

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410007790.2

[51] Int. Cl.

H01J 1/304 (2006.01)

H01J 3/02 (2006.01)

H01J 29/02 (2006.01)

H01J 31/12 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007 年 3 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 1305092C

[22] 申请日 2004.3.5

[21] 申请号 200410007790.2

[30] 优先权

[32] 2003. 3. 7 [33] JP [31] 061255/2003

[73] 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 教学正文

[56] 参考文献

CN 1309407 A 2001.8.22

CN 1383173 A 2002.12.4

JP 2002-157951 A 2002.5.31

JP 2002-150925 A 2002.5.24

JP 2002-25477 A 2002.1.25

CN 1278104 A 2000.12.27

审查员 杨海威

[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

代理人 付建军

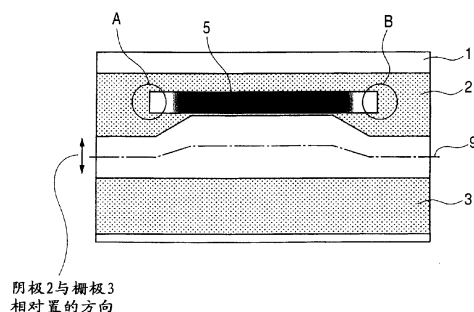
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 7 页

[54] 发明名称

电子发射元件、电子源、图像显示装置

[57] 摘要

本发明提供一种电子发射元件、电子源、图像显示装置，可以抑制异常发光点的出现且无辉斑，显示品质优异。该电子发射元件，具有在基体表面上夹着间隔对置配置的阴极(2)及栅极(3)，在阴极(2)上配置的电子发射膜(5)，其特征在于：电子发射膜(5)，在与基体表面实质上平行的面内且在与阴极(2)和栅极(3)相对置的方向实质上垂直的方向上具有两个端部，且具有在驱动中，在电子发射膜(5)的两个端部的每一个和栅极(3)之间施加的电场强度，比在电子发射膜(5)的两个端部之间的区域和栅极(3)之间施加的电场强度弱的结构。



1.一种电子发射元件,包括:在基体表面上夹着间隔对置配置的阴极及栅极,和在上述阴极上配置的包含电子发射材料的膜,其特征在于:

在与上述基体表面实质上平行的面内、且在与上述阴极和上述栅极相对置的方向实质上垂直的方向上,上述包含电子发射材料的膜具有两个端部,并且

在与上述基体表面实质上平行的平面中的、上述包含电子发射材料的膜的上述两个端部的每一个和上述栅极之间的上述阴极的一部分所占的比例,比位于上述包含电子发射材料的膜的上述两个端部之间的区域和上述栅极之间的上述阴极的一部分占的比例大。

2.一种电子发射元件,包括:在基体表面上夹着间隔对置配置的阴极及栅极,和在上述阴极上配置的包含电子发射材料的膜,其特征在于:

在与上述基体表面实质上平行的面内、且在与上述阴极和上述栅极相对置的方向实质上垂直的方向上,上述包含电子发射材料的膜具有两个端部,并且

在与上述基体表面实质上平行的平面中的、上述包含电子发射材料的膜的上述两个端部的每一个和上述栅极之间,上述阴极具有,与位于上述包含电子发射材料的膜的上述两个端部之间的区域和上述栅极之间相比,向上述栅极侧更突出的部分。

3.一种电子发射元件,包括:在基体表面上夹着间隔对置配置的阴极及栅极,和在上述阴极上配置的包含电子发射材料的膜,其特征在于:

在与上述基体表面实质上平行的面内、且在与上述阴极和上述栅极相对置的方向实质上垂直的方向上,上述包含电子发射材料的膜具有两个端部,并且

上述栅极具有,到位于上述包含电子发射材料的膜的上述两个端部之间的区域的距离,比到上述包含电子发射材料的膜的上述两个端部的距离短的形状。

4.一种电子发射元件,包括:在基体表面上夹着间隔对置配置的阴极

及栅极，和在上述阴极上配置的包含电子发射材料的膜，其特征在于：

在与上述基体表面实质上平行的面内、且在与上述阴极和上述栅极相对置的方向实质上垂直的方向上，上述包含电子发射材料的膜具有两个端部，并且

从上述阴极和上述栅极的间隔的中线到位于上述包含电子发射材料的膜的上述两个端部之间的区域的距离，比从上述中线到上述包含电子发射材料的膜的上述两个端部的距离短。

5.如权利要求1至4中任何一项所述的电子发射元件，其特征在于：上述包含电子发射材料的膜包含多个纤维状的导电性构件。

6.如权利要求1至4中任何一项所述的电子发射元件，其特征在于：上述包含电子发射材料的膜以碳为主要成分。

7.如权利要求1至4中任何一项所述的电子发射元件，其特征在于：上述包含电子发射材料的膜包含多个碳纤维。

8.如权利要求7所述的电子发射元件，其特征在于：

上述碳纤维包含碳纳米管、石墨纳米纤维、非晶态碳纤维、金刚石纤维中的至少一种。

9.一种电子源，包括多个电子发射元件，其特征在于：

上述电子发射元件是由权利要求1至4中任何一项所述的电子发射元件构成的。

10.一种图像显示装置，包括电子源和发光构件，其特征在于：

上述电子源是由权利要求9中所述的电子源构成的。

电子发射元件、电子源、图像显示装置

技术领域

本发明涉及具有包含电子发射材料的膜的电子发射元件、配置有多个该电子发射元件的电子源以及使用该电子源的图像显示装置。

背景技术

最近，作为冷阴极材料，碳纳米管(以下称其为“CNT”)等的碳纤维受到注目。所谓碳纳米管是具有一层或多层卷曲石墨的圆筒状结构的富勒烯，是1991年发现的新碳素材料(Nature, 354, (1991) 56)。并且，正在尝试使用碳纳米管形成微小的电子发射元件，将其应用于使用了多个形成平面状的电子源的图像显示装置。

现在，作为场发射型电子发射元件的例子，公知的有将阴极制作成在铅直方向上从基板突出的近似圆锥形状的所谓Spindt型。Spindt型的电子发射元件，是在基板上形成绝缘层和栅极膜，在经过微细加工而得到的孔的内部形成Mo等的圆锥状阴极。另外，阳极及荧光体与阴极对置配置。

上述的Spindt型电子发射元件，是利用从尖锐的金属电极的前端部分的场电子发射。不过，经微细加工产生的元件在图像显示装置的每个像素中的元件数难以做到很多。

另外，要使场电子发射电压下降，加大尖锐化的前端的宽高比是重要的，但利用微细加工技术使前端尖锐化是有限度的，很难使场电子发射所必需的电场的强度降低。

另一方面，CNT等碳纤维，其形状为直径数十nm，很细，并且长度为数百nm~数 μm ，是宽高比很高的形状。因此，如果使用碳纤维作为电子源，就可能采用低电压进行驱动。而且，由于容许电流容量可以取得很大，具备可稳定发射大电流等等对应用于图像显示装置上有利的特

性(比如, 参照日本专利特开 2002-25477 号公报)。

另一方面, 作为横型结构的电子发射元件的例子, 公知的有前端尖锐化的阴极和阴极前端引出电子的栅极在基板上平行形成, 在和栅极与阴极的对置方向垂直的方向上配置阳极的电子发射元件(比如, 参照美国专利第 4728851 号说明书、美国专利第 4904895 号说明书)。

在这种横型结构的电子发射元件中, 比如, 正如日本专利特开 2001-52598 号公报及日本专利特开 2002-150925 号公报等公开的, 尝试将碳纳米管应用于电子发射单元来提高元件特性。

如果使用如上所述这种由多个电子发射元件形成的电子源基板, 通过与由荧光体等组成的图像形成构件组合可以构成图像形成装置。

由现有的采用以碳纳米管等的碳纤维作为电子发射部的横型电子发射元件构成的电子源存在以下的问题。

在图 9 中示出横型电子发射元件的一例。图 9 为从基体表面的上方观察横型电子发射元件的示图, 91 是基板, 92 是阴极, 93 是栅极, 而 94 是电子发射膜。

通常, 在横型电子发射元件中, 形成由沿着阴极 92 上的与栅极 93 对置的边缘图形化的碳纤维组成的电子发射膜 94。

来自电子发射膜 94 的电子发射, 是由有效施加到碳纤维前端的电子发射部位上的电场强度决定的, 具体言之, 1) 由与对置栅极的距离决定的微观电场以及 2) 由碳纤维的形状等规定的电场增强效果决定。

在电子发射膜 94 和栅极 93 的距离相等时, 即微观电场相等时, 由电子发射膜 94 的不均匀性引起的电场增强效果的不均匀性决定电子发射容易。即, 如果在碳纤维的形状以及密度等方面存在不均匀性, 在电子发射特性上也会出现不均匀性。

作为沿着电子发射膜 94 的边缘形成电子发射膜 94 的手段, 可以采用 1) 对催化剂进行图形化, 使碳纤维在残留有催化剂的区域上生长; 2) 在制备好碳纤维之后, 在任意区域内配置由碳纤维构成的膜等手段。

图 10 示出图 9 所示的电子发射元件的沿着阴极 92 的端部的剖面示意图。

在 1) 的场合, 电子发射膜 94 的图形的边缘部及其以外的部位的生长速度容易产生差异, 容易产生碳纤维的形状、或密度等随位置不同的不均匀性。其结果, 在边缘部及和其以外的区域中, 容易产生电子发射特性上的差异。使边缘部及其以外的部位的碳纤维的生长严格一致是困难的, 因而成为每个电子发射元件的不均匀性的主要原因。比如, 如图 9 所示, 图形化电子发射膜 94 的端部 95 的碳纤维, 与其以外的区域的碳纤维的形态容易不同。

在 2) 的场合, 可以使碳纤维的形态以及形成密度比较均匀, 如图 10 所示, 在图形化区域的边缘部中, 形成边缘部 95。在边缘部 95 中, 通常由于电场集中引起的电场增强效果变大, 电子发射的电压的阈值降低。

无论采用哪一种制法, 都存在在有限区域的电子发射单元内发生电子发射特性不均匀的问题。特别是, 容易发生边缘部和中央部的电子发射特性上的差异, 在将这种膜整个表面作为电子发射单元时, 具有低阈值的电子发射单元在边缘部的存在, 是发现异常发光点的问题所在。

另外, 在使用这种电子发射元件的图像形成装置中, 存在容易产生辉斑的问题。

发明内容

于是, 本发明正是要解决上述问题而提出的, 其目的在于提供可以制造抑制异常发光点的发现、无辉斑的显示品质优异的图像显示装置电子发射元件及电子源。

本发明正是为了解决上述问题而认真研究的结果, 利用下述电子发射元件给出。

即, 本发明的一种电子发射元件, 包括: 在基体表面上夹着间隔对置配置的阴极及栅极, 和在上述阴极上配置的包含电子发射材料的膜, 其特征在于: 在与上述基体表面实质上平行的面内且在与上述阴极和上述栅极相对置的方向实质上垂直的方向上, 上述包含电子发射材料的膜具有两个端部, 且具有在驱动中, 在上述包含电子发射材料的膜的上述两个端部的每一个和上述栅极之间施加的电场强度, 比在上述包含电子

发射材料的膜的上述两个端部之间的区域和上述栅极之间施加的电场强度弱的结构。

或是，本发明的一种电子发射元件，包括：在基体表面上夹着间隔对置配置的阴极及栅极，和在上述阴极上配置的包含电子发射材料的膜，其特征在于：在与上述基体表面实质上平行的面内且在与上述阴极和上述栅极相对置的方向实质上垂直的方向上，上述包含电子发射材料的膜具有两个端部，且在与上述基体表面实质上平行的平面中的、上述包含电子发射材料的膜的上述两个端部的每一个和上述栅极之间的上述阴极的一部分所占的比例，比位于上述包含电子发射材料的膜的上述两个端部之间的区域和上述栅极之间的上述阴极的一部分占的比例大。

或是，本发明的一种电子发射元件，包括：在基体表面上夹着间隔对置配置的阴极及栅极，和在上述阴极上配置的包含电子发射材料的膜，其特征在于：在与上述基体表面实质上平行的面内且在与上述阴极和上述栅极相对置的方向实质上垂直的方向上，上述包含电子发射材料的膜具有两个端部，且在与上述基体表面实质上平行的平面中的、上述包含电子发射材料的膜的上述两个端部的每一个和上述栅极之间，上述阴极具有，与位于上述包含电子发射材料的膜的上述两个端部之间的区域和上述栅极之间相比，向上述栅极侧更突出的部分。

或是，本发明的一种电子发射元件，包括：在基体表面上夹着间隔对置配置的阴极及栅极，和在上述阴极上配置的包含电子发射材料的膜，其特征在于：在与上述基体表面实质上平行的面内且在与上述阴极和上述栅极相对置的方向实质上垂直的方向上，上述包含电子发射材料的膜具有两个端部，且上述栅极具有，到位于上述包含电子发射材料的膜的上述两个端部之间的区域的距离，比到上述包含电子发射材料的膜的上述两个端部的距离短的形状。

或是，本发明的一种电子发射元件，包括：在基体表面上夹着间隔对置配置的阴极及栅极，和在上述阴极上配置的包含电子发射材料的膜，其特征在于：在与上述基体表面实质上平行的面内且在与上述阴极和上述栅极相对置的方向实质上垂直的方向上，上述包含电子发射材料的膜

具有两个端部，且从上述阴极和上述栅极的间隔的中线到位于上述包含电子发射材料的膜的上述两个端部之间的区域的距离，比从上述中线到上述包含电子发射材料的膜的上述两个端部的距离短。

作为上述包含电子发射材料的膜，可以使用包含多个纤维状的导电性构件的膜。

另外，作为上述包含电子发射材料的膜，可以使用以碳为主要成分的膜。

作为上述包含电子发射材料的膜，可以使用包含多个碳纤维的膜。

还有，上述碳纤维，可以是下面材料中的至少一种：碳纳米管、石墨纳米纤维、非晶态碳纤维、金刚石纤维。

另外，本发明是具有多个电子发射元件的电子源，其特征在于上述电子发射元件是由上述本发明的电子发射元件构成的。

另外，本发明是具有电子源和发光构件的图像显示装置，其特征在于上述电子源是由上述本发明的电子源构成的。

根据本发明的电子发射元件，可以提供电子发射单元的电子发射特性分布小的电子发射元件，于是，可以减小电子发射元件间的电子发射特性的散差。因此，如果采用配置多个本发明的电子发射元件的电子源，就可以得到可以显示大面积的均匀的良好画质的图像的图像形成装置。

附图说明

图1为示出与本发明的电子发射元件的基板对置设置阳极并且设置在真空容器中的状态的示意图。

图2为示出本发明的电子发射元件的一例的示意图。

图3为示出本发明的电子发射元件的一例的示意图。

图4为示出本发明的电子发射元件的一例的示意图。

图5为示出本发明的电子发射元件的一例的示意图。

图6为示出本发明的电子发射元件的一例的示意图。

图7为示出本发明的电子发射元件的一例的示意图。

图8A、8B、8C、8D、8E为示出本发明的电子发射元件的制造方法

的一例的示意图。

图 9 为示出现有的电子发射元件的一例的示意图。

图 10 为示出现有的电子发射元件的剖面结构的一例的示意图。

图 11 为示出本发明的电子发射元件的一例的示意图。

图 12 为示出本发明的电子发射元件的一例的示意图。

具体实施方式

下面参照附图对本发明的实施例予以说明，当本发明并不限于这些实施例。

首先，利用图 1 及图 2 对本发明的电子发射元件进行说明。图 1 为示出与本发明的电子发射元件的基板对置设置阳极并且设置在真空容器中的状态的示意图。图 2 为示出从基板上方观察本发明的电子发射元件的一例的示意图。

图中，1 是基板(基体)、2 是阴极(阴极电极)、3 是栅极(引出电极)、4 是导电层、5 是包含电子发射材料的膜(以下称其为“电子发射膜”)、6 是阳极基板、7 是阳极、8 是真空容器。另外，真空容器 8 与真空排气装置(未图示)相连接。另外，也有将上述阴极 2 和导电层 4 一起称为阴极的。另外，如果电子发射膜 5 和阴极 2 的机械及电结合稳定，也不一定需要导电层 4。

电子发射膜 5，相对基板 1 的表面是在实质上平行的面内，并且，在与阴极 2 和栅极 3 相对置的方向实质上垂直的方向上，具有两个端部 A、B。

藉助阴极 2、栅极 3 的形状以及适当配置电子发射膜 5，可以形成在驱动中，在电子发射膜 5 的上述两个端部 A、B 的每一个和栅极 3 之间施加的电场强度，弱于电子发射膜 5 的上述两个端部 A、B 之间的区域和上述栅极 3 之间施加的电场强度的结构。

根据这样的结构，可以抑制从电子发射膜 5 两个端部 A、B 的电子发射，而从两个端部 A、B 之间的区域，通过控制产生电子发射。

本发明的电子发射元件的结构，只要是在电子发射膜 5 的上述两个端

部 A、B 的每一个和栅极 3 之间施加的电场强度，弱于电子发射膜 5 的上述两个端部 A、B 之间的区域和上述栅极 3 之间施加的电场强度的结构(以下称其为“本发明的电场控制结构”)，任何形态都可以。

在图 2~图 7 中示出本发明的电场控制结构的具体实施例。图 2~图 7 示出的电子发射元件的形态，只不过是示出本发明的一例。另外，在这些图中，对同一构件赋予同一符号。

根据上述的本发明的电场控制结构，可利用如下实现：

- 1)如图 2、3、4、5 例示的结构那样，在与基体 1 表面实质上平行的平面的电子发射膜 5 的上述两个端部 A、B 的每一个和栅极 3 之间，阴极 2 的一部分所占据的比例，比在位于上述电子发射膜 5 的上述两个端部 A、B 之间的区域和栅极 3 之间阴极 2 的一部分占据的比例更大的结构；
- 2) 如图 2、4、5 例示的结构那样，在与基体 1 表面实质上平行的平面的电子发射膜 5 的上述两个端部 A、B 的每一个和栅极 3 之间阴极 2，比位于在上述电子发射膜 5 的上述两个端部 A、B 之间的区域和栅极 3 之间，具有向栅极 3 侧突出的部分的结构；
- 3) 如图 3、6、7 例示的结构那样，栅极 3 具有和位于电子发射材料的膜 5 的两个端部 A、B 之间的区域的距离，比和电子发射膜 5 的两个端部 A、B 的距离更短的形状的结构；
- 4) 如图 2 至图 7 例示的结构那样，从阴极 2 和栅极 3 的间隔的中线 9(参照图 2)到位于电子发射膜 5 的两个端部 A、B 之间的区域的距离，比从上述中线 9 到电子发射膜 5 的上述两个端部 A、B 的距离短的结构实现。

之后，对本发明的电子发射元件的制造工序的一例予以说明。下面，对作为电子发射材料使用碳纤维，并且利用配置于阴极上的催化剂使碳纤维生长的例子进行说明。另外，下述的材料及大小终归是一个示例，本发明并不限定于下述的值和材料。另外，适用于本发明的电子发射材料，如前所述，并不限定于碳纤维。并且，此处，是以在阴极上使碳纤维生长的例子进行说明的，但也可以是预先形成碳纤维并将此碳纤维配置于阴极上。

在基板 1 上，利用石英等高熔点玻璃，利用一般的半导体加工技术，

形成阴极 2 及栅极 3, 并且还在阴极 2 上的所希望的区域形成催化剂层。另外, 催化剂层也可以不是连续膜, 而是“岛状膜”或“由多个粒子组成的膜”。并且作为催化剂可以使用包含 Fe、Co、Ni、Pd 等的催化剂性材料及包含上述催化剂材料的合金等。特别是, 优选的是使用 Pd 或 Co, 更优选的是使用 Pd 和 Co 的合金。

另外, 有时在阴极 2 和催化剂层之间, 如图 1 所示, 设置导电层 4。作为此导电层, 有时可以使用, 比如, 金属氮化物或金属氧化物等, 可使其具有使后面的电子发射材料容易形成的作用。

接着, 在对上述基板加热到 $400^{\circ}\text{C}\sim 800^{\circ}\text{C}$ 左右的同时, 通过导入有机气体在形成催化剂的区域上形成多个碳纤维。此碳纤维作为电子发射材料。此碳纤维, 因成长时的温度、有机气体的种类和有机气体浓度等的不同而不同, 但多半是采取直径约 $5\text{nm}\sim 250\text{nm}$ 、长度约数十 $\text{nm}\sim$ 数 μm 的在弯曲的同时(根据条件也可以是直线的)延伸成为纤维状的形态。由多个碳纤维组成的膜(电子发射膜 5)的优选厚度为栅极 3 和阴极 2 的平均距离以下。另外, 如果比上述加热温度更高, 也可以形成所谓的碳纳米管。

导电性的纤维状的材料容易加大宽高比, 电场增强容易。因此, 可使电子在低电压下发射, 用作本发明的电子发射材料是优选的。

另外, 本发明所谓的“碳纤维”, 也可以是“以碳为主要成分的柱状物质”或“以碳为主要成分的线状物质”。另外, 所谓的“碳纤维”, 也可以是“以碳为主要成分的纤维”。于是, 本发明的所谓“碳纤维”, 更具体言之, 包含碳纳米管、石墨纳米管、非晶态碳纤维、金刚石纤维。

碳纤维的形态, 比如, 在日本专利特开 2000-75167 号公报中有说明。采取圆筒形状(多重结构的圆筒形也称为多壁纳米管)的形态的石墨层片(graphene, 或译石墨烯)的称为碳纳米管, 特别是在使管前端成为开放的结构时, 其阈值下降最大。更具体言之, 碳纳米管, 是将石墨层片配置成为包围其纵向方向(纤维的轴向方向)(圆筒形状)的纤维状物质。换言之, 是石墨层片与纤维的轴实质上平行配置的纤维状物质。

另外, 石墨层片在纵向方向(纤维的轴向方向)上淀积的纤维状物质称为石墨纳米管。换言之, 是由石墨层片(c 轴)与纤维的轴非平行配置的石

墨层片的淀积体组成的纤维状物质。另外，所谓“c 轴”，换言之，也可以说是指的是石墨层片淀积方向。

另外，石墨的一片平面称为“石墨层片”或“石墨片”。更具体言之，石墨是碳素原子由 sp^2 杂化以共价键生成的正六角形铺满配置的碳素平面，但保持约 $3.354\text{\AA}$ 的距离层叠而成。该一片一片的碳素平面就称为“石墨层片”或“石墨片”。任何碳纤维的电子发射的阈值都是约 $1\text{V}\sim 10\text{V}/\mu\text{m}$ ，作为本发明的发射极(电子发射膜 5)的材料是优选的。

特别是，因为采用石墨纳米纤维的集合体的电子发射材料，可以在低电压下引起电子发射，可以得到大发射电流，可得到稳定的电子发射特性，并且制造简易，所以是优选采用的。

上述的碳纤维，可以利用上述的催化剂(促进碳素堆积的材料)对碳化氢气体进行分解而形成。碳纳米管和石墨纳米纤维在催化剂的种类及分解的温度上有差别。比如，在 Pd、Ni 中，可以在低温(400° 以上的温度)下生成。因为采用 Fe、Co 的碳纳米管的生成温度必须在 800° 以上，由于采用 Pd、Ni 的石墨纳米纤维材料的生成，在低温下可以，所以从对其他材料的影响和制造成本观点出发，是优选的。

作为上述的碳化氢气体，可以采用，比如，乙炔、乙烯、甲烷、丙烷、丙烯等碳化氢气体，CO、 CO_2 气体或乙醇及丙酮等有机溶剂。

此处，关于包含作为电子发射膜 5 的表面的一部分的电子发射的部位，与基体 1 表面实质上平行的平面和包含栅极 3 的表面的一部分，与基体 1 表面实质上平行的面的以基体表面为基准的相对位置关系未做特别规定。这些大概在同一平面内即可，或是，在配置于离开位置时，也可适用于本发明的电场控制结构。但是，在配置于离开位置时，为了抑制发射电子在栅极 3 上的散射，如图 1 所示，包含电子发射膜 5 的表面的一部分，与基体 1 表面实质上平行的平面，最好是配置于包含栅极 3 的表面的一部分，与基体 1 表面实质上平行的平面和阳极 7 之间。

在图 1 所示的结构中，从阴极 2 侧发射的电子，可减小与栅极 3 冲撞的比例。其结果，发射的电子束的分散小，可得到高效率的电子发射元件。

下面利用图 1 对上述的本发明的电子发射元件的驱动予以说明。

在图 1 中,首先,将元件配置于真空容器 8 内,利用排气装置(未图示)形成真空。之后,施加电压使栅极 3 相对于电子发射膜 5(或阴极 2)处于高电位。

此处,在本发明的电子发射元件中,由于在电子发射膜 5 的两个端部 A、B 附近(参照图 2)具有比两个端部 A、B 之间的区域的电场弱的电场的结构,电场发射在两个端部 A、B 之间的任意区域中可优先发生。

由此,就可以减小作为现存问题的膜的电场发射特性的不均匀(特别是,反映具有两个端部的膜的两个端部的电子发射特性和两个端部之间的区域的电子发射特性的差异的、在同一元件内的发射电子分布的斑点)。

另外,根据本发明,可根据电极形状在电子发射膜中有选择地使膜形态的均匀性高的区域作为电子发射单元。因此,无需电子发射膜 5 的高对准精度,就可提供具备电子发射特性的电子发射元件。

另外,与将上述本发明的电子发射元件排列多个的同时,通过制作具有荧光体等的发光体的阳极,可以构成显示器等的图像显示装置。

在将本发明的电子发射元件用作电子源的图像显示装置中,可以减少各像素内的辉斑,进而可以减少整个显示区域内的辉斑。

下面举出实施例对本发明进行更详细说明。

[实施例 1]

图 2 为示出从基体表面的上方观察本实施例的电子发射元件的示图。

在图 2 中,1 是基板、2 是阴极、3 是栅极、5 是电子发射膜。另外,在阴极 2 和电子发射膜 5 之间插入导电层 4(未图示),两者合起来称为阴极 2。

此处,基板 1 采用石英,阴极 2 及栅极 3 采用 Pt,采用石墨纳米纤维作为电子发射膜 5,采用 TiN 作为导电层 4。

另外,此处,在图的范围内,导电层 4 和电子发射膜 5 是大致在同一区域内形成的结构,不过导电层 4 也可以包括在电子发射膜 5 的区域内

形成。

电子发射膜 5，经图形化形成具有一定宽度的带状，在带的纵向方向上存在两个端部 A、B。

得到的形态是栅极 3 和阴极 2 间隔不是一定的，在电子发射膜 5 的两个端部之间的区域的间隔，比电子发射膜 5 的两个端部附近的间隔宽。所以，整个形态是从阴极 2 端到电子发射膜 5 的距离，在两个端部远，而在两个端部之间的区域中阴极 2 端和电子发射膜 5 端接近。

下面利用图 8A~8E 对本实施例的电子发射元件的制造工序予以说明。

基板 1 采用石英基板，在进行充分清洗后，利用溅射法淀积厚度为 5nm 的 Ti，接着淀积厚度为 30nm 的 Pt 作为阴极 2 和栅极 3 的材料。

之后，在一般的光刻工序中利用正光致抗蚀剂形成抗蚀图形，以此光致抗蚀剂为掩模，利用 Ar 气对 Pt 层和 Ti 层进行干法刻蚀而形成阴极 2 和栅极 3(图 8A)。

之后，将基板温度保持为 300℃，借助混合在 Ar 中的氮气刻蚀气体利用溅射 Ti 的反应性溅射法，淀积厚度为 500nm 的 TiN，形成 TiN 层作为导电层 4。另外，在将基板冷却到室温之后，利用溅射法淀积形成岛状程度的量的 Pt 而形成岛状 Pt 层 81(图 8B)。

之后，在光刻工序中，利用正光致抗蚀剂形成抗蚀图形(图 8C)，将图形化的上述光致抗蚀剂 82 作为掩模，利用 CF₄ 气体对岛状 Pt 层 81、TiN 层 4 进行干法刻蚀而在阴极 2 上形成所要求的图形的金属催化剂 81(岛状 Pd 层)(图 8D)。

之后，在将大气压的氮气稀释的 1%氢气和以大气压的氮气稀释的 0.1%乙炔以大致 1:1 比例混合的气流中，在 500℃加热 10 分钟，就在形成金属催化剂 81 的区域形成电子发射膜 5(图 8E)。

电子发射膜 5，由直径约为 5nm~250nm 的在卷曲同时成纤维状延伸的多个碳纤维(电子发射材料)构成，膜厚约为数 μm。对该碳纤维进行电子显微镜观察以及拉曼光谱分析，确认形成石墨纳米纤维。

另外，在本实施例中，是采用石墨纳米纤维作为电子发射膜 5，除此之外，如果是包含碳纤维的膜，也可获得同样的作用。比如，作为碳纤

维,可以采用碳纳米管、非晶态碳纤维、金刚石纤维等。

当在阴极2和栅极3之间施加电压时,在阴极2内,因为是等电位,施加于电子发射膜5的两个端部A及B的电场强度比施加于上述两个端部A及B之间的区域的电场强度弱。电场的减弱是从阴极2端到电子发射膜5的端的距离越远越利害。因此,在图2的结构中,在电子发射膜5中,在阴极2和栅极3的间隔变宽的区域附近,施加的是相对强的电场。所以,在图2的结构中,依赖于栅极3的电位的电子发射膜5的电子发射所必需的阈值(电压),在阴极2和栅极3的间隔变宽的区域附近降低。

如果对本结构的电子发射元件在阴极2和栅极3之间施加电压,从阴极2和栅极3的间隔变宽的区域附近的电子发射膜5有选择地引起电子发射,可以从两个端部附近控制电子发射。

另外,作为本实施例的变形例,如图11所示,从栅极3侧观察,阴极2的边缘也可以制作成为多个凹凸的形状。如果作成这种形状,可以将电子发射区域分成为多个。并且,阴极的边缘的凹部,如图12所示,也可以是椭圆形状的凹状。

[实施例2]

图3为示出从基体表面的上方观察本实施例的电子发射元件的示图。本实施例的电子发射元件,可利用与实施例1所示的电子发射元件同样的方法制作。并且,与实施例1相同的构件以相同的符号表示。

在本实施例的电子发射元件中,栅极3和阴极2的间隔是一定的,电子发射膜5,经图形化形成椭圆状,在沿着在栅极栅极3和阴极2之间的间隙的方向上实质上存在两个端部A、B。

从图中可知,从阴极2端到电子发射膜5的距离,在端部A、B处远,而在端部A、B之间的区域阴极2端和电子发射膜5端接近。

即,在电子发射膜5的两个端部的每一个和栅极3之间,阴极2的一部分所占据的比例,比在位于上述电子发射膜5的两个端部A、B之间的区域和栅极3之间阴极2的一部分占据的比例更大。

对本实施例的电子发射元件而言,当在阴极2和栅极3之间施加电压

时，阴极 2 和栅极 3 相对置方向上的电场强度，与电子发射膜 5 的两个端部之间的区域相比，电子发射膜 5 的两个端部附近的电场强度变弱。因此，由栅极 3 的电位产生的电子发射所必需的阈值，与电子发射膜 5 的两个端部的附近相比，在电子发射膜 5 的两个端部之间的区域降低。

在本实施例的电子发射元件中，在电子发射膜 5 和栅极 3 之间阴极 2 的一部分占据的比例较小，从电子发射膜 5 的两个端部之间的区域有选择地引起电子发射，可以抑制两个端部附近的电子发射。

[实施例 3]

图 4 为示出从基体表面的上方观察本实施例的电子发射元件的示图。本实施例的电子发射元件，可利用与实施例 1 所示的电子发射元件同样的方法制作。并且，与实施例 1 相同的构件以相同的符号表示。

电子发射膜 5，经图形化形成具有一定宽度的带状。因此，在电子发射膜 5 的纵向方向上存在两个端部 A、B。

得到的形态是在电子发射膜 5 的两个端部 A、B 的每一个和栅极 3 之间，阴极 2，比位于在电子发射膜 5 的两个端部 A、B 之间的区域和栅极 3 之间，向栅极 3 侧突出。

所以，得到的形态是栅极 3 和阴极 2 间隔不是一定的，在电子发射膜 5 的两个端部之间的区域的间隔变宽。即，从阴极 2 端到电子发射膜 5 的距离，与端部附近相比，在两个端部之间的区域中更接近。

对本实施例的电子发射元件而言，当在阴极 2 和栅极 3 之间施加电压时，阴极 2 和栅极 3 相对置方向上的电场强度，与电子发射膜 5 的两个端部 A、B 之间的区域相比，电子发射膜 5 的两个端部附近的电场强度变弱。因此，由栅极 3 的电位产生的电子发射所必需的阈值，与电子发射膜 5 的两个端部的附近相比，在电子发射膜 5 的两个端部之间的区域降低。

在本实施例的电子发射元件中，可以抑制阴极 2 向栅极 3 侧突出的电子发射膜 5 的两个端部附近的电子发射，可以从两个端部之间的区域有选择地发射电子。

另外，作为本实施例的变形例，也可以是图 5 所示的形态。

[实施例 4]

图 6 为示出从基体表面的上方观察本实施例的电子发射元件的示图。本实施例的电子发射元件，可利用与实施例 1 所示的电子发射元件同样的方法制作。并且，与实施例 1 相同的构件以相同的符号表示。

电子发射膜 5，在阴极 2 上，在与基体表面实质上平行的面内，经图形化形成矩形形状。并且，电子发射膜 5，在和阴极 2 与栅极 3 相对置的方向实质上垂直的方向上存在两个端部 A、B。

栅极 3 形成为和位于电子发射膜 5 的上述两个端部之间的区域的距离比和电子发射膜 5 的上述两个端部的距离短。

在栅极 3 和电子发射膜 5 的距离短的区域中，与其以外的区域相比，电场强度高。

对本实施例的电子发射元件而言，当在阴极 2 和栅极 3 之间施加电压时，在栅极 3 和电子发射膜 5 的距离短的区域中，因为对于阴极 2 和栅极 3 相对置的方向上的电场，对电子发射膜 5 施加的电场更大，所以在该区域附近可以有选择地发射电子。

另外，作为本实施例的变形例，也可以是图 7 所示的形态。

以上是对本发明的电子发射元件的实施例的说明，但本发明也包含利用将多个这种电子发射元件形成的电子源、与由荧光体等组成的发光构件相组合所构成的图像形成装置。

根据本发明，可以提供具有电子发射分布小的电子发射单元的电子发射元件，可以降低电子发射元件之间的电子发射特性的分散。此外，如果采用配置多个本发明的电子发射元件的电子源，就可以实现可以显示大面积的均匀的良好画质的图像的图像形成装置。

图1

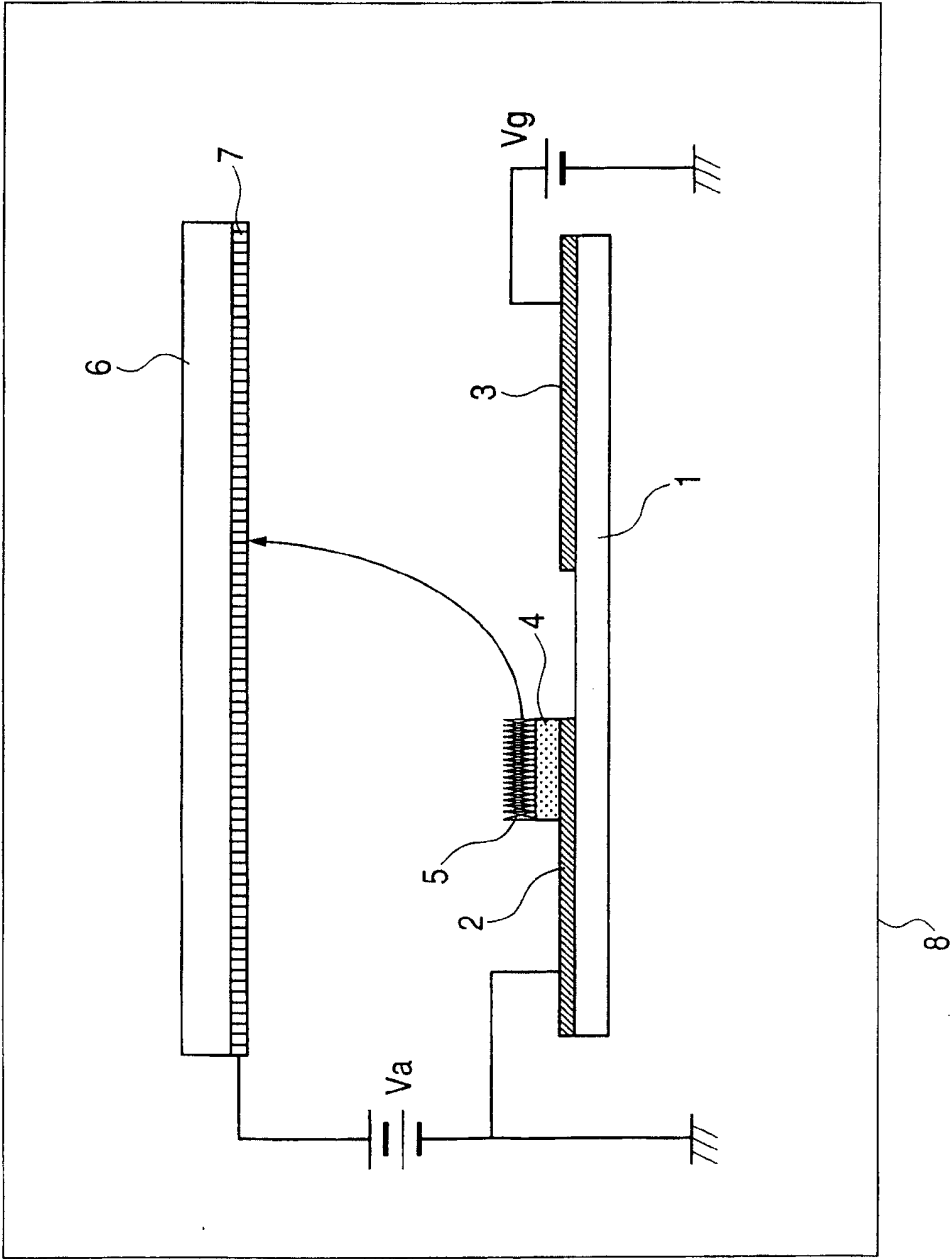


图2

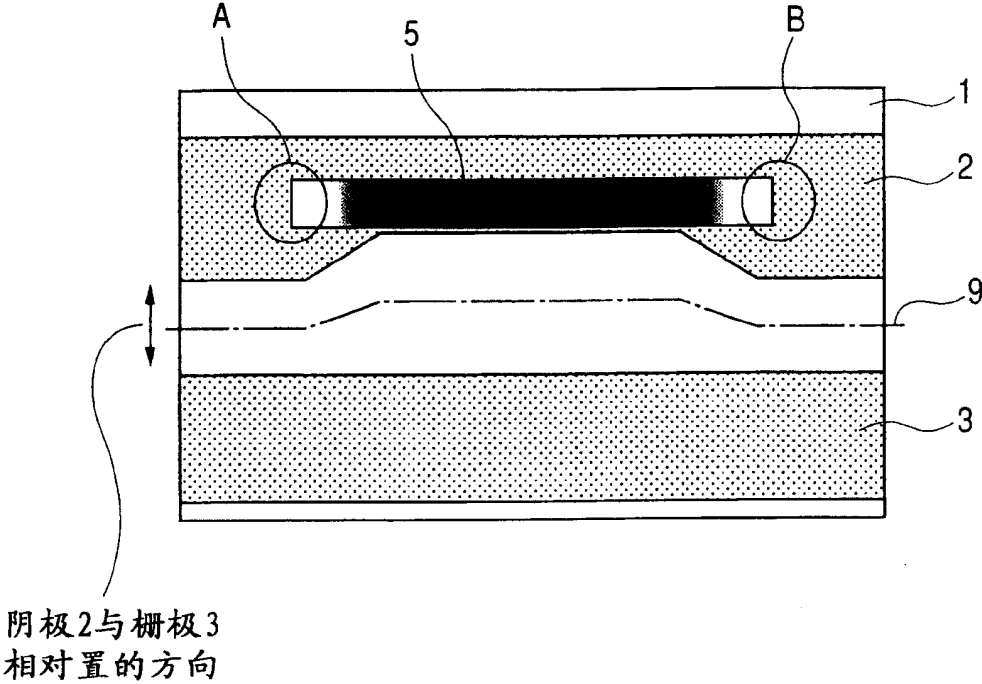


图3

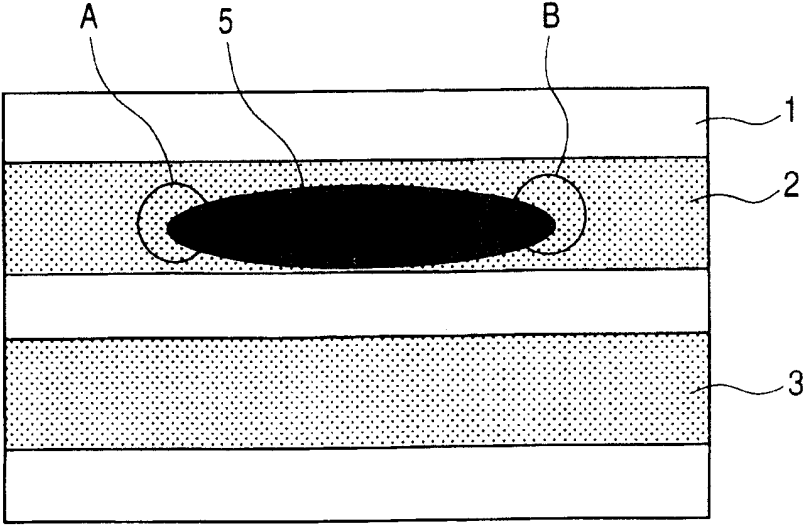


图 4

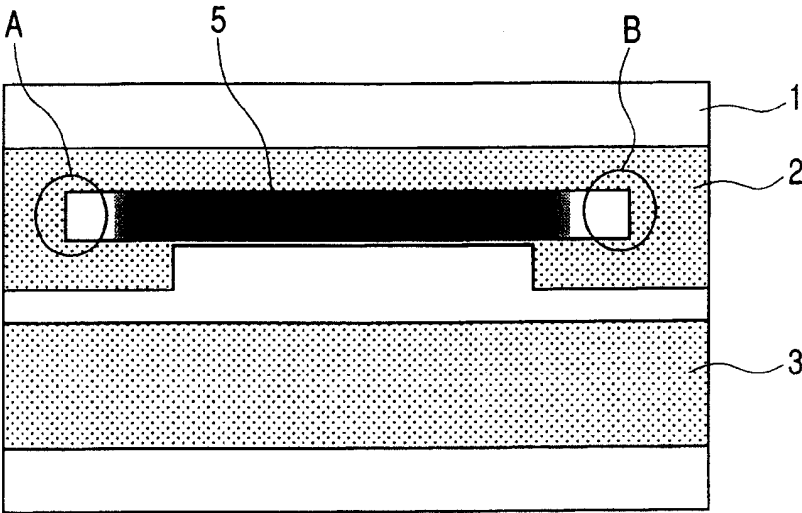


图 5

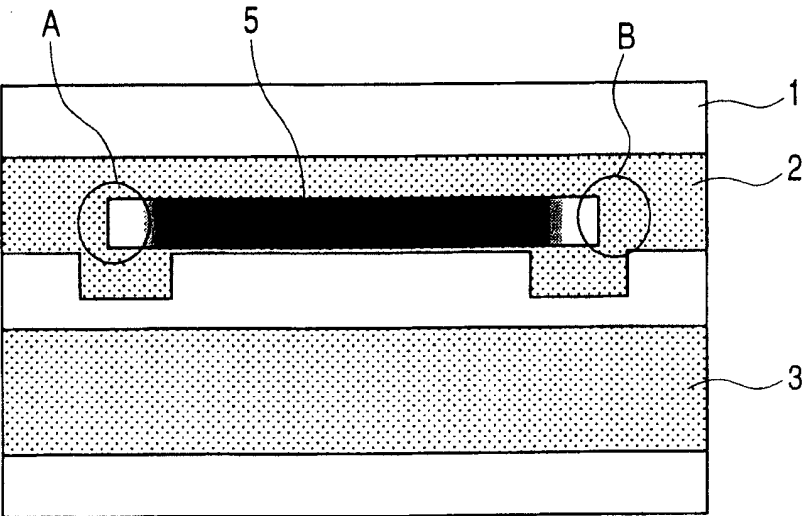


图 6

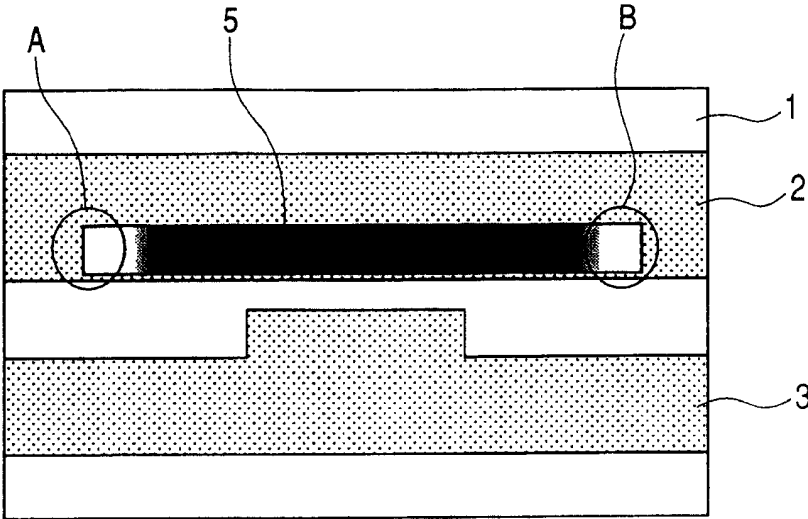


图 7

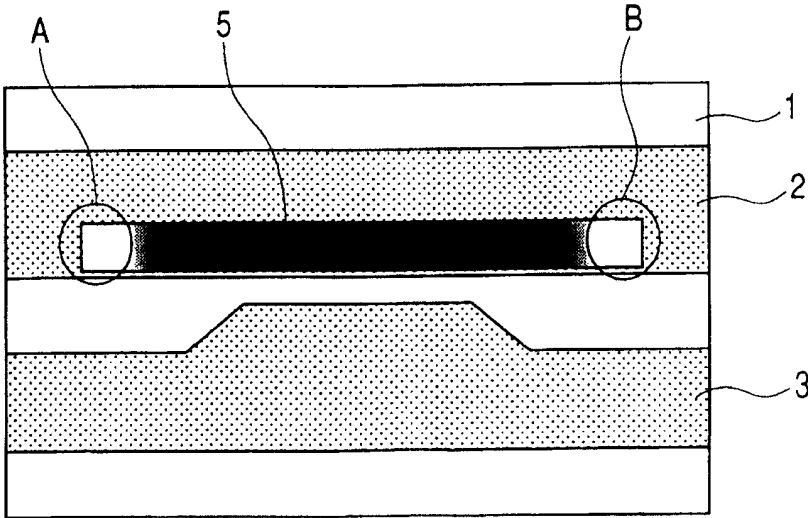


图 8A

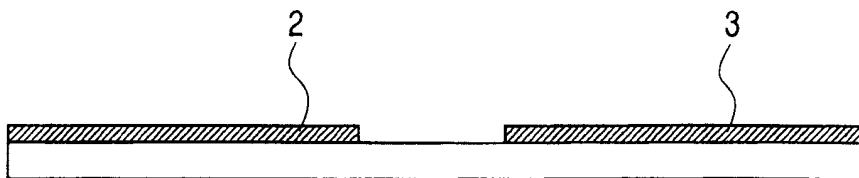


图 8B



图 8C

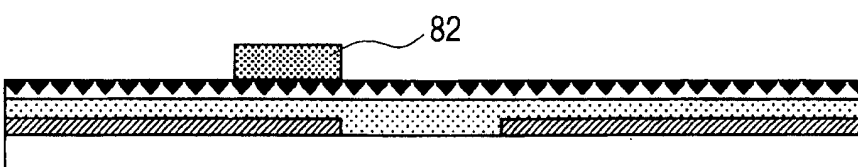


图 8D

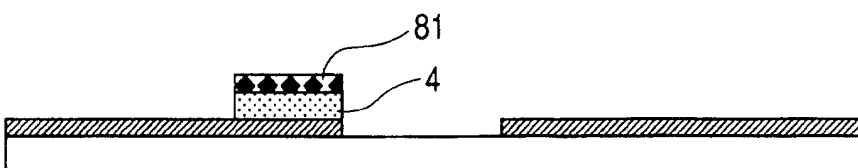


图 8E

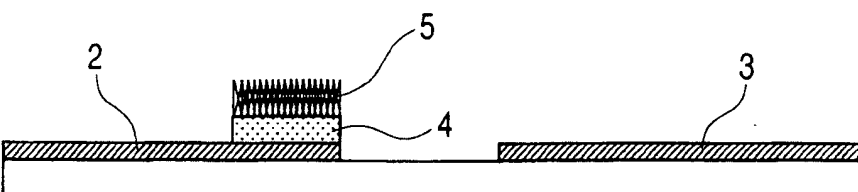


图 9

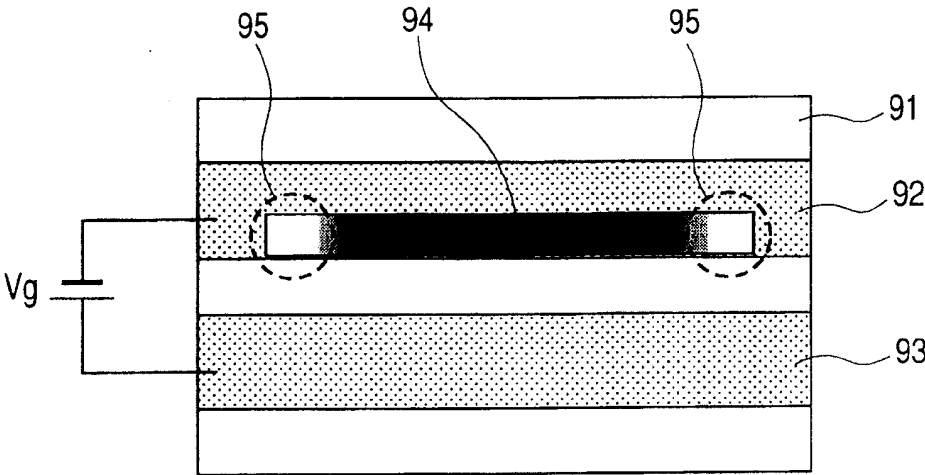


图 10

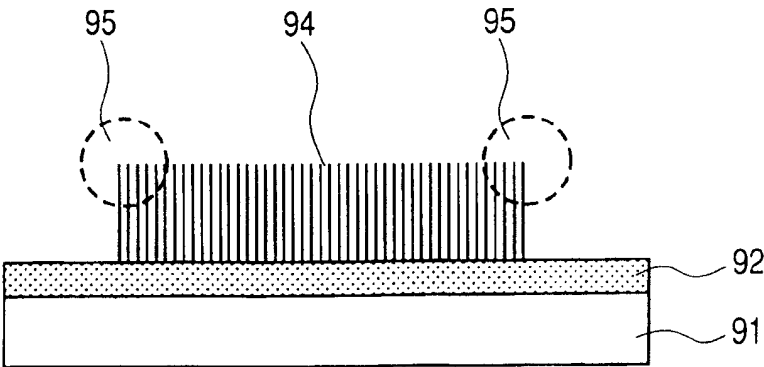


图 11

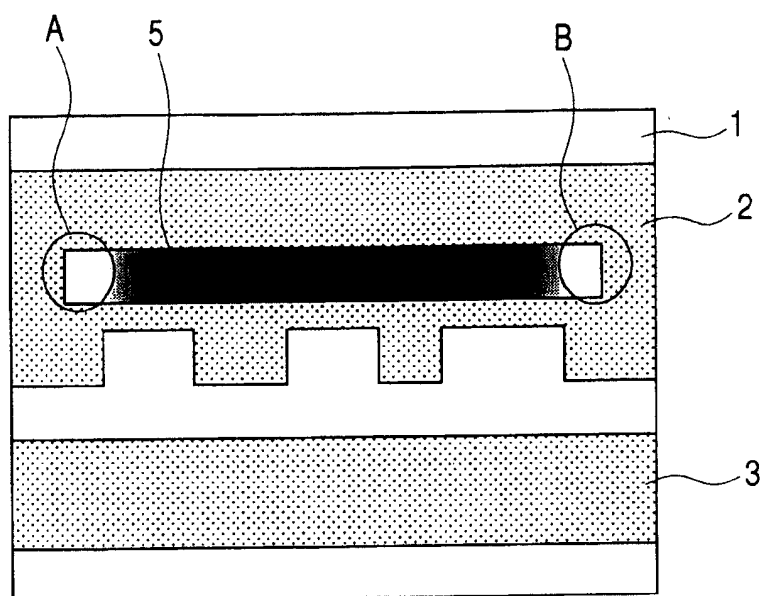


图 12

