



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101060048 B

(45) 授权公告日 2010. 11. 03

(21) 申请号 200710100861. 7

(22) 申请日 2007. 04. 20

(30) 优先权数据

2006-117730 2006. 04. 21 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 村上俊介

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 王萍

(51) Int. Cl.

H01J 1/304 (2006. 01)

H01J 29/04 (2006. 01)

H01J 9/02 (2006. 01)

H01J 31/12 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1109205 A, 1995. 09. 27, 说明书第 14 页
第 7 行至第 15 页第 2 行, 附图 9-11.

JP 特开平 9-45232 A, 1997. 02. 14, 全文.

US 6384541 B1, 2002. 05. 07, 全文.

CN 1130840 A, 1996. 09. 11, 全文.

CN 1659671 A, 2005. 08. 24, 说明书第 33 页
第 12 至 18 行.

审查员 郑丽芬

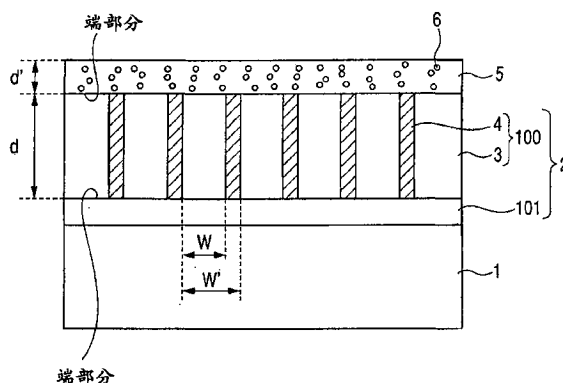
权利要求书 2 页 说明书 18 页 附图 15 页

(54) 发明名称

电子发射装置、图像显示设备及信息显示和
再现设备

(57) 摘要

本发明涉及电子发射装置、电子源、图像显示
设备以及制造电子发射装置的方法, 提供了稳定的
且电子发射属性波动较小的电子发射装置和制造
该电子发射装置的方法。电子发射装置具有基板;
朝向分别基本上垂直于基板的表面的多个圆柱
形第一区域; 在相应的第一区域之间提供的、
并且电阻高于第一区域的电阻的第二区域; 以及
覆盖圆柱形第一区域和第二区域的电子发射层。



1. 一种包括导电层和布置于导电层上方的电子发射层的电子发射装置,其中:

导电层包括这样的表面,该表面至少包括 (A) 多个第一区域和 (B) 在第一区域之间提供的、并且电阻高于第一区域的电阻的第二区域,以及

电子发射层覆盖导电层的表面,并且所述电子发射层作为单个层被设置为横跨在包括所述多个第一区域以及所述第二区域的导电层之上。

2. 根据权利要求 1 所述的电子发射装置,其中,电子发射装置布置于基板的表面上方,多个第一区域布置于基板的表面和电子发射层之间,并且,在所述基板和所述导电层之间布置第三区域,所述第三区域的电阻低于所述第一区域的电阻,并且所述第一区域共同地通过所述第三区域被分别电连接。

3. 根据权利要求 1 所述的电子发射装置,其中,所述多个第一区域分别是柱形区域,这些柱形区域的朝向基本上垂直于基板的表面。

4. 根据权利要求 2 所述的电子发射装置,其中,所述多个第一区域分别是柱形区域,这些柱形区域的朝向基本上垂直于基板的表面。

5. 根据权利要求 3 所述的电子发射装置,其中,电子发射层的膜厚度不大于柱形区域的平均直径。

6. 根据权利要求 4 所述的电子发射装置,其中,电子发射层的膜厚度不大于柱形区域的平均直径。

7. 一种电子发射装置,包括:(A) 一个构件,该构件包括在基板上方设置的多个第一区域,以及在所述多个第一区域之间提供的、并且电阻高于所述第一区域的电阻的第二区域,所述多个第一区域分别为柱形区域;以及 (B) 电子发射层,所述电子发射层作为单个层被设置为横跨在包括所述多个第一区域以及具有较高电阻的所述第二区域的构件上方,并且电连接到所述多个第一区域。

8. 根据权利要求 7 所述的电子发射装置,其中,电子发射层的膜厚度不大于所述第一区域的平均直径。

9. 根据权利要求 7 所述的电子发射装置,其中,在所述基板和所述构件之间布置第三区域,所述第三区域的电阻低于所述第一区域的电阻,并且所述第一区域共同地通过所述第三区域被分别电连接。

10. 根据权利要求 1-8 中的任何一个所述的电子发射装置,其中,电子发射层的主要成分的电阻率高于第一区域的电阻率并且低于第二区域的电阻率。

11. 根据权利要求 1-8 中的任何一个所述的电子发射装置,其中,电子发射层的主要组分是碳。

12. 根据权利要求 1-8 中的任何一个所述的电子发射装置,其中,所述电子发射层的表面是平坦的。

13. 根据权利要求 11 所述的电子发射装置,其中,电子发射层的主要成分具有不小于 $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 并且不大于 $1 \times 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ 的电阻率。

14. 根据权利要求 11 所述的电子发射装置,其中,电子发射层含有多个金属颗粒。

15. 根据权利要求 14 所述的电子发射装置,其中,电子发射层的电阻率主要成分不小于金属的电阻率的 100 倍。

16. 根据权利要求 1-8 中的任何一个所述的电子发射装置,其中,在电子发射层的膜厚

度是 d' 的情况下,满足下列公式 (1)

$$d' \leq \frac{1}{k} \frac{\rho_5^2}{\rho_3 \rho_4} \frac{w' - w}{2},$$

其中, $w' - w$ 是所述第二区域的长度,

ρ_3 、 ρ_4 、 ρ_5 分别是所述第一区域、所述第二区域、所述电子发射层的电阻率,

k 是根据对从第一区域之一流向电子发射层的电子在电子发射层中扩散的范围和从相邻的第一区域流向电子发射层的电子在电子发射层中的扩散的范围的重叠的允许级别而定义的常数。

17. 根据权利要求 1-6 中的任何一个所述的电子发射装置,其中第一区域含有从由 Ti、TiN、Ta、Ta₂N₃、AlN 和 TiAlN 组成的组中选择出的材料。

18. 根据权利要求 1-6 中的任何一个所述的电子发射装置,其中,第二区域含有构成了第一区域的材料的氧化物。

19. 根据权利要求 7 或 8 所述的电子发射装置,其中,所述第一区域含有从由 Ti、TiN、Ta、Ta₂N₃、AlN 和 TiAlN 组成的组中选择出的材料。

20. 根据权利要求 7 或 8 所述的电子发射装置,其中,具有较高电阻的所述第二区域含有构成了所述第一区域的材料的氧化物。

21. 一种图像显示设备,其包括电子源和发光构件,该电子源包括多个电子发射装置,该发光构件经受从电子源发出的电子的照射而发光,其中,该多个电子发射装置分别是根据权利要求 1-8 中的任何一个所述的电子发射装置。

22. 一种信息显示和再现设备,其包括图像显示设备和将接收到的信号传输到图像显示设备并且连接到图像显示设备的接收电路,其中,图像显示设备是根据权利要求 21 所述的图像显示设备。

电子发射装置、图像显示设备及信息显示和再现设备

技术领域

[0001] 本发明涉及电子发射装置、包括电子发射装置的电子源以及包括电子源的图像显示设备。

背景技术

[0002] 电子发射装置包括场致发射型（下面称为“FE 型”）的电子发射装置和表面导电型的电子发射装置。

[0003] 作为 FE 型的电子发射装置，如在日本专利申请特开 No. 2004-071536、日本专利申请特开 No. H08-055564 和日本专利申请特开 No. 2005-26209 中所说明的，包括在平坦的电子发射膜上设置有开口（所谓的“栅极厅（gate hall）”）的栅电极的电子发射装置示例说明了具有较小的扩散的电子束的电子发射装置。在包括这样的平坦的电子发射层的电子发射装置中，在电子发射层上形成了比较平坦的等势面。因此，可以使电子束的扩散比较小。

[0004] 另一方面，具有电子发射装置的图像显示设备必须进行稳定的电子发射，才能确保亮度均匀性和可靠性。具体来说，必须防止电子发射装置在操作过程中被过电流等等毁坏。此外，还必须防止电子发射量随着时间的推移而改变，即，必须使电子发射量的波动比较小。作为其措施，日本专利申请特开 No. 2002-352699 公开了具有多个分离的电极的电子发射装置。日本专利申请特开 No. 2001-250469 公开了具有多孔氧化铝的电子发射装置，其中，包括要用电阻材料填充的以及利用固定材料用诸如颗粒之类的电子发射材料填充的微空间。

发明内容

[0005] 在制造具有上文所描述的平坦的电子发射层的电子发射装置（FE 型电子发射装置）的情况下，必须提供在电子发射层上具有通信开口和栅电极的绝缘层。这样的电子发射装置被置于基板上。

[0006] 然而，取决于构成了电子发射装置的相应的构件的材料和厚度，有时候会产生强度大的应力。此外，有时候，电子发射装置会剥离，或者电子发射层从基板剥离。特别是在膜以碳作为主要组分并具有以主要由类似于金刚石的碳构成的膜和主要由无定形碳构成的膜代表的良好的电子发射属性的情况下，这样的倾向比较显著。

[0007] 此外，层叠一个用于限制电流的电阻层，以便降低包括平坦的电子发射层的电子发射装置中的电子发射量的波动，电子发射层有时候也会由于上文所描述的原因而从基板剥离。

[0008] 此外，在如日本专利申请特开 No. 2004-071536 所公开的电子发射层包含金属的情况下，控制电子发射层中的金属量十分重要。然而，当电子发射层中的金属移动到与电子发射层接触的电极（例如阴极）时，电子发射层中的金属量等等有时候会改变，从而，改变电子发射属性。因此，必须提供一个层，用于防止电子发射层中的金属移动到诸如与电子发射层接触的阴极之类的构件。另一方面，如上文所描述的，还必须防止电子发射层剥离。

[0009] 因此,本发明的目标是提供电子发射量的波动比较小、阻止电子发射层与基板从与电子发射层接触的构件(例如阴极)剥离、电子发射属性波动比较小的电子发射装置,并提供制造这种电子发射装置的方法。

[0010] 为了实现上文所描述的目标,按如下方式实现本发明。

[0011] 即,本发明是包括导电层以及布置于导电层上方的电子发射层的电子发射装置,其特征在于,导电层包括一个表面,该表面至少包括多个第一区域,和在相应的第一区域之间提供的、并且电阻高于第一区域的电阻的第二区域,电子发射层覆盖了导电层的表面。

[0012] 此外,本发明的特征在于包括:(A)基板;(B)朝向分别基本上垂直于基板表面的多个柱形第一区域;(C)在相应的第一区域之间提供的、并且电阻高于第一区域的电阻的第二区域;以及(D)覆盖柱形第一区域和第二区域的电子发射层。

[0013] 此外,本发明是制造电子发射装置的方法,该电子发射装置包括导电层和布置于导电层上方的电子发射层,该方法包括:(i)(a)准备包括多个导电柱形区域的结构的过程,以及(b)准备布置于导电层上方的包含金属的层,以及(ii)对该结构进行加热的过程。

[0014] 本发明的一个方面在于一种包括导电层和布置于导电层上方的电子发射层的电子发射装置,其中:导电层包括这样的表面,该表面至少包括(A)多个第一区域和(B)在第一区域之间提供的、并且电阻高于第一区域的电阻的第二区域,以及电子发射层覆盖导电层的表面,并且所述电子发射层作为单个层被设置为横跨在包括所述多个第一区域以及所述第二区域的导电层之上。

[0015] 本发明的另一个方面在于一种电子发射装置,包括:(A)一个构件,该构件包括在基板上方设置的多个第一区域,以及在所述多个第一区域之间提供的、并且电阻高于所述第一区域的电阻的第二区域,所述多个第一区域分别为柱形区域;以及(B)电子发射层,所述电子发射层作为单个层被设置为横跨在包括所述多个第一区域以及具有较高电阻的所述第二区域的构件上方,并且电连接到所述多个第一区域。本发明的另一个方面在于一种图像显示设备,其包括电子源和发光构件,该电子源包括多个电子发射装置,该发光构件经受从电子源发出的电子的照射而发光,其中,该多个电子发射装置分别是根据本发明的电子发射装置。

[0016] 本发明的另一个方面在于一种信息显示和再现设备,其包括图像显示设备和将接收到的信号传输到图像显示设备并且连接到图像显示设备的接收电路,其中,图像显示设备是根据本发明的图像显示设备。

[0017] 根据本发明,可以提供一种电子发射装置,可以防止从基板剥离,并且不需要提供除阴极以外的用于限制电流的任何电阻层,并且电子发射量的波动较小,还提供了制造电子发射装置的方法。

[0018] 通过下列参考附图对示范性实施例的描述,本发明的其他特征将变得显而易见。

附图说明

[0019] 图1示意性示出了电子发射装置的配置。

[0020] 图2A和2B示意性示出了电子发射装置的配置。

[0021] 图3A、3B、3C、3D、3E、3F、3G和3H示意性示出了制造本发明的电子发射装置的的方法的示例。

[0022] 图 4 示意性示出了具有本发明的电子发射装置的电子源的示例。

[0023] 图 5 示意性示出了具有本发明的电子发射装置的图像显示设备的示例。

[0024] 图 6A、6B、6C、6D、6E、6F、6G 和 6H 示意性示出了制造本发明的电子发射装置的方法的示例。

[0025] 图 7A、7B 和 7C 示意性示出了具有本发明的电子发射装置的电子发射设备的示例。

[0026] 图 8A、8B、8C、8D、8E、8F、8G 和 8H 示意性示出了制造根据本发明的电子发射装置的方法的示例。

[0027] 图 9 示意性示出了具有本发明的电子发射装置的电子发射设备。

[0028] 图 10 示意性示出了本发明的电子发射装置的导电层的截面。

[0029] 图 11A、11B、11C 以及 11D 示意性示出了本发明的电子发射装置的导电层的表面的平面图。

[0030] 图 12 是本发明的信息显示和再现设备的示例的方框图。

具体实施方式

[0031] 下面将以示例性方式并参考图形详细描述本发明的示例性实施例。然而，在下面的实施例中所描述的其尺寸、材料、形状、相对位置等等，除非另作说明，将不意图限制本发明的范围。

[0032] 图 1 示意性示出了本发明的电子发射装置的示例的截面。本发明的电子发射装置布置于基板 1 的表面上方，至少包括导电层 2 和位于导电层 2 上方的电子发射层 5。这里，导电层 2 有时候叫做“阴极”或“电极”。

[0033] 此外，导电层 2 至少包括：多个导电第一区域 3 和在相互相邻的第一区域 3 之间提供的导电属性次于第一区域 3 的区域 4。导电层 2 在其表面上设置有上文所描述的多个第一区域 3 的端部分以及第二区域 4 的端部分。电子发射层 5 安装于导电层 2 的表面上方。因此，可以说，该模式使多个第一区域 3 的端部分和电子发射层 5 建立了电连接。这里，一种模式可以配备有导电层 2 和电子发射层 5 之间的任何层。尽管如此，该模式也将在本发明的范围内，只要它在产生本发明的效果的范围。即，可以说，即使在导电层 2 的表面上方形成例如薄的氧化层，从相应的第一区域 3 向电子发射层 5 提供电子的这种状态也将产生本发明的效果的范围。此外，可以这样重新表述，即多个第一区域 3 中的每一个都是“导电单元”、“导电通道”或“电流通路”，它们基本上彼此被区域 4 隔开不通电。

[0034] 图 1 示出了这样的模式下的电子发射装置：导电层 2 进一步包括第三区域 101，以便有效地从每一个第一区域 3 向电子发射层 5 提供电流。在该模式下，第三区域 101 可以由导电性优于第一区域 3 的导电性的材料构成（或第三区域 101 在电阻方面优于第一区域 3）。在该模式下，多个第一区域 3 将被安装于第三区域 101 的上方。因此，可以说，第一区域 3 分别和共同地通过第三区域 101 建立电连接。在这样的模式下，由于可以形成第三区域 101 以成形膜，因此，第三区域被重新表述为导电膜。在这样的模式下，可以说，第一区域 3 和第二区域 4 被电子发射层 5 和第三区域 101 夹着。第三区域典型地可以由金属膜构成。

[0035] 本发明的电子发射装置可以是这样的模式，其进一步包括在第三区域 101 和第一区域 3 之间添加的电阻器，如图 1 所示。该模式包括第四区域（图中未示出），作为布置于第三区域 101 和每一个第一区域 3 之间的电阻器。可以形成该第四区域以像第三区域那样

使膜成形。因此,第四区域也可以叫做电阻膜。在这样的模式下,每一个第一区域 3 都将通过第四区域进行共同的连接。可以说,这种模式的情况是这样的模式,多个第一区域 3 和第二区域 4 被电子发射层 5 和第四区域夹着。在使用第四区域作为电阻层的情况下,可能有这样的情况:取决于其电阻值,有时候不需要上文所描述的第三区域 101。

[0036] 如此,在第三区域 101 布置于第一区域 3 和基板 1 之间的情况下,驱动电子发射装置的电源连接到第三区域 101。这里,在与第三区域 101 一起使用第四区域的情况下,用于驱动电子发射装置的电源连接到第三区域 101。然而,在第四区域布置于第一区域 3 和基板 1 之间而不使用第三区域 101 的情况下,用于驱动电子发射装置的电源可以连接到第四区域 101。

[0037] 这里,本发明的电子发射装置可以是不包括上文所描述的第三区域 101(和/或第四区域)的模式,如图 10 所示。可以说,这种模式的情况是这样的模式,多个第一区域 3 和第二区域 4 被电子发射层 5 和基板 1 夹着。

[0038] 这里,示出了包括由柱形区域构成的第一区域 3 的模式。然而,第一区域 3 将不限于柱形,而是可以呈现不同的形状,如球状成形。然而,为了密集地提供若干个电子发射点(site)以降低电子发射量的波动,并且为了确保电子发射层 5 和导电层 2 之间的紧密接触,第一区域 3 可以成形为柱形。

[0039] 在第一区域 3 成形为柱形的情况下,导电层 2 至少包括多个柱形第一区域 3 和在导电属性方面次于区域 3 的区域 4。因此,具有这样的多个柱形第一区域 3 和在导电属性方面次于第一区域 3 的第二区域 4 的结构 100 也可以称做“柱形结构”或“柱形晶体”。

[0040] 这里,图 1 中所示的多个柱形区域 3 的朝向分别垂直于基板 1 的表面(平面)。本发明中的柱形区域 3 可以不仅是这样的模式:它们的纵向方向垂直于基板 1 的表面(第三区域 101 的表面)对准,如图 1 所示,而且也可以是这样的模式:它们的纵向方向设置为基本上垂直于基板 1 的表面,如图 10 所示。在该情况下,柱形区域 3 的轮廓线(或柱形区域 3 的中心线)和垂直于基板表面的线形成角度 θ ,该角度越接近 0° 越好。从电子发射属性的均匀性的观点来看,实际范围可以被设置为不小于 0° 并且不大于 30° 的范围。

[0041] 此外,可以说,如图 1 所示的电子发射装置的模式包括大量柱形区域 3,它们的相应的纵向方向基本上在一个方向上对准(在上文所描述的实际范围内),该模式是大量柱形区域 3 中的每一个柱形区域的端部分在它们的纵向方向上被电子发射层 5 覆盖的模式。否则,可以理解成,大量柱形区域 3 中的每一个都包括在其纵向方向相对的两个端部分,纵向方向基本上垂直于基板 1 的表面布置。这里,可以理解成,上文所描述的纵向方向是柱形区域 3 的轮廓线或柱形区域 3 的中心线绘制的方向。

[0042] 这里,可以说,第一区域 3 是柱形的,此外,在包括上文所描述的第三区域 101 的模式下,每一个柱形区域 3 的纵向方向基本上平行于电子发射层 5 与第三区域 101 相对的方向。此外,在第三区域 101 是导电膜的情况下,可以理解成,每一个柱形区域 3 的朝向基本上垂直于电子发射层 5 和作为第三区域 101 的导电膜。

[0043] 柱形区域 3 可以由柱形区域 3 的高度(厚度) d 和直径 W (在平行于基板 1 的表面的方向的“长度”或“宽度”)来规定。考虑到加强电子发射区域的密度,在用平行于基板 1 的表面的平面切断每一个柱形区域 3 时的剖面形状(平面形状)可以是圆形形状。然而,剖面形状也可以是从由三角形、四边形、五边形等等组成的组中选择的多边形形状。

[0044] 在周期性地布置区域 3(第一区域 3)的情况下,长度 W' 对应于单个时段长度(间距)。可以理解成, $W' - W$ 是第二区域 4 的长度。否则,可以理解成, $W' - W$ 是相互相邻的第一区域 3 之间的最短距离。

[0045] 描述了由柱形区域构成第一区域 3 的这种模式。然而,第一区域 3 可以不成形为柱形,而可以是诸如球形之类的其他形状。无论如何,在本发明中,多个第一区域 3 中的每一个都可以被视为被区域 4 彼此电分开的基本上的“导电单元”或“电流通路”。

[0046] 本发明的电子发射装置可以是图 2A 和图 2B 所示意性示出的模式。图 2A 是平面图。图 2B 是沿着图 2A 中的 2B-2B 的剖视图。即,该模式在图 1 所示的电子发射层 5 的上方包括有包含开口的绝缘层 7 和包含开口的第二电极 8。给绝缘层 5 和第二电极 8 提供了通信(穿孔)开口 21。此模式的电子发射装置通过向第二电极 8 施加高于导电层 2 的电势的电势,来从电子发射层 5 发射电子。相应地,第二电极 8 产生使电子发射层 5 发射电场所需的电场。因此,第二电极 8 对应于所谓的“提取电极”或“栅电极”。这里示范的开口 21 是圆形的,但也可以是矩形的或多边形。

[0047] 此外,本发明的电子发射装置可以是图 7A 到 7C 所示意性示出的模式。图 7A 是平面图。图 7B 是沿着图 7A 中的 7B-7B 的剖视图。此外,图 7C 是沿着图 7A 中的 7B-7B 的剖视图的变体。

[0048] 图 2A 和 2B 中所示的模式是电子发射装置只包含一个开口 21 的模式。然而,本发明的电子发射装置可以是如图 7A 所示的电子发射装置包括多个开口 21 的模式。图 7C 示出了电子发射层 5 只布置在开口 21 内侧的模式。这里,为图 7A 到 7C 中的相同构件提供了图 2A 和 2B 中的相同附图标记。

[0049] 具有本发明的电子发射装置的电子发射设备(包括图像显示设备)采用了例如如图 9 所示的三极管结构(导电层 2、第二电极 8 和阳极 9)。当然,也可以如此用二极管结构构成电子发射设备,使得阳极 9 布置得与图 1 中所示的电子发射装置相对,而不使用电极 8。

[0050] 在图 9 中,将作为第三电极的阳极 9 布置得基本上平行于基板 1 的表面,在该处布置了图 2A 和 2B 所示的本发明的模式的电子发射装置。向阳极 9 施加高于电子发射层 5 和第二电极 8 的电势的电势。在驱动时,向第二电极 8 施加高于电子发射层 5 的电势的电势。从而,从电子发射层 5 发出电子。通常,向第二电极 8 施加高于第三区域 101 的电势的电势。向阳极 9 施加比第二电极 8 的电势充分高的电势。由于阳极 9 的电势,发射出的电子穿过开口 21,附于阳极 9 中,并撞到阳极 9。

[0051] 在采用如图 1 所示的柱形结构的情况下,对于导电层 2,可以减轻导电层 2 的整个应力,使电子发射层 5 几乎不会从基板 1 剥离。

[0052] 图 11A 到 11D 示出了从基板 1 的表面上方观看的外观的示例。图 11A 到 11C 示出了每一个区域 3 的平面(剖面)形状是圆形的情况。图 11D 示出了每一个区域 3 的平面(剖面)形状是三角形(作为多边形的示例)的情况。至于多个区域 3 中的每一个区域的平面(剖面)形状,可以布置相同的形状,或者基本相同的形状。否则,可以混合各种模式。

[0053] 可以采用各种放置多个区域 3 的模式。例如,如图 11B 所示,可以布置大量区域 3,以便形成一个蜂窝,以便构成使得加强区域 3 的密度的模式,或形成一个矩阵,以构成图 11A 所示的模式。否则,如图 11C 或图 11D 所示的模式条理性低于(随机性高于)图 11A 或图 11B 的模式。

[0054] 本发明中的模式可以完全用区域 4 将所有区域 3 分开。然而,只要产生本发明的效果,少量的区域 3 可以相互接触,而构成未有效地夹着区域 4 的模式。

[0055] 区域 3 的直径 W 可以由在从上方观看区域 3 时的(在区域 3 的平面形状中的)最小外接圆的直径来定义。换句话说,每一个区域 3 的直径 W 可以由在导电层 2 的表面上方存在的(暴露的)区域 3 的最小外接圆的直径来定义。

[0056] 构成第一区域的材料可以是导电材料,并可以是金属或导电金属化合物。例如,可以使用从由 Be、Mg、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、W、Al、Cu、Ni、Cr、Au、Pt、Pd 等等组成的组中所选择的金属,也可以使用含有这些金属的合金。尤其可以使用从 Ti、TiN、Ta、TaN、AlN 和 TiAlN 组成的组中选择出的具有良好的耐热性的材料。

[0057] 在实践中,区域 3 的高度(厚度) d 在不小于 10nm 并且不大于 $10\mu\text{m}$ 的范围内选择,并可以在不小于 10nm 并且不大于 $1\mu\text{m}$ 的范围内选择。在实践中,区域 3 的直径 W 在不小于 1nm 并且不大于 100nm 的范围内选择,并可以在不小于 1nm 并且不大于 10nm 的范围内选择。在区域 3 是柱状的情况下,区域 3 的上文所描述的高度 d 可以重新表述为柱形区域 3 的纵向方向的长度。否则,该高度可以重新表述为柱形区域 3 的纵向方向上两个端部分之间的距离。这里所描述的两个端部分中的一个是与电子发射层 5 接触的端部分,另一个是与基板 1(或第三区域 101)接触的端部分。

[0058] 布置于相邻的两个区域 3 之间的区域 4 在导电属性方面次于区域 3。

[0059] 此外,第二区域 4 的电阻率(电阻系数) ρ_4 与第一区域 3 的电阻率(电阻系数) ρ_3 的比例(ρ_4/ρ_3)可以尽可能地大,以便扩大本发明的效果。 ρ_4/ρ_3 的实际范围至少不小于 10^4 ,优选情况下,不小于 10^6 ,更优选的是,不小于 10^8 。

[0060] 为了获得电流限制效果,在实践中,电阻率 ρ_4 可以不小于 $10^8\Omega\cdot\text{cm}$,在实践中,可以不小于 $10^8\Omega\cdot\text{cm}$ 并且不大于 $10^{12}\Omega\cdot\text{cm}$ 。另一方面,区域 3 的电阻率 ρ_3 可以不小于 $10^{-6}\Omega\cdot\text{cm}$,在实践中,可以不小于 $10^{-6}\Omega\cdot\text{cm}$ 并且不大于 $10^4\Omega\cdot\text{cm}$ 。在本发明中,不小于 $10^8\Omega\cdot\text{cm}$ 的区域 4 可以重新表述为绝缘体。

[0061] 可以从由氧化物、氮化物和氮氧化合物(包括氧化物和氮化物的混合物)组成的组中选择用于构成区域 4 的材料。具体来说,材料可以是从小于氧化钛、氧化钛和氮化钛的混合物、氧化硅(典型为硅石)、氮化硅和矾土等等组成的组中选择。此外,氧化物比较优选。作为氧化物,可以使用金属氧化物或半导体氧化物。特别地,构成区域 3 的材料的氧化物尤其简单并优选。更优选的是,区域 3 的表面被氧化,以构成区域 4。

[0062] 这里,区域 3 用氮化钛构成。在通过氧化区域 3 的表面形成区域 4 的情况下,区域 4 至少含有氧化钛,有时候还含有氮化钛。利用例如后面所述的实施例 1 中所描述的制造方法,可以简单地形成柱形区域 3。然而,考虑到在驱动电子发射装置时的热稳定性,区域 4 可以通过氧化钛和氮化钛的混合物构成。

[0063] 区域 4 布置于相互相邻区域 3 之间。从而,导电层 2 基本上通过导电层 3 的数量划分(通过区域 3 的直径大小划分)。因此,可以将导电层 2 的膜厚度的方向(导电层 2 和电子发射层 3 层叠的方向)的导电通路限制为区域 3 的大小 W 。即,可以限制穿过阴极导电层 2 到达电子发射层 5 的电流。因此,不必单独地提供限制电流的电阻层。尽管如此,可以使来自电子发射层 5 的电子发射量的波动比较小。

[0064] 这里,对实际测量区域 3 的电阻率 ρ_3 和区域 4 的电阻率 ρ_4 的技术没有特别的限

制,而是可以使用各种技术。例如,本发明的导电层 2 首先置于金属膜上方。随着用扫描隧道显微镜 (STM) 的探针对区域 3 (区域 4) 进行扫描,向金属膜和探针之间的缝隙施加了电压。这样便可以使用测量在区域 3 (区域 4) 流动的电流的方法来测量 ρ_3 (ρ_4)。

[0065] 本发明的电子发射层 5 可以以碳作为主要组分 (基础材料或支配成分) 来构成,因为它们有良好性能和电子发射属性的稳定性。具体来说,电子发射层 5 的主要组分可以从由金刚石、类似于金刚石的碳 (DLC) 以及无定形碳组成的组中选择。然而,电子发射层 5 的主要组分具有高电阻率,并可以基本上充当绝缘体。因此,可以使用类似于金刚石的碳或无定形碳作为电子发射层 3 的主要组分。在实践中,电子发射层 5 的主要成分可以具有不小于 1×10^8 并且不大于 $1 \times 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ 的电阻率。此外,下面将描述细节,但是本发明的电子发射层 5 可以是含有金属的模式。这里,整个电子发射层 3 的电阻率可以不小于 $10^0 \Omega \cdot \text{cm}$ 并且不大于 $10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 。

[0066] 电子发射层 5 需要不是诸如金属膜之类的良导体膜。原因是,在电子发射层 5 是良导体的情况下,在每一个导电通路内的有限范围内 (每一个区域 3) 移动的电子将在电子发射层 5 中扩散,增大了发射电流的波动。

[0067] 另一方面,在电子发射层 5 的电阻系数 ρ_5 (基本上可以重新表述为电子发射层 5 的主要成分的电阻率) 比较大的情况下必须考虑电子发射层 5 的膜厚度 d' 。原因是,具有高电阻的电子发射层 5 的膜厚度 d' 比较大使得难以使电子发射 (区域) 点被认为在电子发射层 5 的表面上或表面的附近存在,以便以低驱动电压发射足够的电子量。

[0068] 对于本发明,从每个相应的第一区域 3 流出的电子在电子发射层 5 中的扩散可以得到控制,使得不会有效地重叠到从其相邻的第一区域 3 流出的电子在电子发射层 5 中的扩散范围。这样的设置使每一个区域 3 都能稳定地从紧上方发射电子。例如,在如图 1 所示的那样区域 3 是柱形的情况下,在多个导电通路 (柱形区域 3) 中流动的电流 (电子) 的移动性范围限于柱形区域 3 的宽度 W 。因此,可以使在有限的电子流动方向上的电流 (电子) 直接到达位于每一个柱形区域 3 的紧上方的电子发射层 5 内的电子发射点,从而缩小电子发射量的波动。

[0069] 从导电层 2 流向电子发射层 5 的电子在电子发射层 5 中的行进方向受电子发射层 5 中的电力线的方向的影响。导电层 2 和电子发射层 5 由基本上不同的材料构成。因此,由于相应的材料的电介质常数 (即电阻率),在导电层 2 和电子发射层 5 之间的边界上发生电力线的弯曲。当电力线弯曲时,电子扩散到导电层 2 和电子发射层 5 在电子发射层 5 中重叠的方向 (“垂直于导电层 2 和电子发射层 5 之间的界面的方向”或“电子发射层 5 的膜厚度的方向”) 之外,朝着电子发射层 5 的表面方向前进。

[0070] 因此,在稳定发射电流 (抑制波动) 时,阻止从多个区域 3 中的某一区域 3 流向电子发射层 5 的一部分电子和从相邻区 3 流向电子发射层 5 的一部分电子从相同的电子发射点发射是十分重要的。换句话说,在稳定发射电流 (抑制波动) 时,抑制从多个区域 3 提供的电子从单个电子发射点发出是十分重要的。

[0071] 利用区域 3 的电阻率 ρ_3 、区域 4 的电阻率 ρ_4 、电子发射层 5 的电阻率 ρ_5 和电子发射层 5 的膜厚度 d' ,可以导出从区域 3 流入电子发射层 5 的电子在电子发射层 5 中的扩散。

[0072] 当电子在电子发射层 5 中的扩散大于 $(w' - w)/2$ 时,从某一区域 3 流出的电子扩

散的范围将重叠到从相邻区域 3 流出的电子扩散的范围上。因此,设计 $w' - w$ 以便产生降低电子发射量的波动的效果是最重要的。当电子的扩散大于 $(w' - w)/2$ 时,从某一区域 3 流出的电子扩散的范围将重叠到从相邻区域 3 流出的电子扩散的范围上,导致降低了电子发射量的波动的效果。因此,必须控制电子发射层 5 的膜厚度 d' 、电子发射层 5 的电阻率 ρ_5 、区域 3 的电阻率 ρ_3 、区域 4 的电阻率 ρ_4 和距离 $(w' - w)$ 的组合,以便可获得抑制电子发射量的波动的效果。

[0073] 即,在本发明中,可以选择膜厚度 d' ,以便抑制以下情况的发生:从区域 3 流向电子发射层 5 的电子在电子发射层 5 中扩散的范围重叠到从相邻区域 3 流向电子发射层 5 的电子在电子发射层 5 中的扩散的范围。

[0074] 因此,可以选择电子发射层 5 的膜厚度 d' ,以便满足下列公式 (1)。

$$[0075] \quad d' \leq \frac{1}{k} \frac{\rho_5^2}{\rho_3 \rho_4} \frac{w' - w}{2}$$

[0076] 其中, k 是根据对从某一区域 3 流向电子发射层 5 的电子在电子发射层 5 中扩散的范围和从相邻区域 3 流向电子发射层 5 的电子在电子发射层 5 中的扩散的范围的重叠的允许级别而定义的常数。

[0077] 在电子发射层 5 的厚度的方向,沿着区域 3 和区域 4 之间的界面,在区域 3 和区域 4 之间的界面的紧上方,在电子发射层 5 中流动的电流密度是 I_0 。在该情况下,常数 k 根据在与区域 3 和区域 4 之间的界面相隔 $(w' - w)/2$ 的区域 4 上方的点紧上方的电子发射层 5 中在厚度方向上流动的电流的密度可以允许为 I_0 的百分之几而变化。具体来说,例如,对于在与区域 3 和区域 4 之间的界面相隔 $(w' - w)/2$ 的区域 4 紧上方的电子发射层 5 中在厚度方向上流动电流的密度被允许最高为 I_0 的 50% 情况下,将给出 $k = 1.0$ 。如果允许的电流密度较低,则 k 的值将进一步变大。

[0078] 作为实际范围,可允许直到 I_0 的 50%,因此, k 的值可以不小于 1.0。

[0079] 这里,在实践中,电子发射层 5 的膜厚度 d' 在不小于 1nm 并且不大于 $1 \mu m$ 的范围内具体选择;优选情况下,从 1nm 并且不大于 100nm;更优选的是,不小于 5nm 并且不大于 20nm。因此,基本上从不小于 1nm 并且不大于 $1 \mu m$ 的值中选择公式 (1) 的左侧。选择右侧的 ρ_4 、 ρ_5 、 ρ_4 的值来匹配该值。

[0080] 在本发明中,将电子发射层 5 布置得横跨多个区域 3。在如图 2A 和 2B 和图 7A 到 7C 所显示的模式下,单个电子发射层 5 置于单个开口 21 内部。电子发射层 5 覆盖了位于单个开口 21 内部的多个区域 3。对于降低电子发射量的偏差和电子束强度的偏差,这些模式是优选的。

[0081] 在以相互分隔的方式布置了多个电子发射层 5 的情况下,电场将趋向于集中到相应的电子发射层的端部分。因此,将难以从电子发射层中的较宽的区域高度均匀地发射电子。因此,对于本发明的电子发射装置,构成单个电子发射装置电子发射层 5 不能是分裂的,而是一体的膜。即,可以将电子发射层 5 设置得横跨构成电子发射装置的多个区域 3。

[0082] 这里,单个电子发射层置于单个开口 21 内部。然而,电子发射层 5 不一定需要覆盖位于单个开口 21 内部的所有区域 3。即,也可以有这样的模式:将电子发射层 5 置于开口 21 内部的一部分中,而将多个区域 3 的一部分暴露于剩余区域中。然而,在理想情况下,

这样的模式可能是理想的：位于开口 21 的内部的所有区域 3 被电子发射层 5 覆盖，如图 7B 和图 7C 所示。换句话说，不将导电层 2 暴露在开口 21 的内部的模式是优选的。

[0083] 本发明的电子发射层 5 的存在主要限于从半导体区域到绝缘体区域的半导体一侧。具体来说，电子发射层 5 的电阻率 ρ_5 可以不小于 $10^0 \Omega \cdot \text{cm}$ 并且不大于 $10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ ，在实践中，可以不小于 $10^2 \Omega \cdot \text{cm}$ 并且不大于 $10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ 。因此，第一区域 3、第二区域 4 和电子发射层 5 可以满足关系 $\rho_3 < \rho_5 < \rho_4$ 。

[0084] 对测量电子发射层 5 的电阻率 ρ_5 的技术将没有特别的限制。例如，通过在电子发射层 5 上方和下方放置导电构件，在上面的和下面的导电构件之间施加不小于 1V 并且不大于 10V 的电压（低于驱动电压的电压）。然后，电流流动，并实现计算。

[0085] 此外，如上文所描述的，本发明的电子发射层 5 可以含有金属。具体来说，在获取良好的电子发射属性时，这样的布置有大量含有金属的颗粒 6 的模式是优选的。对含有金属的颗粒 6 的材料没有特别的限制，只要它们是导电的即可。例如，颗粒 6 可以通过金属颗粒或导电合金颗粒而构成。

[0086] 在电子发射层 5 含有金属的情况下，电子发射层 5 的主要成分（金属除外）的电阻率被设置为大于要含有的金属的电阻率。通过将电子发射层 5 的主要成分的电阻率设置为不小于含有的金属（或颗粒）的电阻率的 100 倍，可以实现具有较低的电场的电子发射。含有金属的电子发射层 5 的主要成分可以是碳，并且具体来说，可以是类似于金刚石的碳或无定形碳。

[0087] 含有金属的颗粒 6 的粒度（直径）被设置为小于电子发射层 5 的膜厚度 d' 。可以将颗粒 6 布置为在电子发射层 5 的膜厚度的方向利用至少两个或更多单位形成一行，以便也将电场集中到颗粒 6 中。因此，颗粒 6 的粒度（直径）可以不大于电子发射层 5 的膜厚度 d' 的四分之一。由于对颗粒 6 的粒度的可控制的特性，下限可以不小于 1nm。此外，至于在电子发射层 5 的膜厚度方向形成一行的至少两个颗粒 6，距离可以被设置为不超过 5nm，这也是为了很好地提供电子。此外，在电子发射层 5 的膜厚度方向形成一行的至少两个颗粒 6 可以彼此接触。如果颗粒 6 有时候彼此接触，但是只是在比较小的接触区域，并且在不超过 5nm 的范围内是分离的，则电子交换是可行的。因此，认为可获得阻止电子发射电流的变化的效果。采用这样的结构，假设电场被集中到电子发射层 5 内存在的导电颗粒上，从电子发射层 5 中发出电子。

[0088] 如上文所描述的，电子发射层 5 需要具有高电阻。因此，在实践中，占据整个电子发射层 5 的金属的百分比可以不小于 10atm% 并且不大于 30atm%。

[0089] 用于绝缘层 7 的理想的材料可以是能够承受高电场的高度抗压材料，其是从由氧化硅（典型为硅石）、氮化硅、矾土、CaF、未掺杂金刚石等等组成的组中选择的。在实践中，绝缘层 7 的厚度被设置为不小于 10nm 并且不大于 $100 \mu\text{m}$ 的范围，并可以从不小于 100nm 并且不大于 $10 \mu\text{m}$ 的范围中选择。

[0090] 从导电材料中选择第二电极 8，例如，可以使用从由 Be、Mg、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、W、Al、Cu、Ni、Cr、Au、Pt、Pd 等等组成的组中选择出的金属，也可以使用含有这些金属的合金。此外，在实践中，其厚度被设置在不小于 10nm 并且不大于 $10 \mu\text{m}$ 的范围内，并可以在不小于 10nm 并且不大于 $1 \mu\text{m}$ 的范围内选择。可以使用与上文所描述的第三区域 101 的材料相同的材料来制造第二电极 8。

[0091] 此外,如图 1、2A 和 2B 以及 9 所示,在基板 1 和柱形结构 100 之间提供了第三区域 101 的情况下,该材料可以具有高导电属性,类似于第二电极 8。此外,作为用于该第三区域 101 的材料,可以使用与上文所描述的第二电极 8 相同的材料。

[0092] 基板 1 是在基板中或基板的表面上方提供的结构。基板 1 可以大体上是绝缘体。对于基板 1,可使用从由石英玻璃、杂质含量较低的玻璃,如 Na 和钠钙玻璃组成的组中选择出的材料。此外,对于基板 1,还可使用层叠构件,其通过溅射法等等将氧化硅(典型为硅石)层叠在硅基板等上方,还可使用诸如矾土等等陶瓷绝缘基板。

[0093] 开口 21 的大小从不小于 10nm 并且不大于 50 μm 的范围中选择,并可以从不小于 100nm 并且不大于 5 μm 的范围中选择。此外,开 21 可以成形为圆形的,或者也可以成形为诸如四边形之类的多边形,对其没有特别的限制。

[0094] 接下来,将描述制造上文所描述的本发明的电子发射装置的过程的示例。然而,本发明对该制造方法没有特别的限制。

[0095] 参考图 3A 到 3H,将描述制造包括涉及本发明的实施例的第一导电层 2 和在第一导电层 2 上方放置了电子发射层 5 的电子发射装置的方法。

[0096] (过程 a)

[0097] 预先在基板 1(其表面已经经过了充分的清洗)的上方提供第三区域 101 和大量柱形区域 3(图 3A)。

[0098] 作为形成大量柱形区域 3 的方法,可以采用下面例子中将描述的控制 TiN 的膜形成条件的方法。

[0099] (过程 b)

[0100] 接下来,在多个柱形区域 3 之间的相应的缝隙中设置在导电属性方面次于柱形区域 3 的区域 4(图 3B 和 3C)。

[0101] 可以通过在含有氧的气体环境中对柱形区域 3 进行加热来形成区域 4。然而,形成区域 4 的方法不限于该方法。

[0102] 通过上文所描述的技术形成的区域 4 含有柱形区域 3 的氧化物。在加热时,柱形区域 3 的表面(在柱形区域 3 的纵向方向上两个端部分中与基板 1 相对的那个端部分的表面)也将被氧化,从而有时候形成氧化层 12。至于加热的方法,可以将基板 1 置于焙烤炉内,用加热器或灯等等对整个基板进行加热。否则,还可以使用利用激光等等只对靶区域进行加热的方法。此外,在加热时使用的气体环境可以是含有氧的气体环境之外的臭氧气体环境。一般而言,任何可以氧化金属的气体环境都是可以的。至于氧化的级别,在实践中,形成的氧化层 12 的厚度形成级别可以在不小于 1nm 并且不大于 20nm 的范围内。适当地选择加热温度和加热时间。

[0103] (过程 c)

[0104] 通过蚀刻去除氧化层 12,以形成由柱形结构 100 和第三区域 101 构成的第二导电层 2(图 3C)。

[0105] 在该情况下,在给随后的过程中形成的电子发射层 5 和第二导电层 2 在基本上垂直于基板 1 的表面的方向上提供充分的电连接的情况下,氧化层 12 可以在一定程度上保留。蚀刻的技术可以是干蚀刻以及湿蚀刻,对其没有特别的限制。此外,可以执行蚀刻以暴露第二导电层 2 的整个表面,也可以利用光刻等等技术,暴露第二导电层 2 的一部分。此外,

可以将区域 4 设计为保留在多个相互相邻的柱形区域 3 之间的缝隙中。

[0106] 这里,作为形成柱状结构 100 的过程,已经描述了从形成柱形区域 3 的过程到形成区域 4 的过程顺序。然而,对于制造本发明的电子发射装置的方法,该顺序中的任何一个过程可以首先进行,也可以几个形成过程同时进行。例如,首先,在第三区域 101 上方形成已知的矾土小孔(对应于上文所描述的区域 4)。可以通过阳极化铝膜形成矾土小孔,从而提供上面有大量纳米尺寸的直径的柱形开口的矾土膜。对于矾土小孔,大量柱状开口可以基本上朝向一个单个方向。例如,如图 11A 和 11B 所示,可以轻松地形成纳米尺寸的开口(对应于图 11A 到 11D 中的符号 3 所表示的区域),以形成矩阵或蜂窝。通过将构成上文所描述的柱形区域 3 的导电材料注入到每一个小孔中,例如,利用电镀法,可以形成如图 3C 所示的柱形结构等等。

[0107] (过程 d)

[0108] 随后,在导电层 2 的上方形成电子发射层 5(图 3E)。

[0109] 可以利用从由汽相沉积法、溅射法、HFCVD(热丝化学气相沉积法)等组成的组中选择出的一种膜形成技术来形成电子发射层 5。然而,对其制造方法没有特别的限制。

[0110] 优选情况下,可以使用碳作为电子发射层 5 的主要成分。在使用含有金属的电子发射层作为电子发射层 5 的情况下,可采用使用射频溅射法,使用石墨靶和金属靶作为多靶从而形成含有金属的碳膜的方法。此外,还可以适当地使用利用石墨和金属的单个混合靶,控制金属含量的方法。否则,在使用类似于金刚石的碳作为电子发射层 5 的主要成分的情况下,首先利用 HFCVD 法形成要成为电子发射层 5 的主要成分的 DLC 膜。此后,可采用利用离子注射法等等使类似于金刚石的碳膜包含金属的方法。即,通过将金属和膜分离以成为电子发射层 5 的主要成分,可以形成含有金属的电子发射层 5。

[0111] 这里,如上文所描述的,本发明的电子发射层 5 有时候含有包含金属的导电颗粒 6。作为该情况下的制造方法,例如添加了下列(过程 e)。

[0112] (过程 e)

[0113] 在形成包括含有金属的颗粒 6 的电子发射层 5 的情况下,在上文所描述的(过程 d)之后进行热处理,以便使电子发射层 5 中存在的金属粘合,以形成多个颗粒 6。

[0114] 可以不在此阶段执行该过程,而是在后面的过程中执行。从不小于 400℃并且不大于 800℃的范围中适当地选择加热温度。通过组合要使用的金属和电子发射层 5 的主要成分的材料,适当地确定加热温度和到该加热温度的加热速率,在该加热温度下的保持时间和加热之后冷却的降温速率。

[0115] (过程 f)

[0116] 在至少执行了上文所描述的过程(a)到(d)之后,在电子发射层 5 上方沉积了绝缘层 7(图 3F)。

[0117] 可以利用一般的真空技术形成绝缘层 7,这种技术可从由喷涂法、CVD 法、真空蒸发沉积法等等组成的组中选择,也可以利用印刷过程等等来形成,但是,对其没有特别的限制。

[0118] (过程 g)

[0119] 在绝缘层 7 上方布置最后成为第二电极(栅电极)的导电层 8。

[0120] 可以利用从由汽相沉积法、通用膜形成技术,如喷涂法、光刻技术等,以及印刷过

程等等组成的组中选择的方法来形成导电层 8,但是,对其没有特别的限制。

[0121] (过程 h)

[0122] 在导电层 8 上形成掩模(图中未显示),该掩模包括图案(开口),用于利用光刻技术等等形成穿透上文所描述的导电层 8 和绝缘层 7 的开口 21。

[0123] 利用上文所描述的掩模,执行刻蚀过程,以形成穿透导电层 8 和绝缘层 7 的开口 21,以到达电子发射层 5 的上表面。此后,去除掩模图案(图 3H)。

[0124] 这里,对蚀刻技术没有限制,开口 21 的平面形状也不限于圆形形状。

[0125] (过程 i)

[0126] 在完成上文所描述的过程(a)到(h)之后,可以提供利用氢修整电子发射层 5 的表面的过程,以便进一步改善本发明的电子发射装置的电子发射属性。利用氢修整电子发射层 5 的表面可以进一步简化电子的发射。

[0127] 利用上文所描述的过程,可以形成本发明的电子发射装置。根据上文所描述的制造方法,通过在区域 3 之间提供区域 4,可以抑制电子发射层 5 中存在的金属通过多个区域 3 的扩散。结果,可以抑制在处理过程中电子发射层中的金属含量的偏差,从而可以形成具有高可再现性和预先确定的属性的电子发射层。即,在需要对含有金属的电子发射层 5 进行加热的过程(例如,上文所描述的过程(e)的加热过程)的情况下,可以抑制电子发射层中的金属含量的偏差。具体来说,如在下面将描述的示例中,已知,在氮化钛的柱形区域 3 之间,电子发射层 5 中包含的金属通过加热而很容易移动。因此,在柱形区域 3 之间放置氧化钛(有时候含有氮)之后执行加热过程,可以优选地抑制上文所描述的偏差。此外,通过利用大量区域 3 构成导电层 2,可以减少这样的问题:由于在制造时和在驱动时在加热过程中产生热量,电子发射层 5(特别是包括碳作为主要组分的层)从导电层 2 剥离。

[0128] 接下来,将描述本发明的电子发射装置的应用示例。

[0129] 通过在同一个基板的表面上布置本发明的多个电子发射装置,例如可以构成电子源和图像显示设备。

[0130] 参考图 4,将描述通过放置本发明的多个电子发射装置而获得的电子源。图 4 包括本发明的基板 1、X 方向布线 42、Y 方向布线 43 和电子发射装置 44。

[0131] X 方向布线 42 通过 m 段布线 Dx_1 、 Dx_2 直到 Dx_m 构成,可以通过从由真空蒸发沉积法、印刷过程、溅射法等等组成的组中选择的方法,并利用导电材料(典型为金属)来构成。可以适当地设计布线的材料、膜厚度和宽度。Y 方向布线 43 通过 n 段布线 Dy_1 、 Dy_2 直到 Dy_n 构成,可以通过采用类似于 X 方向布线 42 的方式形成。在这些 m 段 X 方向布线 42 和 n 段 Y 方向布路 43 之间提供了图中没有显示的层之间的绝缘层,以使两者电绝缘。这里,m 和 n 两者都是正整数。图中没有显示的层之间的绝缘层由利用从由真空蒸发沉积法、印刷过程、溅射法等等组成的组中选择出的方法形成的氧化硅等等构成。

[0132] 构成了电子发射装置 44 的第一电极(阴极)2 电连接到 m 段 X 方向布线 42 中的一段,第二电极(栅电极)8 电连接到 n 段 Y 方向布线 43 中的一段。

[0133] 构成 X 方向布线 42、Y 方向布线 43、第一电极和第二电极的材料可以在一部分组成元件上相同或全部相同,并可以彼此不同。在构成了第一和第二电极的材料以及布线的材料相同的情况下,可以理解成,X 方向布线 42 和 Y 方向布线 43 分别是第一电极和第二电极。

[0134] 图中没有显示的用于施加扫描信号以便选择在 X 方向排列的电子发射装置 44 的行的扫描信号施加单元连接到 X 方向布线 42。另一方面,图中没有显示的用于向在 Y 方向排列的每一列电子发射装置 44 施加调制信号的调制信号生成单元连接到 Y 方向布线 43。向每一个电子发射装置施加的驱动电压被定义为向相关装置施加的扫描信号和调制信号之间的平衡电压。

[0135] 上文所描述的配置选择了单个的电子发射装置,并可以使它独立地操作。下面将参考图 5 描述由这样的电子源利用矩阵布局构成的图像显示设备。图 5 示意性示出了构成了图像显示设备的显示面板 57 的示例。

[0136] 图 5 中包含了包括电子源的基板(有时候叫做“后面板”)1。还包括配备有透明基板 53 的前面板、由发光结构构成的发光结构层 54(其通过用电子束照射诸如布置于透明基板 53 的内表面上的荧光体而发光)和作为阳极的导电膜(有时候叫做金属背)55。还包括支承框架 52。后面板 1 和前面板 56 利用诸如玻璃料之类的粘合剂连接(密封)到支承框架 52。显示了封套(密闭容器)57,这是通过使前面板、后面板和支承框架密封地粘接起来而构成的。图中没有显示的称作“垫圈”的支承构件可以安装在前面板 56 和后面板 1 之间,以构成具有足够的对抗大气压的强度的封套 57。

[0137] 此外,利用参考图 5 描述的本发明的封套(显示面板)(57),可以构成信息显示和再现设备。

[0138] 具体来说,经过接收器和用于调谐接收到的信号的调谐器调谐的信号中包括的信号被输出到显示面板 57,并使其显示或再现在显示面板 57 的屏幕上。上文所描述的接收器可以接收电视广播的广播信号等。此外,上文所描述的经过调谐的信号中包括的信号是指视频信息、文本信息和音频信息中的至少一种。这里,可以理解成,上文所描述的“屏幕”对应于图 5 中所显示的显示面板 57 中的发光结构层 54。此配置可以构成诸如电视机之类的信息显示和再现设备。当然,在广播信号经过编码的情况下,本发明的信息显示和再现设备也可以包括解码器。此外,音频信号还输出到诸如单独提供的扬声器等等之类的音频再现单元中,并与显示在显示面板 57 上的视频信息和文本信息同步地再现出来。

[0139] 此外,例如可以按如下方式执行将视频信息或文本信息输出到显示面板 57 中以显示和/或再现它的方法。首先,基于接收到的视频信息和文本信息,产生对应于显示面板 57 的相应的像素的图像信号。将产生的图像信号输入到显示面板 C11 的驱动电路(C12)。并且基于输入到驱动电路的图像信号,控制从驱动电路施加到显示面板 57 内部的每一个电子发射装置的电压,从而显示出图像。

[0140] 图 12 是作为本发明的信息显示和再现设备的示例的电视设备的方框图。接收电路 C20 由调谐器、解码器等等构成;接收诸如卫星广播、陆地广播等等的电视信号,通过诸如因特网之类的网络接收数据广播;并将解码过的视频数据输出到 I/F 单元(接口单元)C30。I/F 单元 C30 将视频数据转换为显示设备的显示格式,以将图像数据输出到上文所描述的显示面板 C11。图像显示设备 C10 包括显示面板 C11、驱动电路 C12 和控制电路 C13。控制电路对输入的图像数据执行适合于显示面板的诸如调整操作等等的图像处理,并将图像数据和相应种类的控制信号输出到驱动电路 C12。驱动电路 C12 基于输入的图像数据将驱动信号输出到显示面板 C11 的每一个布线(参见图 5 中的布线 Dx_1 到 Dx_m 和布线 Dy_1 到 Dy_n),以显示电视视频。接收电路 C20 和 I/F 单元 C30 可以是作为机顶盒(STB)封装在与

图像显示设备 C10 分开的外壳内,也可以封装在与图像显示设备 C10 相同的外壳内。

[0141] 此外,接口可以被配置为可连接到从由打印机、数字视频摄像机、数字照相机、硬盘驱动器 (HDD)、数字视频盘 (DVD) 等等组成的组中选择出的图像存储设备和图像输出设备。如此,存储在图像存储设备中的图像可以显示在显示面板 C11 上。此外,信息显示和再现设备 (或电视) 可以被配置为能够根据需要对显示在显示面板 C11 上的图像进行处理,并将它们输出到图像输出设备。

[0142] 这里所描述的信息显示和再现设备的配置只是一个示例,基于本发明的工艺思想,各种变化也是可行的。此外,本发明的信息显示和再现设备还可以连接到远程会议系统和诸如计算机等等之类的系统,从而构成各种信息显示和再现设备。

[0143] (示例)

[0144] 下面将详细描述本发明的示例。

[0145] (示例 1)

[0146] 根据图 6A 到 6H 所显示的过程,产生了图 2A 和 2B 中所显示的电子发射装置。

[0147] (过程 1)

[0148] 硅石基板被用作基板 1,它被充分地清洗干净。此后,为了在基板 1 上形成大量柱形区域 3,在下面将描述的条件 1 下,利用溅射法形成厚度为 100nm 的 TiN 膜。至于下面将描述的条件 1 的环境气体,将使用 9 : 1 比例的 Ar 气体与 N₂ 气体的混合气体。

[0149] (条件 1)

[0150] Rf 电源 :13.56MHz

[0151] Rf 输出 :8W/cm²

[0152] 气体环境压力 :1.2Pa

[0153] 靶 :Ti

[0154] 由大量柱形区域 3 构成形成的 TiN 膜,如图 6A 所示。柱形区域 3 的平均直径 W 是 30nm,其电阻率 ρ_3 是 $10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 。利用扫描电子显微镜,对形成的 TiN 膜的表面以 0.2 百万倍的放大率进行图像拍摄,利用其照片测量直径。平均直径 W 是通过求平均值而获得的数值。

[0155] 这里,作为能够通过控制那样的膜形成条件从而简单地形成大量柱形区域 3 的材料,可以指定从由 Ti、TiN、Ta、Ta₂N₃、Al、AlN、TiAlN 组成的组中选择材料。

[0156] (过程 2)

[0157] 接下来,将经过上文所描述的过程 1 处理的基板 1 放入空气环境 (含有氧气的大气) 的烤箱中,并在 350℃ 的温度中加热一个小时。然后,如图 6B 所示,在相邻的 TiN 柱形区域 3 之间 (柱形区域 3 的两侧) 形成主要包含 Ti 的氧化物的第二区域 4。此外,同时,在柱形区域 3 的表面上方形成 Ti 的氧化层 12。

[0158] 作为用 TEM (透射电子显微镜) 进行观测的结果,在相邻的两个柱形区域 3 之间的缝隙中可以观察到存在区域 4。用 EDX (能量分散 X 射线分析仪) 对区域 4 进行了定性分析。那么,承认存在 Ti,氧和氮,并且可以确认区域 4 是氧化物。此外,作为用 ESCA (X 射线光电子光谱法) 进行测量的结果,确认存在 Ti 的氧化物和 Ti 的氮化物。此外,层 4 的宽度 W' -W 是 14nm,其电阻率 ρ_4 是 $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 。

[0159] (过程 3)

[0160] 进行干蚀刻,以去除柱形区域 3 的表面上的氧化层 12,并暴露出导电层 2 的未氧化的表面(图 6C)。即,暴露出区域 3 和区域 4。在该情况下,TiN 的多个相邻的柱形区域 3 之间的缝隙中的作为氧化层的区域 4 没有去除,相邻的柱形区域 3 之间的缝隙是填满的。

[0161] (过程 4)

[0162] 随后,利用溅射法,沉积了含有钴的碳膜 5,以便在导电层 2 的上方获得 12nm 的厚度(图 6D)。

[0163] 使用无定形碳作为碳膜 15 的主要成分。相应地,通过该过程形成的膜 15 可以重新表述为以无定形碳作为主要成分的含有钴的膜。该含有钴的膜的电阻率是 $10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 。

[0164] (过程 5)

[0165] 利用等离子 CVD 方法,在碳膜 15 上方形成厚度为 1000nm 的 SiO_2 膜,作为绝缘层 7(图 6E)。

[0166] (过程 6)

[0167] 在绝缘层 7 上方形成厚度为 100nm 的 Pt 膜,作为栅电极 8(图 6F)。

[0168] (过程 7)

[0169] 随后,用正光致抗蚀剂对栅电极 8 的表面进行旋涂,以便暴露光掩模图案(圆形形状),并显影,以形成图中未显示的掩模图案。为掩模图案提供了圆形开口。在该情况下,开口直径被设置为 $1.5 \mu\text{m}$ 。这里,至于开口的数量,可以形成多个开口,如图 7A 到 7C 所示,并对其没有特别的限制。

[0170] (过程 8)

[0171] 利用干蚀刻,对位于上文所描述的掩模图案的开口紧下面的栅电极 8 和绝缘层 7 进行蚀刻,直到暴露出碳膜 5 的表面。从而,形成开口 21(图 6G)。

[0172] (过程 9)

[0173] 利用剥离溶液去除剩余的掩模图案(图中未显示),并用水清洗。

[0174] (过程 10)

[0175] 接下来,在含有乙炔和氢的混合气体环境中,在 550°C 的温度下,对基板 1 进行持续 300 分钟的热处理。该热处理使钴粘合以形成包括钴颗粒 6 的碳膜 5(即,电子发射层 5)(图 6H)。

[0176] 通过上文所描述的过程,完成了示例 1 的电子发射装置。

[0177] 测量了如此产生的电子发射装置电子发射属性。在测量时,在电子发射装置的上方放置阳极 9,与在本示例中产生的电子发射装置相隔,如图 9 所示。分别向阳极 9、导电层 2 和栅电极 8 施加电势,以测量电子发射属性。

[0178] 施加的电压是 $V_a = 10\text{kV}$, $V_b = 20\text{V}$ 。电子发射层 5 和阳极 9 之间的距离 H 是 2 毫米。因此,在具有没有设置柱形区域的 TiN 膜的电子发射装置中,从基板 1 中剥离了电子发射装置的一部分。另一方面,电子发射层 5 没有从本示例的电子发射装置中的基板 1 剥离,这提供了稳定的电子发射属性和较小的电子发射量的波动。

[0179] 此外,为了比较电子发射量的波动,准备了在上文所描述的过程 4 中形成的具有厚度为 20nm 的碳膜 5 的电子发射装置 1 和具有形成以获得 100nm 的厚度的碳膜 5 的电子发射装置 2。这些电子发射装置 1 和 2 是利用制造示例 1 的电子发射装置的同样的方法制成的,只是上文所描述的厚度不同。

[0180] 将示例 1 的电子发射装置的电子发射量的波动与电子发射装置 1 和 2 的电子发射量的波动进行比较。作为将示例 1 的电子发射装置和电子发射装置 1 进行比较的结果,示例 1 的电子发射装置略微好一些。另一方面,作为将电子发射装置 1 与电子发射装置 2 进行比较的结果,电子发射装置 1 的电子发射量的波动小得多。

[0181] 在该情况下,相应的 k 的值分别是:对于示例 1 的电子发射装置为 5.0,对于电子发射装置 1 为 3.5,对于电子发射装置 2 为 0.70。即,电子发射装置 2 中在 I_0 是 61% 的电子发射点,发生电子发射点的电子的扩散范围重叠到其相邻的电子发射点的电子的扩散范围,电子发射的波动特别大。

[0182] 推断其原因是,电子发射装置 2 不满足上文所描述的公式 1,因此,从区域 3 中流入的电子的扩散范围将基本上重叠到从相邻区域 3 流入的电子的扩散范围。如此,除非电子发射装置 5 的膜厚度满足公式 1,否则电子发射量的波动倾向于显著地增大。

[0183] 此外,将上文所描述的过程 1 中的条件更改为下面将描述的条件 2,形成了不包含柱形区域 3 的导电层 2。随后,在不执行上文所描述的过程 2 和 3 的情况下,执行上文所描述的过程 4 到 10,以产生电子发射装置 3,以便进行比较。这里,下面将描述的条件 2 中的环境气体是按照 9 : 1 的比例将 Ar 气与 N_2 气混合起来的混合气体。

[0184] (条件 2)

[0185] Rf 电源 :13.56MHz

[0186] Rf 输出 :8W/cm²

[0187] 气压 :0.4Pa

[0188] 靶 :Ti

[0189] 在上文所描述的条件 2 下形成的 TiN 膜是没有柱形区域的大体积膜。与示例 1 的电子发射装置相比,用于比较的电子发射装置 3 的电子发射量的波动非常大。此外,在以相同制造过程产生的另一个样本的情况下,电子发射层从基板剥离。此外,在再一个样本的情况下,与示例 1 中产生的电子发射层相比,电子发射层中的金属含量降低了较大的余量。在不执行上文所描述的过程 2 和过程 3 而产生的电子发射层中也可观察到该倾向。

[0190] (示例 2)

[0191] 在本示例中,根据图 8A 到 8H 所示的过程,产生了图 2A 和 2B 中所示的电子发射装置。这里,与示例 1 不同,示例 2 的电子发射装置是由只布置于开口 21 内部的电子发射层 5 构成的电子发射装置。

[0192] (过程 1)

[0193] 如示例 1 的过程 1 中那样,在基板 1 上形成了包含大量 TiN 的柱形区域 3(图 8A)。柱形区域 3 的平均直径是 30nm。其电阻率 ρ_3 是 $10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 。

[0194] (过程 2)

[0195] 接下来,将基板 1 放入臭氧气体环境的灰化装置中,并进行臭氧灰化。然后,在许多相邻的 TiN 柱形区域 3 之间(柱形区域 3 的两侧)形成主要包含 Ti 的氧化物的第二区域 4。此外,同时,在柱形区域 3 的表面上方形成氧化层 12。

[0196] 作为用 TEM(透射电子显微镜)进行观测的结果,在柱形区域 3 和相邻的柱形区域 3 之间的缝隙中观察到了区域 4。用 EDX(能量扩散 X 射线分析仪)对区域 4 进行了定性分析。那么,承认存在氧,并且可以确认区域 4 是氧化物。此外,区域 4 的宽度是 14nm,其电阻

率是 $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 。

[0197] (过程 3)

[0198] 与示例 1 中的过程 3 相似,进行干蚀刻,以去除氧化层 12,并暴露出导电层 2 的未氧化的表面(图 8C)。

[0199] (过程 4)

[0200] 利用等离子 CVD 方法,在导电层 2 上方形成厚度为 1000nm 的 SiO_2 膜,作为绝缘层 7(图 8D)。

[0201] (过程 5)

[0202] 在绝缘层 7 上方形成厚度为 100nm 的 Pt 膜,作为栅电极 8(图 8E)。

[0203] (过程 6)

[0204] 随后,与示例 1 中的过程 7 相似,在栅电极 8 上方形成图中未显示的掩模图案。给掩模图案提供了圆形开口,开口直径被设置为 $1.5 \mu\text{m}$ 。

[0205] (过程 7)

[0206] 利用干蚀刻,对位于上文所描述的掩模图案的开口紧下面的栅电极 8 和绝缘层 7 进行蚀刻,直到暴露出导电层 2 的表面。从而,形成开口 21(图 8F)。

[0207] (过程 8)

[0208] 随后,利用喷涂法,沉积了含有钴的碳膜 5,以便在暴露在开口 21 内部的导电层 2 的上方获得 12nm 的厚度(图 8G)。该含有钴的膜 5 的电阻率是 $10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 。

[0209] (过程 9)

[0210] 利用剥离溶液去除剩余的掩模图案(图中未显示),并用水清洗。

[0211] (过程 10)

[0212] 接下来,利用示例 1 的过程 10 中的相似技术形成包括钴颗粒 6 的碳膜 5(即,电子发射层 5)(图 8H)。

[0213] 通过上文所描述的过程,完成了示例 2 的电子发射装置。

[0214] 此外,阳极 9 布置得如图 10 所示的那样,与示例 1 相似,以测量示例 2 中产生的电子发射装置 57 的电子发射属性。施加的电压是 $V_a = 10\text{kV}$, $V_b = 20\text{V}$ 。电子发射层 3 和阳极 8 之间的距离 H 是 2 毫米。

[0215] 因此,电子发射装置没有从基板 1 剥离,而是表现出稳定的电子发射属性,此外与示例 1 相似,可以形成具有较小的电子发射量波动的电子发射装置。

[0216] (示例 3)

[0217] 利用上文所描述的示例 2 中产生的电子发射装置,产生图 5 中所显示 57 的电子发射装置。

[0218] 在 X 方向和 Y 方向放置 100 个均为示例 2 中所示出的电子发射装置,以形成一个矩阵。至于布线, X 方向布线 42 (Dx_1 到 Dx_m) 连接到导电层 2, Y 方向布线 43 (Dy_1 到 Dy_n) 连接到栅电极 8,如图 5 所示。在相应的电子发射装置 44 上方放置了荧光体层 54 和作为阳极的金属背 55。图 5 示出了在单个电子发射装置 44 中形成单个开口 21 的示例。然而,开口的数量不只限于一个,而是可以提供许多开口。

[0219] 为了密封封套 57,后面板 1 和前面板 56 被密封,以铱作为粘合剂,在中间夹着支承框架 52。因此,成功地形成了图像显示设备,以实现简单的矩阵驱动并具有较高的精细度,

亮度的偏差也比较小。

[0220] 虽然参考示范性实施例描述了本发明,但是应该理解,本发明不限于所公开的示范性实施例。下列权利要求的范围应该有最广泛的解释,以便包含所有这样的修改以及等同结构和功能。

图1

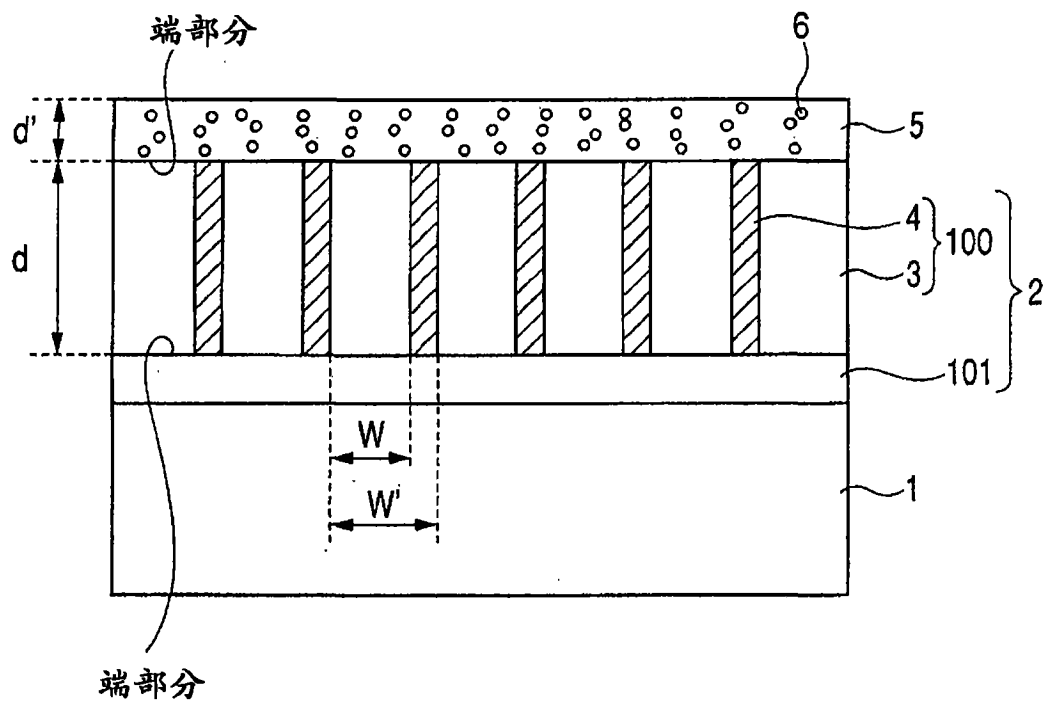


图 2A

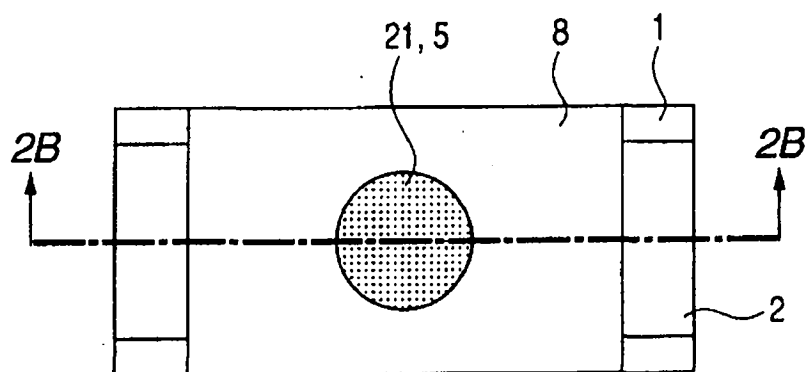


图 2B

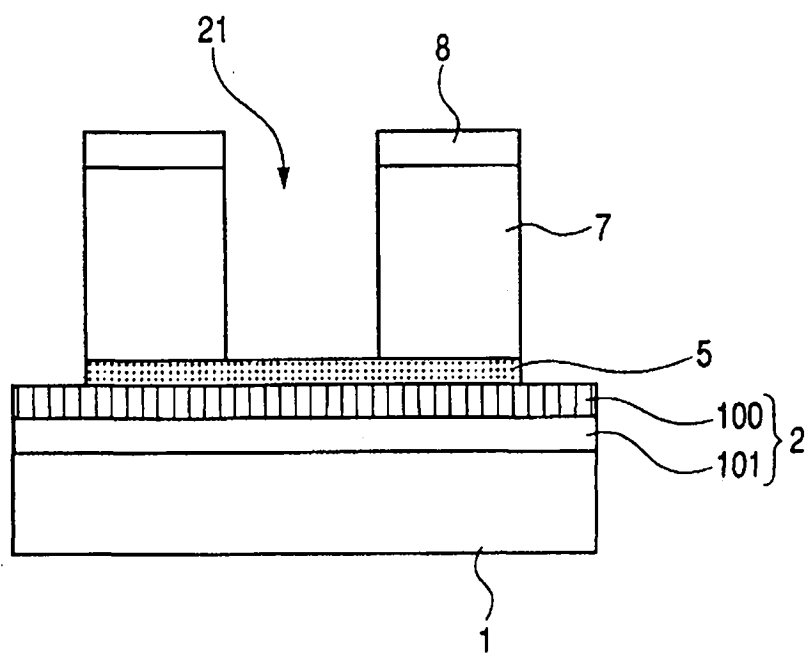


图 3A

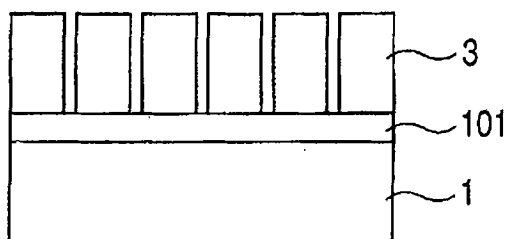


图 3B

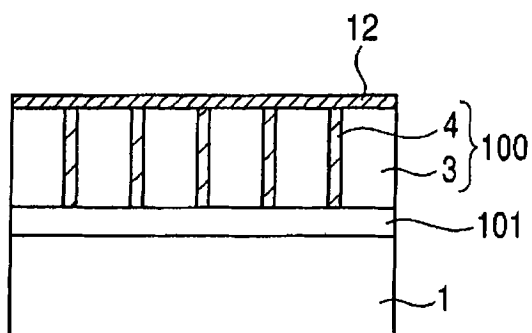


图 3C

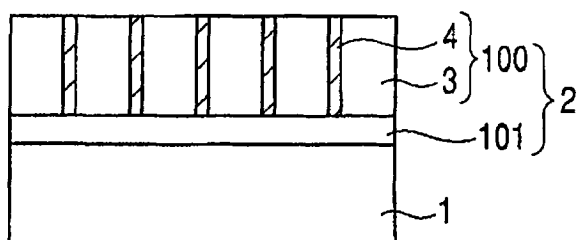


图 3D

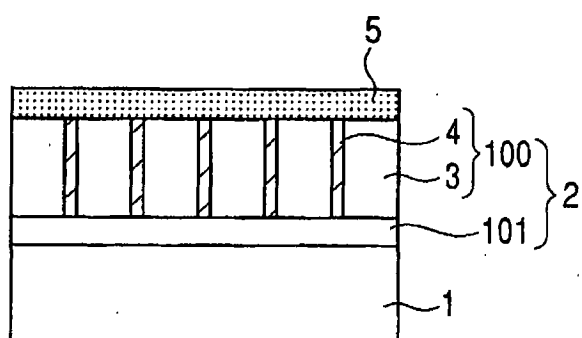


图 3E

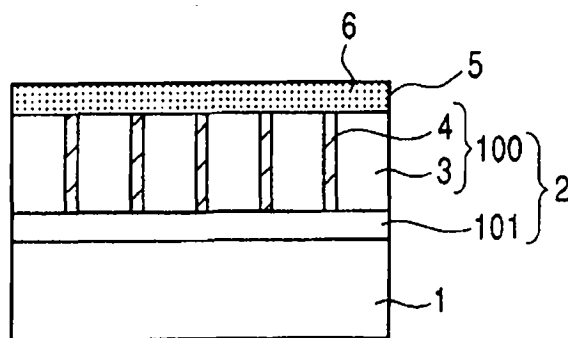


图 3F

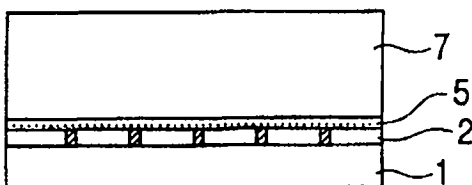


图 3G

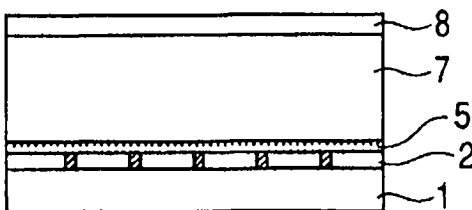


图 3H

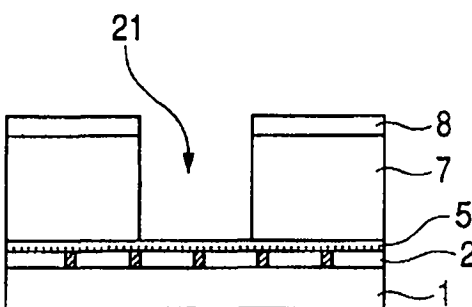


图 4

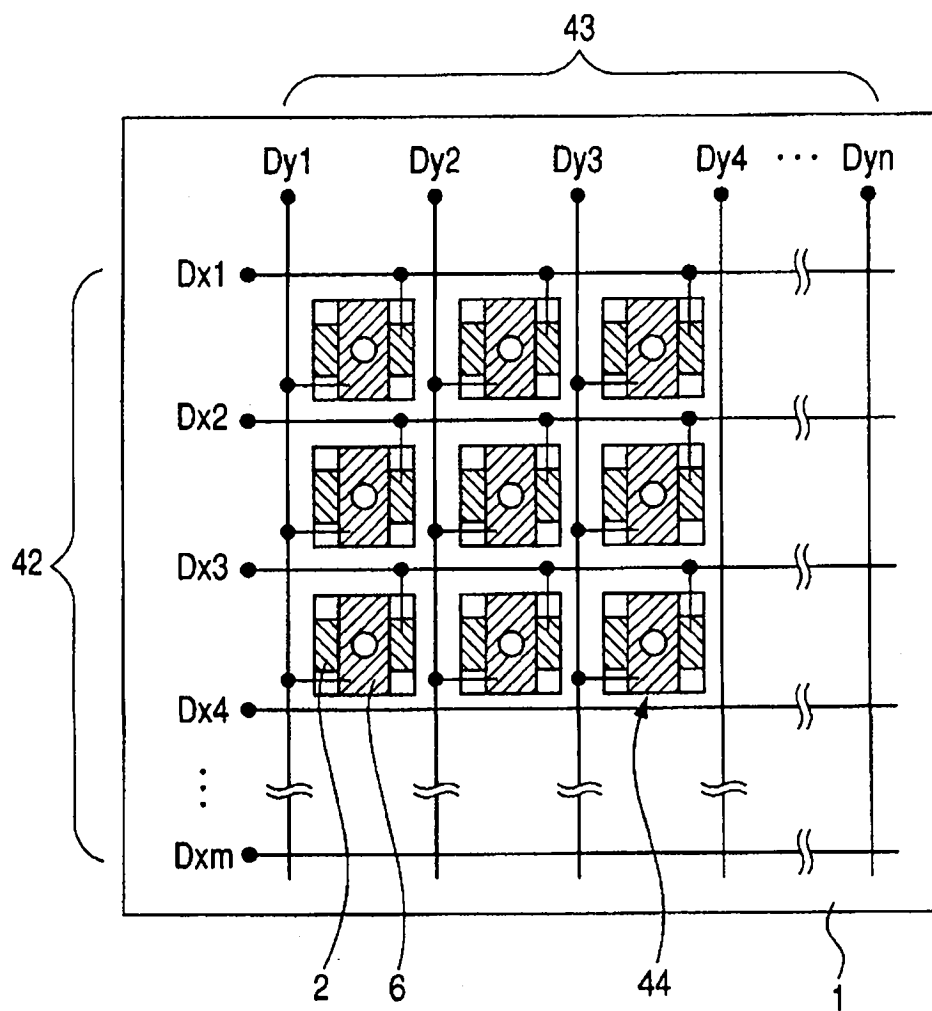


图5

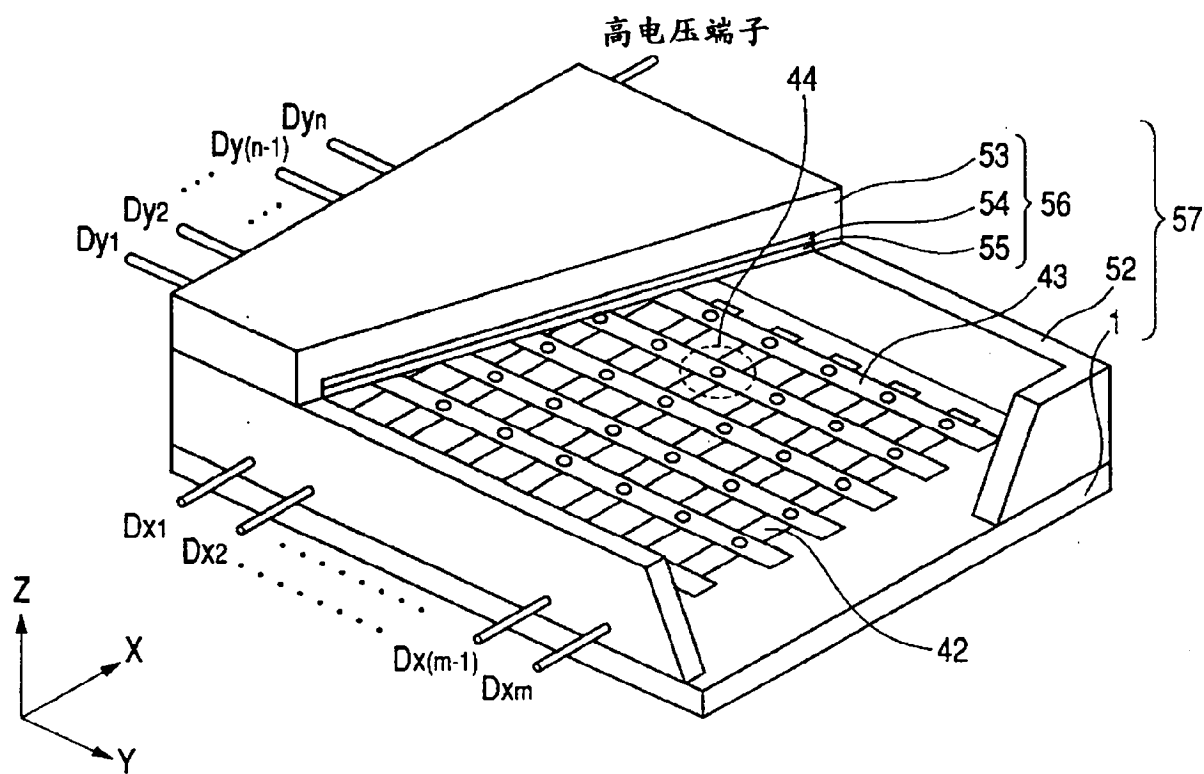


图 6A

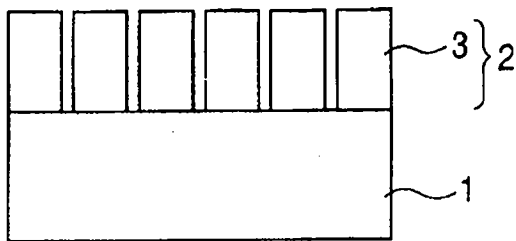


图 6B

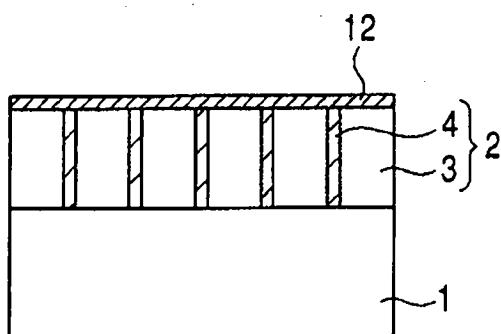


图 6C

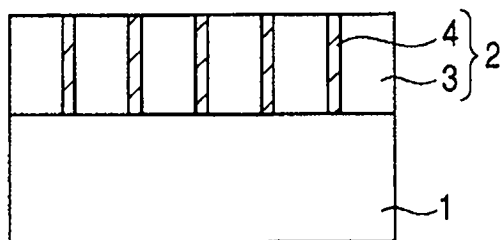


图 6D

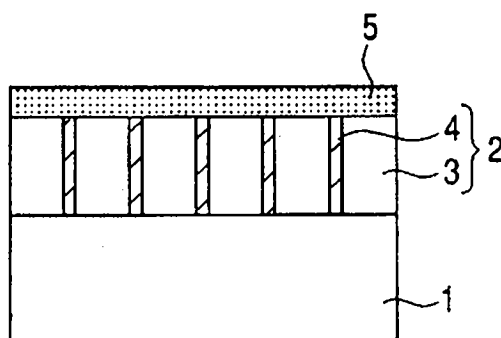


图 6E

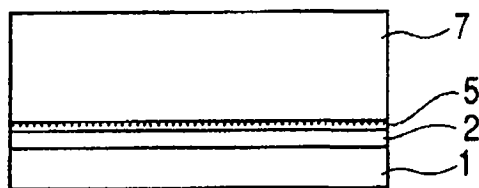


图 6F

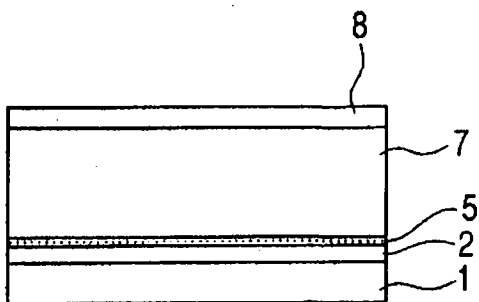


图 6G

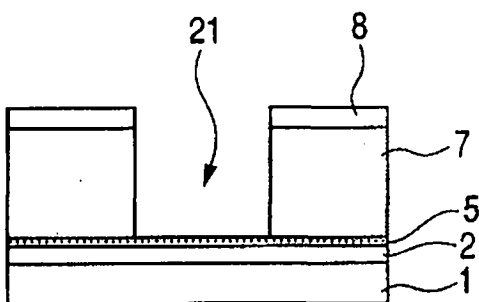


图 6H

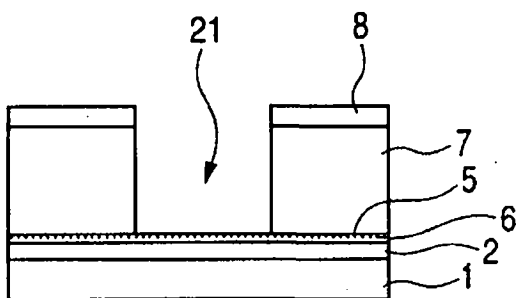


图 7A

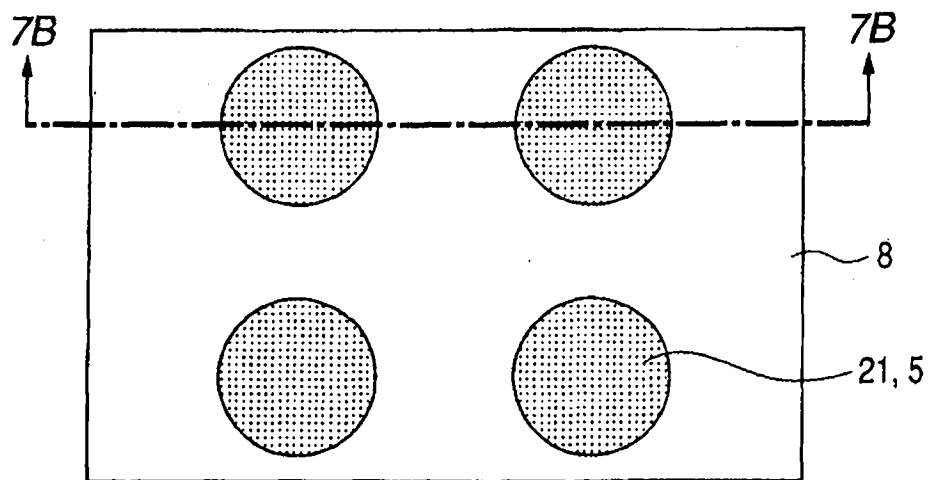


图 7B

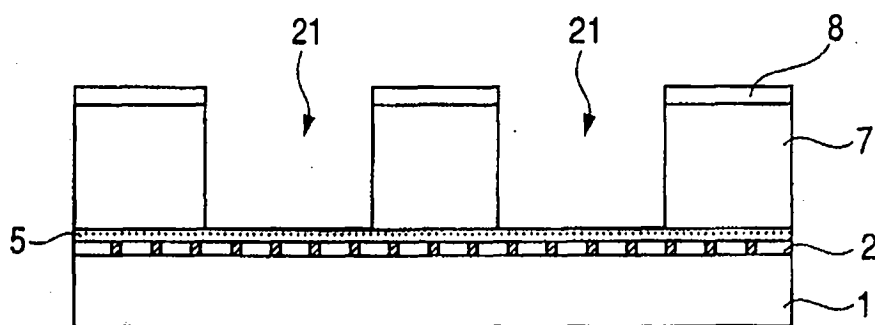


图 7C

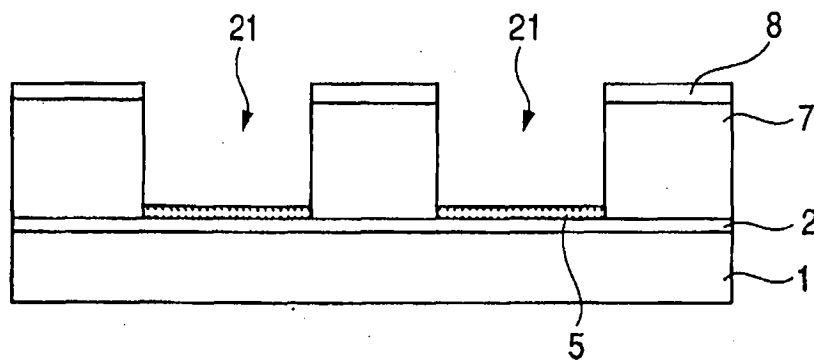


图 8A

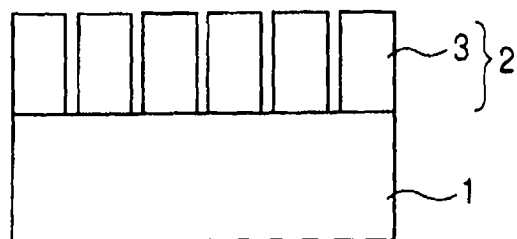


图 8B

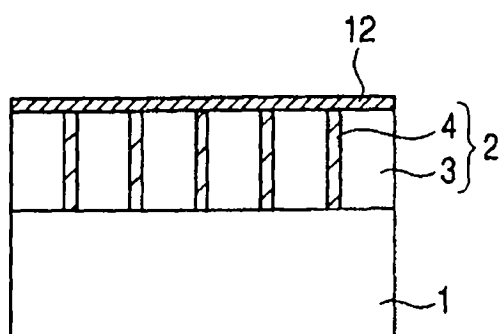


图 8C

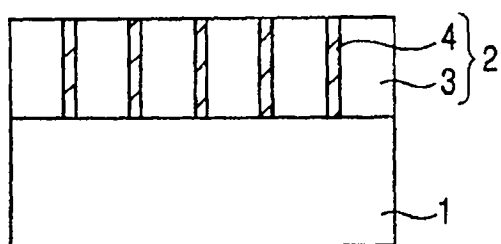


图 8D

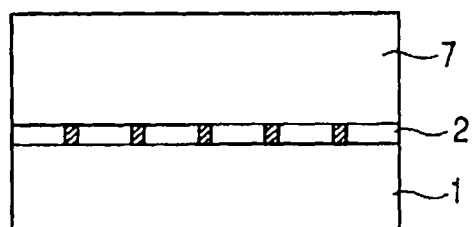


图 8E

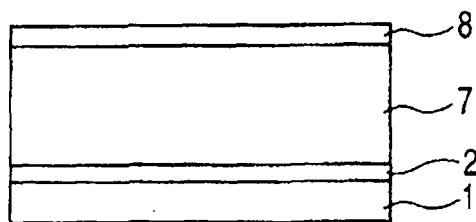


图 8F

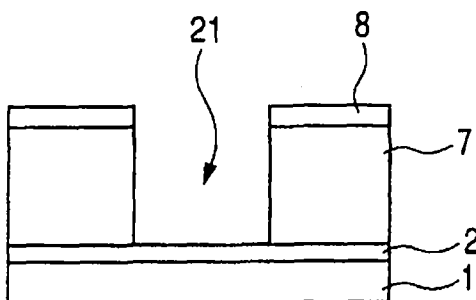


图 8G

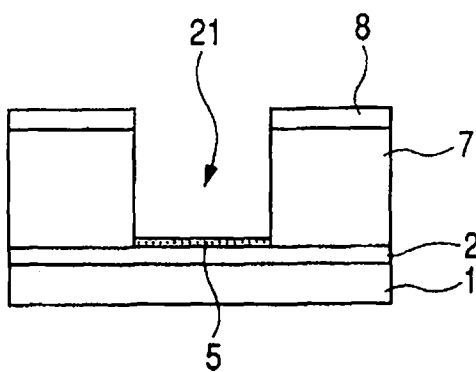


图 8H

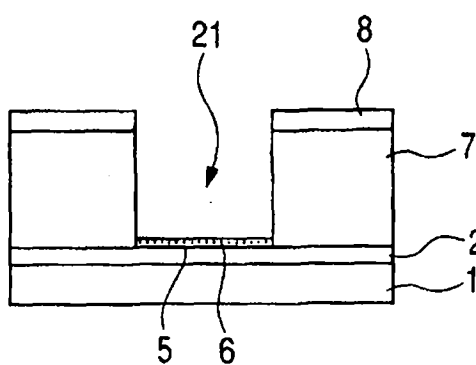


图9

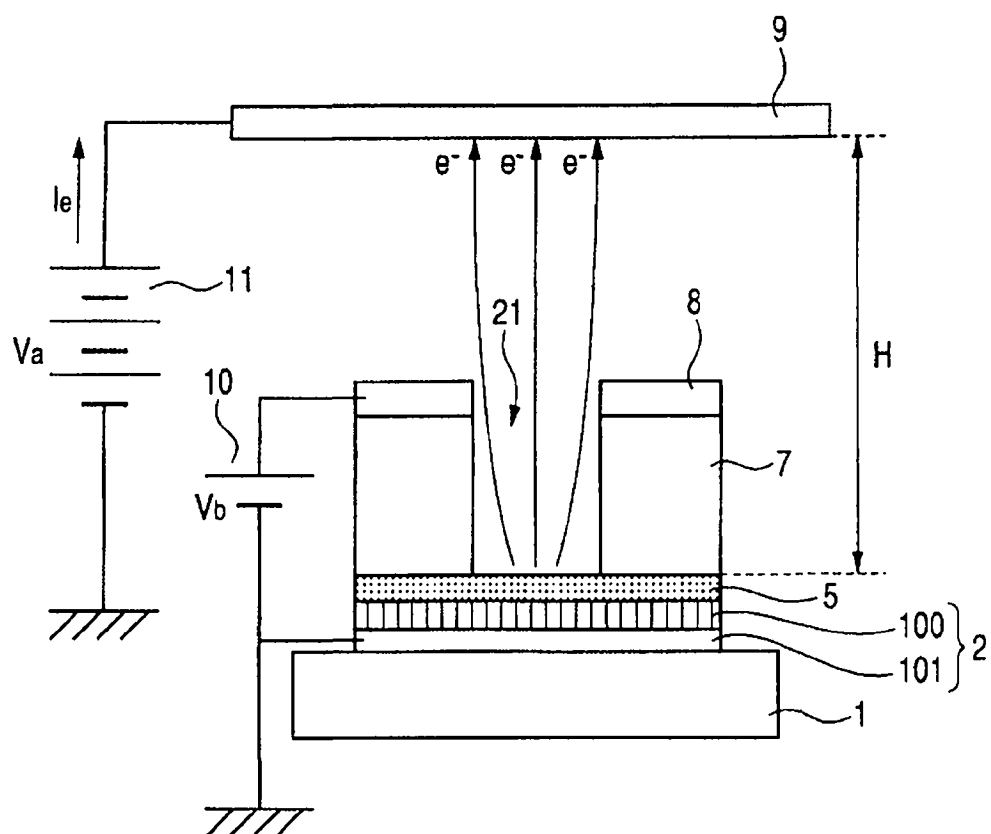


图10

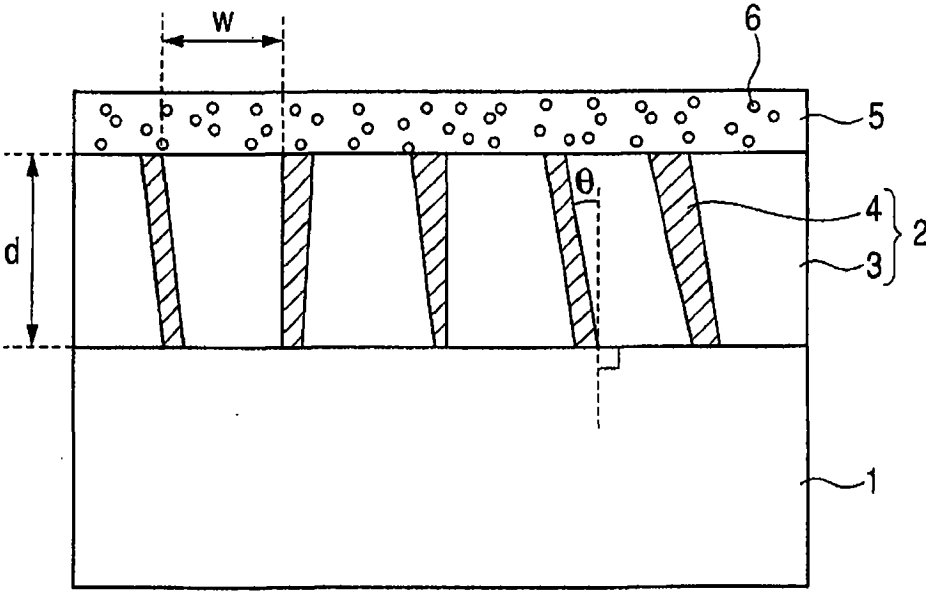


图 11A

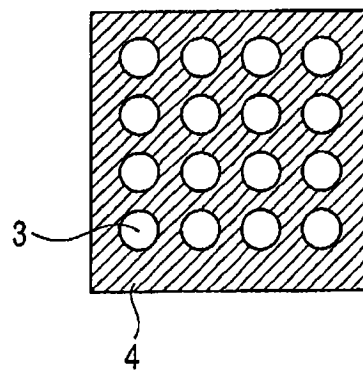


图 11B

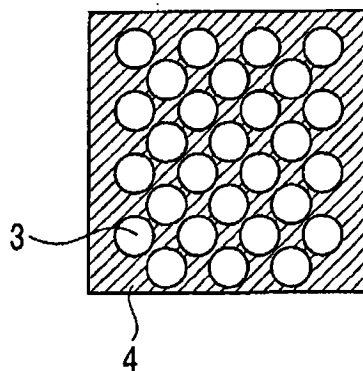


图 11C

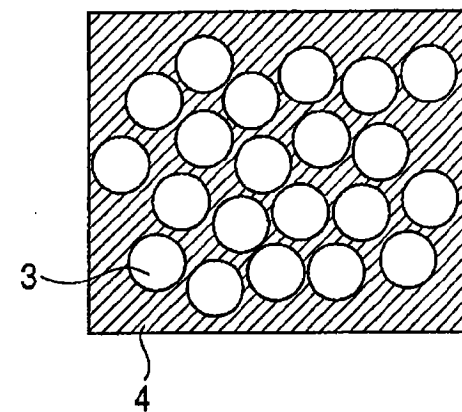


图 11D

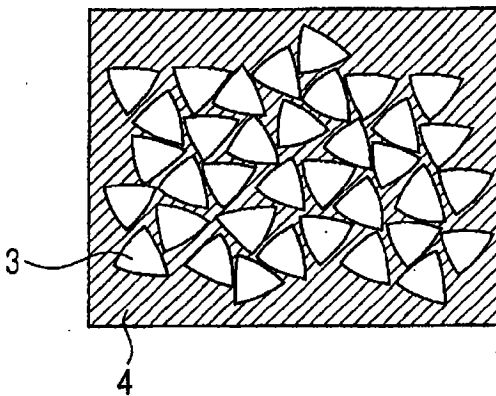


图12

