

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01J 9/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510051826.1

[45] 授权公告日 2009年4月8日

[11] 授权公告号 CN 100477060C

[22] 申请日 2005.3.1

[21] 申请号 200510051826.1

[30] 优先权

[32] 2004.3.1 [33] JP [31] 2004-056624

[73] 专利权人 爱发科股份有限公司

地址 日本神奈川

共同专利权人 爱发科成膜株式会社

[72] 发明人 中野美尚 平川正明 三浦治

村上裕彦 冈坂谦介 小岛智明

[56] 参考文献

CN1296632A 2001.5.23

US2004/0036409A1 2004.2.26

JP2003-100202A 2003.4.4

审查员 白若鸽

[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 王以平

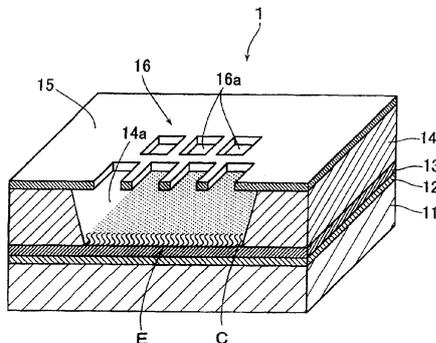
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 8 页

[54] 发明名称

阴极基板及其制造方法

[57] 摘要

一种阴极基板及其制造方法。该阴极基板包括在处理基板(11)上依次层叠的阴极电极层(12)、绝缘层(14)和栅电极层(15)，在此绝缘层上形成的孔(14a)的底部中设置发射极(E)，同时在上述栅电极层中形成栅极孔开口部(16)。此时，由具有比绝缘层的孔的开口面积更小的面积的多个开口(16a)构成栅极孔开口部，并且与发射极相对地将各个开口密集在绝缘层的孔的正上方。



1、一种阴极基板，包括在处理基板上依次层叠的阴极电极层、绝缘层和栅电极层，在形成在该绝缘层中的孔的底部设置有发射极，同时在上述栅电极层中形成有栅极孔开口部，其特征在于：由具有比上述绝缘层的孔的开口面积更小的面积的多个开口构成上述栅极孔开口部，并且与发射极相对地将各开口密集排列在绝缘层的孔的正上方。

2、根据权利要求1所述的阴极基板，其特征在于：使上述各开口的开口面积和数量中的至少一个增减，以便能够改变向构成三极场致发射元件的、相对配置的阳极基板注入电荷的效率。

3、根据权利要求1所述的阴极基板，其特征在于：由碳系发射极材料构成上述发射极，此碳系发射极材料是在催化剂层上生长的物质。

4、一种阴极基板的制造方法，所述阴极基板为权利要求1至3中任何一项所述的阴极基板，其特征在于包括以下步骤：在处理基板上依次层叠阴极电极层、绝缘层和栅电极层；在该栅电极层上设置用于形成栅极孔开口部的抗蚀剂图形之后，利用蚀刻形成由多个开口构成的栅极孔开口部；通过该栅极孔开口部，在深度方向和宽度方向上同时蚀刻绝缘层，形成1个孔；在该孔的正上方密集排列栅极孔开口部的各开口；在孔的底部设置发射极。

5、根据权利要求4所述的阴极基板的制造方法，其特征在于：由碳系发射极材料构成上述发射极，在绝缘层下侧预先形成生长该碳系发射极材料时起催化剂作用的催化剂层。

6、根据权利要求4所述的阴极基板的制造方法，其特征在于：由碳系发射极材料构成上述发射极；在蚀刻绝缘层之后，利用发射方法形成生长该碳系发射极材料时起催化剂作用的催化剂层；利用化学气相沉积方法在孔底部生长碳系发射极或利用印刷方法涂覆碳系发射极。

阴极基板及其制造方法

技术领域

本发明涉及一种例如具有电子发射源的显示装置用的阴极基板及其制造方法，特别是涉及一种利用石墨纳米纤维或碳纳米管等的碳系发射极材料的场致电子发射型显示装置（FED: Field Emission Display）用的阴极基板及其制造方法。

背景技术

近年来，正在开发一种将低电子发射电压且具有化学安全性的石墨纳米纤维或碳纳米管等的碳系发射极材料用于电子发射源的FED。在这种FED中，为了将使电子发射所需的驱动电压抑制得低，利用由阴极电极、栅电极和阳极电极构成的三极场致发射元件正成为主流。

在此情况下，提出了一种方案，即，在处理基板上依次层叠阴极电极层、绝缘层和栅电极层，在栅电极层中形成1个栅极孔开口部，在通过此栅极孔开口部，在绝缘层上形成具有比栅极孔开口部更大的开口面积的孔之后，在孔底部上设置催化剂层，在此催化剂层之上，生长碳系发射极材料以构成发射极，由此完成阴极基板（例如，参照专利文献1）。

专利文献1 特开平 2001~102593号公报（参照本发明的详细说明）

发明内容

但是，在上述情况中，由于相对于发射极仅在绝缘层正上方设置1个栅极孔开口部，所以施加驱动电压由发射极来发射电子时，由于将电子从发射极引向栅电极并加速，就会存在通过栅极孔开口部的发射电子扩散的问题。此时，当发射电子扩散时，就会使向相对配置的

构成三极场致发射元件的阳极基板(电极)注入的电荷注入效率恶化。

此外,由于发射极的中心部和其端部到栅电极的距离不同,就会因发射极形状和尺寸等的微小差异,因而在各个阴极基板彼此之间,容易产生向阳极基板的电荷注入效率偏差。

因此,鉴于上述观点,本发明的课题在于提供一种阴极基板及其制造方法,能够防止从发射极发射的电子扩散、提高电荷注入效率,并且不容易产生在各个阴极基板彼此之间的电荷注入效率偏差。

为了解决上述课题,本发明的阴极基板的特征在于,包括在处理基板上依次层叠的阴极电极层、绝缘层和栅电极层,在此绝缘层中形成的孔的底部中设置发射极,同时在上述栅电极层中形成栅极孔开口部,其中由具有比上述绝缘层的孔的开口面积更小的面积的多个开口构成上述栅极孔开口部,并且与发射极相对地将各开口密集排列在绝缘层的孔的正上方,优选均匀地密集。

根据本发明,由于将构成栅极孔开口部的各开口与发射极相对地密集排列在绝缘层的孔的正上方,所以施加驱动电压由发射极发射电子时,电子会被垂直向上地引出并加速,通过栅电极层的栅极孔开口部的发射电子就不会扩散,此外,很难受到发射极形状和尺寸等的微小差异的影响。并且,与现有的相比,就能够将发射电子所需的驱动电压抑制得低。

此时,也可使上述各开口的开口面积及数量中至少一个增减,以便能够改变向相对配置的构成三极场致发射元件的阳极基板(电极)注入的电荷注入效率。

再有,也可由碳系发射极材料构成上述发射极,碳系发射极材料可以是在催化剂层上生长的物质。

上述阴极基板的制造方法,其特征包括以下步骤:在处理基板上,依次形成阴极电极层、绝缘层和栅电极层;在此栅电极层上设置用于形成栅极孔开口部的抗蚀剂图形之后,利用蚀刻形成由多个开口形成的栅极孔开口部;通过此栅极孔开口部在深度方向和宽度方向上同时蚀刻绝缘层,形成1个孔;在此孔的正上方密集排列栅极孔开

口部的各开口；在孔的底部设置发射极。

此时，也可由碳系发射极材料构成上述发射极，可在绝缘层下侧预先形成生长此碳系发射极材料时起催化剂作用的催化剂层。

另一方面，也可由碳系发射极材料构成上述发射极；可在蚀刻绝缘层之后，利用发射（lift off）法形成生长此碳系发射极材料时起催化剂作用的催化剂层；利用 CVD（化学气相沉积）方法在孔底部生长碳系发射极，或利用印刷方法涂覆碳系发射极。

如以上说明，本发明的阴极基板起到这样的效果：能够防止从发射极发射的电子的扩散，提高电荷注入效率，并且，不容易产生在各个阴极基板彼此之间的电荷注入效率偏差。

附图说明

图 1 是简要说明本发明的 FED 用的阴极基板的立体图。

图 2 (a) 至 (e) 是说明本发明的 FED 用的阴极基板的制造顺序的图。

图 3 是说明现有技术的 FED 用的阴极基板的图。

图 4 (a) 和 (b) 是利用本发明的方法制造的 FED 用的阴极基板的 SEM 照片。

图 5 (a) 和 (b) 是使用实施例 1 和比较例 1 的基板时映在阳极荧光体基板上的一个像素的放大照片。

图 6 (a) 至 (f) 是说明本发明的 FED 用的阴极基板的另一制造顺序的图。

具体实施方式

参照图 1 来进行说明，1 表示在 FED 中采用的本发明的阴极基板。阴极基板 1 具有作为处理基板的玻璃基板 11，在此玻璃基板 11 上，例如，形成规定厚度的由铬构成阴极电极层（母线）12。例如，一边以规定温度（例如，200⁰C）加热玻璃基板 11、一边通过 DC 溅射来形成阴极电极层 12。

在阴极电极层 12 上, 按规定膜厚 (1~50 nm 的范围) 形成催化剂层 13, 并加工成线性形状, 催化剂层 13 由例如 Fe、Co 或含有这些金属中的至少一种的合金构成。例如, 通过 DC 溅射来形成催化剂层 13。在此催化剂层 13 上, 在后述的绝缘层中形成孔之后, 利用公知的方法生长石墨纳米纤维或碳纳米管等的碳系发射极材料 C, 构成发射极 E。

在催化剂层 13 上, 按规定膜厚 (例如, 3 μm) 形成由诸如 SiO_2 构成的绝缘层 14。为了防止因形成膜之后的绝缘层 14 的应力引起的破损, 例如, 一边在规定温度 (例如, 300 $^{\circ}\text{C}$) 下加热玻璃基板 11、一边通过 RF 溅射来形成绝缘层 14。当形成此绝缘层 14 时, 为了防止当 RF 溅射时在玻璃基板 11 上粘附粉尘 (dust) 而引起针孔, 也可以分成多次来形成膜。除了上述 RF 溅射方法之外, 例如也可以利用 EB 蒸发方法或气体中蒸发方法来形成此绝缘层 14。

此外, 在绝缘层 14 中形成孔 14a, 以便露出用于生长碳系发射极材料 C 的催化剂层 13。在由 SiO_2 构成的绝缘层 14 中, 例如使用氟酸作为腐蚀剂, 蚀刻绝缘层 14, 形成其剖面为规定形状 (例如, 圆形) 的孔 14a。

此情况下, 在后述的栅电极层中设置栅极孔开口部的各个开口之后, 通过各个开口, 沿深度方向和宽度方向同时蚀刻绝缘层 14, 以使孔在栅电极层的下侧连成一个孔的方式蚀刻孔 14a, 与发射极 E 相对地将各个开口密集在绝缘层 14 的孔 14a 正上方。此时, 如果控制过蚀刻时间, 就能够进行横向蚀刻。而且, 可依赖于栅极孔开口部的各个开口数量及配置来设计绝缘层 14 的孔 14a 的形状和尺寸。

在绝缘层 14 上, 例如, 按规定膜厚 (例如, 300 nm) 形成由铬构成的栅电极层 15。与形成阴极电极层 12 的情况相同, 例如, 一边加热基板一边利用 DC 溅射来形成栅电极层 15。在此栅电极层 15 中, 形成栅极孔开口部 16。除了上述 RF 溅射方法之外, 例如还可以利用 EB 蒸发方法或气体中蒸发方法来形成此栅电极层 15。

在此, 如现有技术, 如果仅在绝缘层 14 的孔 14a 正上方与发射

极相对地设置 1 个栅极孔开口部，则当施加驱动电压，由发射极发射电子时，由于将电子从发射极引向栅极电极并加速，就会使通过栅极孔开口部发射的电子扩散。此情况下，发射电子一扩散，就会使向相对配置的构成三极场致发射元件的阳极基板（未图示）注入的电荷注入效率恶化。

因此，在本实施例中，由具有比绝缘层 14 的孔 14a 的开口面积更小的面积的多个开口 16a 构成栅极孔开口部 16，将各个开口 16a 与发射极区相对地密集在绝缘层 14 的孔 14a 正上方，优选均匀地密集。

各个开口 16a 形成为其一边的长度或直径为 $1 \sim 3 \mu\text{m}$ 的大致正方形或大致圆形，设定各个开口 16a 彼此之间的间隔为 $0.5 \sim 2 \mu\text{m}$ ，在 $2 \sim 50$ 个的范围内形成开口。此时，对于绝缘层 14 的孔 14a 的开口面积，优选各个开口 16a 面积的总和为 $50 \sim 90\%$ 。

若各个开口 16a 面积的总和在 $50 \sim 90\%$ 范围之外，面积小时，就会使向阳极基板注入的电荷注入效率恶化，另一方面，面积大时，就会存在电子扩散和发射极的微小差异的影响。此外，还存在导致栅电极变形的可能性。例如，利用光刻方法，在栅电极层 15 上转印规定的抗蚀剂图形，通过湿法蚀刻或干法蚀刻来形成各个开口 16a。

由此，施加驱动电压由发射极发射电子时，由于将电子向正上方引出并加速，就不会使通过栅电极层 15 的栅极孔开口部 16 的各个开口 16a 的发射电子扩散，此外，很难受到发射极 E 的微小差异的影响。此时，通过增减各个开口 16a 的开口面积及开口数目中任何一项，就能够改变向阳极基板注入的电荷注入效率。

还有，在本实施例中，虽然说明了 FED 用的阴极基板 1，但并不限于此，本发明的阴极基板 1 就可以作为一般的电子发射源普遍利用。

实施例 1

图 2(a) 至 (e) 是简要说明本发明的 FED 用的阴极基板 1 的制造方法中的各个流程的图。

如图 2(a) 中所示，在玻璃基板 11 上，一边以 200°C 加热玻璃

基板、一边利用 DC 溅射来形成 100 nm 膜厚的由铬构成的阴极电极层 12，在此阴极电极层 12 上，连续地形成 25 nm 膜厚的由 Fe 合金构成的碳系发射极材料生长用的催化剂层 13。

然后，一边进行 375⁰C 的基板加热、一边利用 RF 溅射来形成 3 μm 膜厚的由 SiO₂ 构成的绝缘层 14。然后，与形成阴极电极层 12 的情况相同，一边以 200⁰C 加热玻璃基板 11、一边利用 DC 溅射来形成 300 nm 膜厚的由铬构成的栅电极层 15。

然后，如图 2 (b) 中所示，采用光刻方法，在栅电极层 15 上，形成大约 1 μm 厚度的抗蚀剂图形 17，如图 2 (c) 中所示，通过蚀刻来形成栅极孔开口部 16。此时，作为抗蚀剂材料，采用电子束曝光装置用的材料，通过使用硫酸铈铵溶液的湿法蚀刻，以栅格状形成 19 个正方形的开口 16a。此外，各个开口 16a 的一边形成为大约 1 μm，将各个开口彼此之间的间隔制造成大约 1 μm，通过过蚀刻，形成一边为大约 1.2 μm，各个开口彼此之间的间隔为 0.8 μm。

然后，如图 2 (d) 中所示，利用栅极孔开口部 16 的各个开口 16a，使用氟酸作为蚀刻剂，湿法蚀刻绝缘层 14，以便使各个开口 16a 密集在绝缘层 14 的孔 14a 正上方，在形成 1 个剖面为大致圆形的孔 14a 之后，去除抗蚀剂图形 16。此时，孔 14a 的开口上部的直径约为 16 μm。然后，如图 2 (e) 中所示，通过栅极孔开口部 16 的各个开口 16a，在催化剂层 13 上，利用公知的方法生长碳纳米管 C，以设置发射极 E，从而完成了阴极基板 1。

比较实例 1

作为比较实例，如图 3 中所示，利用与上述实施例 1 相同的条件，在玻璃基板 11 上，形成阴极电极层 12、催化剂层、绝缘层 14 和栅电极层 15。然后，与上述实施例 1 同样，在形成直径为 10 μm 的 1 个栅极孔开口部 20 之后，蚀刻绝缘层 14，形成开口上部的直径约为 16 μm 的孔 14a。然后，在催化剂层上，利用公知的方法生长碳纳米管，以设置发射极 E，从而完成了阴极基板 10。

图 4 (a) 和 (b) 是按照实施例 1 中记载的上述顺序制造的阴极基板 1 的上面及剖面的 SEM 照片。据此判定：在绝缘层 14 上，形成了以上述开口面积和间隔来构成栅极孔开口部 16 的各个开口 16a (参照图 4 (a))。此外判定，通过各个开口 16a 能够生长碳纳米管 (参照图 4 (b))。

此时，在比较实例 1 的阴极基板中，发射电子所必需的驱动电压为 60V，但在实施例 1 的阴极基板中约为 20V，说明能够降低驱动功率。图 5 (a) 和 (b) 分别是在实施例 1 和比较例 1 的结构中映在阳极荧光体上的一个像素的放大照片。图 5 (a) 为实施例 1，图 5 (b) 为比较实例 1。由此，判定出，实施例 1 的阴极基板与比较实例 1 的阴极基板相比，能够将电子扩散抑制到大约一半。

本实施例 2

在本实施例 2 中，与上述实施例 1 相比较，在对绝缘层 14 的孔 14a 蚀刻之后，通过 RF 溅射方法，在孔 14a 底部形成催化剂层 13 这一点上不同。此时，参照图 6 (a) ~ 6 (f) 来进行说明，按与上述实施例 1 相同的方法，在设置有阴极电极层 (母线) 12 的玻璃基板 11 上，依次形成绝缘层 14 及栅电极层 15 (参照图 6 (a))。

然后，利用光刻方法，将规定抗蚀剂图形 17 转印到栅电极层 15 上 (参照图 6 (b))，通过干法蚀刻形成栅极孔开口部 16 的各个开口 16a (参照图 6 (c))。然后，与上述方法相同，湿法蚀刻绝缘层 14，形成 1 个孔 14a (参照图 6 (d))，在孔 14a 的底部，通过 RF 溅射方法，成膜碳系发射极材料生长用的催化剂层 13 (参照图 6 (e))。然后，去除在抗蚀剂图形 16 及其上粘附的催化剂层 13，在孔 14a 的底部上残留的催化剂层 13 之上，生长碳系材料，以构成发射极 E。

按照此实施例 2 记载的顺序制造阴极基板 1，也能够通过在绝缘层 14 上以规定开口面积及间隔形成的栅极孔开口部 16 的各个开口 16a，设置催化剂层，就能够生长碳纳米管。此时，与上述实施例 1 相同，就能够降低、抑制发射电子所必需的驱动电压的降低，也能够抑制电子的扩散。

图1

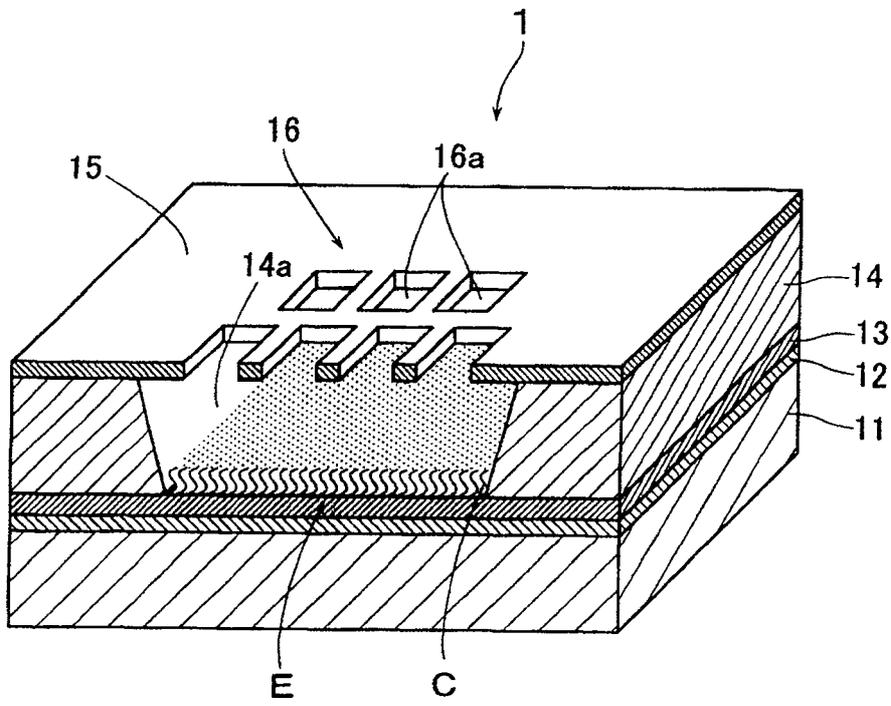
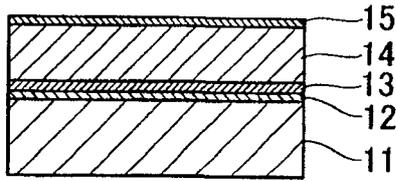
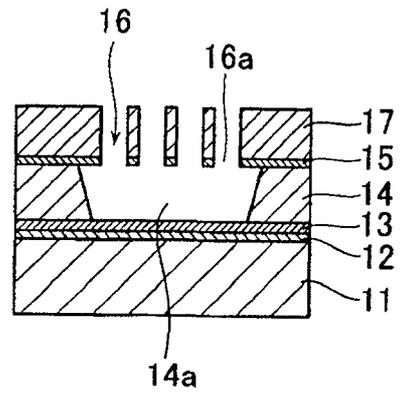


图2

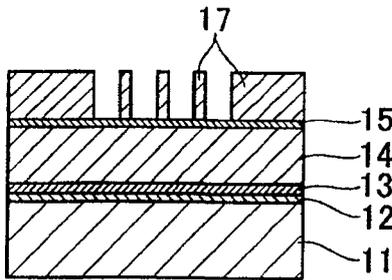
(a)



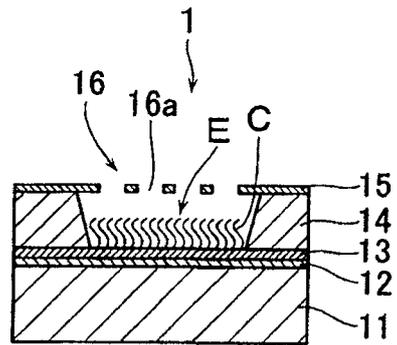
(d)



(b)



(e)



(c)

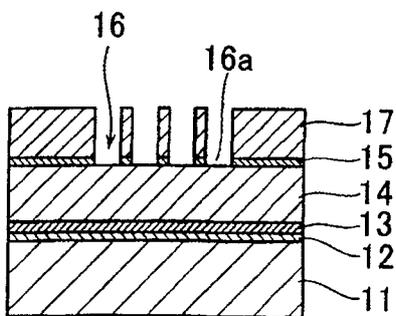


图3

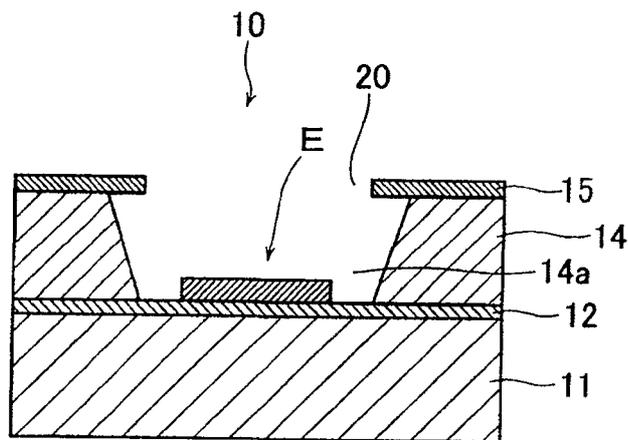


图 4 (a)

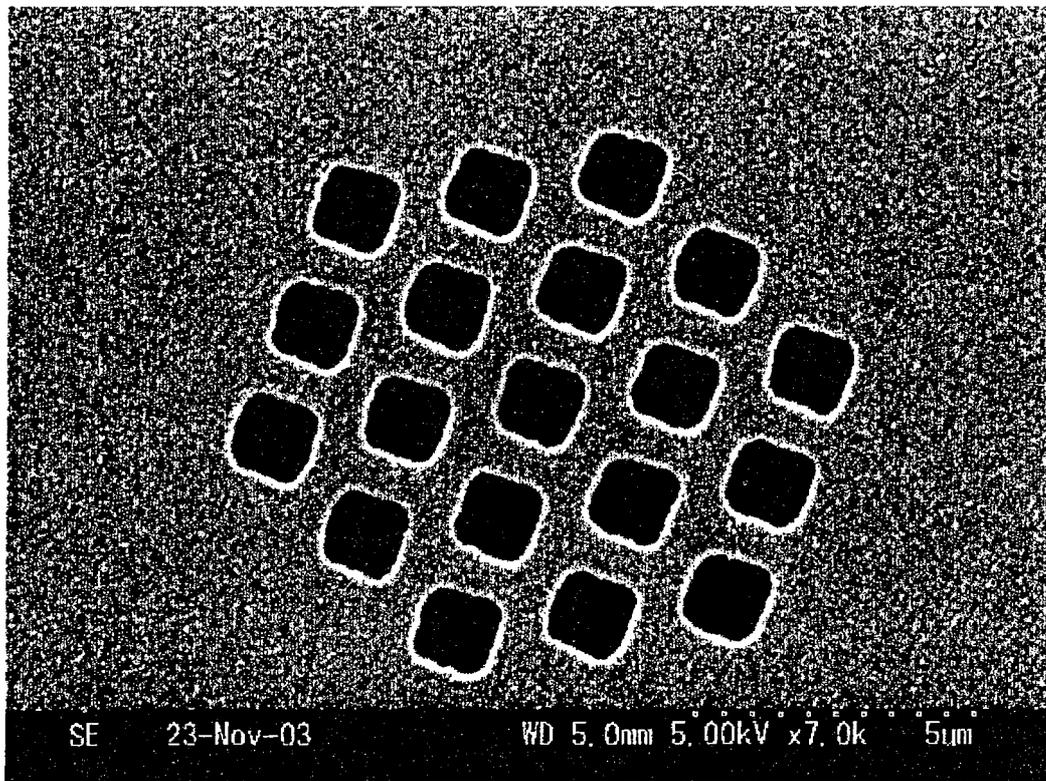


图4(b)

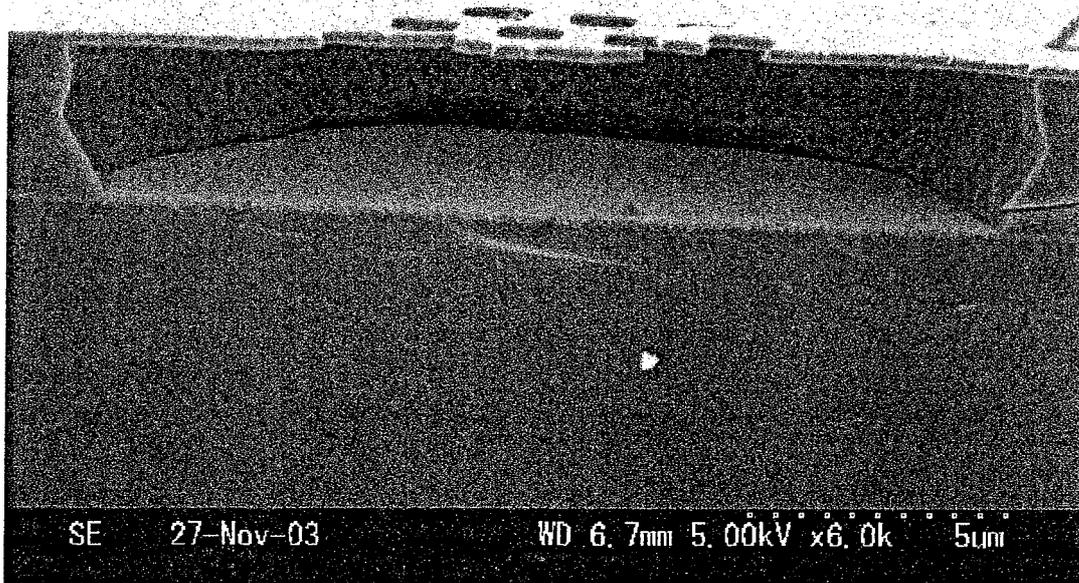


图5(a)

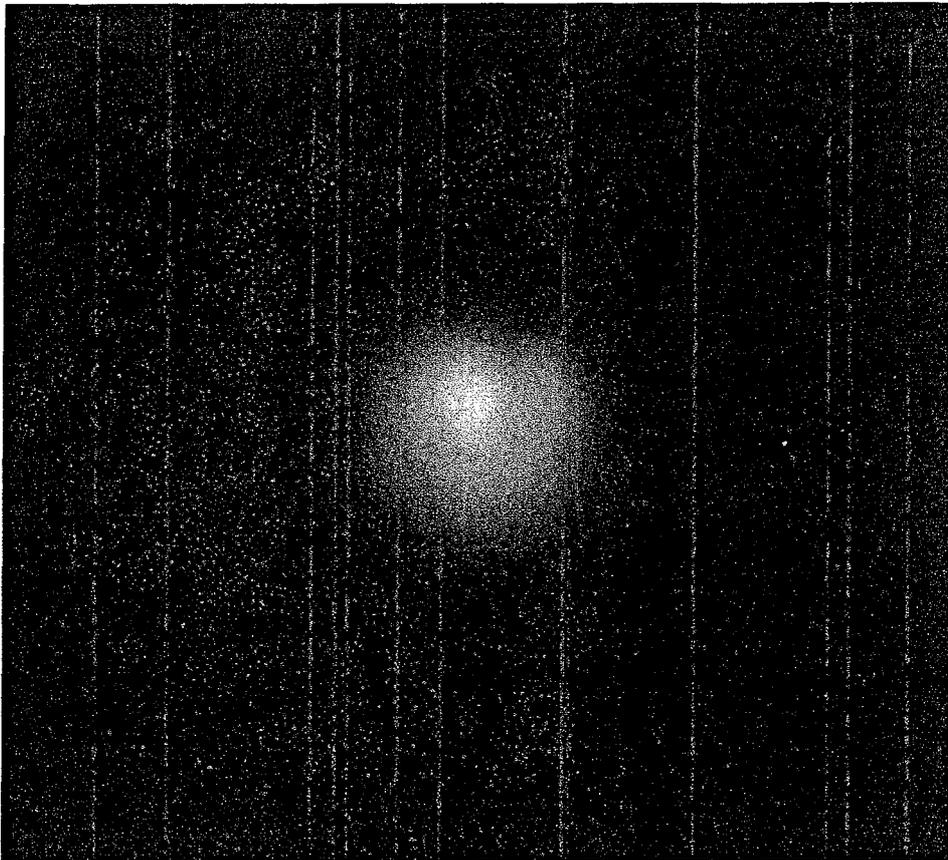


图 5 (b)

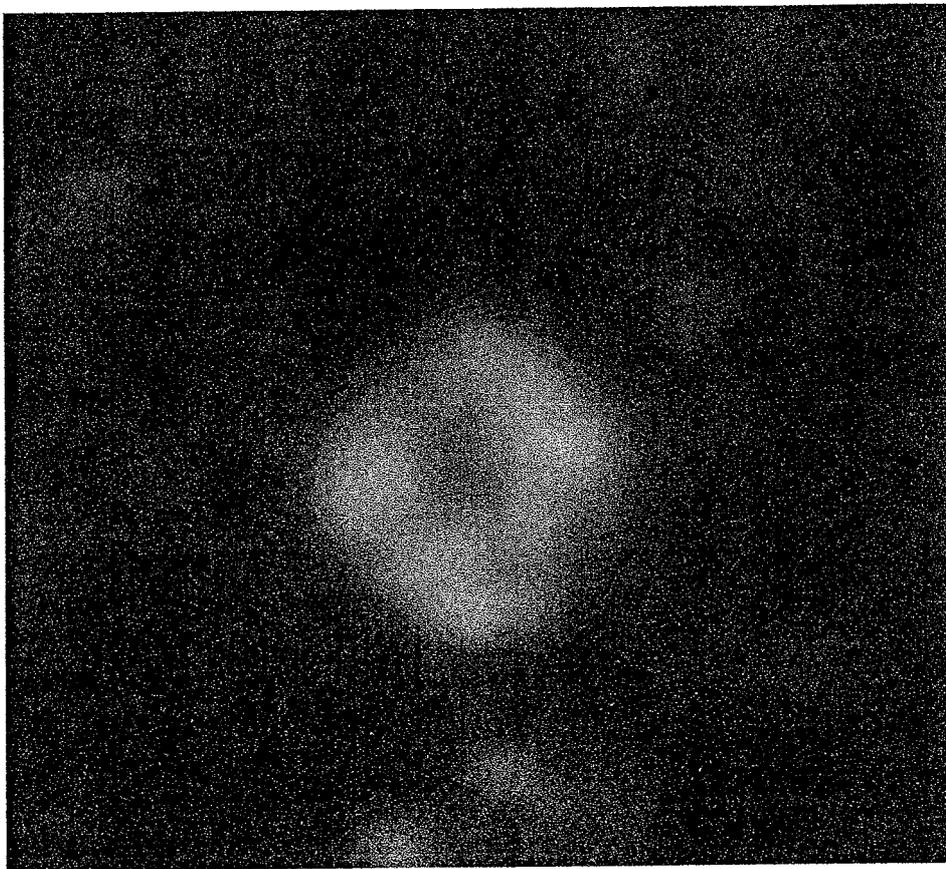


图6

