

1、一种电子发射源组合物，包括：

1~20%重量的碳纳米管；

玻璃粉；

有机粘合剂树脂，包括乙基纤维素，以及丙烯酸酯树脂和丙烯酸树脂中的至少一种；及

有机溶剂，

其中所述玻璃粉的含量按100重量份的碳纳米管计为1~500重量份。

2、根据权利要求1的电子发射源组合物，其中所述有机粘合剂树脂包括重量比为1:1:1~0.5:1:1的丙烯酸酯树脂，丙烯酸树脂和乙基纤维素树脂。

3、根据权利要求1的电子发射源组合物，其中所述有机粘合剂树脂包括重量比为1:1~1:2的丙烯酸酯树脂和乙基纤维素树脂。

4、根据权利要求1的电子发射源组合物，其中所述有机粘合剂树脂包括重量比为1:1~1:2的丙烯酸树脂和乙基纤维素树脂。

5、根据权利要求1的电子发射源组合物，其包含选自环氧丙烯酸酯和聚酯丙烯酸酯的丙烯酸酯树脂。

6、根据权利要求1的电子发射源组合物，其包含选自丙烯酰基共聚物的丙烯酸树脂。

7、根据权利要求1的电子发射源组合物，其中所述有机溶剂选自松油醇，丁基卡必醇乙酸酯和醇酯-12。

8、根据权利要求1的电子发射源组合物，其中该电子发射源组合物的电阻率是 $1\sim 10^7\Omega\text{cm}$ 。

9、一种场发射显示装置，包括：

第一衬底和与第一衬底相对的第二衬底，在两衬底之间留有一定的空间以构造一真空容器；

位于第一衬底上的电子发射源；

用于从该电子发射源中发射电子的装置；和

用于发射光的装置，该装置位于第二衬底上以通过从电子发射源中发射的电子来表示图像，

其中所述电子发射源包括1~30%重量的碳纳米管并具有 $1\sim 10^7\Omega\text{cm}$ 的

电阻率，且该电子发射源是利用权利要求1的电子发射源组合物制备的。

10、根据权利要求9的场发射显示装置，其中该电子发射源包括20~30%重量的碳纳米管。

11、根据权利要求9的场发射显示装置，其中有机粘合剂树脂包括乙基纤维素，丙烯酸酯树脂和丙烯酸树脂。

12、根据权利要求9的场发射显示装置，其中所述用于发射电子的装置包括：

以预定的图案形成于第一衬底上的阴极，该阴极具有用于电子发射源的接收器，其中将导电材料去掉从而将电子发射源容纳在用于电子发射源的接收器中；

形成于第一衬底表面以覆盖部分阴极从而暴露电子发射源的绝缘层；和

以预定的图案形成于绝缘层上的门电极，该门电极与每个阴极垂直，从而使电子发射源暴露出来。

13、根据权利要求9的场发射显示装置，其中所述用于发射电子的装置包括：

以预定图案形成在第一衬底上的阴极，所述电子发射源位于该阴极的表面；

形成于第一衬底表面以覆盖部分阴极从而暴露电子发射源的绝缘层；和

以预定的图案形成在绝缘层上的门电极，该门电极与每个阴极垂直，从而使电子发射源暴露出来。

14、根据权利要求9的场发射显示装置，其中所述用于发射电子的装置包括：

以条纹图案形成在第一衬底上的门电极；

形成在第一衬底整个表面上以覆盖门电极的绝缘层；和

以条纹图案形成在绝缘层上并与每个门电极垂直的阴极，该阴极具有用于电子发射源的接收器，将其边缘上的导电材料除去，从而将电子发射源容纳在用于电子发射源的接收器中。

15、根据权利要求12~14中任一项的场发射显示装置，还包括设置在所述阴极之间的反电极。

16、根据权利要求15的场发射显示装置，其中该反电极通过形成于绝缘层中的孔与门电极接触，从而使其与门电极电连接。

17、根据权利要求 12~14 中任一项的场发射显示装置，其中所述电子发射源的边缘在阴极边缘的内部区域形成。

用于场发射显示装置的电子发射源组合物及 用其制造的场发射显示装置

相关申请的交叉引用

本申请要求2002年4月22日提交韩国知识产权局申请号为2002-21963的韩国申请的优先权，该申请的公开内容引入本文作为参考。

技术领域

本申请涉及一种用于场发射显示装置的电子发射源组合物和用其制造的场发射显示装置，特别是涉及一种能够形成微图案于(micro-patterning)阴极并通过将电流密度和真空度降低到最小来提高电子发射源的发射电流特性的用于场发射显示装置的电子发射源组合物，以及一种能够发射电子同时起到电阻层作用的场发射显示装置。

背景技术

场发射显示装置(以下简称为“FED”)是一种用于显示图像的有代表性的显示装置，它是通过在电子发射源的发射器上使用强电场来产生具有隧道效应的电子、通过真空移动该发射的电子、并用阳极电子形成的荧光屏碰撞该电子来发射光和显示图像的。

碳纳米管(CNT)是近来出现的很有潜力应用的电子发射源，特别是，由于碳纳米管具有低功函数的特征，可将它作为理想的电子发射源，通过施加低电压即可以驱动所得的电子发射源，并且其制造方法也不复杂。因此它们具有实现大尺寸平板显示的优点。

通常，为了控制电子发射，作为电子发射源的具有碳纳米管的场发射显示装置包括三极管结构。碳纳米管的电子发射层可通过使用真空蒸发的薄膜涂布工艺形成，也可以通过使用印刷组合物的厚膜涂布工艺形成。后面的工艺包括制备主要由碳纳米管组成的组合物以及将该组合物印刷在阴极上以得到电子发射层的步骤。因此，相对于薄膜涂布工艺来说，厚膜涂布工艺的优点在于它具有简单的适于批量生产的制造工艺。

碳纳米管电子发射源是这样制备的：制备包含碳纳米管，粘合剂和溶剂的组合物；将所得组合物丝网印刷在电极上；及将其在 400℃ 或者更高的温度下于空气中烘焙。

粘合剂可包括诸如丙烯酸酯树脂、丙烯酸树脂(acryl)和乙基纤维素(EC)的任何热分解树脂。如果仅采用丙烯酸酯树脂作为热分解树脂，则有利的是碳纳米管组合物可很好地形成图案，但不利的是电流密度降低，例如当其用于三极管碳电子发射源时，在 7.5V/μm 的电流密度值下降到 20μA/cm²。

另一方面，如果使用丙烯酸树脂或乙基纤维素，则有利的是电流密度增加到 100μA/cm² 或者更高，但是不利的是烘焙之后的热分解所引起的收缩，以及图案与衬底之间附着强度的变弱。另外，在形成图案的过程中，在用紫外线曝光之后，组合物不可避免地与光致抗蚀剂接触。不利的是，该组合物与光致抗蚀剂之间的反应导致门电极与阴极之间短路。当将组合物用于三极管碳电子发射源时，由于获得的膜太厚和距离门电极太远会导致工作电压升高的问题。

结果，采用任何一种选自丙烯酸酯树脂、丙烯酸树脂和乙基纤维素的树脂制造三极管碳纳米管，难于同时满足图案形成特性和电流密度的要求。

此外，为了提高电子发射的均匀性，已经提出了一种在阴极和发射器之间使用电阻层的结构(美国专利 5194780)。但是，为提供电阻层，这种方法需要额外的涂层和图案成形处理，实施制造过程较复杂，效益降低。

发明内容

在一个实施方案中，本发明是一种包括 1~20%重量的碳纳米管、玻璃粉、有机粘合剂树脂和有机溶剂的电子发射源组合物，所述有机粘合剂树脂包括乙基纤维素和丙烯酸酯树脂和/或丙烯酸树脂，其中玻璃粉的含量按 100 重量份的碳纳米管计为 1~500 重量份。

本发明还提供了一种场发射显示装置，该装置包括第一衬底和与第一衬底相对的第二衬底，在两衬底之间留有一定的空间以构造一真空容器；位于第一衬底或第二衬底上的电子发射源；从该电子发射源中发射电子的装置；及位于第一衬底或第二衬底的另一衬底上用于发射光以通过从电子发射源发射的电子来显示图像的装置，其中电子发射源包括 1~30%重量的碳纳米管，并具有 1~10⁷Ωcm 的电阻率。

附图说明

结合附图参照下面的详细描述,本发明更完全的说明以及由此产生的其它优点将随之变得更容易理解,其中:

图1示出了根据本发明实施例1的场发射显示装置的局部截面图;

图2示意性示出了根据本发明实施例1的场发射显示装置的变形形式;

图3示出了根据本发明实施例2的场发射显示装置的局部分解透视图;

图4示出了沿图3中箭头B的方向的局部组合截面图;

图5示意性示出了根据本发明实施例2的场发射显示装置的变形形式;

图6示出了根据本发明实施例3的碳纳米管发射源的摄影;

图7示出了根据本发明实施例3的在碳纳米管发射源上作用电场的摄影;

图8示出了根据本发明实施例3的碳纳米管电子发射源的摄影的横截面图;

图9示出了根据本发明实施例3从碳纳米管电子发射源中发射的电子的电流密度与电场强度的关系曲线图;

图10示出了根据本发明实施例3从碳纳米管电子发射源中发射的电子的电流密度与老化时间的关系曲线图;

图11a示出了根据本发明的对比例3从碳纳米管电子发射源中发射的电子的电流密度与电场强度的关系曲线图;

图11b示出了根据对比例1在使用电子发射源组合物制造碳纳米管电子发射源的过程中,在形成图案之后,组合物层的扫描电子显微镜(SEM)照片;

图12示出了根据对比例2在使用电子发射源组合物制造碳纳米管电子发射源的过程中,在形成图案之后,组合物层的扫描电子显微镜(SEM)照片;

图13示出了根据实施例3和4和对比例3,从碳纳米管发射源中发射的电子的电流密度的曲线图;

图14示出了根据本发明实施例1在使用电子发射源组合物制造碳纳米管的电子发射源的过程中,在形成图案之后,组合物层的扫描电子显微镜(SEM)照片;

图15示出了根据本发明实施例2在使用电子发射源组合物制造碳纳米管的电子发射源的过程中,在形成图案之后,组合物层的扫描电子显微镜

(SEM)照片; 和

图 16 示出了实施例 5 和 6 与对比例 3 中电阻率相对于碳纳米管的数量
的曲线图; 和

图 17 示出了根据本发明可替换实施例的场发射显示装置的局部分解透
视图。

具体实施方式

本发明涉及一种用于场发射显示装置的电子发射源组合物, 该组合物包
括 1~20%重量的碳纳米管、玻璃粉、有机粘合剂和有机溶剂。有机粘合剂包
括乙基纤维素和丙烯酸酯树脂和/或丙烯酸树脂。

此外, 玻璃粉的含量按 100 重量份的碳纳米管计为 1~500 重量份。

当碳纳米管少于 1%重量时, 场发射显示装置的发射电流密度可下降,
而当超过 20%重量时, 因为当将组合物印刷在厚涂层上并在紫外线下曝光
时, 穿过厚涂层的紫外线强度降低, 所以所获得的厚涂层的厚度是不理想的。
而且, 当碳纳米管数量范围在 1~20%重量时, 合成的电子发射源具有 $1\sim 10^7$
 Ωcm 的电阻率, 而当碳纳米管的数量在上述范围之外时, 电子发射源不能
发射电子, 同时也不能起电阻层的作用。

玻璃粉的优选数量是每 100 重量份的碳纳米管中含有 1~500 重量份。如
果玻璃粉的数量少于 1 重量份, 场发射显示装置的发射电流密度可下降, 而
当超过 500 重量份, 组合物的粘度太高不适合印刷, 并且可减少发射电流密
度。

有机粘合剂树脂包括乙基纤维素和丙烯酸酯树脂和/或丙烯酸树脂, 更
优选的是丙烯酸酯树脂, 丙烯酸树脂和乙基纤维素都使用。

例如, 丙烯酸酯树脂可以包括环氧丙烯酸酯和聚酯丙烯酸酯, 且优选包
括甲酚环氧丙烯酸酯低聚体或间甲基丙烯酸酯(metamethylacrylate, MMA)。
丙烯酸树脂包括丙烯酰基共聚物。优选有机粘合剂树脂的含量为 40~80%重
量。

按照本发明, 电子发射源组合物包括混合了两种或多种树脂的有机粘
合剂树脂, 所以它可以阻止门电极和阴极之间的短路。当有机粘合剂树脂在
上述范围之外时, 发射电流密度将会不期望地下降。

丙烯酸酯树脂或丙烯酸树脂与乙基纤维素的重量比最好是 1:1~1:2, 丙

烯酸酯树脂与丙烯酸树脂和乙基纤维素的重量比最好是 1:1:1~0.5:1:1。

此外,根据本发明的电子发射源组合物包括有机溶剂。有机溶剂用于控制本发明的组合物的粘度,例如,优选包括松油醇,丁基卡必醇乙酸酯,甲苯或 Texanol 醇酯(2,2,4-三甲基-1,3-戊二醇单异丁酸酯)。有机溶剂的量优选为 1~20%重量。当该数量超过 20%重量时,光引发剂和单体之间的反应变弱,因而曝光加工性能恶化。

电子发射源组合物进一步包括光引发剂、光致反应单体,消泡剂,分散剂等。光引发剂可以热分解的丙烯酸酯基单体,苯甲酮基单体,苯乙酮基单体,噻吨基单体等与溶剂的混合物的形式使用,且优选它包括环氧丙烯酸酯,聚酯丙烯酸酯,2,4-二乙基噁吩酮或 2,2-二甲氧基-2-苯基苯乙酮。该溶剂优选为松油醇,丁基卡必醇乙酸酯(BCA),甲苯或 Texanol 醇酯。

优选光引发剂的量按电子发射源组合物的总重量计为 0.1~20%。当光引发剂数量少于 0.1%重量时,在曝光过程中难以激活反应。而当超过 20%重量时,将导致由于突然激活光反应而使所获得的厚膜的厚度减小的问题。

加入光致反应单体作为分解图案的增强剂,其包括可热分解的丙烯酸酯基单体,苯甲酮基单体,苯乙酮基单体和/或噻吨基单体,且优选它包括环氧丙烯酸酯,聚酯丙烯酸酯,2,4-二乙基噁吩酮,或 2,2-二甲氧基-2-苯基苯乙酮。按 100 重量份的电子发射源计,光引发单体可以高达 10 重量份的量使用。

按 100 重量份的电子发射源计,优选分散剂和消泡剂的量分别不少于 0 重量份且不超过 10 重量份。分散剂可包括诸如发泡树脂 810 或 BYK-164(由“Tego”制造)的任何常用表面活性剂。消泡剂也可包括能除去泡沫的任何常用试剂例如硅基材料。

以下对制备根据本发明的电子发射源组合物的方法进行描述。

将碳纳米管粉末与玻璃粉混合。此时,每 100 重量份的碳纳米管粉末最好使用 1~500 重量份的玻璃粉。混合过程通过使用球磨机对组合物以 5~100 转/分的速率旋转 1~24 小时完成。

然后将有机粘合剂树脂和上述混合过程得到的碳纳米管粉末和玻璃粉的组合物进行混合。

对于有机粘合剂树脂,使用乙基纤维素与丙烯酸酯树脂和/或丙烯酸树脂的组合物。有机粘合剂树脂组合物是通过进一步混合丙烯酸酯树脂和/或丙

烯酸树脂和乙基纤维素与有机溶剂而制成的。然后在树脂组合中加入分散剂。

丙烯酸酯树脂或丙烯酸树脂与乙基纤维素的重量比最好是 1:1~2:1。更可取的是，将丙烯酸酯树脂，丙烯酸树脂和乙基纤维素以 1:1:1~0.5:1:1 的重量比混合。

有机溶剂可取的是松油醇，丁基卡必醇乙酸酯(BCA)，甲苯，或 Texanol 醇酯。

合适的分散剂包括发泡树脂 810 或 BYK-164。优选分散剂以每 100 重量份的电子发射源组合物 0~10 重量份的量使用。

碳纳米管粉末与树脂组合物的重量比最好是 1:0.1~50。在所得的组合物中加入 0.1~20%重量的光引发剂，然后搅拌 1~10 小时。此外，可以按每 100 重量份的电子发射源组合物 0~10 重量份的量加入消泡剂。

优选光致反应单体的量按 100 重量份的总电子发射源组合物计至多为 10 重量份，其作用是用作分解图案的增强剂。当光致反应单体的量超过 10 重量份时，由于可能会将组合物变干，所以是不可取的。

然后加入有机溶剂，得到粘度为 10000~50000cP 的电子发射源组合物。优选有机溶剂的量为 1~20%重量。当有机溶剂的量超过 20%重量时，光引发剂和单体之间的反应将变弱，因而曝光加工性能恶化。

以下对制备用于场发射显示装置的电子发射源的方法进行描述。

将从上述方法获得的电子发射源组合物印刷在阴极上以形成一厚层，并在 90~100℃下烘干 10 分钟至 1 小时。

随后，使用掩模使厚层曝光。这时，曝光能量最好是 100~20000mJ/cm²，并可根据层的期望厚度进行调整。用 0.4~5%碳酸钠水溶液与丙酮或乙醇的混合溶液使曝光层显影，并使用超声波清洁器来去掉残余物。

将显影后的层在 400~500℃下烘焙 10~30 分钟，得到电子发射源。当烘烤温度低于 400℃时是不可取的，因为不能去掉有机成份并且不能熔化玻璃粉，而当温度超过 500℃时也是不可取的，因为碳纳米管与氧气之间起化学反应而损失。

在最后得到的电子发射源组合物中，碳纳米管存在的数量是 1~30wt%，且根据电子发射源的总重量最好是 20~30wt%，这是因为根据上述处理已将可蒸发材料(例如溶剂)蒸发去掉。此外，从上述处理中得到的电子发射源具

有 $1\sim 10^7\Omega\text{cm}$ 的电阻率，所以它既可作电子发射源又起到电阻层的作用。

由上述方法得到的具有电子发射源的场发射显示装置包括第一衬底和与第一衬底相对的第二衬底，在两衬底之间留有一定的空间以形成一真空容器；位于第一衬底或第二衬底上的电子发射源；从电子发射源中发射电子的装置；及位于另一衬底上用于发射光以便通过从电子发射源中发射出来的电子来表示图像的装置，其中该电子发射源包括碳基电子发射材料和具有电阻率 $1\sim 10^7\Omega\text{cm}$ 的电阻导电材料，因而它既可作电子发射源又起到电阻层的作用。

发射电子的适宜装置包括在衬底上以条纹图案形成并提供有电子发射源的阴极，该阴极具有一发射接收器，其中可将导电材料去掉以便将电子发射源容纳在发射接收器中；形成在整个衬底表面上用以覆盖除电子发射源以外的阴极的绝缘层；和在绝缘层上以条纹图案形成的门电极，该门电极与阴极垂直并具有暴露电子发射源的孔。

在一个可替换的实施例中，阴极以条纹图案形成，没有发射接收器，并且电子发射源位于阴极的表面。

在另一个可替换的实施例中，发射电子的装置包括：在衬底上以条纹图案形成并提供有电子发射源的门电极；形成在整个衬底表面上以覆盖门电极的绝缘层；在绝缘层上以条纹图案形成的阴极，该阴极与每一个门电极垂直并具有一发射接收器，在其中可将导电材料在其边缘上去掉从而可将电子发射源容纳在发射接收器中。

发射电子的装置另外包括设置在其间具有一定距离的阴极之间的反电极。反电极通过在绝缘层上形成的孔与门电极接触以将其与门电极进行电连接。

优选的是，电子发射源的边缘位于朝向阴极里面的向内边缘上以引起通过阴极的聚焦作用。

以下，结合附图通过实施例对本发明作进一步的详细描述。

图 1 示出了根据本发明一个实施例的场发射显示装置的局部截面图。如图 1 所示，场发射显示装置由提供内部空间的第一衬底(以下简称“后衬底”)和第二衬底(以下简称“前衬底”)构成。后衬底 2 具有在施加电场下发射电子的装置。前衬底 4 具有通过发射的电子来表示某一图像的装置。

更优选的是，具有发射接收器 6a 的阴极 6 在一个方向以条纹图案形成

在后衬底 2 上。在阴极 6 上方，绝缘层 8 覆盖后衬底 2 的整个表面，另外在绝缘层 8 上，门电极 10 在与阴极 6 垂直的方向上以条纹图案形成。

如果将像素区域定义为阴极 6 与门电极 10 的交叉区域，则穿过门电极 10 和绝缘层 8 的孔 12 形成在像素区域上，因而可将阴极 6 暴露。在每一像素区域上，阴极 6 通过孔 12 暴露，且形成发射接收器 6a，这里将阴极 6 的导电材料去掉。将电子发射源 14 容纳在发射接收器 6a 中。

电子发射源 14 是由碳纳米管和具有电阻率 $1\sim 10^7\Omega\text{cm}$ 的电阻导电材料组成，从而由于电子发射材料它可以发射电子，同时由于前述的电阻率它可以起到电阻层的作用。

因为将很多碳纳米管 16 暴露在电子发射源 14 的表面，所以每一个暴露的碳纳米管 16 都可以作为场发射发射器并在下面的驱动过程中发射电子。可以认为电子发射源 14 中的碳纳米管 16 相当于单个的常规微尖型(microtip)发射器。

将电子发射源 14 与阴极 6 通过接触阴极 6 的一边在水平方向上进行连接。由此电子发射源 14 作为电阻层与阴极 6 和每一个碳纳米管 16 连接。

此外，将 R、G、B 荧光层 20 设置在透明阳极 18 上，并在阴极 6 的方向上留有一定的空间，将黑色基体层 22 设置在 R、G、B 荧光层 20 之间以提高对比度。

任选地，将由诸如铝之类的金属组成的薄金属层 24 设置在黑色基体层 22 和荧光层 20 上。薄金属层 24 有助于改善场发射显示装置的耐压性和亮度特性。

将前衬底 4 和后衬底 2 用密封剂连接，同时在两者之间留有一定空间，并将门电极 10 与荧光层 20 垂直排列。然后，将衬底之间的内部空间抽空以在其间形成真空，从而形成一场发射显示装置。

通过从外部给阴极 6、门电极 10 和阳极 18 提供一定电压来驱动场发射显示装置。例如，将几伏到几十伏的负电压加在阴极 6 上，几伏到几十伏的正电压加在门电极 10 上，几百伏到几千伏的正电压加在阳极 18 上。

通过阴极 6 和门电极 10 之间的电压差可在电子发射源 14 周围产生电场，从而发射电子。将发射的电子引导作用于阳极 18 的高压上并与相应像素的荧光层对撞产生光，从而显示特定图像。

电子发射源 14 通过暴露在表面的碳纳米管 16 发射电子，同时由于它具

有前述的电阻率，它将阴极 6 与每个碳纳米管 16 相连。

假设暴露于电子发射源 14 表面上的每一个碳纳米管 16 是一个电子发射地点，当没有使用电阻层时，因为电子发射地点的形态互不相同，(例如碳纳米管的垂直排列度和突起高度)，每个电子发射地点只在一定的电子地点发射电子，因此局部电场的实施效果不同。

然而，由于本发明的电子发射源 14 具有一定的电阻率，在发射大量电流的地方，阴极 6 和电子发射地点之间的电压下降，从而发射电流的数量减少。同时，在电子发射地点发射少量的电流时，电压不会下降或下降程度很小，因此可以维持阴极 6 和门电极 10 之间的电压差，从而保持发射的电流量。

如上所述，依据本发明，两个电子发射地点之间的发射电流的数量相对减少，因而相对于常规的结构它改善了电子发射的均匀性。作用于每个电子发射地点的负荷电流减少，因此有望提高电子发射源 14 的寿命周期。

图 2 示意性示出了根据本发明第一实施例的场发射显示装置的变形形式。如图 2 所示，在没有发射接收器的情况下，阴极 6 沿一个方向在后衬底 2 上以条纹图案形成。将根据本发明的电子发射源 14 形成在阴极 6 的表面上。

另外，在这种情况下，由于电子发射源 14 具有 $1\sim 10^7 \Omega \text{cm}$ 的电阻率，诸如作为用于连接阴极 6 和每个碳纳米管 16 的电阻层的前述效果就可以实现。

图 3 示出了根据本发明第二实施例的场发射显示装置的局部分解透视图。

如图 3 所示，门电极 10 沿一个方向(即图中的 Y 方向)在后衬底 2 上以条纹图案形成。绝缘层 8 通过后衬底 2 的整个表面形成在门电极 10 上。在绝缘层 8 上，阴极 6 在垂直于门电极 10 的方向上以条纹图案形成。

另外，在阴极 6 之间还可以形成反电极 26，同时留下一定的空间以提高电场至超过绝缘层 8 的水平。

反电极 26 通过形成在绝缘层 8 上的孔 8a 与门电极 10 接触并进行电连接，如图 4 所示。

通过把面向反电极 26 的阴极 6 的边缘的导电材料去掉，可以形成发射接收器孔 6b。将电子发射源 14 容纳在发射接收器孔 6b 中。

电子发射源 14 具有如上所述的结构，它与阴极 6 的一边接触，并在水

平方向与阴极 6 相连。电子发射源 14 的电阻导电材料作为用于连接阴极 6 的边缘和碳纳米管 16 的电阻层。

当在门电极 10 和阴极 6 之间施加驱动电压时，门电极 10 的电场通过反电极 26 作用于电子发射源 14 的周围，因而可以从电子发射源 14 的边缘发射电子，尤其是从存在于电子发射源 14 的边缘的每个碳纳米管 16 中发射电子。在此过程中，电子发射源 14 的电阻导电材料可以作为电阻层。由于和前述描述一致，电阻层引起的效应的详细描述在此省略。

如图 5 所示，位于发射接收器孔 6b 中的电子发射源 14 最好是形成在阴极 6 边缘内部的区域，此时，在从阴极 6 的边缘朝向发射接收器孔 6b 的里面留有一定的距离。

这是因为当驱动场发射显示装置时，将几到几十伏特的负电压加在阴极 6 上，从电子发射源中发射的具有负电荷的电子具有聚焦力，该聚焦力不是通过由于作用于阴极 6 上的负电压而具有的排斥力来朝向前衬底 4 分布的。

在根据本发明的具有电子发射源的场发射显示装置中，在两个电子发射地点之间发射的电流的数量差相对减少，因而改善了电子发射的均匀性并降低了施加到每个电子发射地点的负载电流。因此，可有望提高电子发射源 14 的寿命周期。

本领域的技术人员可以理解的是对本发明的场发射显示装置的进一步实施例也可以实现，例如，参考图 17，当用一个门电极 10 作为公共电极时，多个阳极 100 以条纹图案形成。通过绝缘层 112，将门电极 102 与阴极 110 分离，阳极 100 形成在衬底 114 上。任意金属层 116 可形成在荧光层 108 上。在这个实施例中，可以在接收器 106 和在阴极 110 和阳极 100 之间的每个交叉点处预先形成荧光层图案的各个荧光层 108 之间形成像素区域，例如，当阳极是这样一个公共门电极时的阴极 110a 和阴极 100a。本领域的技术人员可以理解的是阴极将接收扫描信息，而阳极将接收数据信息，反之亦然。

下面的实施例进一步详细说明了本发明。但是可以理解的是本发明不局限于这些实施例。

实施例 1

将 8wt% 的碳纳米管与 800 升 2wt% 的玻璃粉混合，将所得混合物的 1/3 放入到一个装满磨球的球磨机中，并以 5~100 转/分的速度进行旋转，然后用 50 目的滤网进行过滤。

将 60%的松油醇溶剂中的 25wt%的 Elvasite 丙烯酸树脂与 60%的松油醇溶剂中的 25wt%的乙基纤维素固相进行混合。将得到的混合物进一步与 50%的丁基卡必醇乙酸酯(BCA)中的 25wt%的甲酚环氧丙烯酸酯低聚体进行混合,且向其中加入 1.5wt%的 BYK-164 型分散剂。

将 10wt%的碳纳米管和玻璃粉的混合物与 75wt%丙烯酸树脂,乙基纤维素,及甲酚环氧丙烯酸酯低聚体的混合物进行混合并搅拌。将 7wt%的光引发剂(HSP-188, SK-UCB 制造)和 1wt%的消泡剂(Tego 制造)加入其中并搅拌 5 小时。然后加入 5.5wt%的季戊四醇(pentanerytritol)-三-四-丙烯酸酯光引发剂并进行混合。

使用三辊式研磨机将混合物研磨 10 次以上,以均匀分布树脂中的粉末。然后加入 12wt%的松油醇有机溶剂,制得糊状的碳纳米管电子发射源组合物。该组合物的粘度是 25000cP。

实施例 2

除了使用 50wt%的甲酚环氧丙烯酸酯低聚体和 50wt%的乙基纤维素固相混合物代替丙烯酸树脂外,采用与实施例 1 中相同的方法制造电子发射源组合物。

对比例 1

除了仅用 50wt%的聚酯丙烯酸酯代替丙烯酸树脂和乙基纤维素固相的混合物外,采用与实施例 1 中相同的方法制造电子发射源组合物。

对比例 2

除了仅用 50wt%的乙基纤维素固相代替丙烯酸树脂和乙基纤维素固相的混合物外,采用与实施例 1 中相同的方法制造电子发射源组合物。

实施例 3

将例 1 中得到的组合物印刷在阴极上,并在 90℃下在干燥器中干燥 1 小时。然后,以 2000mJ/cm²的曝光能量使用图案掩模进行曝光,并用 0.4%的碳酸钠(Na₂CO₃)水溶液冲洗。用超声波清洗器除去残液以形成厚层。将厚层在空气和氩气中在 450℃下烘烤 10 分钟以提供具有三极碳纳米管的电子发射源。

实施例 4

除了用实施例 2 中的组合物代替实施例 1 中的组合物外,采用与实施例 3 中相同的方法制造具有三极管碳纳米管的电子发射源组合物。

对比例 3 和 4

除了分别使用对比例 1 和 2 的组合物外,采用与实施例 3 中相同的方法制造根据对比例 3 和 4 的具有三极碳纳米管的电子发射源组合物。

图 6 是根据实施例 3 的场发射显示装置的摄影,而图 7 是在通过将电场供给实施例 3 中的场发射显示装置而前驱动三极管的情况下的摄影,这里阳极电压是 600V 而门电压是 60V。图 8 是根据实施例 3 的具有碳纳米管的电子发射源组合物的截面图。如图 6 和 8 所示,可以发现具有粒子尺寸 $20\mu\text{m}$ 或者更少的微孔可以选择性地形成图案。

进一步,如图 7 所示,可以确定的是根据本发明的发射光的均匀性和发射显示装置的发射特性将得到改善。此外,如图 8 所示,人们发现具有碳纳米管的电子发射源可以在不引起门电极和阴极之间短路的情况下构成三极管结构。图 9 是根据本发明的例 3,具有碳纳米管的电子发射源的电场强度与电流密度的关系曲线图,图 10 是老化时间与电流密度的关系曲线图。如图 9 所示,当发射电压为 $7.5\text{V}/\mu\text{m}$ 时,电流密度达到 $300\mu\text{A}/\mu\text{m}$ 。因此,可以确认的是本发明能达到 $10\mu\text{A}/\mu\text{m}$ 基准。另外,如图 10 所示,人们发现在整个时间段内电流密度都没有下降。

图 11a 示出了根据本发明的对比例 3,具有碳纳米管的电子发射源的电场强度与电子的电流密度的关系曲线图。图 11b 是根据本发明的对比例 1 在使用碳纳米管的电子发射源组合物制造碳纳米管电子发射源的过程中,形成图案之后的组合物层的扫描电子显微镜(SEM)的摄影。

图 12 示出了根据本发明的对比例 2 在使用碳纳米管的电子发射源组合物制造碳纳米管的电子发射源的过程中,形成图案之后的组合物层的扫描电子显微镜(SEM)的摄影。

如图 11a 所示,根据对比例 3 的碳纳米管电子发射源具有低于本发明的实施例 3 和 4 中的电流密度。另外,如图 11b 和 12 所示,根据本发明的对比例 1 和 2 在形成图案之后,用于形成电子发射源的组合物层的厚度分别为 3 至 $4\mu\text{m}$,因而当将它应用到三极管结构时,门电极的距离变得更远。

图 13 示出了根据实施例 3 和 4 和对比例 3 从碳纳米管发射源中发射的电子的电流密度图。与根据对比例 3 中只使用丙烯酸酯树脂的时所获得的电流密度相比,当使用根据实施例 1 和 2 中的混合树脂时所获得的电流密度得到改善。

图 14 和 15 分别示出了根据本发明的实施例 1 和 2 在使用碳纳米管的电子发射源组合物制造碳纳米管的电子发射源的过程中,在形成图案之后的组合物层的扫描电子显微镜(SEM)摄影。如图 14 和 15 所示,人们发现根据实施例 1 和 2 的组合物适合应用到三极管结构中。

实施例 5

除了使用 4wt%数量的碳纳米管外,采用与实施例 1 中相同的方法制备电子发射源组合物。

实施例 6

除了使用 12wt%数量的碳纳米管外,采用与实施例 1 中相同的方法制备电子发射源组合物。

对比例 4

除了不使用碳纳米管外,采用与实施例 1 中相同的方法制备电子发射源组合物。

根据实施例 5 和 6 和对比例 4,使用电子发射源组合物制造电子发射源,然后测量出电阻率,结果如图 16 所示。如图 16 所示,实施例 5 和 6 的电阻率级分别是 10^3 和 $10\Omega\text{cm}$,而对比例 4 中的电阻率级别则是 $10^8\Omega\text{cm}$ 。因此人们发现,具有 1~20wt%的碳纳米管的电子发射源的电阻率是 $1\sim 10^7\Omega\text{cm}$,因此,它也可以起到电阻层的作用。

因此,本发明可以有效地提供需要微刻图案的碳纳米管的电子发射源或需要控制电子发射源形态的三极管结构。此外,人们发现它能改善发射电流和电流密度特性。

根据本发明,电子发射源组合物及其制造方法改善了曝光性能和显影性能。同时通过使真空能级降低到最小和电流密度降低到最小而使得微刻图案形成阴极成为可能,并使得具有碳纳米管的电子发射源的发射电流特性得以改善。

虽然已经参照优选实施例对本发明作了详细的描述,但是本领域技术人员可以理解的是在没有背离所附权利要求中提出的精神和范围的情况下,可对本发明做出各种变形和替换。

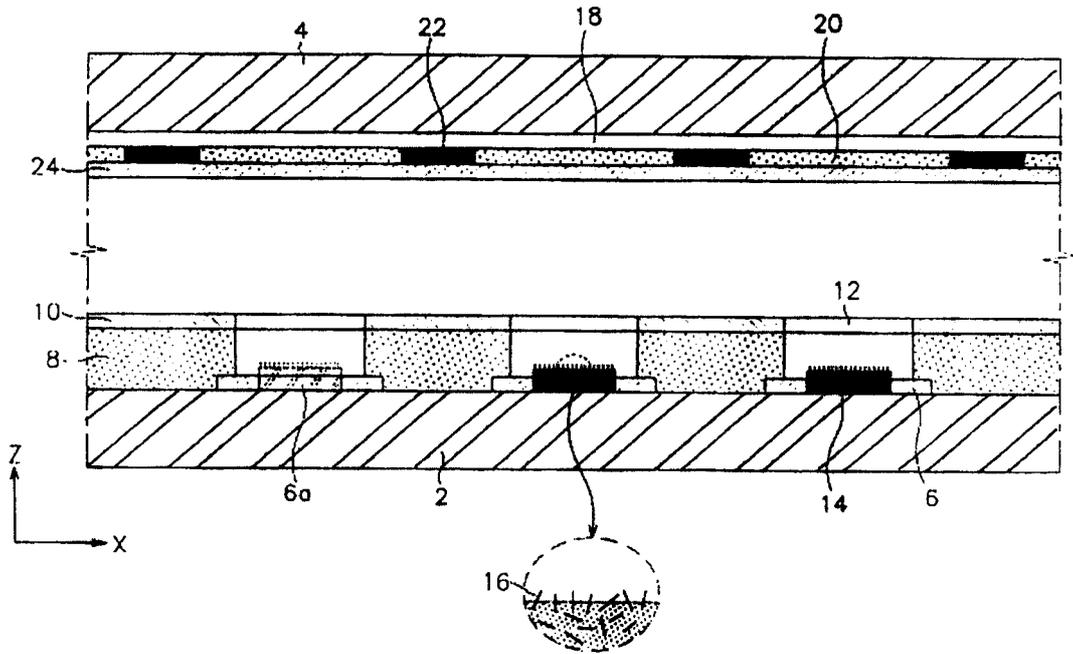


图 1

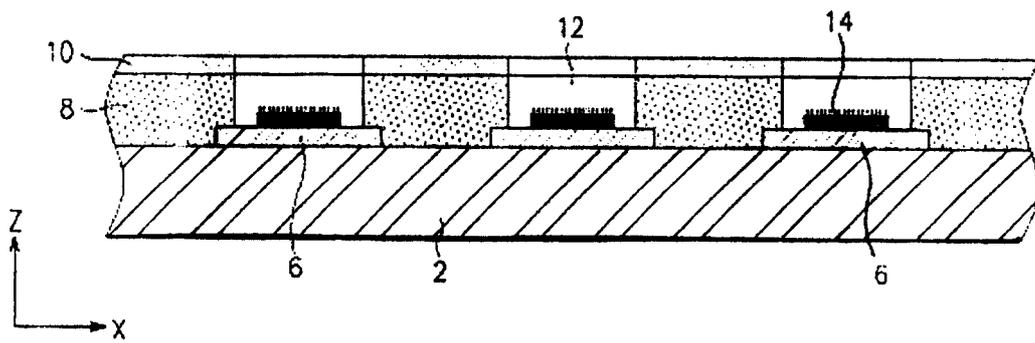


图 2

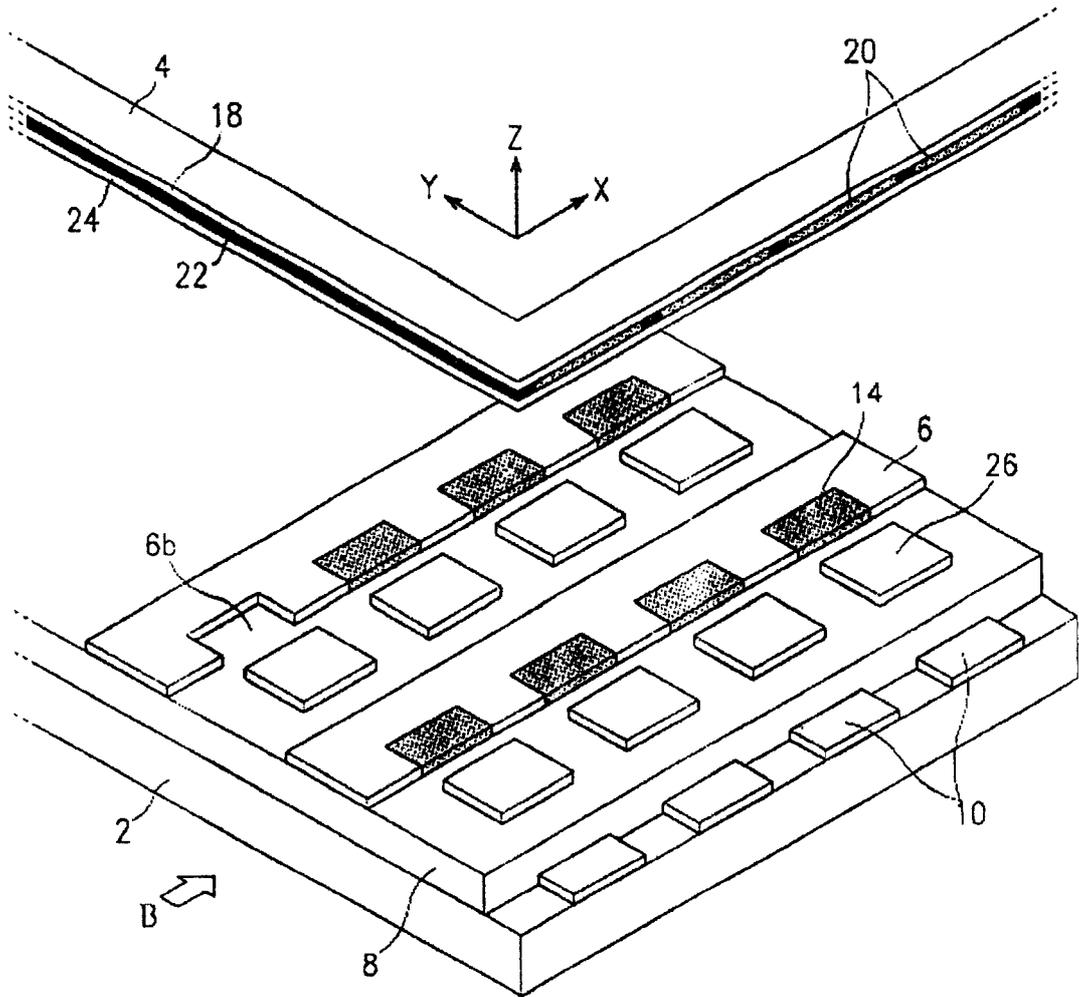


图 3

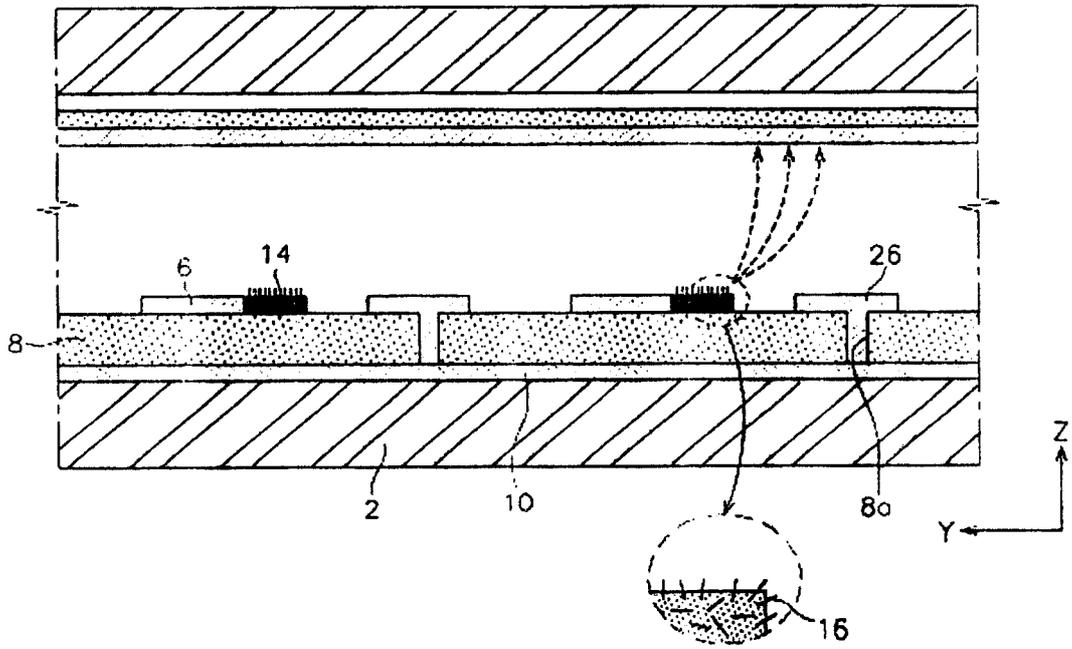


图 4

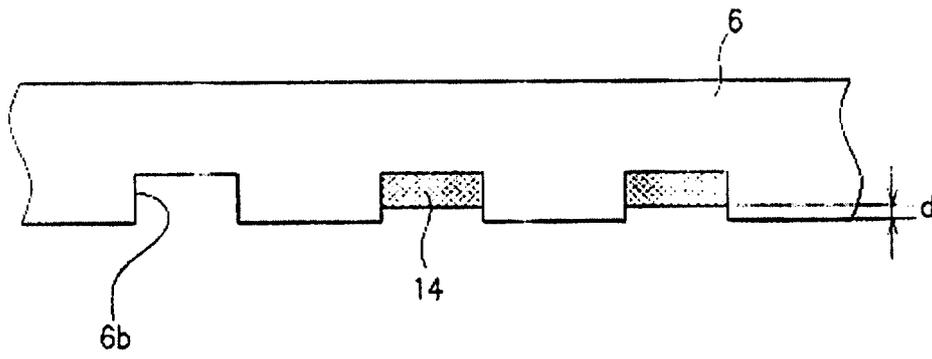


图 5

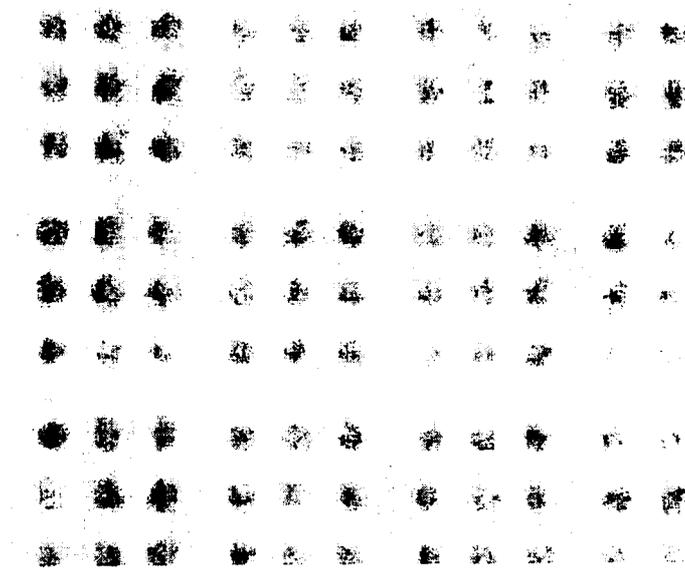


图 6

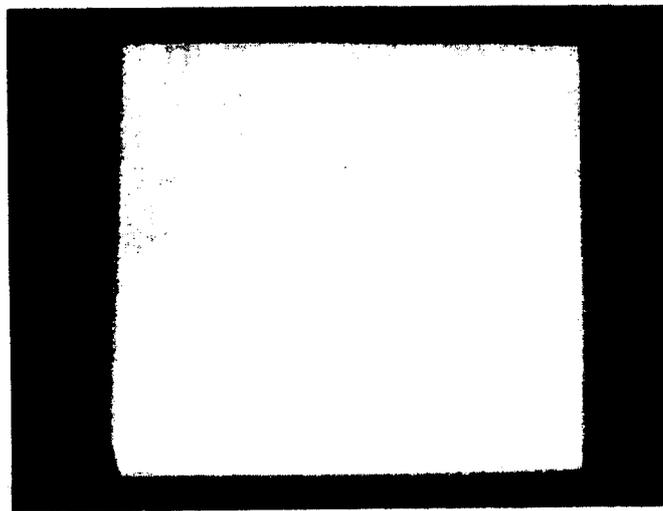


图 7



图 8

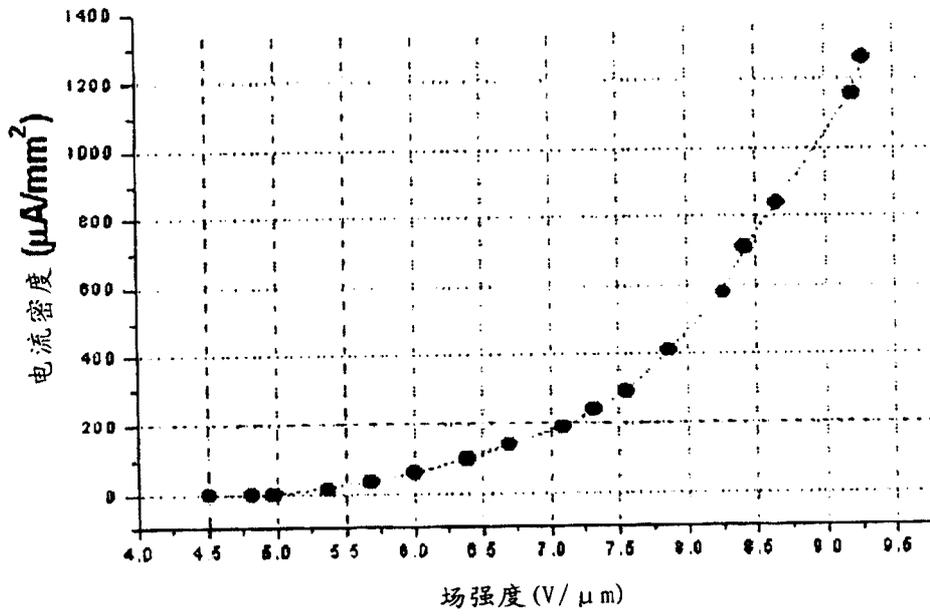


图 9

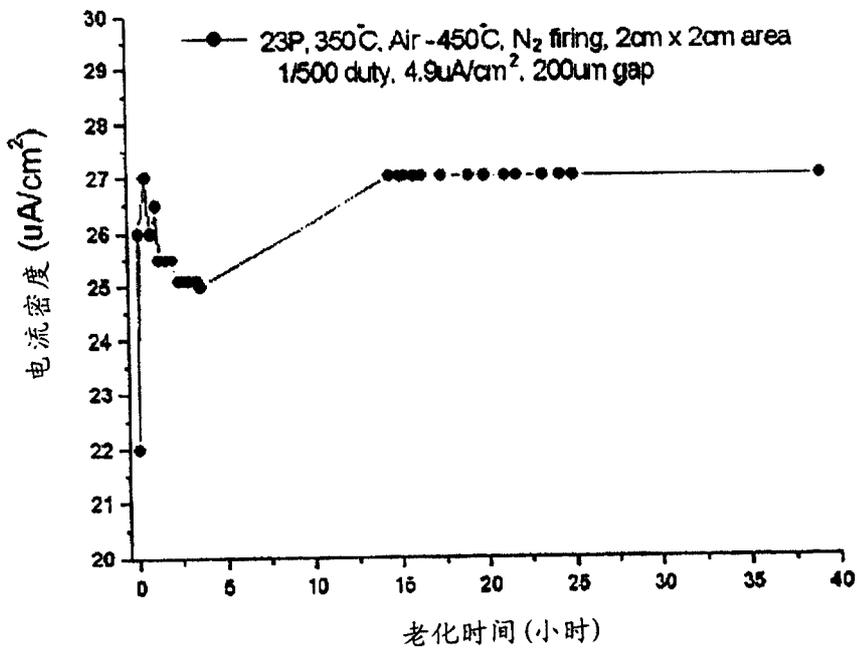


图 10

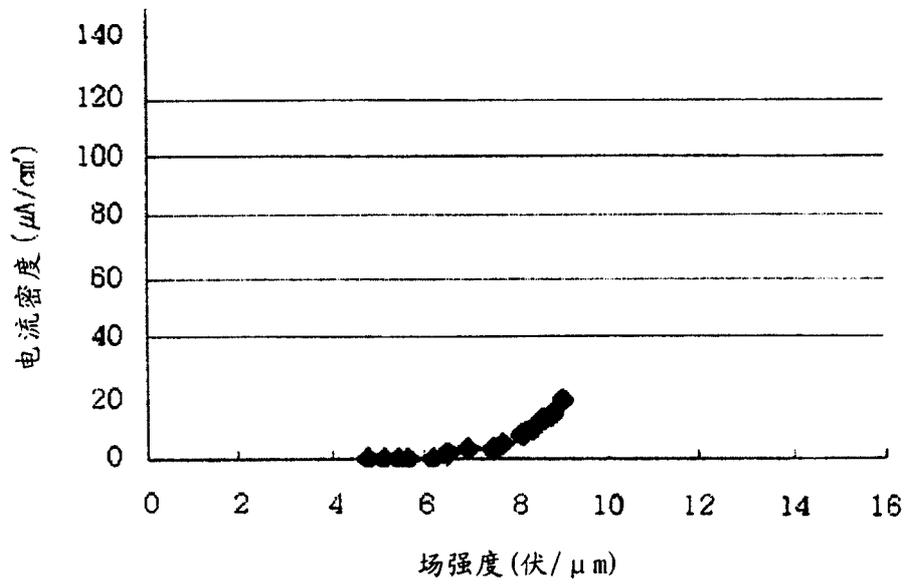


图 11A

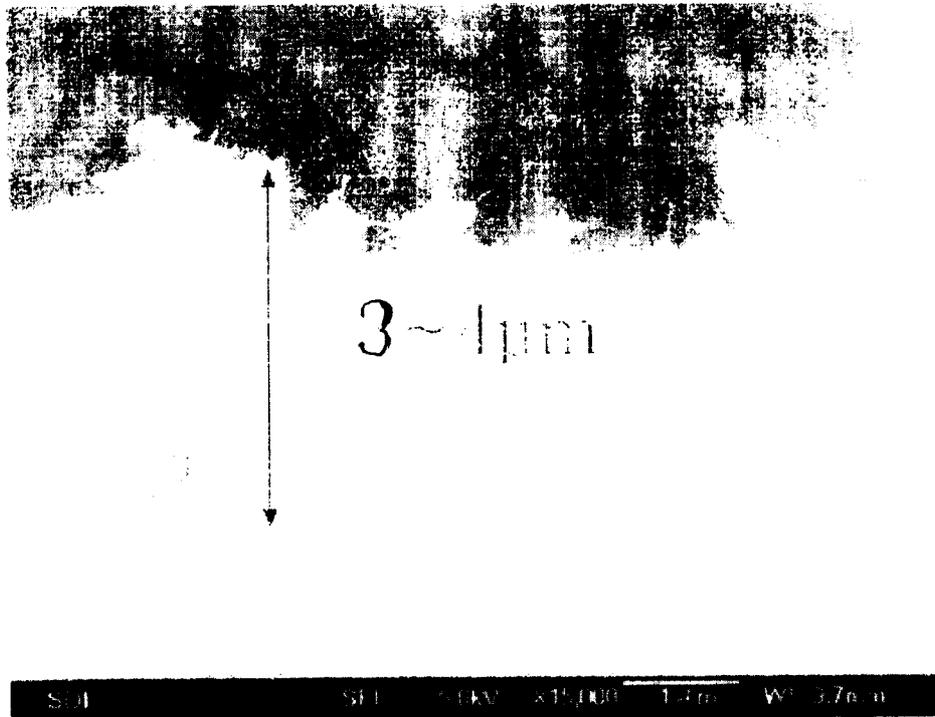


图 11B



图 12

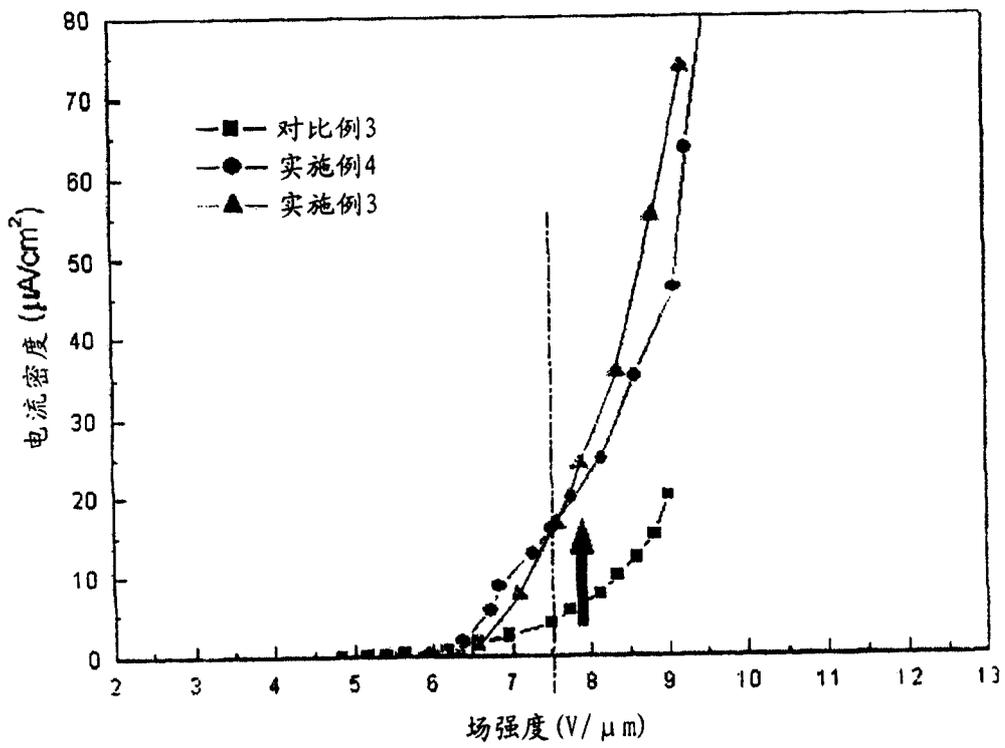


图 13

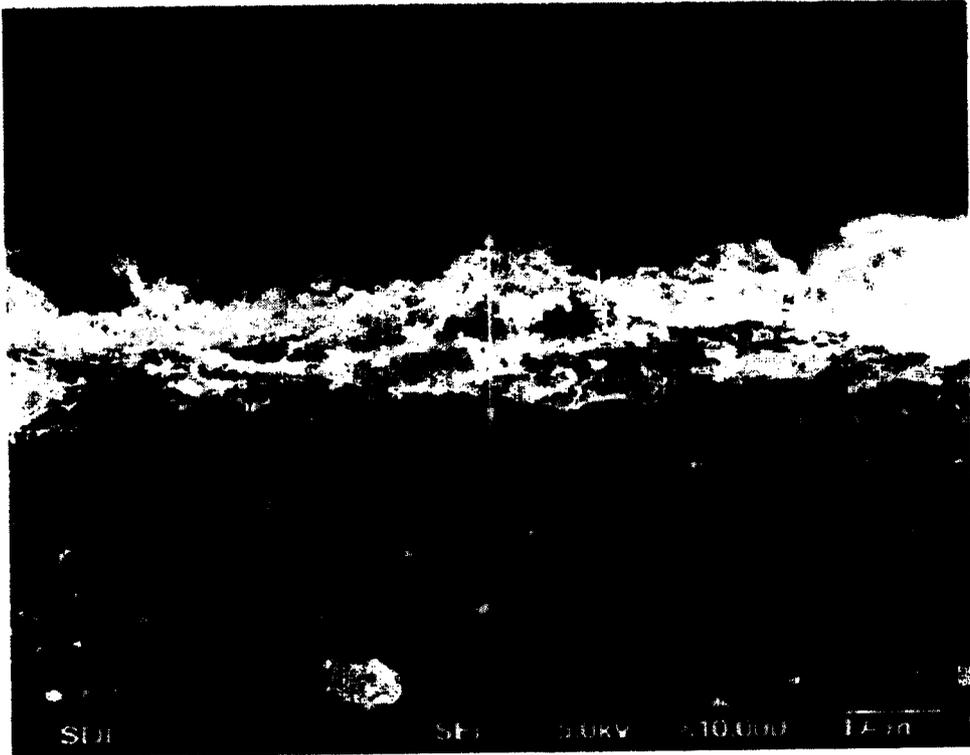


图 14

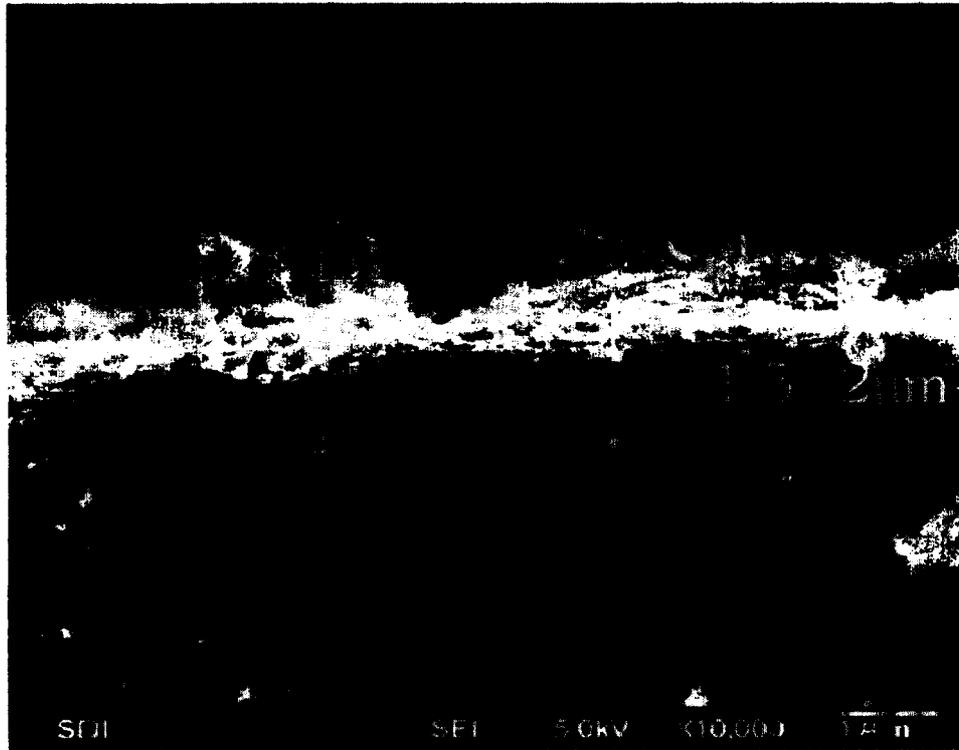


图 15

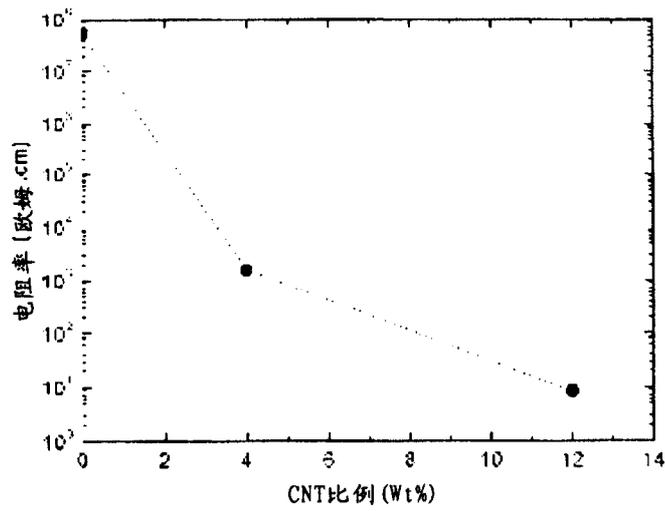


图 16

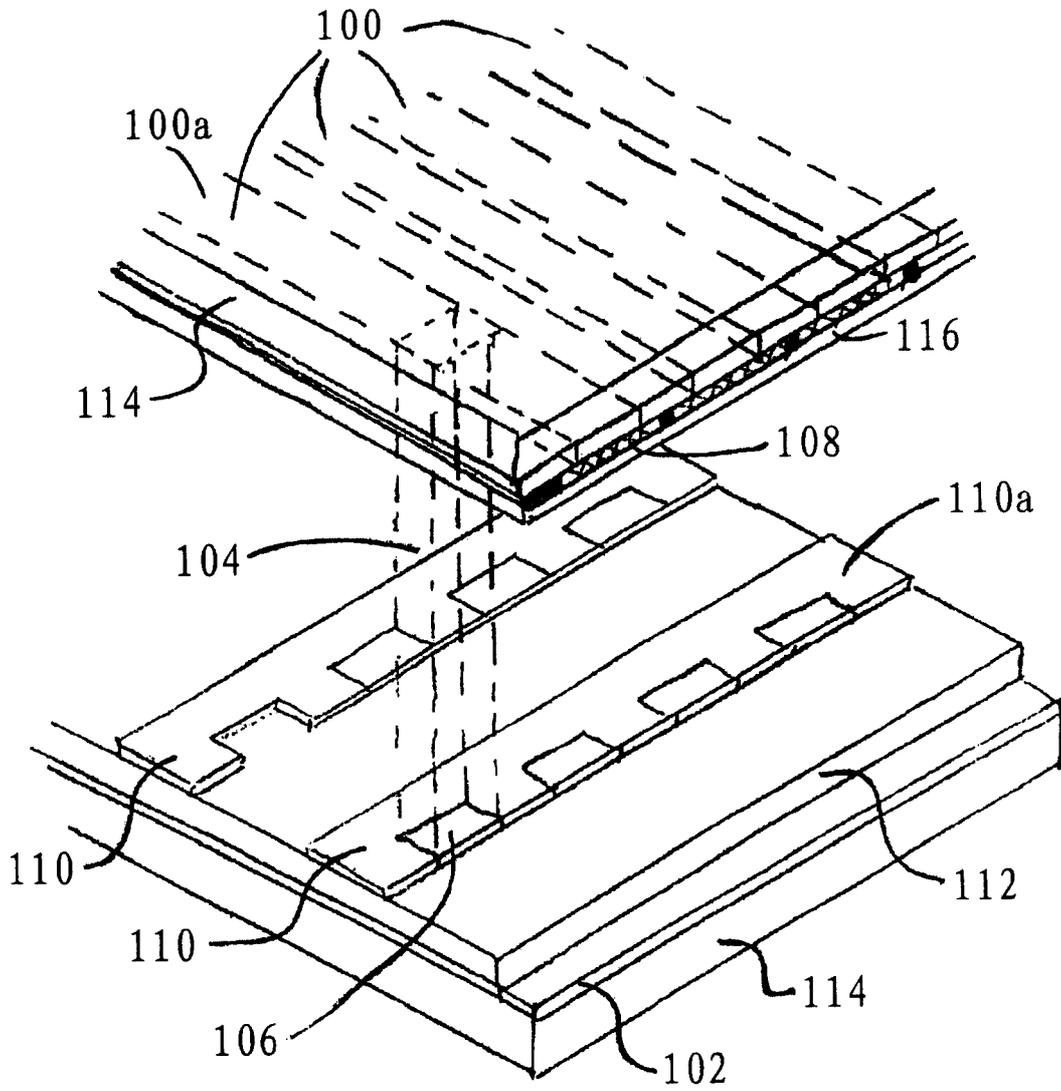


图 17