

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01J 1/30

H01J 9/02



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99119376.8

[45] 授权公告日 2005 年 6 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 1204585C

[22] 申请日 1999.9.13 [21] 申请号 99119376.8

[30] 优先权

[32] 1998.9.11 [33] JP [31] 258087/1998

[71] 专利权人 先锋株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 山田高士 吉泽淳志 秦拓也

岩崎新吾 根岸伸安 中马隆

佐藤英夫 伊藤宽 吉川高正

小笠原清秀

审查员 孙效文

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

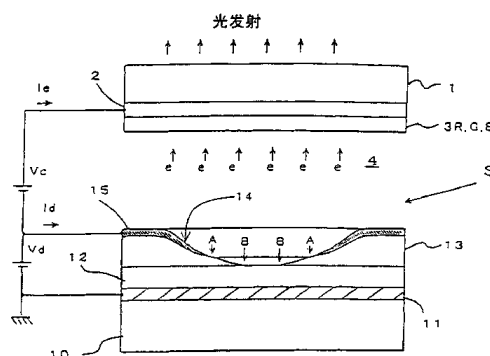
代理人 韩宏

权利要求书 4 页 说明书 22 页 附图 8 页

[54] 发明名称 电子发射装置及制造方法和包括电子发射装置的电子发射显示装置

[57] 摘要

一种电子发射装置，包括由一半导体材料，一金属复合物或金属制成的电子提供层；形成在该电子提供层上的一绝缘体层；和形成在该绝缘体层上的一薄膜金属电极。其特征在于该绝缘体层和该薄膜金属具有多个岛形区，其中该绝缘体层和该薄膜金属电极两者的厚度逐渐减小。



ISSN 1008-4274

1、一种电子发射装置，包括：

由一半导体材料，一金属复合物或金属制成的电子提供层；

形成在该电子提供层上的一绝缘体层；和

形成在该绝缘体层上的一薄膜金属电极；

其特征在于：该绝缘体层和该薄膜金属具有多个岛形区，在该多个岛形区处该绝缘体层和该薄膜金属电极两者的厚度逐渐减小；所述岛形区为电子发射部位；所述薄膜金属电极终止在各岛形区中的该绝缘体层上。

2、根据权利要求1的电子发射装置，其中所述绝缘体层由介电质制成且具有50nm或更大的膜厚度。

3、根据权利要求1的电子发射装置，其中该绝缘体层被终止在各岛形区中的该电子提供层上。

4、根据权利要求1的电子发射装置，其中各岛形区是形成在该薄膜金属电极的平坦表面上的一凹入。

5、根据权利要求1的电子发射装置，其中该绝缘体层和薄膜金属通过物理汽相淀积和/或化学汽相淀积而被形成。

6、根据权利要求1的电子发射装置，其中在各岛形区中设置一微小颗粒。

7、根据权利要求1的电子发射装置，其中在各岛形区中设置一反锥形块。

8、一种制造具有多个岛形区，在该多个岛形区处一绝缘体层和一薄膜金属电极的厚度逐渐减小的电子发射装置的方法，包括有步骤：

在一基底上形成一电子提供层；

将多个微小颗粒喷射到该电子提供层上；

在该电子提供层和这些微小颗粒上沉积一绝缘材料，从而形成一薄绝缘体层；及

在该绝缘体层和这些微小颗粒上形成一薄膜金属电极，从而围绕在这些

微小颗粒下的一接触表面形成若干岛形区。

9、根据权利要求 8 的制造一电子发射装置的方法，该方法在薄膜金属电极形成步骤后还包括一步骤：在该电子提供层和该薄膜金属电极上施加一电压，用于生成导电路径。

10、根据权利要求 8 的制造一电子发射装置的方法，该方法在薄膜金属电极形成步骤后还包括一步骤：从这些岛形区中去除这些微小颗粒。

11、根据权利要求 10 的制造一电子发射装置的方法，该方法在微小颗粒去除步骤后还包括一步骤：在该电子提供层和该薄膜金属电极上施加一电压，用于生成导电路径。

12、一种制造具有多个岛形区，在该多个岛形区处一绝缘体层和一薄膜金属电极的厚度逐渐减小的电子发射装置的方法，包括有步骤：

在一基底上形成一电子提供层；

形成若干电绝缘反锥形块，各电绝缘反锥形块在垂直于该基底的方向上突出且各在其上部具有一在平行于该基底的方向上突出的伸出部分；

在该电子提供层上沉积一绝缘体，从而形成一薄绝缘体层；及

在该绝缘体层上形成一薄膜金属电极，从而围绕在这些反锥形块下的一接触表面形成若干岛形区。

13、根据权利要求 12 的制造一电子发射装置的方法，该方法在薄膜金属电极形成步骤后还包括一步骤：在该电子提供层和该薄膜金属电极上施加一电压，用于生成导电路径。

14、根据权利要求 12 的制造一电子发射装置的方法，该方法在薄膜金属电极形成步骤后还包括一步骤：从这些岛形区中去除这些反锥形块。

15、根据权利要求 14 的制造一电子发射装置的方法，该方法在去除步骤后还包括一步骤：在该电子提供层和该薄膜金属电极上施加一电压，用于生成导电路径。

16、根据权利要求 12 的制造一电子发射装置的方法，其中所述反锥形块形成步骤包括有步骤：在所述基底上形成一反锥形块材料层；通过光刻法用于曝露出至少所述电子提供层的部分以在所述反锥形块材料层上形成一

保护层掩膜；及通过干蚀刻或湿蚀刻来雕刻具有所述伸出部分的所述反锥形块。

17、一种电子发射显示装置，包括：

一对相互相对的，之间插有一真空间隔的一后基底和一光学透明的前基底；

形成在所述的后基底上的多个电子发射装置，各电子发射装置包括一形成在所述后基底上的若干欧姆电极上的由一半导体材料、一金属复合物或金属制成的一电子提供层，形成在所述电子提供层上的一绝缘体层，和形成在所述绝缘体层上且面对该真空间隔的一薄膜金属电极；

形成在所述前基底上的一集电极；及

形成在所述集电极上且面对该真空间隔的一荧光材料层；

其特征在于：该绝缘体层和薄膜金属具有多个岛形区，在这些岛形区中，该绝缘体层和该薄膜金属电极两者的厚度逐渐减小；所述薄膜金属电极在各岛形区中的所述绝缘体层上终止。

18、根据权利要求 17 的电子发射显示装置中，其中所述绝缘体层由介电质制成且具有 50nm 或更大的膜厚度。

19、根据权利要求 17 的电子发射显示装置中，其中该绝缘体层在各岛形区中的该电子提供层上被终止。

20、根据权利要求 17 的电子发射显示装置中，其中各岛形区是形成在该薄膜金属电极的平坦表面中的一凹入。

21、根据权利要求 17 的电子发射显示装置中，其中该绝缘体层和该薄膜金属通过一物理汽相沉积和/或化学汽相淀积而被形成。

22、根据权利要求 17 的电子发射显示装置中，其中该显示装置还包括形成在所述后基底上且配置在所述电子发射装置中的相邻两个之间以使围绕这些电子发射装置用于划分它们的多个绝缘支持部件，其中从所述后基底到最接近于所述真空间隔的所述绝缘支持部件的表面的距离是足以支持总线电极并防止线路故障的一段距离。

23、根据权利要求 17 的电子发射显示装置中，其中该显示装置还包括

多个总线电极，各总线电极以一条形被配置以与一相邻的所述薄膜金属电极电连接，其中所述欧姆电极和所述总线电极为条样电极并被配置以相互垂直地延伸。

24、根据权利要求 17 的电子发射显示装置中，其中所述后基底包括多个后壁垒，各后壁垒被配置在所述电子发射装置之间并突入到所述真空间隔中，而所述前基底包括多个前壁垒，各前壁垒突入到所述真空间隔中以邻接所述后壁垒。

电子发射装置及制造方法和包括电子发射装置的电子发射显示装置

技术领域

本发明总地涉及一种电子发射装置，且更具体地涉及一种具有被配置成一图象显示阵列，例如一矩阵形式的电子发射装置的电子发射显示装置。

背景技术

常规地，在场电子发射显示设备中，一场发射显示器（FED）被已知为一装有一冷阴极电子发射源的阵列的平面发射显示装置，其中该冷阴极电子发射源不要求阴极加热。例如微小微小突起的斯班德特（Spindt）型冷阴极的FED的发射原理如下。它的发射原理象一阴极射线管（CRT），尽管该FDE具有一不同于CRT的斯班德特突起的阴极阵列。在该FED中，通过除了该斯班德特型阴极以外的间隔开的各门电极，电子被引入一真空空间，且这些电子被使撞击到被涂覆在一透明阳极上的荧光物质上，从而引致光发射。

然而，该FED具有一问题，由于这些微小的斯班德特型发射极阵列的制做复杂且过程繁多而使产量较低。

还知有一种作为平面电子发射源的带有金属—绝缘体—金属（MIM）结构的多个电子发射装置的电子发射装置。该带有MIM结构的电子发射装置包括一作为基极的Al底基层，被依次形成在基底上的具有约10nm厚度的一 Al_2O_3 绝缘体层和作为具有约10nm厚度的一顶电极的一Au覆盖层。在该MIM装置被置放在真空中的一相对电极的下面的情况下，当在该Al底基层和Au覆盖层之间施加一电压且在同时，将一加速电压施加至该相对电极时，则一些电子从该Au覆盖层发射出并到达该相对电极。

然而，该具有MIM结构的电子发射装置不能提供足够量的发射的电子。

为克服该MIM装置的发射的这些缺陷，通常考虑到需要使该 Al_2O_3 绝缘体层薄几纳米并使该 Al_2O_3 绝缘体层具有均匀的质量以使 Al_2O_3 绝缘体层和Au覆盖层之间的界面更加均匀。

为提供更薄和更均匀的绝缘体层，例如，试图通过使用一阳极化方法控制阳极化的电流从而改善电子发射特性，如在日本专利申请 No. 7-65710

中所述的。

然而，即使由该阳极化方法制做的具有 MIM 结构的电子发射装置也只确保约 $1 \times 10^{-5} \text{A/cm}^2$ 的发射电流和约 0.1% 的电子发射效率。

其绝缘体层具有几十纳米至几微米厚度的 MIM 型电子发射装置不具有均匀形成的平面形成状态，导致该装置的不稳定的电子发射特性的问题。

还知道一种表面传导型电子发射装置。这种装置如下所述的被制做。首先在一绝缘材料的基底上形成一对面对的电极。接着在该两面对的电极之间桥接一导电薄膜。该导电薄膜桥在一起电过程时被起电以使在其中形成一间隙或破裂为一电子发射部分。由于通过局部破坏、变性或变形该导电薄膜而生成这样一间隙或破裂，有这样的问題：该电子发射部分中的结构同性是低劣的，且该电子发射部分的形状的重制造性较差。该电子发射部分在一直线形状上受到限制。

发明内容

本发明是鉴于上述而提出的，且因此其目的是提供一种具有高到足以在被施加低电压时稳定地发射电子的电子发射效率的电子发射装置，和一包括采用多个这样的电子发射装置的扁平面显示装置的显示设备。

为实现上述目的，本发明提供了一电子发射装置，包括：

由一半导体材料，一金属复合物或金属制成的电子提供层；

形成在该电子提供层上的一绝缘体层；和

形成在该绝缘体层上的一薄膜金属电极。

其特征在于该绝缘体层和该薄膜金属电极具有多个岛形区，在该多个岛形区处该绝缘体层和该薄膜金属电极两者的厚度逐渐减小；所述岛形区为电子发射部位；所述薄膜金属电极终止在各岛形区中的该绝缘体层上。

根据具有上述结构的电子发射装置，所述绝缘体层由介电质制成且具有 50nm 或更大的膜厚度。

根据具有上述结构的电子发射装置，该绝缘体层被终止在各岛形区中的该电子提供层上。

根据具有上述结构的电子发射装置，各岛形区是形成在该薄膜金属电极

的平坦表面上的一凹入。

根据具有上述结构的电子发射装置，该绝缘体层和薄膜金属电极通过物理汽相淀积和/或化学汽相淀积而被形成。

根据具有上述结构的电子发射装置，在各岛形区中设置一微小颗粒。

根据具有上述结构的电子发射装置，在各岛形区中设置一反锥形块。

根据本发明的一方面，还提供了一种制造具有多个岛形区，在该多个岛形区处一绝缘体层和一薄膜金属电极的厚度逐渐减小的电子发射装置的方法，包括有步骤：

在一基底上形成一电子提供层；

将多个微小颗粒喷射到该电子提供层上；

在该电子提供层和这些微小颗粒上沉积一绝缘材料，从而形成一薄绝缘体层；及

在该绝缘体层和这些微小颗粒上形成一薄膜金属电极，从而围绕在这些微小颗粒下的一接触表面形成若干岛形区。

在根据本发明的制造一电子发射装置的方法的一实施例中，该方法在薄膜金属电极形成步骤后还包括一步骤：在该电子提供层和该薄膜金属电极上施加一电压，用于生成导电路径。

在根据本发明的制造一电子发射装置的方法的一实施例中，该方法在薄膜金属电极形成步骤后还包括一步骤：从这些岛形区中去除这些微小颗粒。

在根据本发明的制造一电子发射装置的方法的一实施例中，该方法在微小颗粒去除步骤后还包括一步骤：在该电子提供层和该薄膜金属电极上施加一电压，用于生成导电路径。

根据本发明的另一方面，还提供了一种制造具有多个岛形区，在该多个岛形区处一绝缘体层和一薄膜金属电极的厚度逐渐减小的电子发射装置的方法，包括有步骤：

在一基底上形成一电子提供层；

形成若干电绝缘反锥形块，各电绝缘反锥形块在垂直于该基底的方向上突出且各在其上部具有一在平行于该基底的方向上突出的伸出部分；

在该电子提供层上沉积一绝缘体，从而形成一薄绝缘体层；及
在该绝缘体层上形成一薄膜金属电极，从而围绕在这些反锥形块下的一接触表面形成若干岛形区。

在根据本发明的制造一电子发射装置的方法的一实施例中，该方法在薄膜金属电极形成步骤后还包括一步骤：在该电子提供层和该薄膜金属电极上施加一电压，用于生成导电路径。

在根据本发明的制造一电子发射装置的方法的一实施例中，该方法在薄膜金属电极形成步骤后还包括一步骤：从这些岛形区中去除这些反锥形块。

在根据本发明的制造一电子发射装置的方法的一实施例中，该方法在去除步骤后还包括一步骤：在该电子提供层和该薄膜金属电极上施加一电压，用于生成导电路径。

在根据本发明的制造一电子发射装置的方法的一实施例中所述反锥形块形成步骤包括有步骤：在所述基底上形成一反锥形块材料层；通过光刻法用于曝露出至少所述电子提供层的部分以在所述反锥形块材料层上形成一保护层(resist)掩膜；及通过干蚀刻或湿蚀刻来雕刻具有所述伸出部分的所述反锥形块。

本发明还提供了一种电子发射显示装置，包括：

一对相互相对的，之间插有一真空间隔的一后基底和一光学透明的前基底；

形成在所述的后基底上的多个电子发射装置，各电子发射装置包括一形成在所述后基底上的若干欧姆电极上的由一半导体材料、一金属复合物或金属制成的一电子提供层，形成在所述电子提供层上的一绝缘体层，和形成在所述绝缘体层上且面对该真空间隔的一薄膜金属电极；

形成在所述前基底上的一集电极；及

形成在所述集电极上且面对该真空间隔的一荧光材料层；

其中该绝缘体层和薄膜金属电极具有多个岛形区，在这些岛形区中，该绝缘体层和该薄膜金属电极两者的厚度逐渐减小；该薄膜金属电极在各岛形区中的该绝缘体层上终止。

在根据本发明的电子发射显示装置中，所述绝缘体层由介电质制成且具有 50mm 或更大的膜厚度。

根据具有上述结构的电子发射显示装置中，该绝缘体层在各岛形区中的该电子提供层上被终止。

根据具有上述结构的电子发射显示装置中，各岛形区是形成在该薄膜金属电极的平坦表面中的一凹入。

根据具有上述结构的电子发射显示装置中，该绝缘体层和该薄膜金属电极通过一物理汽相沉积和/或化学汽相淀积而被形成。

在根据具有上述结构的电子发射显示装置中，该显示装置还包括形成在所述后基底上且配置在所述电子发射装置中的相邻两个之间以使围绕这些电子发射装置用于划分它们的多个绝缘支持部件，其中从所述后基底到最接近于所述真空间隔的所述绝缘支持部件的表面的距离是足以支持总线电极并防止线路故障的一段距离。

在根据本发明的电子发射显示装置中，该显示装置还包括多个总线电极，各总线电极以一条形被配置以与一相邻的所述薄膜金属电极电连接，其中所述欧姆电极和所述电极为条样电极并被配置以相互垂直地延伸。

在根据本发明的电子发射显示装置中，所述后基底包括多个后壁垒，各后绝缘壁垒被配置在所述电子发射装置之间并突入到所述真空间隔中，而所述前基底包括多个前壁垒，各前壁垒突入到所述真空间隔中以邻接所述后壁垒。

根据本发明的上述结构的电子发射装置，由于该绝缘体层和该薄膜金属电极的岛形部分的厚度在一方向上逐渐减小它们的界面沿该方向延伸且从这些岛形区发射的电子量增多。

而且，由于该绝缘体层的相对厚度，不可能在该绝缘体层中产生通孔(through-bore)且因此其产量被提高。本发明的电子发射装置是一平面的或点状的电子发射二极管且可适合于高速装置，例如一象素真空管或球的源、一扫描或透射电子显微镜的电子发射源、一真空微电子装置及诸如此类。而且，该电子发射装置可用作为一发射毫米或亚毫米波长的电磁波的一微小的

微波管或二极管，且还可用作为一高速转换装置。

附图说明

图 1 为根据本发明的一实施例的发射装置的概略性截面视图；

图 2 至 5 为各自示出根据本发明的一种制造电子发射装置的方法中一装置基底的一部分的放大截面视图；

图 6 为根据本发明的另一种制造电子发射装置的方法中的一装置基底的一部分的放大的截面视图；

图 7 至 10 为各自示出根据本发明的另一电子发射装置的一部分的放大的透视图；

图 11 为示出根据本发明的相对于一施加的装置电压 V_{ps} ，具有多个岛形区（其中一绝缘体层和一薄膜金属电极的厚度逐渐地减小）的一电子装置的二极管电流 I_d 与发射电流 I_e 中的变化示意图；

图 12 为示出根据本发明的相对于施加的装置电压 V_{ps} ，作为一比例较例的一电子发射装置的二极管电流 I_d 和发射 I_e 中的变化的示意图；

图 13 和 14 为各自示出根据本发明的一不同的电子发射装置的一部分的放大的透视图；

图 15 为示出根据本发明的一实施例的一电子发射显示装置的局部透视图；及

图 16 为沿图 15 中的线 AA 截取的，根据本发明的电子发射显示装置的概略性局部放大截面视图；及

图 17 和 18 为各自示出根据本发明的另一电子发射装置的一部分的放大截面视图。

具体实施方式

下面将参照附图对根据本发明的一实施例的电子发射装置进行详细的描述。

如图 1 中所示，以一叠层结构构成的一电子发射装置“S”包括：在由玻璃或诸如此类制成的第一基底 10 上的由铝 (Al)、钨 (W)、氮化钛 (TiN)、铜 (Cu)、铬 (Cr) 或诸如此类制成的一欧姆电极 11；在该欧姆电极 11 上的

由例如硅 (Si) 的半导体材料或金属复合物或金属制成的一电子提供层 12; 在该电子提供层 12 上的由例如 SiO_x ($x=0.1$ 至 2.0) 或诸如此类的介电质制成的一绝缘体层 13; 和在绝缘体层 13 上的由例如铂 (Pt)、金 (Au) 或诸如此类的金属制成的面对一真空间隔的一薄膜金属电极 15。具体地, 该绝缘体层 13 被沉淀厚得多的厚度以使具有 50nm 或更大的厚度。这些层通过使用 Ar、Kr、Xe 或它们混合物的气体, 或基本上由其中混合有 O_2 、 N_2 诸如此类的这些稀有气体中的一种组成的气体混合物, 在 0.1 至 100mTorr, 最好为 0.1 至 20mTorr 气体压力和 0.1 至 1000nm/分, 最好为 0.5 至 100nm/分的形成速率的溅射条件下, 通过溅射法而被形成。

在绝缘体层 13 和薄膜金属电极 15 上形成多个岛形区 14, 其中该绝缘体层 13 和薄膜金属电极 15 的厚度朝向岛形区的中央逐渐地减小。

如图 1 中所示, 各岛形区 14 被形成为在薄膜金属电极 15 的平坦表面上的一凹入。在各岛形区 14 中, 薄膜金属电极 15 在绝缘体层 13 上的边缘“A”处结束。各岛形区 14 中的绝缘体层 13 在电子提供层 12 上的边缘“B”处结束。

作为凹入的多个岛形区 14 被以下述方式形成。首先, 如图 2 中所示, 在其上形成有欧姆电极 11 的基底 10 上通过溅射形成电子提供层 12。

然后, 在电子提供层 12 上喷射多个球形微小颗粒 20, 如图 3 中所示, 图中仅示出了一个微小颗粒。这些微小颗粒不需要为球形来确保电子发射。然而, 考虑到微小颗粒的晶界部分的均匀度, 在一膜上的均匀且无絮凝, 带有各向同性形状的球形颗粒, 例如用于液晶显示面板, 球磨机或诸如此类的隔离物 (spacer) 是期望的。用于这些微小颗粒的可用材料是一绝缘体、半导体和金属。当使用金属微小颗粒, 在此情况下装置可能会短路时, 在形成薄膜金属电极 15 后应去除这些微小颗粒。

接着, 如图 4 中所示, 在电子提供层 12 和微小颗粒 20 上沉积一绝缘体 13、13a, 从而形成是该绝缘体的一薄膜的绝缘体层 13。在此时, 该绝缘体层 13 围绕电子提供层 12 接触各微小颗粒 20 的部分, 从而形成一绝缘体层部分, 其厚度从绝缘体层 13 的预定厚度开始逐渐减小。该绝缘体部分在各岛

形区¹ 14 中的电子提供层 12 上的边缘“B”处结束。

接着，在绝缘体层 13 和微小颗粒 20 上沉淀金属层 15、15a，从而形成薄膜金属电极 15，如图 5 所示。在此时，金属气体从绝缘体层 13 和微小颗粒 20 之间的间隔，过访电子提供层 12 接触各微小颗粒 20 的部分，从而形成一薄膜金属电极部分，其厚度从薄膜金属电极 15 的预定厚度开始逐渐减小。该薄膜金属电极部分在各岛形区 14 中的绝缘体层 13 上的边缘“A”处结束。换言之，在各微小颗粒 20 和绝缘体层 13 或薄膜金属电极 15 之间有一边界（晶界）且绝缘体层 13 和薄膜金属电极 15 从该边界开始朝向该微小颗粒和电子提供层 12 之间的接触点连续地且逐渐变薄。在以上方式中，作为凹入的岛形区 14 围绕绝缘体层 13 和薄膜金属电极 15 中的微小颗粒 20 上的接触表面而被形成。

在该薄金属电极形成步骤后，通过采用超声波清除或诸如此类去除这些微小颗粒而形成图 1 中所示的凹陷的凹入的岛形区 14。

注意该电子发射装置可具有未被去除的微小颗粒。这些微小颗粒的直径被设至这样一大小以使各微小颗粒的部分露出电子发射侧上的薄膜金属电极的表面，即各微小颗粒未被完全掩盖。当绝缘体层变得太厚而不能从外部确认这些微小颗粒的存在时，发射电流变低。

在该微小颗粒去除步骤或替代地在该薄金属电极形成步骤后，不管这些微小颗粒是否在该装置上，可对携载电子发射装置的基底 10 执行一导电路径生成步骤，各电子发射装置具有岛形区 14，在厚度逐渐减小的绝缘体层 13 的部分上终止的薄膜金属电极 15。在电子提供层 12 和薄膜金属电极 15 上施加一适当的电压以在导电路径生成步骤中在它们之间流动一给定电流。尽管在绝缘体层 13 的边缘“B”和薄膜金属电极 15 的边缘“A”之间的绝缘体部分具有高电阻率，该部分变成用于一电子发射部位的一电流路径。因此，该电流首先在该电子发射部位内的该绝缘体部分流动。这样发生焦耳热以使在该电子发射部位的该绝缘体部分的表面中或内部中的导电路径的生成被使容易。

接着尽管 Si 材料在开始时显现出高电阻率，在绝缘体部分的电子发射

部位上及下的电子提供层 12 的 Si 部分获得局部地且选择地被减小的低电阻，导致电流量的增大。这样，在各岛形区 14 中集中地且均匀地生成导电路径。而且，该电路路径生成步骤防止了因为在开始时 Si 的高电阻率导致的不希望有的绝缘体破坏，并对获得的装置的稳定的发射电流作出了贡献。

尽管在该实施例中，这些微小颗粒 20 与电子提供层 12 相接触，可在微小颗粒喷射步骤之前马上通过溅射而形成一辅助绝缘体层 13b 以使通过该辅助绝缘体层 13b 将这些微粒 30 与电子提供层 12 分隔开，如图 6 中所示。该分隔开的距离应在几十埃至几千埃的范围内。该设计可防止电子提供层 12 与薄膜金属电极 15 之间的短路。

岛形区 14 并不限于由这些微小颗粒形成的火山口样的凹入，而可采取槽形凹入 14a 的形状，如图 7 所示，或锥样凹入 14b 的形状，如图 9 所示。岛形区的形状和形成这些岛形区的方法是任选的。以与上述岛形区 14 的程序相同的程序来形成在图 7 和 9 中示出的例子中的槽形凹入 14a 和锥样凹入 14b，除了以如图 8 中所示的线或点形反锥形块 21a 或如图 10 中所示的圆柱形反锥形块 21b 替代了这些微小颗粒外。该电子发射装置可具有电子提供层 12 或如图 6 中所示的辅助绝缘体层 13b 上的反锥形块 21a 或 21b。各反锥形块 21a 或 21b 由象一保护层的电绝缘材料形成，在垂直于基底 10 的方向上突出并在其上部具有一伸出部分 22a 或 22b，其在平行于基底的方向上突出。在形成薄金属电极 15 后，执行一去除步骤，用于从岛形区中去除去反锥形块 21a、21b 以使形成凹入的岛形区。

如上所述，该电子发射装置具有作为通过去除微小颗粒 20 或反锥形块 21a 或 21b 而在顶表面均匀形成的凹入的多个岛形区 14，如图 1、7 或 9 所示。该电子发射装置可具有在凹入的岛形区 14 的中央中被去除的微小颗粒 20 或反锥形块 21a 或 21b，如图 5 和 6，或图 8 或 10 中所示。

在携带多个电子发射装置的第一基底 10，即装置基底或后基底被用于一显示装置的情况下，第二基底，即由玻璃制成的前基底 1 和基底 10 通过一隔离物被相互平行隔开地支持并被密封以相互面对，其间插有一真空间隔 4。在前基底 1 的内表面上，形成例如锡化铟氧化物（所谓的 ITO）、锡氧化物

(SnO)、锌氧化物 (ZnO) 或诸如此类的至少一透明集电极 2。该透明集电极捕获发射的电子。这些透明集电极可被配置成与红 (R)、绿 (G) 蓝 (B) 色信号相关联的三个一组的若干组以提供一彩色显示面板, 且若干电压被各自提供给这些三个集电极。这些透明集电极被分别涂镀有荧光材料 3R、G、B, 这些荧光材料可发射对应于光的三原色 R、G 和 B 的光。可在荧光材料层 3R、G、B 之间的前基底 1 设置一黑条掩膜 BM 或后金属层。可替换地, 可将集电极 2 整体地形成为一单片膜用于一单色显示面板。用于后基底 10 的材料不限于玻璃, 可替代玻璃而使用例如 Al_2O_3 、 Si_3N_4 和 BN 等的陶瓷。

该电子发射装置“S”可被看作为一二极管, 在其表面的薄膜金属电极 15 被连接至一正的施加电压 V_d 且该欧姆电极 11 被连接至一地电位, 如图 1 中所示。当在欧姆电极 11 和薄膜金属电极 15 之间施加例如近似 90 伏的电压以将电子提供进电子提供层 12 中时, 二极管电流 I_d 流动。由于绝缘体层 13 具有高电阻, 大部分施加的电场被施加且集中给绝缘体层 13。这些电子在绝缘体层 13 中行进朝向各岛形区 14 中的薄膜金属电极 15。由于强电场, 到达薄膜金属电极 15 附近的一些电子通过岛形区 14 以被向外发射进入该真空间隔。

从岛形区 14 放电的电子“e” (发射电流 I_e) 通过被施加至一相对集电极 2 (透明电极) 的例如约 5 伏的高电压 V_c 而被很快加速并由集电极 2 收集。当在集电极 2 上涂覆荧光物质 3 时, 观察到对应的可见光。

总地来说, 其绝缘体层具有几十毫微米到几微米厚度的 MIM 或 MIS 型电子发射装置不能在该装置的简单制做后马上发射电子。为确保电子发射, 该制做的电子发射装置需要一称为“形成”的处理, 其以这样一方法在薄膜金属电极 15 和欧姆电极 11 之间施加一电压以使前一电极 15 变成正的。不似所谓的介质击穿, 该“形成”处理尚未被清楚地解释而关于此项有各种不同的看法, 例如将一电极材料扩散进该绝缘体层, 在该绝缘体层中结晶, 称为“丝极”的导电路径的生成和该绝缘体的组分中的化学计量的偏差。该“形成”处理经受一特别差的可控制性, 使得难以制造具有高可靠性和可再制性的电子发射装置。当在电极表面中偶然地生成“形成部位”时, 不可能确定

电子发射的起源（电子发射源）。也就是说，由于不能在装置表面中均匀地形成电子发射源，电子发射图样的均匀度变得特别差。

对于实施例的电子发射装置，设置有逐渐变薄的绝缘体层 13 的一局部分，即其 13、15 的厚度逐渐减小的岛形区 14，在各岛形区 14 中，以这样的方式形成一电子发射部位以使薄膜金属电极 15 的边缘被置放在逐渐变薄的绝缘体层 13 上。该电子发射装置可充足地发射电子。除了以上处理外，可执行上述所谓的导电路径生成步骤。通过该导电路径生成步骤，存在于电子发射部位内的绝缘体层的表面中或内部中的导电微小机构生成并增多。因此推导出因为当驱动该电子发射装置时在该导电微小结构中生成强烈集中的电场，从电子发射部位发生电子发射。使用具有均匀大小和形状的微小颗粒可有助于在整个装置的表面上的岛形区 14 中均匀地形成具有均匀大小和形状的电子发射部位，导致形成一非常满足要求的电子发射的图样。

有关电子发射效率，因为仅是装置表面中的岛形区 14 用作为电子发射源和导电路径，看起来已获得没有漏电流的高效的电子发射。

用于该电子发射装置电子提供层 12 的有效材料是硅（Si）且具体地氢化的非晶硅（a-Si:H）是有效的，在该氢化的非晶硅中，a-Si 的几乎所有悬空键通过氢原子被端接。而且，氢化的非晶硅碳化物（a-Si:H）（其中 Si 原子部分被碳原子（C）所替换）也被有效地用于电子提供层 12。而且氢化的非晶硅氮化物（a-SiN:H）（其中 Si 原子部分的氮原子（N）所替换）也可被有效地用于电子提供层 12。而且，掺杂有硼、铝、镓、磷、铟、砷和/或锑的硅可被用于电子提供层 12。替代 Si，一单质半导体或族 IV、族 III-V、族 II-VI 的一元素的复合半导体或诸如此类，例如锗（Ge）、锗硅复合物（Ge-Si）、碳化硅（SiC）、砷化镓（GaAs）、磷化铟（InP）或硒化镉（CdSe）或 CuInTe₂ 也可被用于该电子发射装置电子提供层。

而且，例如 Al、Au、Ag 和 Cu 的金属可作为电子提供材料，Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Zn、Ga、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、Cd、Ln、Sn、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt、Tl、Pb、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu 和诸如此类也可被用于电子提供层 12。

硅氧化物 SiO_x (其中下标 x 表示一原子比) 可作为介电材料, 且金属氧化物或金属氮化物, 例如, LiO_x 、 LiN_x 、 NaO_x 、 KO_x 、 RbO_x 、 CsO_x 、 BeO_x 、 MgO_x 、 MgN_x 、 CaO_x 、 CaN_x 、 SrO_x 、 BaO_x 、 ScO_x 、 YO_x 、 YN_x 、 LaO_x 、 LaN_x 、 CeO_x 、 PrO_x 、 NdO_x 、 SmO_x 、 EuO_x 、 GdO_x 、 TbO_x 、 DyO_x 、 HoO_x 、 ErO_x 、 TmO_x 、 YbO_x 、 LuO_x 、 TiO_x 、 ZrO_x 、 ZrN_x 、 HfO_x 、 HfN_x 、 ThO_x 、 VO_x 、 VN_x 、 NbO_x 、 TaO_x 、 TaN_x 、 CrO_x 、 CrN_x 、 MoO_x 、 MoN_x 、 WO_x 、 WN_x 、 MnO_x 、 ReO_x 、 FeO_x 、 FeN_x 、 RuO_x 、 OsO_x 、 CoO_x 、 RhO_x 、 IrO_x 、 NiO_x 、 PdO_x 、 PtO_x 、 CuO_x 、 CuN_x 、 AgO_x 、 AuO_x 、 CdO_x 、 HgO_x 、 BO_x 、 BN_x 、 AlO_x 、 AlN_x 、 GaO_x 、 GaN_x 、 InO_x 、 SiN_x 、 GeO_x 、 SnO_x 、 PbO_x 、 PO_x 、 PN_x 、 AsO_x 、 SbO_x 、 SeO_x 、 TeO_x 和诸如此类也可被用于绝缘层 13。

而且金属络合物例如 LiAlO_2 、 Li_2SiO_3 、 Li_2TiO_3 、 $\text{Na}_2\text{Al}_{22}\text{O}_{34}$ 、 NaFeO_2 、 Na_4SiO_4 、 K_2SiO_3 、 K_2TiO_3 、 K_2WO_4 、 Rb_2CrO_4 、 Cs_2CrO_4 、 MgAl_2O_4 、 MgFe_2O_4 、 MgTiO_3 、 CaTiO_3 、 CaWO_4 、 CaZrO_3 、 $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ 、 SrTiO_3 、 SrZrO_3 、 BaAl_2O_4 、 $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ 、 BaTiO_3 、 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ 、 $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ 、 LaFeO_3 、 $\text{La}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ 、 $\text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ 、 CeSnO_4 、 CeTiO_4 、 $\text{Sm}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ 、 EuFeO_3 、 $\text{Eu}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ 、 GdFeO_3 、 $\text{Gd}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ 、 DyFeO_3 、 $\text{Dy}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ 、 HoFeO_3 、 $\text{HO}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ 、 ErFeO_3 、 $\text{Er}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ 、 $\text{Tm}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ 、 LuFeO_3 、 $\text{Lu}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ 、 NiTiO_3 、 Al_2TiO_3 、 FeTiO_3 、 BaZrO_3 、 LiZrO_3 、 MgZrO_3 、 HfTiO_4 、 NH_4VO_3 、 AgVO_3 、 LiVO_3 、 BaNb_2O_6 、 NaNbO_3 、 SrNb_2O_6 、 KTaO_3 、 NaTaO_3 、 SrTa_2O_6 、 CuCr_2O_4 、 Ag_2CrO_4 、 BaCrO_4 、 K_2MoO_4 、 Na_2MoO_4 、 NiMoO_4 、 BaWO_4 、 Na_2WO_4 、 SrWO_4 、 MnCr_2O_4 、 MnFe_2O_4 、 MnTiO_3 、 MnWO_4 、 CoFe_2O_4 、 ZnFe_2O_4 、 FeWO_4 、 CoMoO_4 、 CoTiO_3 、 CoWO_4 、 NiFeO_4 、 NiWO_4 、 CuFe_2O_4 、 CuMoO_4 、 CuTiO_3 、 CuWO_4 、 Ag_2MoO_4 、 Ag_2WO_4 、 ZnAl_2O_4 、 ZnMoO_4 、 ZnWO_4 、 CdSnO_3 、 CdTiO_3 、 CdMoO_4 、 CdWO_4 、 NaAlO_2 、 MgAl_2O_4 、 SrAl_2O_4 、 $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$ 、 InFeO_3 、 MgIn_2O_4 、 Al_2TiO_5 、 FeTiO_3 、 MgTiO_3 、 NaSiO_3 、 CaSiO_3 、 ZrSiO_4 、 K_2GeO_3 、 Li_2GeO_3 、 Na_2GeO_3 、 $\text{Bi}_2\text{Sn}_3\text{O}_9$ 、 MgSnO_3 、 SrSnO_3 、 PbSiO_3 、 PbMoO_4 、 PbTiO_3 、 SnO_2 - Sb_2O_3 、 CuSeO_4 、 Na_2SeO_4 、 ZnSeO_3 、 K_2TeO_3 、 K_2TeO_4 、 Na_2TeO_3 、 Na_2TeO_4 、和诸如此类也可被用于绝缘体层 13。且进而, 例如 FeS 、 Al_2S_3 、 MgS 、 ZnS 和诸如此类的硫化物、例如 LiF 、 MgF_2 、 SmF_3 和诸如此类的氟化物。例如 HgCl 、 FeCl_2 、 CrCl_3 和诸如此类的氯化物、例如 AgBr 、 CuBr 、 MnBr_2 和诸如此类的溴化物。例如 PbI_2 、 CuI 、 FeI_2 和诸如此类的碘化物及例如 SiAlON 和诸如此类的金属氧化的氮化物也可被用于绝缘体层 13。

而且,例如钻石、富勒烯(C_{2n})和诸如此类的碳或例如 Al_4C_3 、 B_4C 、 CaC_2 、 Cr_3C_2 、 MO_2C 、 MoC 、 NbC 、 SiC 、 TaC 、 TiC 、 VC 、 W_2C 、 ZrC 和诸如此类的金属碳化物作为绝缘体层 13 的介电材料也是有效的。Fullerene (C_{2n}) 由碳原子组成。代表 C_{60} 是一作为已知的足球分子的球表面蓝形分子。还有已知的 C_{32} 至 C_{960} 和诸如此类。上述化学式中 O_x 、 N_x 和诸如此类中的下标 x 代表原子比且在下文中也是如此。

除了岛形区 14 以外的绝缘体层 13 的膜厚度可为 50nm 或更大,最好在 100 至 1000nm 的范围内。

金属 Pt、Au、W、Ru 和 Ir 作为用于电子发射侧上的薄膜金属电极 15 的材料是有效的。而且,Be、C、Al、Si、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ga、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Rh、Pd、Ag、Cd、In、Sn、Ta、Re、Os、Tl、Pb、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu 和诸如此类也可被用于薄膜金属电极。

在制做该电子发射装置的方法中,物理汽相沉积(PVD)和/或化学汽相沉积(CVD)对于在该基底上形成这些层是有效的。该 PVD 法包括一真空沉积、MBE(分子束外延)、溅射、离子束溅射、电离真空沉积、激光烧蚀和诸如此类。该 CVD 法包括一热 CVD、等离子 CVD 和 MOCVD(金属-有机化学汽相沉积)。特别是溅射是有效的。

根据本发明的多个电子发射装置(各包括一由被加有硼 B 的 Si 制成的电子提供层)被制做作为实施例且它们的特性被特别地检查或具体地核查。

首先,各被充分干燥的多个清洁且光滑的玻璃基底被制备作为后基底,且然后通过用氮进行往复溅射在各基底的一侧上沉积 220nm 厚的 TiN 的一欧姆电极。然后,通过溅射在每个基底的该欧姆电极上沉积 5000nm 厚的加有 0.15atm% 硼的非晶 Si 的一电子提供层,这样提供了用于这些实施例的各携载该电子提供层等的共同的基底。

对于第一实施例,如图 5 中所示,所谓的微小颗粒喷射的基底是如其中微小颗粒被喷射在该共同的基底的电子提供层上那样被制备的。在该实施例中使用的微小颗粒是具有约 $1.0\mu m$ 直径的球形微小颗粒(以下简单

称为“隔离物”)。这些微小颗粒的材料为 SiO_2 , 且颗粒大小的分配范围非常窄。使用与被采用来喷射隔离物用于一液晶显示装置的相同的已知方案来喷射这些微小颗粒。有两种类型的喷射, 湿喷射和干喷射, 前者已被用于该实施例。

隔离物的这些球形微小颗粒被散布进乙醇并被充分地搅动以使不被絮凝。该颗粒散布的溶液被旋转涂覆在该电子提供层上, 然后通过干燥去除乙醇。这样允许这些球形颗粒被均匀地涂覆在该电子提供层上。附着在该电子提供层上的微小颗粒的分布密度约每 mm^2 140 个颗粒。这样, 多个微小颗粒喷射的基底被制备作为该第一实施例的隔离物基底。

对于第二实施例, 如图 6 中所示, 各具有一辅助绝缘体层的多个微小颗粒喷射的基底被制备, 各所述基底具有与第一实施例的结构相同的结构, 除了在微小颗粒喷射步骤之前马上通过溅射形成 50nm 厚的 SiO_2 的辅助绝缘体层以制备一微小颗粒喷射的基底, 其中这些颗粒通过该辅助绝缘体层而与电子提供层离开地被设置外。这样, 带有设置在该辅助绝缘体层上的隔离物的多个基底被制备作为 SiO_2 /隔离物基底。

对于第三实施例, 如图 8 中所示, 多个所谓的块基底被制备, 各块基底具有形成在上述共同的基底的电子提供层上的一反锥形块。酚醛清漆基光阻材料被用作为该反锥形块的材料保护层, 且使用旋转涂覆而被涂覆。在涂覆了该保护层后, 通过预烘干、曝露、后烘干和显影处理形成一期望的保护层图样。尽管待被形成的该图样然后可具有一任意的形状, 它应该厚到在待后被形成的该绝缘体层中不被完全覆盖。在该实施例中, 5000nm 厚且 4000nm 高的一线状的反锥形块, 或直径为 2.0nm 且 4000nm 高的一柱状的反锥形块在该电子提供层上由该保护层形成。尽管在该例中被使用的保护层的反锥形块(以下有时被简单地称为“保护层”)具有一反锥形形状的横向截面, 它可具有一任意的锥形角且锥形不是最重要的。带有设置在电子提供层上的一保护层块的多个基底被以上述方式制备作为块基底。

接着, 以这样一方式在对应于第一至第三实施例的基础上制备携带电子发射装置的所谓的装置基底以使通过使用氧气进行往复溅射在各得到的基

底的电子提供层上形成 **330nm** 厚的 SiO_2 的绝缘体层。在此时，这些球形微小颗粒的上部和该反锥形块的突出部分通过装置表面被曝露，虽然 SiO_2 被溅射在微小颗粒和该反锥形块的上表面上。尽管接近各微小颗粒和该反锥形块接触该电子提供层的接触区（晶界）的区域通过该伸出部分被隐藏，该绝缘体层通过来自该接触区周围的溅射的气体而被形成在该区域上。围绕该接触区，该绝缘体层朝向该接触区逐渐地变薄。

接着，在将用于该薄膜金属电极的一图样掩模置于各装置基底的绝缘体层上后，通过溅射在其上沉积 **10nm** 厚的 **Pt** 或 **Au** 的薄膜作为薄膜金属电极。这样，这些电子发射装置被制备。在此时，不执行在该绝缘体层上的一表面处理而可形成该电子发射装置，或在使该绝缘体层的表面经过溅射蚀刻后可形成该金属电极膜。在后一情况下，该溅射蚀刻或修改在这些微小颗粒和该绝缘体（或该保护层与该绝缘体）之间的边界部分以使当形成该金属电极的薄膜时电极材料更有效地过访该边界部分。这将更有效地导致电子发射。然而该溅射蚀刻在该装置表面上留下反映这些微小颗粒的形状的环状掩模（或反映该保护层图样的环样或线性掩模）。

在第一至第三实施例中，在溅射蚀刻步骤后在顶表面上成层形成各薄膜金属电极。

作为第四实施例，如图 1 所示，多个用于电子发射装置“S”的装置基底被制备，以使从第一实施例的微小颗粒喷射的基底中去除散布的微小颗粒。因此第四实施例的各装置仅具有凹入的岛形区。第四实施例的基底在与第一实施例相同的步骤中被制备，除了通过使用水、丙酮、乙醇、甲醇、乙丙醇或诸如此类进行超音波清洗从带有第一实施例的保护层的电子发射装置的微小颗粒喷射基底中去除散布的微小颗粒和保护层图样外。

作为第五实施例，如图 7 中所示，多个用于电子发射装置“S”的装置基底被制备，从第三实施例的块基底中去除了由保护层制成的反锥形块。因此，各装置仅具有在岛形区中的凹入和槽。第五实施例的基底在与第三实施例相同的步骤中被制备，除了通过使用水、丙酮、乙醇、甲醇、乙丙醇或诸如此类进行超音波清洗从带有第三实施例的保护层的电子发射装置的块基

底中去除保护层图样外。

作为一比较例，以与上述例中相同的程序从电子提供层基底制备没有凹入和槽的一电子发射装置的多个基底，除了未设置散布的微小颗粒和该保护层图样外。

同时，通过在各透明玻璃基底 10 的内部依次形成一 ITO 集电极和一荧光材料层来制备透明基底。

第一至第五实施例和该比较例的各自电子发射装置被组装和制做以使以这样一方法通过隔离物将装置基底和透明基底保持平行相隔 5mm，使该薄膜金属电极和该集电极相互面对，带有真空度为 10^{-7} 托或 10^{-5} 帕的间隙。

在各制成的装置的薄膜金属电极和欧姆电极之间施加 0 至 120V 的装置电压 V_{ps} 的情况下，各装置的二极管电流 I_d 和发射电流 I_e 被量度。下表示出了量度的结果。在该表中，从左侧起，在首行中表示装置结构（欧姆电极材料）/（电子提供层材料）/（岛形区）/（绝缘体层材料）/（薄膜金属材料），它们以对应于上述实施例的所述次序被分层。

表

实施 例	装置结构	V_{ps} (V)	二极管电流 I_d (A/cm^2)	发射电流 I_e (A/cm^2)	效率 (%)
第一	TiN/Si+B/隔离物/SiO ₂ /Pt	90	5.90×10^{-2}	6.94×10^{-3}	10.52
	TiN/Si+B/隔离物/SiO ₂ /Au	90	9.28×10^{-2}	2.12×10^{-2}	18.60
第二	TiN/Si+B/ SiO ₂ (50nm)/隔离物/SiO ₂ /Pt	90	4.00×10^{-2}	1.11×10^{-3}	2.71
第三	TiN/Si+B/保护层/SiO ₂ /Pt	65	4.00×10^{-2}	5.72×10^{-3}	1.41
第四	TiN/Si+B/隔离物（去除的）/SiO ₂ /Pt	90	3.64×10^{-2}	5.34×10^{-3}	12.80
第五	TiN/Si+B/保护层（去除的）/SiO ₂ /Pt	77	1.99×10^{-2}	5.61×10^{-3}	21.99
比较	TiN/Si+B/SiO ₂ /Pt	108	6.79×10^{-5}	1.19×10^{-5}	14.91

在该表中，该隔离物表示由绝缘体制成的球形颗粒，而保护层表示由酚

醛清漆基光阻材料制成的反锥形块。

如从该量度的结果所见，这些实施例的具有凹入的岛形区的电子发射装置呈现出发射电流。具体地，根据第一实施例的具有 **TiN/Si+B/隔离物/SiO₂** (**Pt** 或 **Au**) 的分层结构的装置具有比从该比较例的发射电流明显增大的发射电流。

图 11 和 12 示出了当施加 0 至 90V 的装置电压 **V_{ps}** 时第一实施例（其中形成 **Pt** 电极）和该比较例中的电子发射装置的二极管电流 **I_d** 和发射电流 **I_e** 的变化。从这些图中显见具有凹入的岛形区的电子发射装置具有比该比较例的发射电流显著增高两位数的发射电流。与该比较例的 $1.2 \times 10^{-5} \text{A/cm}^2$ 相比，第一实施例的最大发射电流是 $6.9 \times 10^{-3} \text{A/cm}^2$ 。当每 mm^2 有约 140 个凹入的岛形区时，来自一凹入的岛形区的平均电子发射被计算为 $5.0 \times 10^{-7} \text{A}$ 。还显见与该比较例相比，具有凹入的岛形区的电子发射装置提供一具有很轻微的变化稳定的发射电流 **I_e** 和二极管电流 **I_d**。

而且，在以上第一实施例的条件下，制备带有通常厚度为 50nm 或更厚但厚度在 50nm 至 1000nm 的范围内变化的绝缘体层的装置，当将一 200V 或更低的电压施加给这些装置时，测量相对于这些绝缘体层的厚度的可变的电子发射效率， $\{I_e/(I_e+I_d) \times 100\}(\%)$ 。结果表明具有这些特定厚度的绝缘体层的装置显示了 0.1% 或更大的电子发射效率。

其电子提供层仅包含 **Si** 而未加有 **B** 的电子发射装置也显示出与这些例子的相同的效果。

尽管对于以这样的方法在绝缘体层和薄膜金属电极中具有多个凹入的或成槽的岛形区以使该层和金属电极的厚度朝向中央地逐渐减小，该层和金属电极的厚度也可离开中央地逐渐减小的电子发射装置，给出了以上这些例子的描述。例如，作为再一例子，绝缘体层 13 和薄膜金属电极 15 的厚度朝向一屏蔽隔板 20a 地逐渐减小的各岛形区 14 可被形成在相关槽或凹入的一侧壁上，如图 13 所示。

图 13 中示出的成槽的或凹入的岛形区 14 可如下地被形成。首先，象图 8 中的直线、锥形块 21a，屏蔽隔板 20a 由基底 10 上的保护层形成，欧姆电极

11 和电子提供层 12 被以次序地形成在基底 10 上。然后,通过溅射或诸如此类的方法形成绝缘体层 13。在溅射该绝缘体层时,基底 10 上的电子提供层 12 的表面相对于溅射的绝缘体材料的流动方向被倾斜,以使绝缘体层 13 将具有该部分,在该部分,较小量的绝缘体材料被沉积在屏蔽隔板 20a 的一侧上或该绝缘体层的厚度朝向屏蔽隔板 20a 地逐渐地减小。接着,在基底 10 上的绝缘体层 13 的表面相对于溅射的用于薄膜金属电极的材料流动方向被倾斜,以使该薄膜金属电极将具有该部分,在该部分,较小量的该薄膜金属电极的材料被沉积在屏蔽隔板 20a 的一侧上或该薄膜金属电极的厚度朝向屏蔽隔板 20a 地逐渐减小。如果在绝缘体层 13 和薄膜金属电极 15 的倾斜的溅射中,基底 10 的角度被以这样一方式设置在该溅射系统中以使薄膜金属电极 15 的溅射的材料对于基底的流动角度 θ' 变得大于绝缘体层 13 的溅射的材料对于基底的流动角度 θ 。各岛形区 14 可具有这样一结构,其中薄膜金属电极 15 在绝缘体层 13 上的边缘“A”处结束。可通过蚀刻去除屏蔽隔板 20a 和其上的沉积物,从而曝露出电子提供层。

尽管在上述例子中岛形区被形成为凹入,这些岛形区可以这样一方式被设计为平坦的或中凸的部分以使绝缘体层和薄膜金属电极的厚度逐渐地减小。例如,作为再另一例子,可以这样一方法形成平坦的或中凸的岛形区 14 以使绝缘体层 13 和薄膜金属电极 15 的厚度朝向电子提供层 12 的一山部分 12a 的顶部地逐渐地减小,如图 14 中所示。这些平坦或中凸的岛形区 14 可通过光刻和蚀刻等而被形成。电子提供层 12 的山部分 12a 可是连续的作为山脉或山系或波峰起伏的山链,且可替换地被形成为一系列独立的凹入或突出。还在此情况中,各岛形区 14 中的薄膜金属电极 15 在绝缘体层 13 上的边缘“A”处结束而绝缘体层 13 在电子提供层上的边缘“B”处结束。电子提供层 12 的山部分 12a 的顶部可以这样一方法被绝缘体层 13 覆盖以使电子提供层 12 被完全覆盖。

图 15 示出了一电子发射显示装置的实施例,该电子发射显示装置包括其中形成的壁垒或肋条和作为一图象显示阵列的被配置成一矩阵形式的多个电子发射装置。该示出的电子发射显示装置包括一由玻璃或诸如此类的材料

制成的前透明基底 **1** 和一携载该些电子发射装置并支持该前基底的后基底 **10**。形成在后基底 **10** 上的后壁垒或肋条 **RR** 邻接形成在其顶表面的前基底 **1** 上的前壁垒或肋条 **FR** 以使两基底相互平行且隔开地被置放，之间插入有一真空间隔 **4**。

相互平行延伸的多个欧姆电极 **11** 被形成在最接近于真空间隔 **4** 的后基底 **10** 的内表面上。欧姆电极 **11** 被分组成三个一组的若干组，其中一组中的三个对应于 **R**（红）、**G**（绿）、**B**（蓝）色信号，以提供一彩色显示面板，且被各自提供以预定的信号。在欧姆电极 **11**，多个电子发射装置“**S**”被形成并配置成一矩阵形式。在相邻装置的薄膜金属电极的部分上，多个垂直于欧姆电极并相互平行的总线电极 **16** 被定线以电连接这些薄膜金属电极。一欧姆电极 **11** 和一总线电极 **16** 的相交对应于一电子发射装置“**S**”。因此，可提供一无源矩阵方案或一有源矩阵方案作为用于本发明的显示设备的一驱动方案。

如图 **16** 中所示，各电子发射装置“**S**”包括依次形成在欧姆电极 **11** 上的一电子提供层 **12**、一绝缘体层 **13** 和一薄膜金属电极 **15**。绝缘体层 **13** 和薄膜金属电极 **15** 具有多个岛形区（未示出），其中绝缘体层和薄膜金属电极的岛形部分的厚度在它们的界面延伸的方向上逐渐地减小，如图 **1**、**5**、**6** 至 **10**、**13** 和 **14** 中的至少之一所示。薄膜金属电极 **15** 面对真空间隔 **4**。

具体地，形成一绝缘支持部件 **17** 以环绕各电子发射装置“**S**”并确定多个电子发射区域。绝缘支持部件 **17** 支持总线电极 **16**，并防止线路故障。更具体地，如图 **16** 中所示，绝缘支持部件 **17** 或具有大电阻的材料在除了厚度类似于在后续步骤中形成的电子发射装置的最终厚度的该电子发射装置外的周边部分中被预先形成。

而且，在该实施例中，与后基底 **10** 相关联的后肋条 **RR** 被形成在绝缘支持部件 **17** 上以从后基底 **10** 突入真空间隔 **4**。这些肋条 **RR** 被以预定的间隔进行定位。尽管在图 **15** 中，这些肋条被形成在各自的电子发射装置“**S**”之间，这些肋条 **RR** 可以更大的间隔被形成，例如，每两个或三个电子发射装置“**S**”。而且，尽管在图 **15** 中，这些肋条 **RR** 以基本垂直于欧姆电极 **11** 的

方向被连续地形成，这些肋条 **RR** 可被断续地形成以使留下包括相邻于与前基底 **1** 相关联的前壁垒 **FR** 的部分的上部区域，但未示出。

最好地，各肋条 **RR** 使其顶表面区大于与后基底 **10** 接触的底表面区。换言之，各肋条 **RR** 最好被形成以具有在其顶部上的一伸出部分，其在基本平行于后基底 **10** 的方向上突出。

而且，尽管在图 **15** 中，后基底 **10** 的薄膜金属电极 **15** 上沉积的总线电极 **16** 被形成一简单的线性形状，最好替代该线性形状而形成这些总线电极 **16**，以使具有的在电子发射装置的薄膜金属电极 **15** 之间的宽度大于在薄膜金属电极上的宽度。换言之，最好形成总线电极 **16** 以使在电子发射装置之间的宽度大于在这些装置上的宽度。这样，总线电极的电阻可被减小。

用于欧姆电极 **11** 的材料是被通常用于 **IC** 中的线路的 **Au**、**Pt**、**Al**、**W** 或诸如此类，且可替代地，这些欧姆电极可被形成为由铬、镍和铬层组成的一三层结构。而且，**Al-Nd**、**Al-Mo**、或 **Ti-N** 的一合金可被用于欧姆电极材料。欧姆电极 **11** 具有均匀的厚度，用于提供基本相同的电流给各个装置。而且，由例如 **SiO₂**、**SiN_x**、**Al₂O₃** 或 **AlN** 的一绝缘体组成一辅助绝缘体层可被设置在后基底 **10** 和欧姆电极 **11** 之间，但在图 **15** 中未示出。该辅助绝缘体层用于防止该装置上的后基底 **10** 的不利影响（例如碱性成分的杂质的淘析或粗糙的基底表面）。

从电子发射的原理看，用于薄膜金属电极 **15** 的材料具有更低的功函数 ϕ 且更薄是较好的。为提高电子发射效率，用于薄膜金属电极 **15** 的材料应是周期表中的族 **I** 或族 **II** 中的金属；例如 **Cs**、**Rb**、**Li**、**Sr**、**Mg**、**Ba**、**Ca** 和诸如此类是有效的且这些元素的合金也可被使用。为使薄膜金属电极 **15** 很薄，用于薄膜金属电极 **15** 的材料应是带有高导电性的化学上稳定的；例如，**Au**、**Pt**、**Lu**、**Ag**、**Cu** 和 **Ir** 的单个物质或它们的合金或它们的多层是理想的。在这些金属上或内涂覆或掺杂带有低功函数的金属是有效的。

用于总线电极 **16** 的材料可是通常用于集成电路 **IC** 中的线路的 **Au**、**Pt**、**Al** 或诸如此类，且应具有足以提供基本相同的电位给各个装置的一厚度，相当于 **0.1** 至 **50 μ m**。如果薄膜金属电极的材料电阻可允许用于总线电极，

这些电极材料可被用于总线电极。

另一方面，被施加一高电压的由 **ITO** 制成的透明集电极 **2** 被集成地形成在由透明玻璃制成的且用作为一显示表面的光学透明前基底 **1** 的内表面上（相对于后基底 **10** 的表面）。在一黑条掩模或贴面（**back**）金属层被设置在前基底 **1** 上的情况下，这样一导电层可用作为替代 **ITO** 透明集电极的一集电极。

在集电极 **2** 上，多个前肋条（第二绝缘肋条）**FR** 被与欧姆电极 **11** 平行地形成。在延伸的前肋条之间的集电极 **2** 上，由对应于 **R**、**G**、**B** 的荧光材料制成的荧光材料层 **3R**、**3G**、**3B** 被各自地与真空间隔 **4** 相对地形成。这样，前肋条（第二绝缘肋条）**FR** 被设置在各自荧光材料的边界上以保持后基底和前基底之间的一恒定的距离（例如 **1mm**）。由于前肋条（第二绝缘肋条）**FR** 在与沉积在后基底 **10** 上的后肋条（第一绝缘肋条）正交的方向上被配置在前基底 **1** 上，确保前基底通过对应于光的三原色的 **R**、**G**、**B** 的荧光材料被明确地着色。

如上所述，根据该实施例的电子发射装置具有由多个发光象素组成的一图象显示阵列，这些发光象素被配置成一矩阵形式且各发光象素包括红（**R**）、绿（**G**）和蓝（**B**）发光元素。自然，可通过以单色发光元素替换所有的 **RGB** 发光元素来形成一单色显示面板。

图 **17** 示出了根据本发明的另一实施例的电子发射发光装置 **30**，其以与上述实施例相似的方式被构成：在一后玻璃基底 **10** 上形成一欧姆电极 **11**，在电极 **11** 上形成由半导体材料制成的一电子提供层 **12**，将多个微小颗粒 **20** 喷射到电子提供层 **12** 上，并在层 **12** 上沉积一绝缘体层 **13** 且在层 **13** 上形成一薄膜金属电极 **15** 以形成多个岛形区 **14**。替代在电子提供层 **12** 建立微小颗粒 **20**，可如上所述地形成如图 **8** 所示的线或壁状反锥形块 **21a** 或如图 **10** 所示的柱状反锥形块 **21b**。

该电子发射发光装置包括一形成在电子发射装置“**S**”的薄膜金属电极 **15** 和多个岛形区 **14** 上的荧光材料层 **3**。该荧光层 **3** 直接接受来自该电子发射装置的多个岛形区 **14** 的电子，从而发光。而且，图 **8** 示出根据本发明的

另一电子发射发光装置 30，其除了上述实施例的微小颗粒 20 被去除外，与上述实施例相同。该电子发射发光装置还包括一衍生物，该衍生物包括图 14 中所示的电子发射装置和形成在多个平坦或中凸的岛形区上的一荧光材料层 3。

该荧光材料层的制备方法是旋转涂覆，其中薄膜金属电极 15 被涂覆有流体形式的可发射期望的彩色光的荧光材料。荧光材料层 3 的制备方法不受限制。

而且，由玻璃制成的可渗透光的基底 1 可被提供给该电子发射发光装置作为前基底以保护形成在后基底上的装置。在前基底的内表面上，可形成至少一可渗透光的集电极。该透明的集电极俘获并收集通过荧光材料层的电子。前和后基底以一种方式用由一隔离物环绕的粘结材料而被支持并被密封以相互面对，使该电子发射发光装置被插入在其间。

根据具有上述结构的本发明的电子发射发光装置，由于荧光材料层被形成在电子发射装置的薄膜金属电极上，不需要用于加速电子的额外的电功率，以使可在该显示装置中使用简单的驱动电路。而且由于在荧光材料层和薄膜金属电极之间没有真空间隔，通过采用本发明的电子发射发光装置可获得一超薄的平坦面板显示装置且由于不需要用于一真空间隔的额外的隔离物，这样一面板显示装置具有从外面看的良好视野。

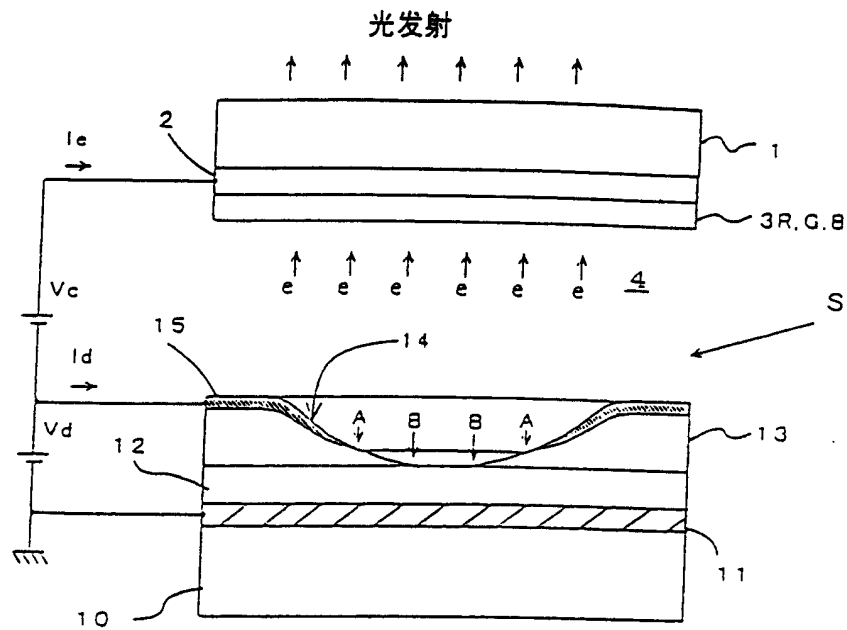


图1

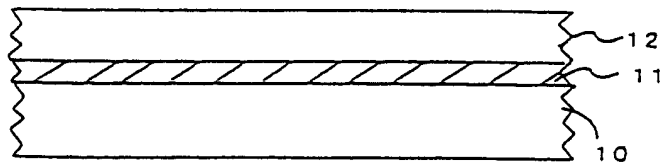


图2

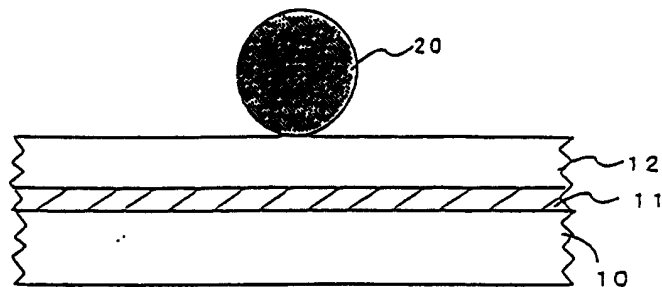


图3

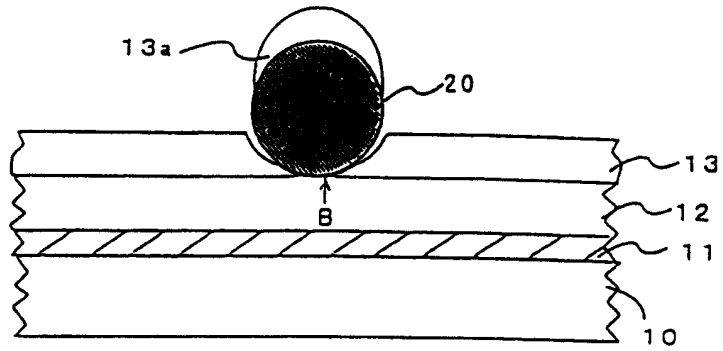


图4

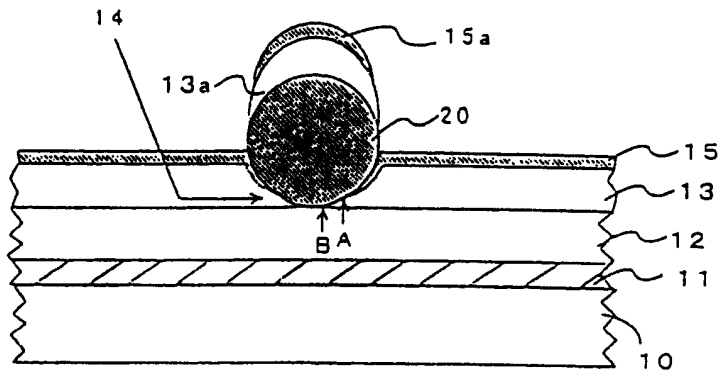


图5

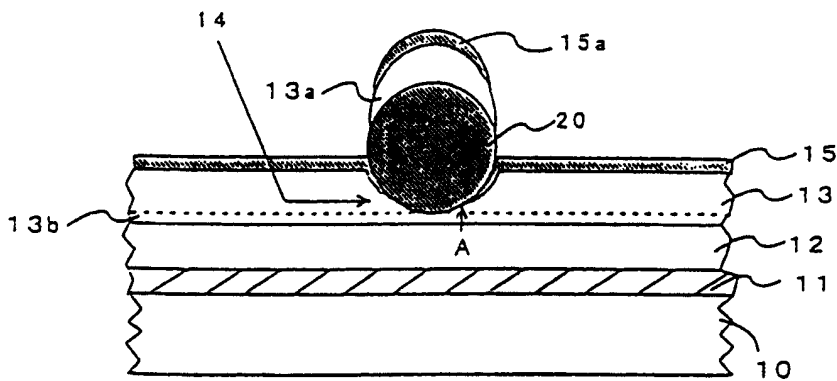


图6

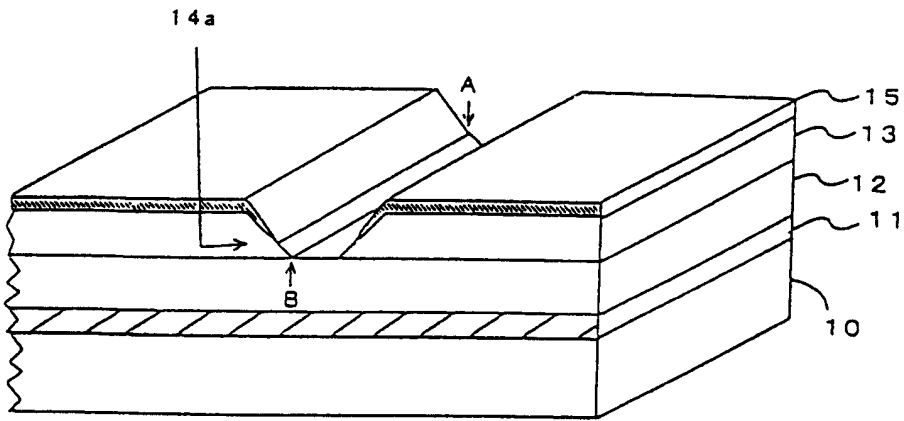


图7

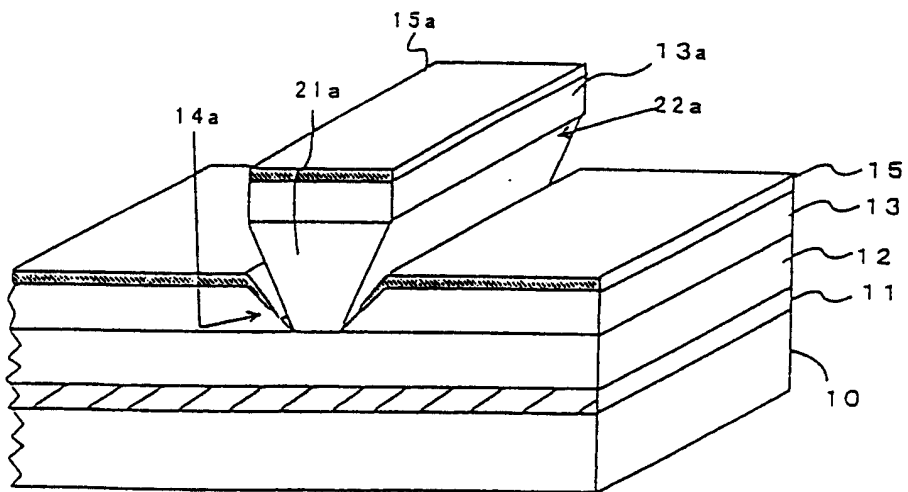


图8

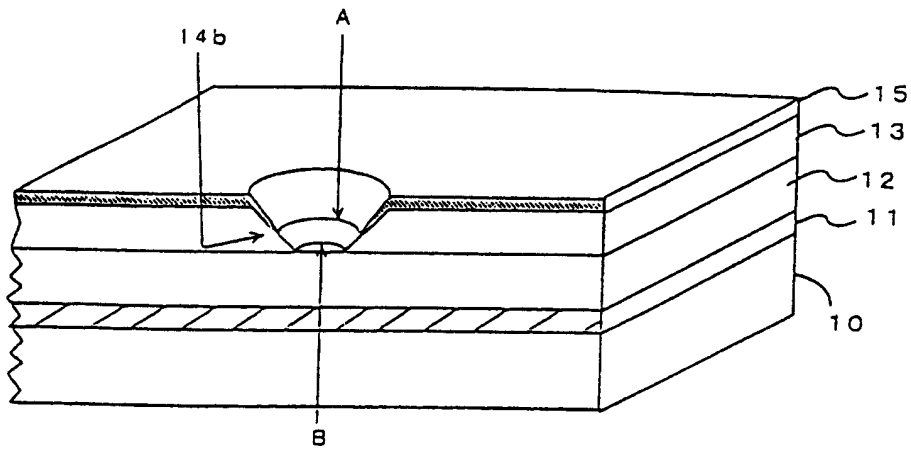


图9

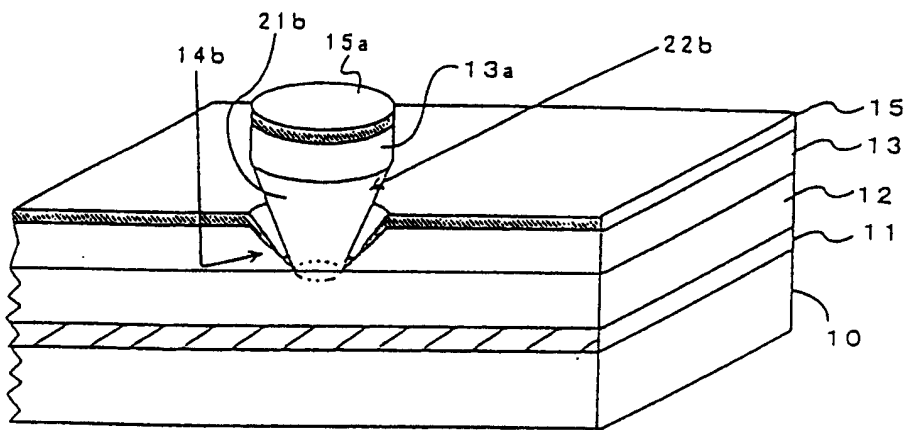


图10

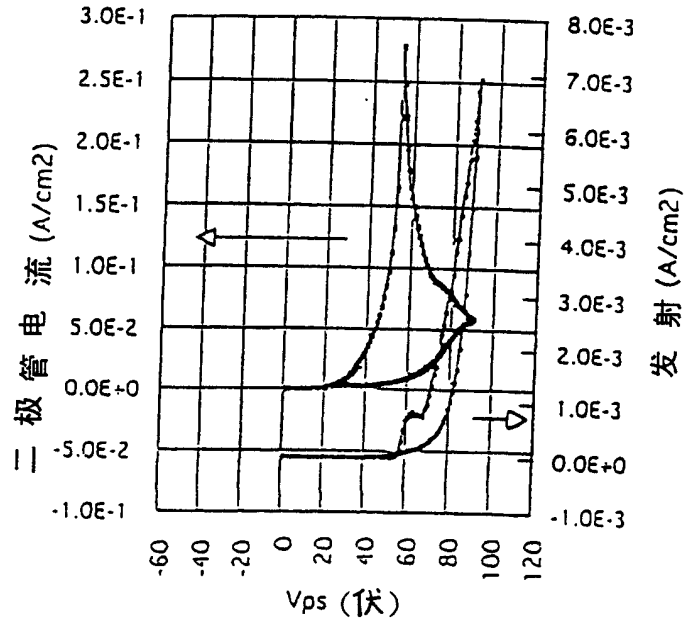


图11

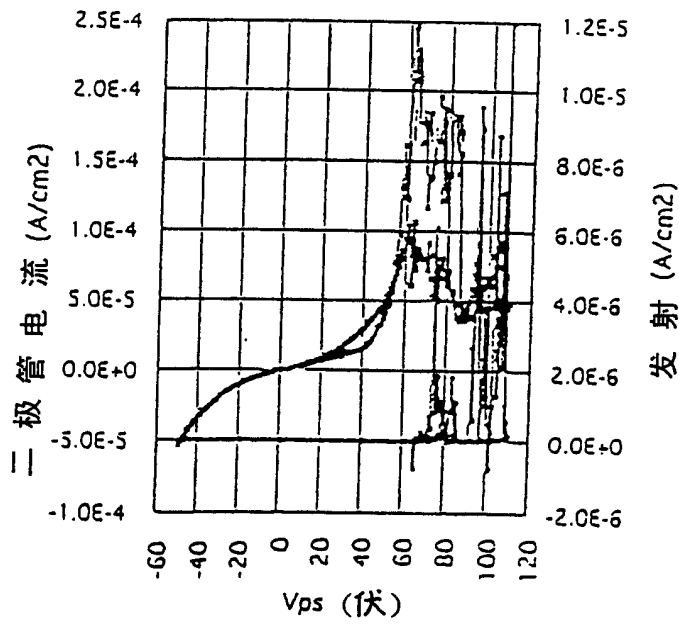


图12

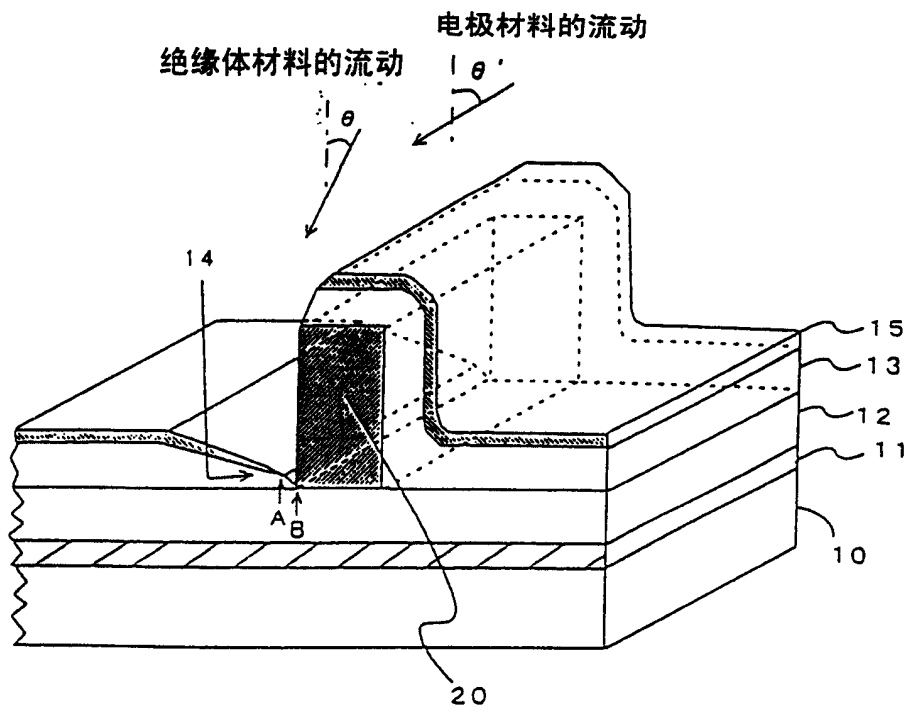


图13

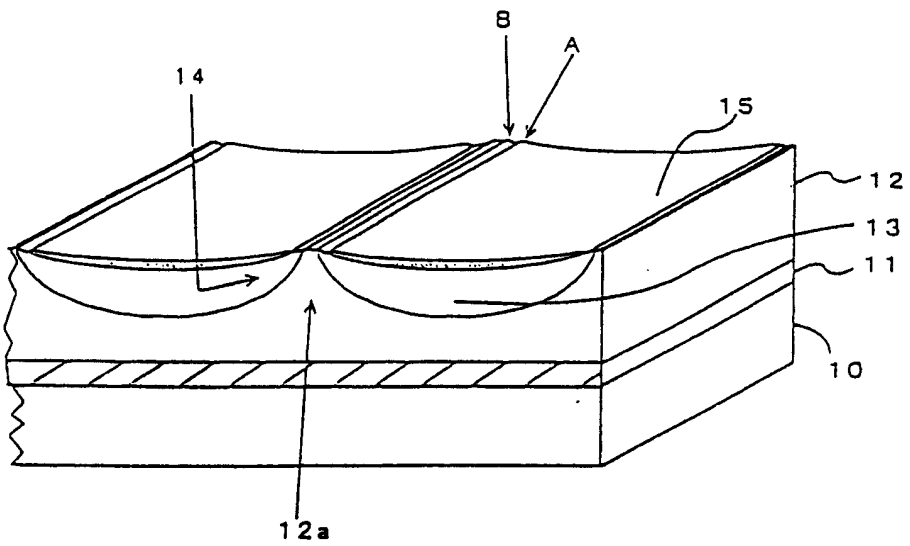


图14

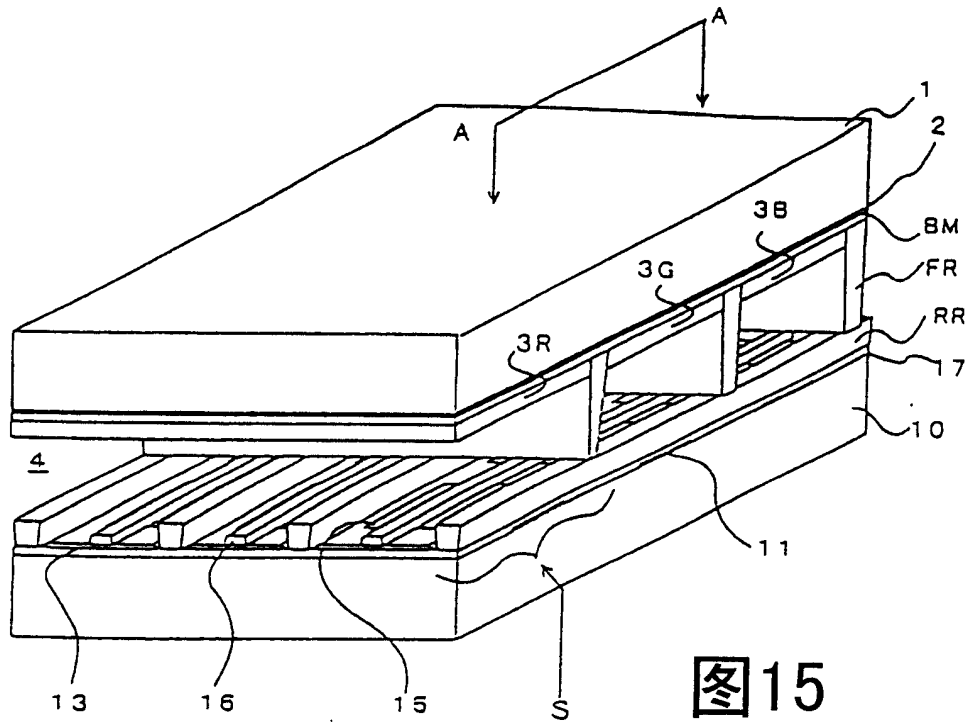


图15

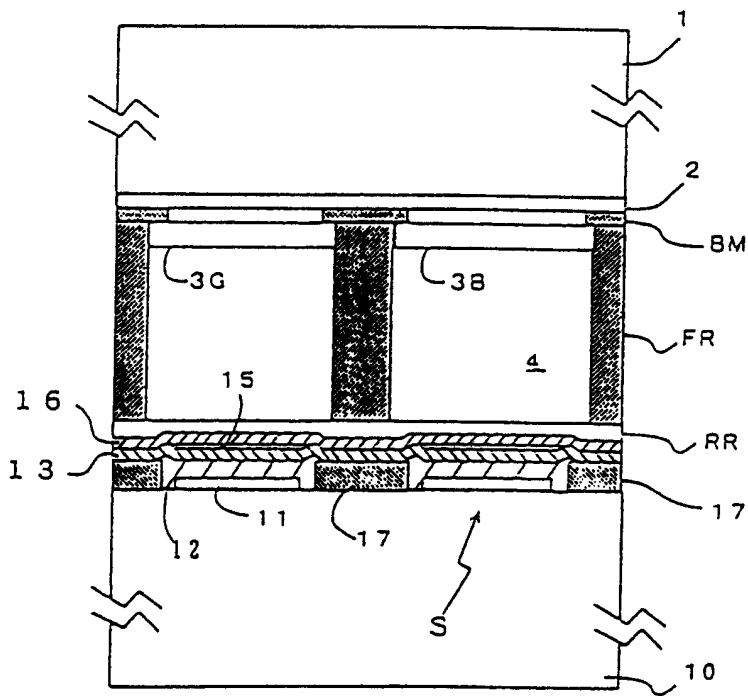


图16

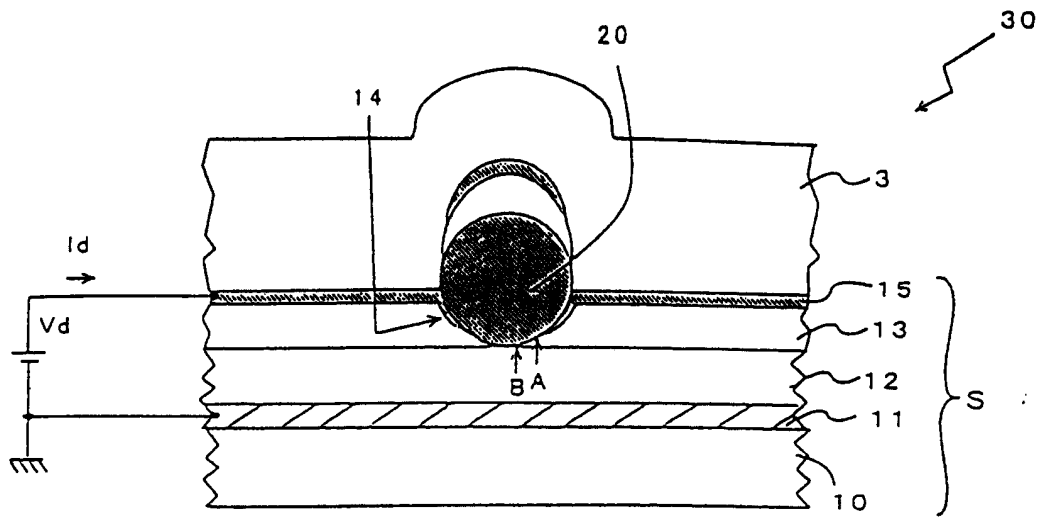


图17

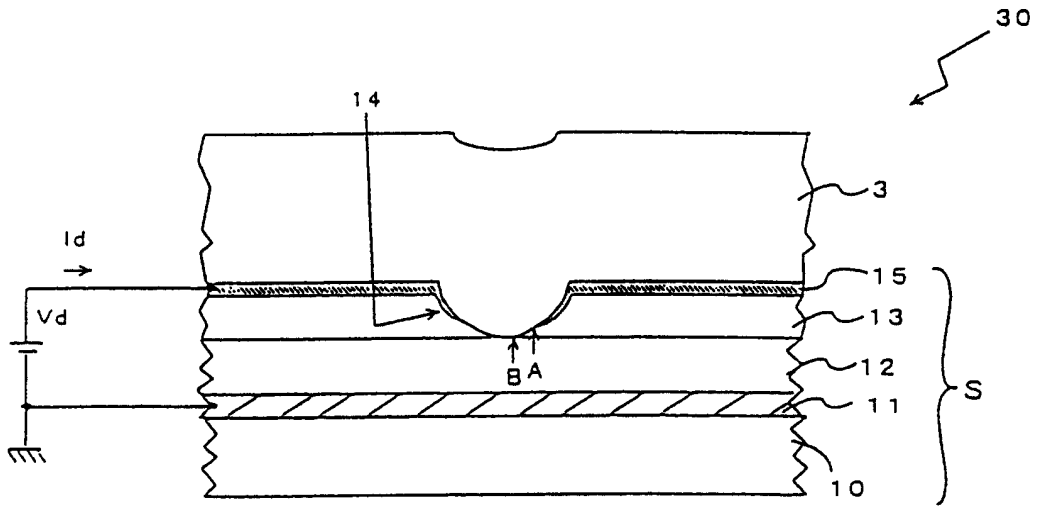


图18