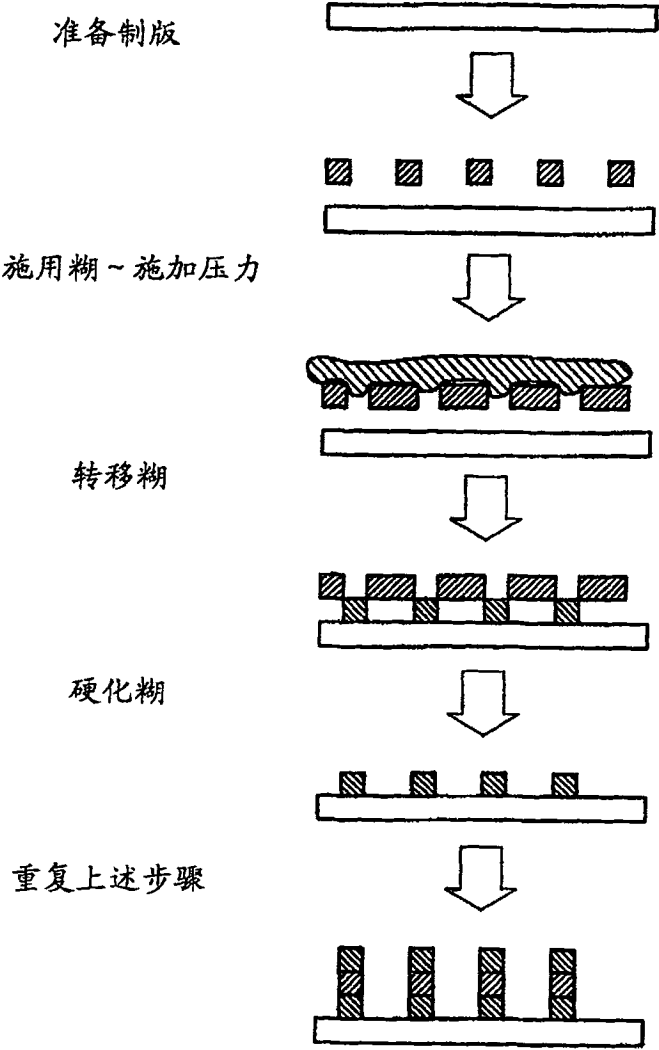


图 15

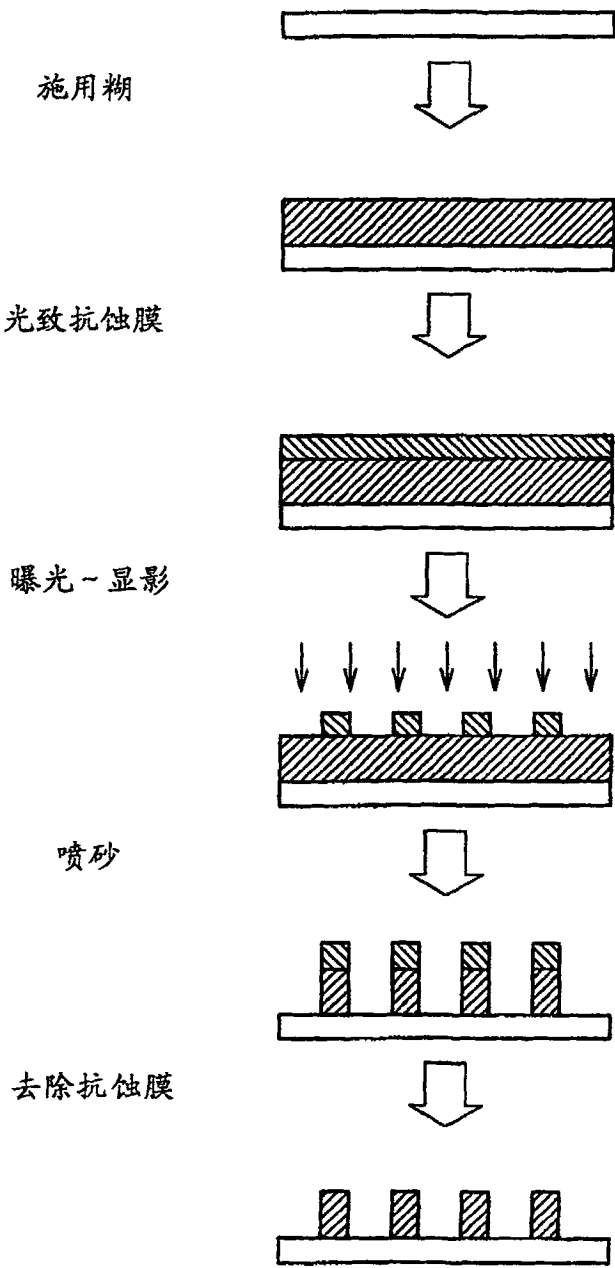


图 16

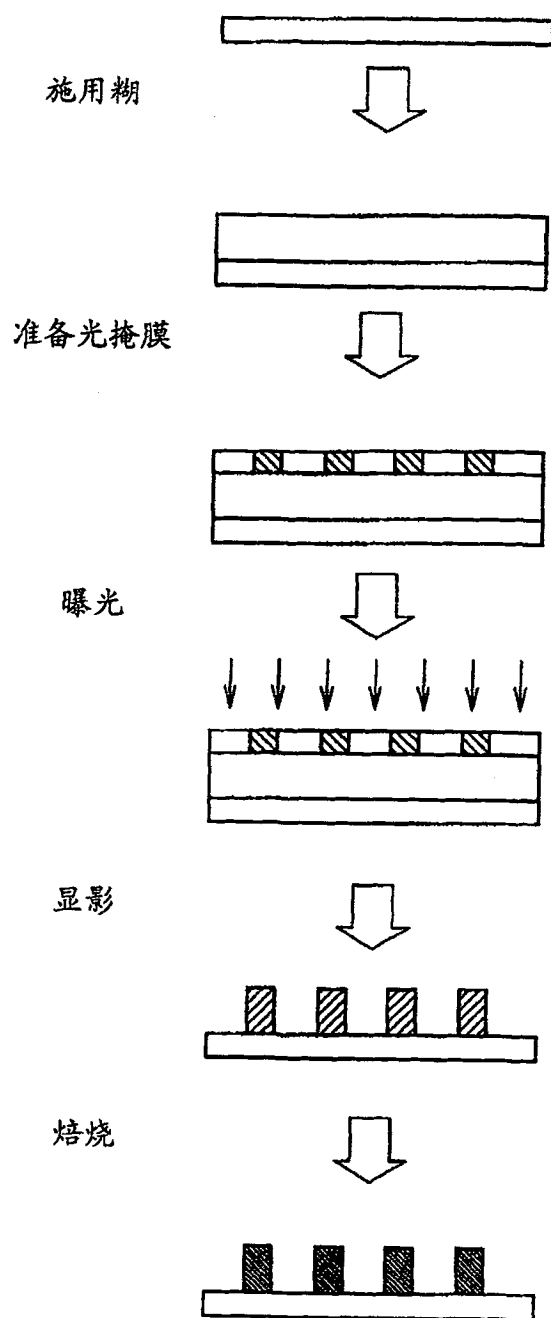


图 17

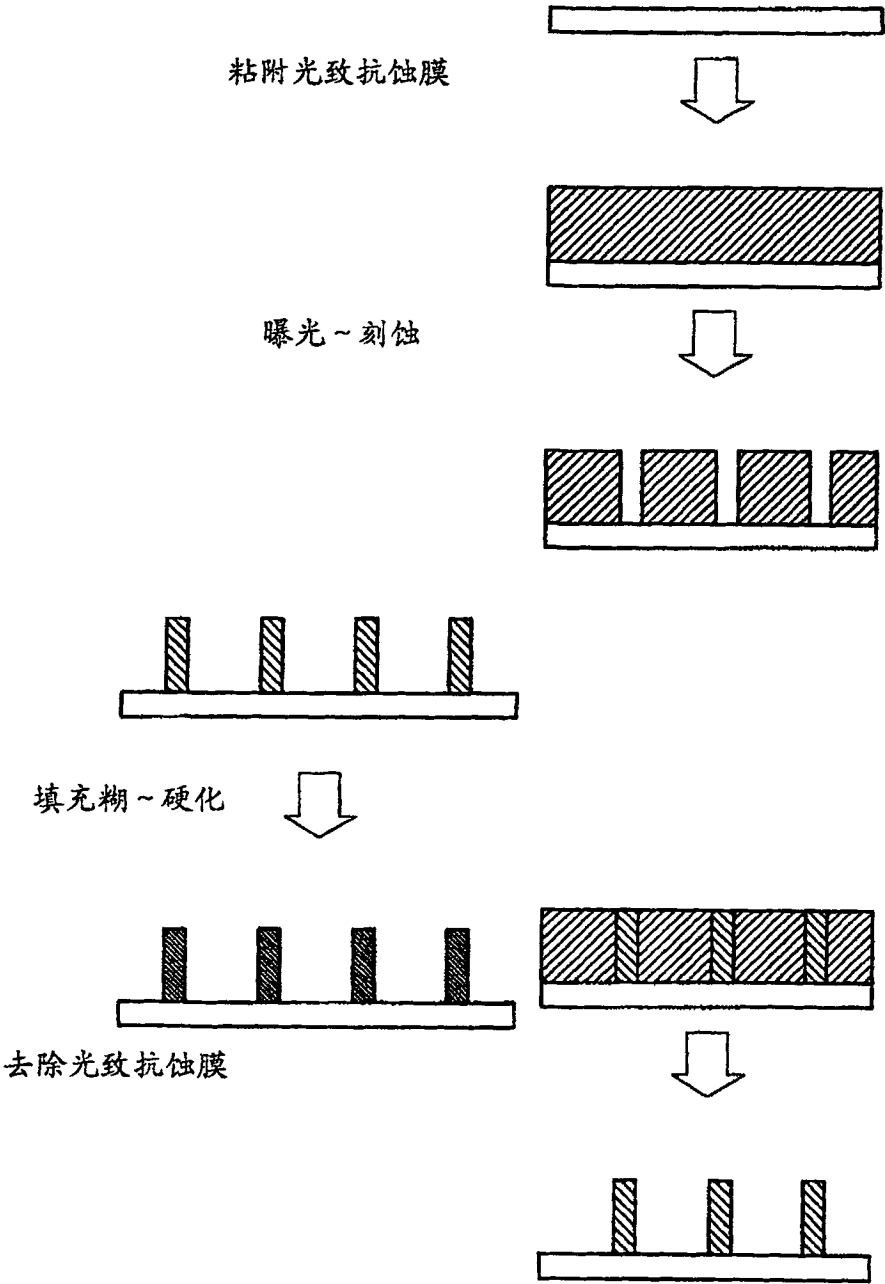


图 18

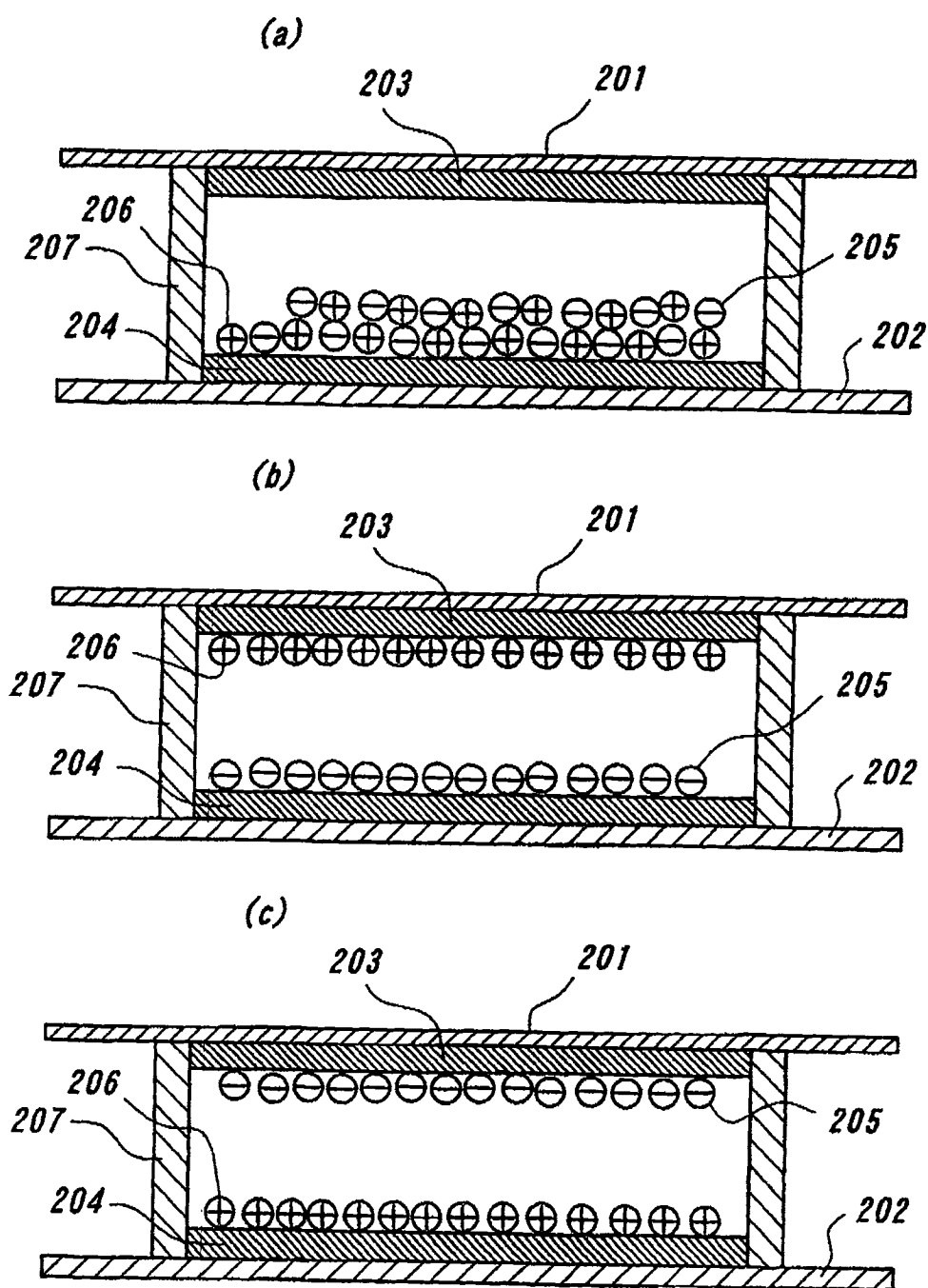


图 19

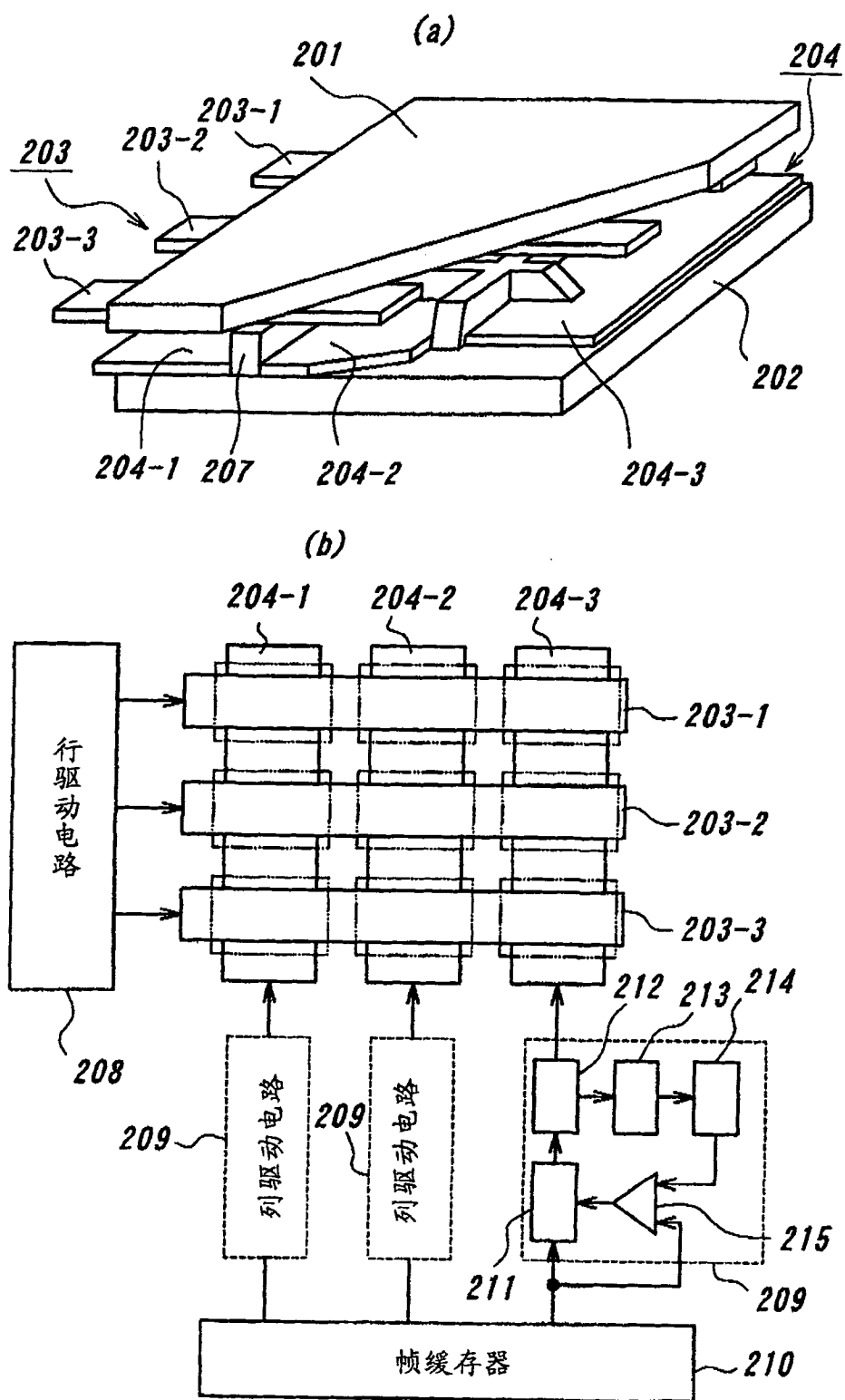


图 20

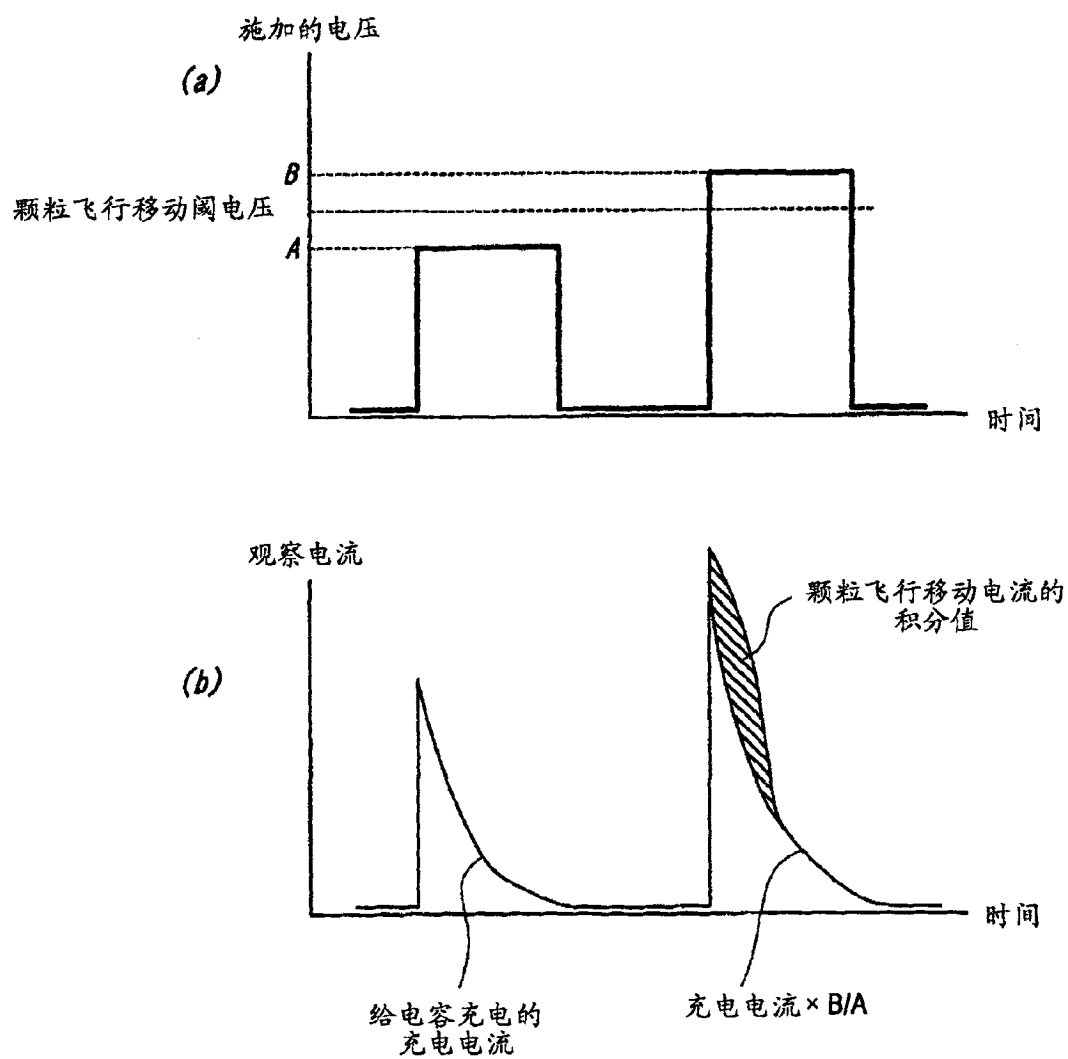


图 21

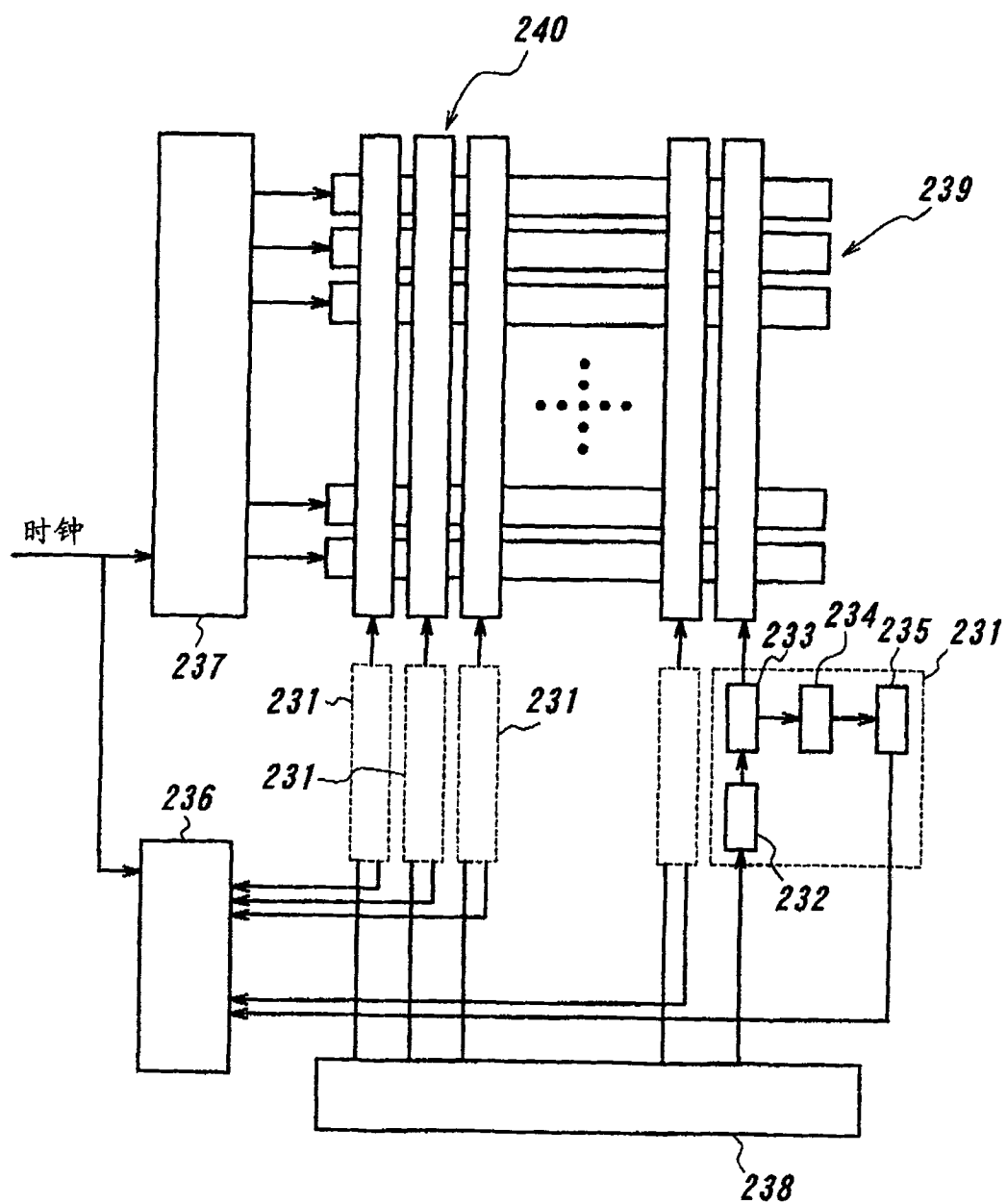


图 22

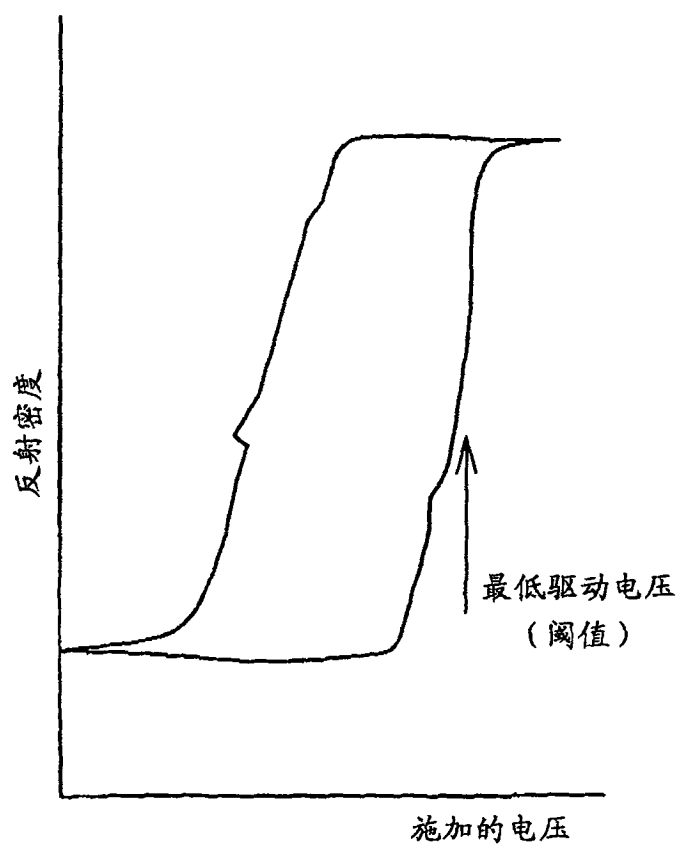


图 23