

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510113264.9

H01J 29/02 (2006.01)

H01J 29/04 (2006.01)

H01J 1/30 (2006.01)

H01J 9/02 (2006.01)

H01J 31/12 (2006.01)

[43] 公开日 2006年5月24日

[11] 公开号 CN 1776878A

[22] 申请日 2005.8.30

[21] 申请号 200510113264.9

[30] 优先权

[32] 2004.8.30 [33] KR [31] 68741/04

[71] 申请人 三星 SDI 株式会社

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 李天珪 崔龙洙 李炳坤 李相祚

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 陶凤波 侯宇

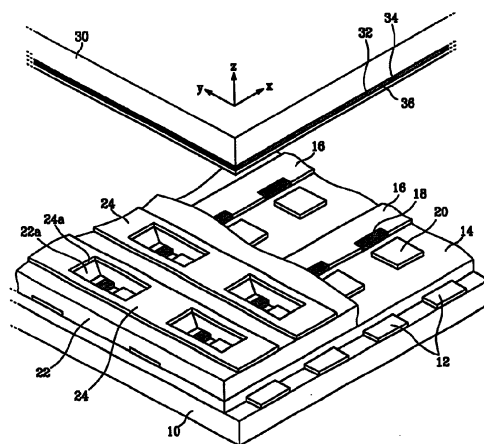
权利要求书 4 页 说明书 9 页 附图 7 页

[54] 发明名称

电子发射装置和制造该装置的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种电子发射装置，其在不增大用于产生电子发射的驱动电压的情况下增加电子的发射量。所述电子发射装置包括衬底、形成在该衬底上的第一电极、电连接到第一电极的电子发射区、以及与第一电极在不同平面上的第二和第三电极。第二和第三电极接收相同的电压，并形成用于从电子发射区发射电子的电场。第四电极可以位于基本上与第一电极相同的平面，并接收与第二和第三电极相同的电压。



1. 一种电子发射装置，其包括：
衬底；
- 5 第一电极，形成在上述衬底上；
电子发射区，电连接到所述第一电极；以及
第二和第三电极，分别位于不同于所述第一电极的平面，第二电极和第三电极接收同样的电压并适合于形成用于从电子发射区发射电子的电场。
- 10 2. 如权利要求 1 所述的电子发射装置，还包括基本上位于与第一电极相同平面的第四电极，并接收与第二电极和第三电极相同的电压。
3. 如权利要求 2 所述的电子发射装置，其中第一绝缘层设置在第二电极和第四电极之间，并且第四电极通过形成在第一绝缘层上的路径孔接触第二电极。
- 15 4. 如权利要求 1 所述的电子发射装置，其中第一电极设置在第二电极和第三电极之间，且第二电极设置得比第三电极更靠近衬底。
5. 如权利要求 4 所述的电子发射装置，其中第二和第三电极中的至少一组具有多个以预定距离设置在衬底上的电极，同时沿衬底方向形成条形图案。
- 20 6. 如权利要求 4 所述的电子发射装置，其中第二电极和第三电极都具有多个以预定距离设置在衬底上的电极，同时沿衬底方向形成条形图案。
7. 一种电子发射装置，其包括：
衬底；
阴极电极，形成在所述衬底上；
电子发射区，电连接到所述阴极电极；以及
- 25 多个位于与所述阴极不同平面的栅极，并接收同样的电压以形成用于从电子发射区发射电子的电场。
8. 如权利要求 7 所述的电子发射装置，其中所述多个栅极包括位于阴极下的第一栅极，其中在第一栅极和阴极电极之间插入有第一绝缘层，还包括位于阴极上的第二栅极，其中在第二栅极和阴极之间插入有第二绝缘层。
- 30 9. 如权利要求 8 所述的电子发射装置，其中第一栅极和第二栅极分别具有多个以一定距离设置在衬底上的电极，同时在衬底方向形成条形图案。

10. 如权利要求 9 所述的电子发射装置, 其中各个第一栅极端部和第二栅极端部彼此电连接。
11. 如权利要求 8 所述的电子发射装置, 还包括与阴极基本位于相同平面并通过形成在第一绝缘层上的路径孔接触第一电极的对置电极。
- 5 12. 如权利要求 7 所述的电子发射装置, 其中所述电子发射区由包括碳纳米管、石墨、石墨纳米纤维、钻石、类钻碳、C₆₀ 和硅纳米线的组中选择的至少一种材料形成。
13. 如权利要求 7 所述的电子发射装置, 还包括在以预定距离面对基底的衬底上形成的阳极电极, 并包括在所述阳极上形成的荧光层。
- 10 14. 如权利要求 8 所述的电子发射装置, 其中第一绝缘层和第二绝缘层具有彼此不同的蚀刻速度。15. 如权利要求 23 所述的电子发射装置, 其中第一绝缘层的蚀刻速度是第二绝缘层蚀刻速度的 1/3 或更小。
16. 一种电子发射装置, 其包括
衬底;
- 15 扫描电极, 形成在该衬底上;
电子发射区, 与该扫描电极电连接; 以及
多个数据电极, 位于与扫描电极不同的平面并接收相同电压以形成从电子发射区发射电子的电场。
17. 如权利要求 16 所述的电子发射装置, 其中所述多个数据电极包括
20 位于扫描电极下的第一数据电极, 其中在第一数据电极和扫描电极之间插入有第一绝缘层, 还包括位于扫描电极上的第二数据电极, 其中在第二数据电极和扫描电极之间插入有第二绝缘层。
18. 如权利要求 17 所述的电子发射装置, 其中第一数据电极和第二数据电极具有多个以一定距离设置在衬底上的电极, 同时在衬底方向形成条形
25 图案。
19. 如权利要求 18 所述的电子发射装置, 其中各个第一数据电极端部和第二数据电极端部彼此电连接。
20. 如权利要求 17 所述的电子发射装置, 还包括与扫描电极基本位于相同平面并通过形成在第一绝缘层上的路径孔接触第一数据电极的第三电
30 极。
21. 一种电子发射装置, 包括:

衬底;

电子发射区, 形成在该衬底上并接收预定电势; 以及
电子发射电极, 中间夹住电子发射区。

22. 如权利要求 21 所述的电子发射装置, 其中所述电子发射电极包括
5 电连接至电子发射区的阴极电极、以及位于与阴极不同平面并接收相同电压
以形成用于从电子发射区发射电子的电场的多个栅极。

23. 如权利要求 22 所述的电子发射装置, 其中所述多个栅极包括位于
阴极电极下的第一栅极, 其中在第一栅极和阴极电极之间插入有第一绝缘
层, 还包括位于阴极电极上的第二栅极, 其中在第二栅极和阴极电极之间插
10 入有第二绝缘层。

24. 如权利要求 23 所述的电子发射装置, 还包括与阴极电极基本位于
相同平面并通过形成在第一绝缘层上的路径孔接触第一电极的对置电极。

25. 一种制造电子发射装置的方法, 其包括:

在衬底上形成第一栅极;

15 在衬底的整个表面上形成第一绝缘层同时覆盖第一栅极, 以及对所述第
一绝缘层进行部分蚀刻以形成路径孔;

在第一绝缘层上形成导电层, 并构图该导电层以形成阴极电极, 且对置
电极通过路径孔接触第一栅极;

20 在阴极电极、对置电极、和第一绝缘层上形成第二绝缘层, 第二绝缘层
具有不同于第一绝缘层的蚀刻速度;

在第二绝缘层上形成导电层, 并构图该导电层以形成具有开口部分的第
二栅极;

通过开口部分暴露的第二绝缘层被部分蚀刻以在第二绝缘层形成开口
部分。

25 26. 如权利要求 25 所述的方法, 其中当形成第一绝缘层和第二绝缘层
时, 第一绝缘层由蚀刻速度是第二绝缘层蚀刻速度的 1/3 或更小的材料形成。

27. 如权利要求 25 所述的方法, 其中当形成第二栅极时, 第二栅极与第
一栅极平行并一一相对应地设置。

30 28. 如权利要求 25 所述的方法, 其中当形成第一绝缘层和第二绝缘层
时, 第一栅极端部暴露于外侧, 以及当形成第二栅极时, 第二栅极的端部既
接触第一绝缘层和第二绝缘层的侧面又接触第一栅极顶表面。

29. 如权利要求 25 所述的方法,还包括在第二绝缘层上形成开口部分之后在阴极电极的暴露部分上形成电子发射区。

30. 如权利要求 29 所述的方法,其中形成电子发射区包括:

5 通过将有机材料与从包括碳纳米管、石墨、石墨纳米纤维、钻石、类钻石、 C_{60} 、硅纳米线的组中选择的至少一种材料相混合而制成糊状电子发射材料;以及
丝网印刷、烘干和煅烧所述电子发射材料。

电子发射装置和制造该装置的方法

5 技术领域

本发明涉及一种电子发射装置，尤其涉及一种具有改进的用于从电子发射区发射电子的电极结构的电子发射装置。

背景技术

10 通常，电子发射装置分为用热阴极作为电子发射源的第一型，以及用冷阴极作为电子发射源的第二型。其中以下第二型电子发射装置是公知的：场发射阵列（FEA）型、金属-绝缘体-金属（MIM）型、金属-绝缘体-半导体（MIS）型、以及表面传导发射（SCE）型。

15 MIM型和MIS型电子发射装置分别具有金属/绝缘体/金属（MIM）结构和金属/绝缘体/半导体（MIS）结构的电子发射区。当电压施加到绝缘体各侧部的两金属或金属和半导体上时，由下侧的金属或半导体提供的电子由于隧穿效应穿过绝缘体并达到上侧的金属。具有大于或等于上侧金属功函数的能量的、达到上侧金属的电子从上侧电极发射。

20 SCE电子发射装置包括形成在衬底上彼此面对的第一和第二电极，以及设置在第一和第二电极之间的导电薄膜。在导电薄膜上形成微小的裂隙以形成电子区。当向电极施加电压同时使电流流向导电薄膜的表面时，电子从电子区发射。

25 FEA电子发射装置基于以下原理，当具有低逸出功或高纵横比（aspect ratio）的材料用作电子发射源时，由于在真空环境下的电场，电子很容易地从该材料发射。已经发展出基于钨或硅、或例如碳纳米管（nanotubes）、石墨、类钻碳（diamond-like carbon）的含碳材料的尖端结构作为电子发射源。

30 冷阴极基电子发射装置具有形成真空区的第一和第二衬底。电子发射区和用于控制电子发射区的电子发射的电子发射电极形成在第一衬底上。荧光层和用于使来自第一衬底的电子有效地朝向荧光层加速的电子加速电极形成在第二衬底上，因此所述荧光体发射出光并显示需要的图像。

FEA电子发射装置具有三极管结构，其中阴极和栅极作为电子发射极在

第一衬底上形成，阳极作为电子加速电极在第二衬底上形成。阴极和栅极位于不同的平面上同时接收不同的电压，使得电子从电连接到阴极电极的电子发射区发射。

5 用 FEA 电子发射装置，从电子发射区的电子发射量相对于在电子发射区周围形成的电场强度 E 按指数规律地增长。电场强度正比于施加到栅极上的电压。

然而，使用目前可用的电子发射装置，电场强度受栅极的结构限制并没有最大化，从而使得来自电子发射区的电流的量不能够增加，这将导致难于实现高亮度显示屏。

10 当然，施加到栅极上的电压可以增大以解决该问题。然而在这样的情况下，由于功率消耗的增加，使得这种电子发射装置的广泛使用变得困难，并且由于使用了高成本的驱动，所述电子发射装置的生产成本也增加了。

发明内容

15 根据本发明，提供一种电子发射装置，其在不增加发射电子的驱动电压的情况下增加电子发射量。

20 根据本发明的一个方面，所述电子发射装置包括衬底、形成在该衬底上的第一电极、电连接到第一电极的电子发射区。第二和第三电极分别位于不同于第一电极的平面。第二和第三电极接收相同的电压以形成用于从电子发射区发射电子的电场。

第四电极可以位于基本上与第一电极相同的平面，并接收与第二和第三电极相同的电压。在这种情况下，第一绝缘层设置在第二和第四电极之间，并且第四电极通过形成在第一绝缘层上的路径孔 (via hole) 接触第二电极。

25 第一电极设置在第二和第三电极之间，以及第二电极设置得比第三电极更靠近衬底。

第二和第三电极中的至少一组具有多个以一定距离设置在衬底上的电极，同时在衬底方向形成条形图案。

30 根据本发明的另一方面，电子发射装置包括衬底、形成在衬底上的阴极电极、以及电连接到阴极电极的电子发射区。多个栅极位于与阴极不同的平面，同时接收相同的电压以形成用于从电子发射区发射电子的电场。

栅极包括位于阴极下的第一栅极，其中第一绝缘层插入在第一栅极和

阴极电极之间,和位于阴极上的第二栅极,其中第二绝缘层插入在第二栅极和阴极之间。当进行电连接时,第一和第二栅极的端部彼此相接触。

电子发射装置还可以包括与阴极基本位于相同平面并通过形成在第一绝缘层上的路径孔接触第一电极的对置电极(counter electrode)。

- 5 根据本发明的另一方面,电子发射装置包括衬底、形成在该衬底上扫描电极、以及与扫描电极电连接的电子发射区。多个数据电极位于与扫描电极不同的平面并接收相同电压以形成从电子发射区发射电子的电场。

根据本发明的另一方面,电子发射装置包括衬底、形成在该衬底上并接收预定电势的电子发射区、以及将电子发射区夹在中间的电子发射电极。

- 10 电子发射装置包括:电连接至电子发射区的阴极电极、以及位于与阴极不同平面并接收相同电压以形成用于从电子发射区发射电子的电场的多个栅极。

- 在所述电子装置的制造方法中,在衬底上形成第一栅极。在衬底的整个表面上形成第一绝缘层同时覆盖第一栅极。所述第一绝缘层被部分蚀刻以形成路径孔。在第一绝缘层上形成导电层,并构图该导电层以形成阴极电极和通过路径孔接触第一栅极的对置电极。在阴极电极、对置电极、和第一绝缘层上形成第二绝缘层。第二绝缘层具有不同于第一绝缘层的蚀刻速度。在第二绝缘层上形成导电层,并构图该导电层以形成具有开口部分的第二栅极。通过开口部分暴露的第二绝缘层被部分蚀刻以在该处形成开口部分。

20

附图说明

图1是根据本发明实施例的电子发射装置的局部分解透视图。

图2是根据本发明实施例的电子发射装置的局部截面图。

- 25 图3是根据本发明实施例的电子发射装置的第一和第二栅极的局部透视图。

图4是表示随着阴极和栅极之间电压差 V_{cg} 而变化的平均电流(I_a)特性的图表。

图5A、5B、5C、5D和5E图示出根据本发明的电子发射装置的工艺制造步骤。

30

具体实施方式

现在参考图 1 和 2, 电子发射装置包括基本彼此平行设置并在其间保持预定距离的第一和第二衬底 10、30, 并且彼此密封以形成勾勒出电子发射装置轮廓的真空区域。在第一衬底 10 上形成电子发射结构, 以及在第二衬底 30 上形成光发射结构以发射可见光并且通过发射电子撞击光发射结构以显示期望的图像。

阴极电极 16 和第一栅极 12 各自作为第一和第二电极形成在第一衬底 10 上, 第一绝缘层 14 插在它们之间。第一栅极 12 比阴极电极 16 设置得更接近第一衬底 10。

阴极电极 16 以多个的形式在第一衬底 10 上形成, 并且在其方向(例如, 在 x 轴方向)上形成条形图案。第一绝缘层 14 在第一衬底 10 的整个表面上形成同时覆盖了第一栅极 12。第一栅极 12 之间按预定距离以多个的形式排列在第一衬底 10 上, 并且在与阴极电极 16 交叉的方向(例如, 在 y 轴方向)上形成条形图案。

电子发射区 18 部分接触阴极电极 16 以致它们电连接到阴极电极 16。电子发射区 18 对应于在第一衬底 10 上定义的象素区域设置。在该实施例中, 象素区域定义为第一栅极 12 和阴极电极 16 的交叉区域。如附图所示, 电子发射区 18 在对应于各个象素区域的阴极电极 16 周边的一侧形成, 以致在其至少一侧面接触阴极电极 16。

在该实施例中, 电子发射区 18 由在施加电场下能够发射电子的材料形成, 例如含碳材料和纳米尺寸的材料。电子发射区 18 的不同实例可以由碳纳米管、石墨、石墨纳米纤维、钻石、类钻碳、C₆₀、硅纳米线、或其组合, 通过丝网印刷(screen-printing)、化学汽相沉淀、直接生长、或溅射的方式形成。

第二绝缘层 22 在阴极电极 16 和第一绝缘层 14 上形成, 以及第二栅极 24 在第二绝缘层 22 上形成作为第三电极。第二绝缘层 22 和第二栅极 24 具有分别暴露电子发射区 18 的开口部分 22a、24a。如图 1 所示, 第二栅极 24 沿第一衬底 10 的方向(y 轴方向)形成条形图案。

第二栅极 24 电连接至第一栅极 12 同时接收相同的电压, 并与第一栅极 12 一起导致用于从电子发射区 18 发射电子的电场的形成。在一示范性实施例中, 第二栅极 24 与第一栅极 12 以一一对应的形式基本平行设置。

对置电极 20 在第一衬底 10 上形成以作为第四电极, 从而将第一栅极 12

的电场提升 (pull up) 到第一绝缘层 14。对置电极 20 与阴极电极 16 之间的电子发射区 18 分隔开, 并通过第一绝缘层 14 上形成的路径孔 14a 接触第一栅极 12 同时被电连接到第一栅极。因为具有电子发射区 18, 对置电极 20 可以相应于限定在第一衬底 10 上的各个象素区而设置。对置电极 20 部分位于第一绝缘层 14 上同时基本位于与阴极电极 16 相同的平面上。

第二绝缘层 22 和第二栅极 24 的开口部分 22a、24a 对应于在第一衬底 10 上定义的象素区, 并可以部分或全部地暴露对置电极 20 和电子发射区 18。尽管第二绝缘层和 22 和第二栅极 24 的开口部分 22a、24a 如图所示具有矩形平面形状, 矩形平面形状和开口部分 22a、24a 的数量在这里并没有限制, 而是可以变为各种方式。

当第二栅极 24 接近电子发射区 18 时, 施加于电子发射区 18 的电场强度增加。在一实施例中, 在第二绝缘层 22 和第二栅极 24 上形成的开口部分 22a、24a 能尽可能的小。例如, 第二绝缘层 22 和第二栅极 24 的开口部分 22a、24a 能部分暴露面向电子发射区 18 的对置电极 20, 同时在他们中心放置电子发射区 18。

各个第二栅极 24 电连接至相应的第一栅极 12, 其连接结构如图 3 所示, 图 3 是电子发射装置的部分透视图, 其示出了第一和第二栅极的端部。如图 3 所示, 第一栅极 12 的端部暴露于第一和第二绝缘层 14、22 的外部, 以及第二栅极 24 的端部在第二绝缘层 22 和第一绝缘层 14 的侧面以及第一栅极 20 12 的顶面上延伸, 并接触第一栅极 12, 在那里产生电连接。

如上所述, 电子发射区 18 和控制电子发射区 18 的电子发射的电子发射电极设置在第一衬底 10 上。在该实施例中, 电子发射电极包括位于阴极电极 16 顶部和底部上的第一和第二栅极 12、24, 并包括基本位于和阴极电极 16 相同平面的对置电极 20。第一和第二栅极 12、24 和对置电极 20 采用夹在中间的方式设置, 以同时建立起电子发射区域 18 的上部、底部和侧面所需要的电场。

用于绝缘电极的第一和第二绝缘层 14、22 由不同的材料形成, 而且尤其是对于蚀刻溶液或气体具有不同蚀刻速度的材料。当第二绝缘层 22 被部分蚀刻以形成开口部分 22a 时, 蚀刻速度的差别防止由于对其蚀刻而导致的第二绝缘层 14 的变形。对于同样的蚀刻溶液或气体, 在一实施例中第一绝缘层 14 的蚀刻速度可以设置为第二绝缘层 22 的 1/3 或更小。

此外，第二绝缘层 22 和阴极电极 16 也可以由相对于蚀刻溶液或气体不同蚀刻速度的材料形成。当第二绝缘层 22 被部分蚀刻以形成开口部分 22a 时，这也防止由于对其蚀刻而导致的阴极电极 16 的变形。对于同样的蚀刻溶液或气体，在一实施例中阴极电极 16 的蚀刻速度可以设置为第二绝缘层 5 22 的 1/10 或更小。

例如，当第二绝缘层 22 使用含有氟化氢 (HF) 的蚀刻溶液进行蚀刻以形成开口部分 22a 时，阴极 16 可以由满足上述蚀刻速度条件的材料形成，例如铝 (Al)、铬 (Cr)、和钼 (Mo)。

像阴极电极 16 一样，对置电极 20 也通过第二绝缘层 22 的开口部分 22a 10 部分暴露。为了防止在构图第二绝缘层 22 的过程中对置电极 20 的变形，对置电极 20 可以由相对于用于第二绝缘层 22 的蚀刻溶液和气体满足与阴极电极 16 同样蚀刻速度条件的材料形成。在一实施例中对置电极 20 由同样用于阴极电极 16 的相同材料形成。

参考图 1 和 2，红、绿和蓝色的荧光层 32 设置在以预定距离面对第一衬底 15 10 的第二衬底 30 的表面上。黑色层 34 在荧光层 32 之间设置以增强屏幕对比度。阳极电极 36 通过沉淀金属层 (例如，铝层) 而形成在荧光层 32 和黑色层 34 上。阳极电极 36 从外部接收用来加速电子束的电压，并具有通过金属背效应 (metal back effect) 增加屏幕亮度的作用。

阳极电极可以由透明的导电材料形成，例如铟锡氧化物 (ITO)，而不是 20 金属材料。在这种情况下，阳极电极 (未示出) 在第二衬底 30 上由透明的导电材料形成，然后，荧光层 32 和黑色层 34 在阳极电极上形成。当需要的时候，金属层形成在荧光层 32 和黑色层 34 上以增强屏幕亮度。阳极电极可以形成在第二衬底 30 的整个表面上，或者以预定样式划分成多个部分。

如图 3 所示借助于玻璃状 (frit-like) 密封件 40 将上述构成的第一和第二衬底 25 10、30 彼此密封，以致第二栅极 24 以预定距离面对阳极电极 36，并且衬底 10、30 之间的内部空间抽成真空状态，因此制成电子发射装置。如图 2 所示的多个间隔装置 42 设置在第一和第二衬底 10、30 之间的无光发射区，以使衬底 10、30 之间保持在固定距离。

具有上述结构的电子发射装置，当预定的电压施加到阴极 16 和第一栅极 30 12 时，由于第二栅极 24 和对置电极 20 电连接到第一栅极 12，同样的驱动电压也被施加到第二栅极 24 和对置电极 20 上。例如，几伏到几十伏负 (-)

扫描电压施加到阴极电极 16，以及几伏到几十伏正 (+) 数据电压施加到第一栅极 12，以致阴极电极 16 用作扫描电极，以及第一和第二栅极 12、24 用作数据电极。扫描电压和数据电压的数字值并不限定在上述值，而是可以根据提供期望的电子发射的需求进行调整。

- 5 由于阴极和第一栅极之间的电势差，在电子发射区 18 的底部形成电场以发射电子，由于阴极 16 和对置电极 20 之间的电势差，在电子发射区 18 的侧部上形成另一电场。由于阴极 16 和第二栅极 24 之间的电势差，在电子发射区 18 的顶部形成再一电场。

- 10 发射的电子被施加在阳极 36 上的高电压所吸引，并向第二衬底 30 推进，从而降落在相应像素的荧光层 32 上并对其进行激发。

- 15 根据表示施加到电子发射区 18 的电场以及电子发射量间关系的 Fowler-Nordheim 等式，电子发射基本相对于电场 E 的强度而成指数增加。当假定阴极电压是 0V 以及由阳极电压引起的电子发射效应微弱的时候，施加到电子发射区 18 的电场强度 E 与栅极电压 V_g 之间的关系由以下等式表示：

$$E = \beta_1 \times V_g + \beta_2 \times V_g + \beta_3 \times V_g$$

其中 β_1 是基于第一栅极 12 的比例常数， β_2 是基于对置电极 20 的比例常数， β_3 是基于第二栅极 24 的比例常数。

- 20 如上所述，根据本发明实施例的电子发射装置，利用三个电极与阴极电极 16 的电势差形成了电子发射所需的电场。三个电极位于不同的平面以同时在电子发射区 18 的顶部、底部、和侧部形成电场。因此，当使用与传统电子发射装置相同的栅极电压 V_g 时，根据本发明的电子发射装置把施加到电子发射区 18 上的电场强度最大化。因此，在不增大驱动电压的情况下增加了电子发射量。

- 25 特别，电子发射的速率增加与基于第二栅极 24 的比例常数 β_3 成比例。 β_3 的值通常随着第二栅极 24 接近电子发射区 18 而增大。在这种情况下，如早先所述，第二绝缘层 22 和第二栅极 24 构造成通过尽可能地减小开口部分 22a、24a 的尺寸而使电子发射的速率增加达到最大。

- 30 图 4 示出了随着阴极和栅极之间的电压差 V_{cg} 而变化的平均电流特性 I_A 的图表。曲线示出了分别在例 1、例 2 以及对比实例相应电压条件下进行的电子发射。对于测试下的电子发射装置，阳极电压是 700V 且电子发射区和

对置电极之间的距离是约 30 μm 。

例 1 涉及这样一种情况，其中具有 40×90 μm 尺寸的开口部分 24a 沿其 x 轴和 y 轴方向设置在第二栅极 24 上。例 2 涉及这样一种情况，其中具有 100×120 μm 尺寸的开口部分 24a 沿其 x 轴和 y 轴方向设置在第二栅极 24 上。

5 对比实例涉及这样一种情况，其中省略了第二绝缘层和第二栅极。

如图 4 所示，随着在第二栅极 24 形成的开口部分 24a 变小，电子发射的量增加。用于得到例 1 的期望电子发射的驱动电压与例 2 和对比实例相比比较小。因此，根据本发明的电子发射设置在不增加驱动电压的情况下明显增加了电子发射量。这减小了能量损耗，并由于不需要引入高成本的驱动器而减小了生产成本。

一种生产根据本发明的电子发射装置的方法将参考图 5A-5E 进行描述。

如图 5A 所示，第一栅极 12 在第一衬底 10 上沿第一衬底 10 的方向形成条形图案，以及第一绝缘层 14 在第一衬底 10 的整个表面上形成同时覆盖第一栅极 12。第一绝缘层 14 可以被重复丝网印刷。为了形成对置电极，在第一绝缘层 14 上形成光刻胶（未示出），以及第一绝缘层 14 通过光刻胶图案部分蚀刻因此形成路径孔 14a。然后移除光刻胶图案。

然后，如图 5B 所示，导电层形成在第一绝缘层 14 上，并被构图以形成阴极电极 16 和对置电极 20。考虑到第二绝缘层的蚀刻和加热过程，阴极电极 16 和对置电极 20 由具有第二绝缘层的 1/10 或更小的蚀刻速度的材料形成，同时最低限度地被氧化和热破坏。例如，阴极电极 16 和对置电极 20 由铝（Al）、铬（Cr）、和钼（Mo）形成。

然后，如图 5C 所示，在第一绝缘层 14 上形成第二绝缘层 22 并覆盖阴极电极 16 和对置电极 20。第二绝缘层 22 由与第一绝缘层 14 在蚀刻速度上大有差异的绝缘材料形成。在一实施例中所述材料具有相对于蚀刻溶液或气体三倍大于第一绝缘层 14 的蚀刻速度。

导电层形成在第二绝缘层 22 上，并被构图以形成具有内开口部分 24a 的条形第二栅极 24。此时，第一和第二绝缘层 14、22 形成以致每个第一栅极 12 的端部露出到第一和第二绝缘层 14、22 的外部，并第二栅极 24 形成以致每一个第二栅极 24 的端部放置在第一和第二绝缘层 14、22 的侧面和第一栅极 12 的顶表面。这样，两个栅极 12、24 彼此被电连接。

然后，如图 5D 所示，使用蚀刻溶液或气体对第二绝缘层 22 部分蚀刻因

此形成开口部分 22a。例如，包括氟化氢 (HF) 的蚀刻溶液可以用来形成开口部分 22a。由于第一绝缘层 14 相对于用于第二绝缘层 22 的蚀刻溶液的蚀刻速度是第二绝缘层 22 的 1/3 或更少，在第二绝缘层开口部分 22a 的形成过程中对第一绝缘层的破坏就可能减小到最小。

- 5 如图 5E 所示，然后电子发射材料淀积到阴极电极 16 外围的一侧因此形成电子发射区 18。电子发射材料可以包括碳纳米管、石墨、石墨纳米纤维、金刚石、类钻碳、C₆₀、硅纳米线、或其组合。

- 10 当形成了电子发射区 18 时，有机材料，例如媒介物和胶合剂，与电子发射材料混合以形成具有适合印刷的粘性的糊。所述糊被丝网印刷、烘干、以及煅烧 (fire)。将感光材料加入到该糊中，以及感光糊被丝网印刷到第一衬底 10 的整个表面上。光掩膜 (未示出) 设置在糊膜上，并且该膜部分暴露在光下以进行部分固化和显影。

- 15 形成的第一衬底 10 与有具有荧光层 32、黑色层 34、以及阳极电极 36 的第二衬底 30 组合，并被内部排空因此生成电子发射装置。在第二衬底 30 上形成感光层 32、黑色层 34、和阳极电极 36 的步骤与组合两衬底 10、30 的步骤的详细说明在本领域是公知的，在这里将被省略。

- 20 如上所示，电子发射量在不需要增大驱动电压的情况下明显增加。因此，使用发明的电子发射装置，屏幕亮度以及色彩显示被提高，并减少了功率损耗。此外，由于不需要引入高成本的驱动，因此降低了生产成本。发明的电子发射装置并不限定在 FEA 型，可以变更为各种方式。

尽管上文已经详细描述了本发明的示意性实施例，但是应当清楚的理解的是，本文的基本发明构思很容易对本领域技术人员产生启示，其许多变形和/或修改仍然落在本发明的精神和范围内，如所附权利要求中所限定的。

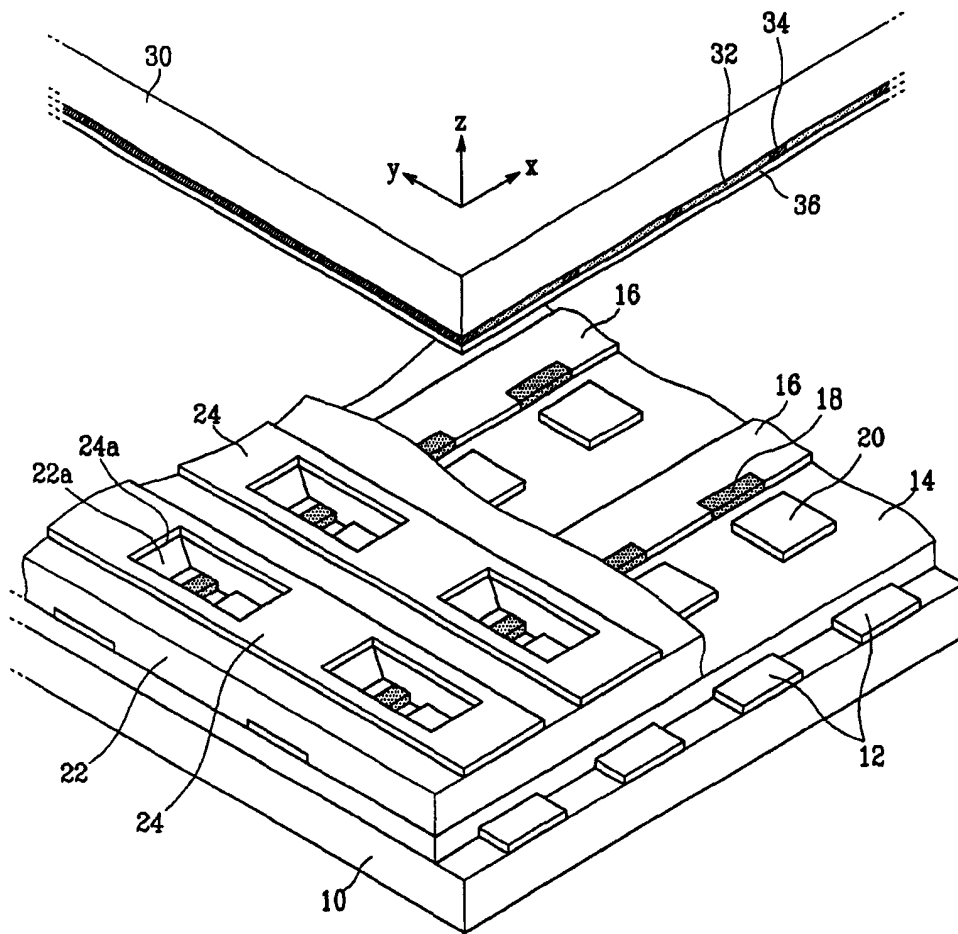


图 1

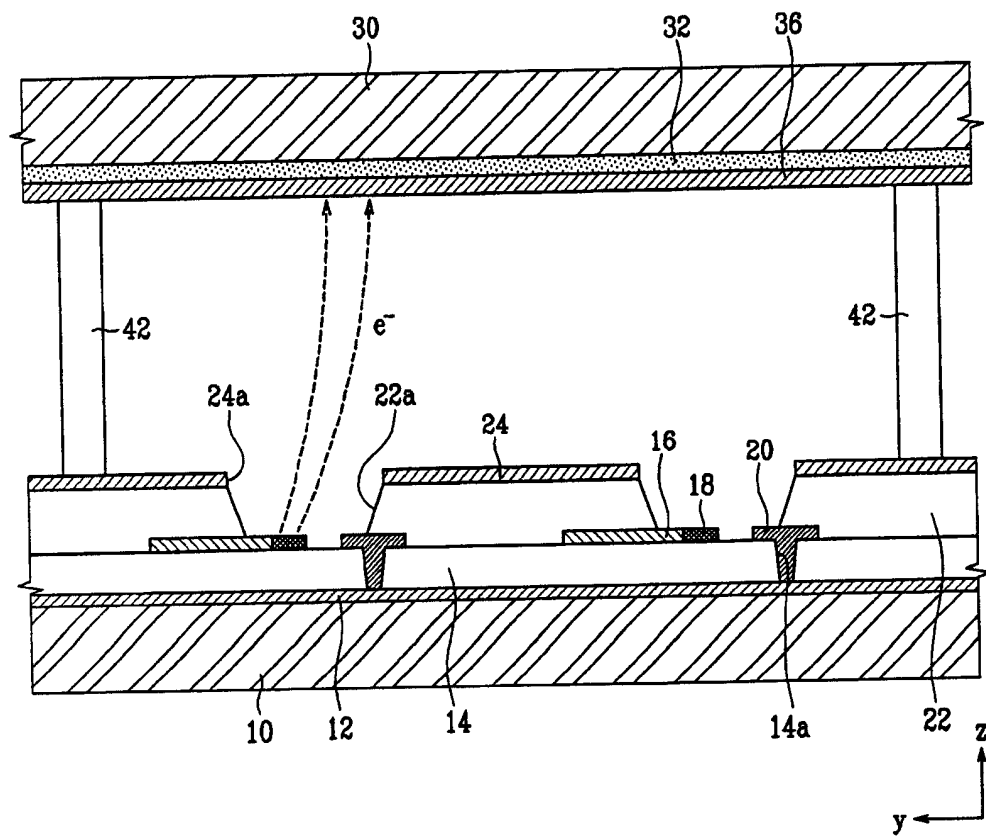


图 2

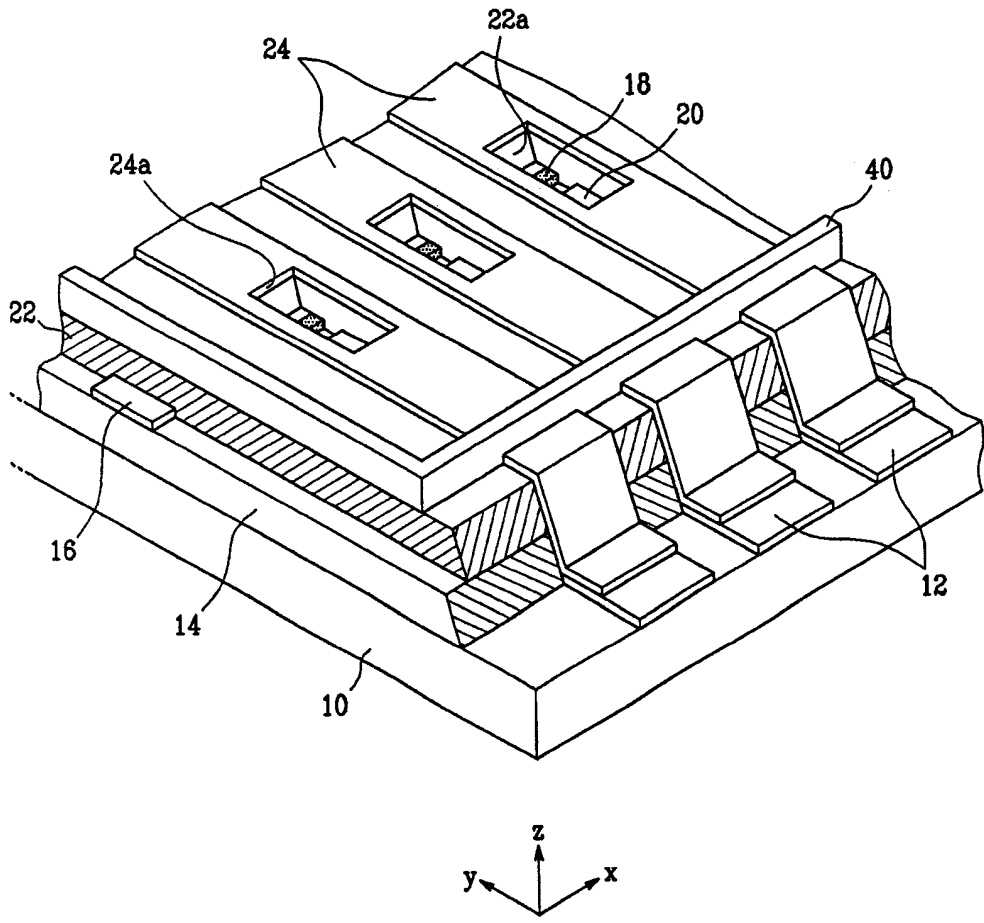


图 3

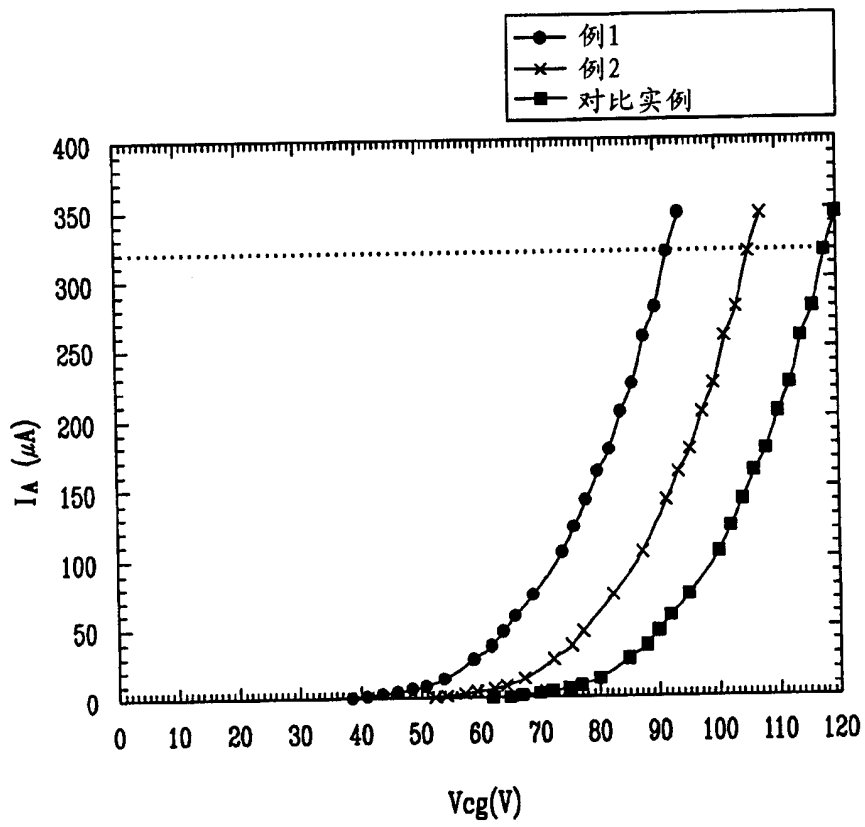


图 4

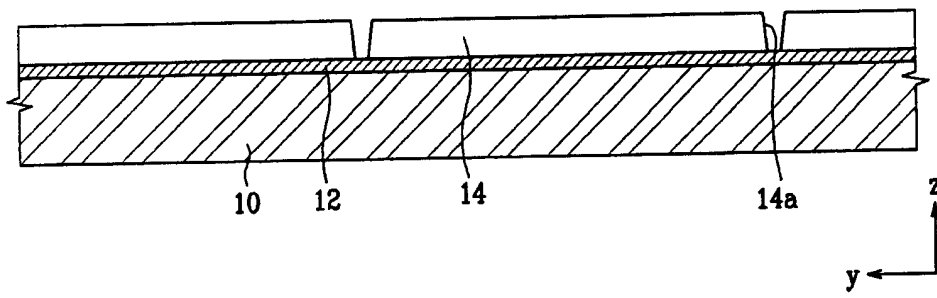


图 5A

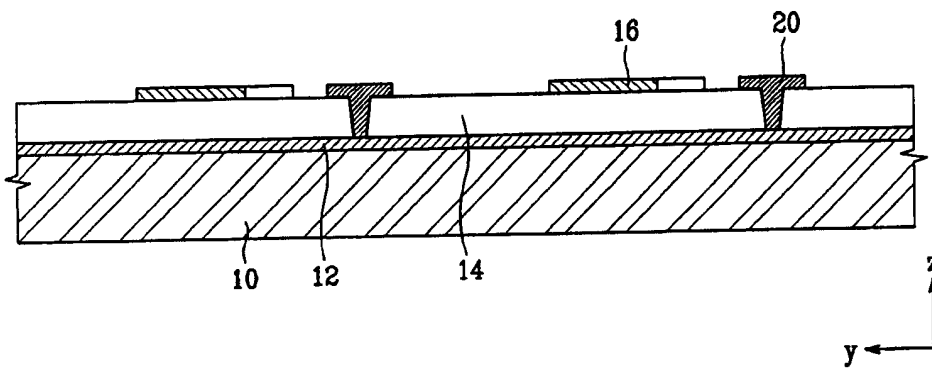


图 5B

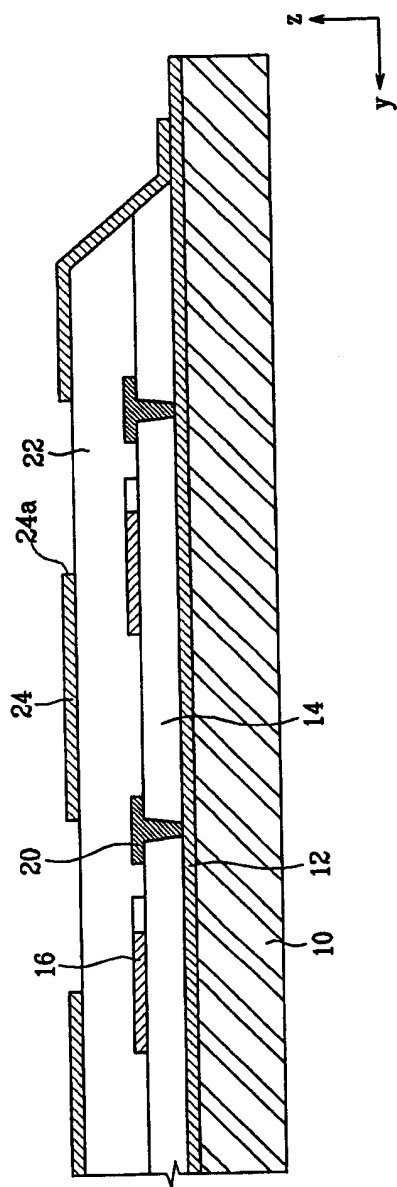


图 5C

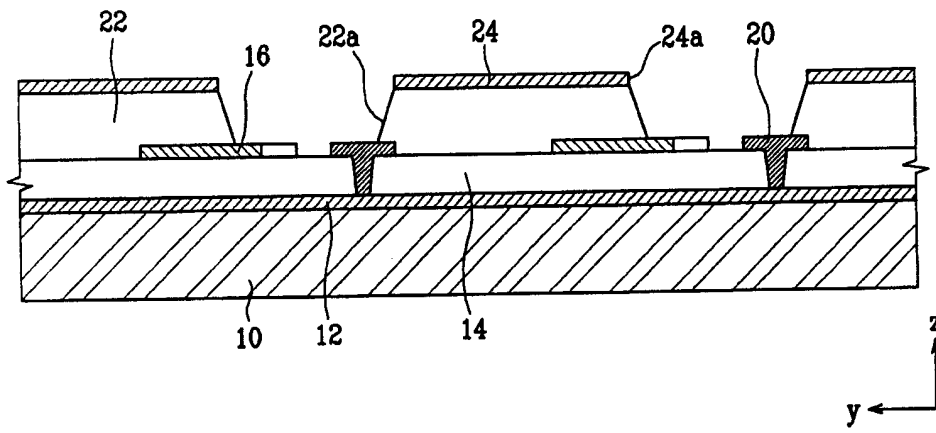


图 5D

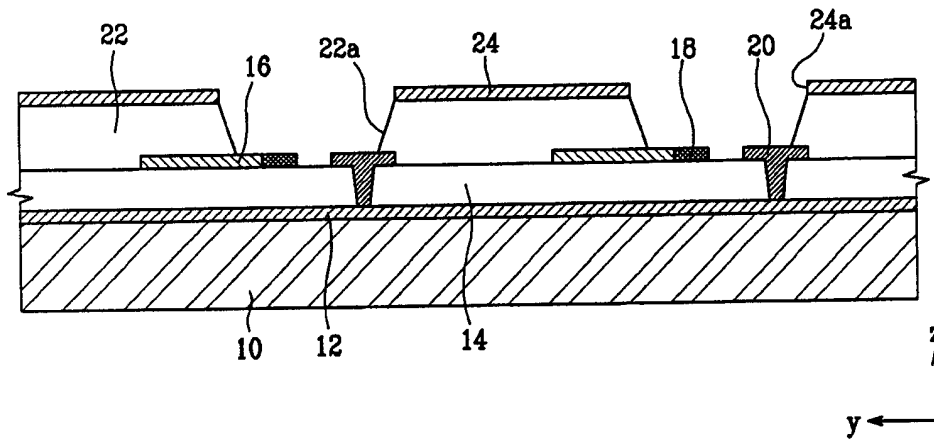


图 5E