

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl<sup>6</sup>



[12]发明专利申请公开说明书

H01J 9/02  
H01J 31/10

[21]申请号 96123887.9

[43]公开日 1998年3月18日

[11]公开号 CN 1176478A

[22]申请日 96.12.27

[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

[30]优先权

代理人 王以平

[32]95.12.28[33]JP[31]342153 / 95

[32]96.12.13[33]JP[31]334124 / 96

[71]申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

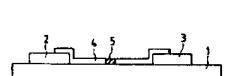
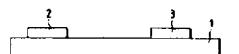
[72]发明人 山野边正人

权利要求书 5 页 说明书 37 页 附图页数 17 页

[54]发明名称 电子发射器件、电子源的制造方法和用  
该方法制成的图像形成装置及该方法所  
用的制造设备

[57]摘要

一种电子发射器件，它包括有电子发射区和一  
对供给导电膜电压的器件电极的导电膜。对导电膜  
涂有机物膜，电赋能导电膜使有机物碳化，碳化之  
前在导电膜中形成一条或多条裂缝，由此形成电子  
发射器件。大量的电子发射器件构成电子源，进一  
步构成图像形成装置，该装置外壳内设置电子源和  
图像显示部件。



## 权利要求书

---

1、一种电子发射器件的制造方法，该电子发射器件有包括电子发射区和对导电膜加电压的一对器件电极，其特征在于形成电子发射区的步骤包括：对导电膜涂敷有机膜，至少对导电膜电激励赋能使有机物碳化，在碳化步骤之前在导电膜上形成一条或多条裂缝。

2、如权利要求1的电子发射器件的制造方法，其特征在于，在对所述导电膜涂敷有机物的步骤之前，进行形成裂缝或多条裂缝的所述步骤。

3、如权利要求1的电子发射器件的制造方法，其特征在于，在对所述导电膜涂敷有机物的所述步骤之后，进行形成裂缝或多条裂缝的所述步骤。

4、如权利要求1的电子发射器件的制造方法，其特征在于，对导电膜电激励赋能和加热有机物膜，实施使有机物碳化的所述步骤。

5、如权利要求1的电子发射器件的制造方法，其特征在于，使有机物碳化的所述步骤是由有机物膜形成石墨的步骤。

6、如权利要求1的电子发射器件的制造方法，其特征在于，使有机物碳化的所述步骤是由有机物膜形成透明状碳的步骤。

7、如权利要求1的电子发射器件的制造方法，其特征在于，所述有机物膜由热固性树脂制成。

8、如权利要求7的电子发射器件的制造方法，其特征在于，所述热固性树脂选自糠醇、呋喃树脂、酚醛树脂、聚丙烯腈和人造纤维。

9、如权利要求1的电子发射器件的制造方法，其特征在于，所述有机物膜由可聚合电子束（光致）抗蚀剂制成。

10、如权利要求9的电子发射器件的制造方法，其特征在于，所述电子束可聚合的（光致）抗蚀剂选自丙烯酸缩水甘油酯—丙烯酸乙酯共聚物、二芳基聚邻苯二甲酸酯、丙烯酸缩水甘油酯—苯乙烯共聚物、聚酰亚胺型清漆、环氧1、4—聚丁二烯和聚甲基丙烯酸缩水甘油酯。

1 1、如权利要求 1 的电子发射器件的制造方法，其特征是，所述导电膜包括选自铂族和铁族的元素。

1 2、如权利要求 1 – 1 1 中任一项的电子发射器件的制造方法，其特征在于，所述导电膜由细颗粒组成。

1 3、如权利要求 1 – 1 1 中任一项的电子发射器件的制造方法，其特征在于，所述电子发射器件是表面传导电子发射器件。

1 4、一种包括大量电子发射器件的电子源的制造方法，其特征在于，用权利要求 1 – 1 1 中任一项的方法制造所述电子发射器件。

1 5、如权利要求 1 4 的电子源制造方法，其特征在于，所述导电膜由细颗粒组成。

1 6、如权利要求 1 4 的电子源制造方法，其特征在于，所述电子发射器件是表面传导电子发射器件。

1 7、一种图像形成装置的制造方法，所述图像形成装置包括外壳、带有大量电子发射器件的电子源、和受来自电子源的电子轰击而显示图像的图像显示部件，所述电子源和所述图像显示部件设置于外壳内，其特征在于，用权利要求 1 – 1 1 中任一项的方法制造其中的电子发射器件。

1 8、如权利要求 1 7 的图像形成装置的制造方法，其特征在于，所述导电膜由细颗粒组成。

1 9、如权利要求 1 7 的图像形成装置的制造方法，其特征在于，所述电子发射器件是表面传导电子发射器件。

2 0、一种电子发射器件的制造方法，所述电子发射器件有电子发射区和对导电膜加电压的一对器件电极的导电膜，其特征在于，形成电子发射区的步骤包括：对导电膜涂敷有机物膜，至少用电激励赋能导电膜使有机物碳化、和在碳化步骤前在导电膜中形成一条或多条裂缝，以及在含反应气体的气氛中加热电子发射器件。

2 1、如权利要求 2 0 的电子发射器件的制造方法，其特征在于所述反应气体是氧。

2 2、如权利要求 2 0 的电子发射器件的制造方法，其特征在于所述加热的步骤在空气中进行。

23、如权利要求22的电子发射器件的制造方法，其特征在于在大气压下进行所述加热步骤。

24、如权利要求22的电子发射器件的制造方法，其特征在于在减小的压力下进行所述加热步骤。

25如权利要求20的电子发射器件的制造方法，其特征在于，在氧与惰性气体的混合气体气氛中进行所述加热步骤。

26、如权利要求25的电子发射器件的制造方法，其特征在于，在减小的压力下进行所述加热步骤。

27、如权利要求20的电子发射器件的制造方法，其特征在于，在对导电膜涂有机物的所述步骤之后，进行在导电膜中形成一条或多条裂缝的步骤。

28、如权利要求20的电子发射器件的制造方法，其特征在于，在对导电膜涂有机物的所述步骤之前，进行在导电膜中形成一条或多条裂缝的步骤。

29、如权利要求20的电子发射器件的制造方法，其特征在于，通过电赋能导电膜和加热有机物膜来实施碳化有机物的所述步骤。

30、如权利要求20的电子发射器件的制造方法，其特征在于碳化有机物的所述步骤是由有机物膜形成石墨的步骤。

31、如权利要求20的电子发射器件的制造方法，其特征在于碳化有机物的所述步骤是由有机物膜形成透明状碳的步骤。

32、如权利要求20的电子发射器件的制造方法，其特征在于，所述有机物膜由热固性树脂制成。

33、如权利要求32的电子发射器件的制造方法，其特征在于，所述热固性树脂选自糠醇、呋喃树脂、酚醛树脂、聚丙烯腈和人造纤维。

34、如权利要求20的电子发射器件的制造方法，其特征在于，所述有机物膜由可聚合的电子束光致抗蚀剂制成。

35、如权利要求34的电子发射器件的制造方法，其特征在于，所述可聚合的电子束光致抗蚀剂选自甲基丙烯酸缩水甘油酯-丙烯酸乙酯共聚物，二芳基聚邻苯二甲酸酯、丙烯酸缩水甘油酯-苯乙烯共聚物、聚酰

亚胺型清漆、环氧 1，4-聚丁二烯和聚甲基丙烯酸缩水甘油酯。

3 6、如权利要求 2 0 的电子发射器件的制造方法，其特征在于，所述导电膜包括选自铂族和铁族的元素。

3 7、如权利要求 2 0 的电子发射器件的制造方法，其特征在于所述导电膜由细颗粒组成。

3 8、如权利要求 2 0 - 2 6 中任一项的电子发射器件的制造方法，其特征在于所述电子发射器件是表面传导电子发射器件。

3 9、一种包括大量电子发射器件的电子源的制造方法，其特征在于，用权利要求 2 0 - 3 6 中任一项的方法制造所述电子发射器件。

4 0、如权利要求 3 9 的电子源的制造方法，其特征在于所述导电膜由细颗粒组成。

4 1、如权利要求 3 9 的电子源的制造方法，其特征在于所述电子发射器件是表面传导电子发射器件。

4 2、一种图像形成装置的制造方法，所述图像形成装置包括外壳、带有大量电子发射器件的电子源、和受来自电子源的电子轰击而显示图像的图像显示部件，所述电子源和图像显示部件设置于外壳内，其特征在于，用权利要求 2 0 - 3 6 中任一项的方法制造电子发射器件。

4 3、如权利要求 4 2 的图像形成装置的制造方法，其特征在于所述导电膜由细颗粒组成。

4 4、如权利要求 4 2 的图像形成装置的制造方法，其特征在于所述电子发射器件是表面传导型电子发射器件。

4 5、如权利要求 4 2 的图像形成装置的制造方法，其特征在于所述加热步骤是封接所述外壳的加热步骤。

4 6、如权利要求 4 5 的图像形成装置的制造方法，其特征在于所述导电膜由细颗粒组成。

4 7、如权利要求 4 5 的图像形成装置的制造方法，其特征在于所述电子发射器件是表面传导电子发射器件。

4 8、一种制造设备，它用于如权利要求 1 7 的图像形成装置的制造方法中，其特征在于，它包括进行所述步骤的多个工作室。

4 9、如权利要求4 8的制造设备，其特征在于，它包括将制造图像形成装置的部件从一工作室传送到另一工作室的传送装置。

5 0、如权利要求4 8的制造设备，其特征在于它还包括实施封接所述外壳的步骤的工作室。

5 1、如权利要求4 8的制造设备，其特征在于它还包括实施烘培构成所述壳体的部件的步骤的工作室。

5 2、如权利要求4 8 – 5 1中任一项的制造设备，其特征在于，在同一工作室中进行碳化步骤和在导电膜中形成一条或多条裂缝。

5 3、一种制造设备，用于如权利要求4 2的图像形成装置的制造方法中，其特征在于它包括实施所述工艺步骤的多个工作室。

5 4、如权利要求5 3的制造设备，其特征在于它包括将制造图像形成装置的部件从一工作室传送到另一工作室的传送装置。

5 5、如权利要求5 3的制造设备，其特征在于它还包括实施封接所述壳体的步骤的工作室。

5 6、如权利要求5 5的制造设备，其特征在于，在同一工作室中进行在含反应气体的气氛中加热电子发射器件和封接所述外壳。

5 7、如权利要求5 3的制造设备，其特征在于它还包括用于烘培构成所述壳体的部件的步骤的工作室。

5 8、如权利要求5 3 – 5 7中任一项的制造设备，其特征在于，进行碳化步骤的所述工作室与在导电膜中形成一条或多条裂缝的所述工作室为相同的工作室。

## 说 明 书

---

### 电子发射器件、电子源的制造方法、 设备和图像形成装置

本发明涉及电子发射器件、电子源的制造方法，和用该方法制成的图像形成装置。还涉及该方法所用的设备。

已知两种类型的电子发射器件：热电子发射型和冷阴极电子发射型。其中，称为冷阴极发射型的器件包括场致发射型（下文中称作F E型）器件，金属/绝缘层/金属型（下文中称作M I M型）电子发射器件和表面传导电子发射器件。

F E型器件的实例包括由W.P.D yke & W.W. Dolan 在 Electron Physics, 8, 89 (1956) 的“Field emission”和由C.A.Spindt 在 J.A ppl. Phys., 47, 5248 (1976) 的“PHYSICAL Properties of thin-film field emission cathodes with molybdenum cones”中所涉及的文章中。

M I M 器件的实例已在包括 C.A.M ead 的“Operation of Tunnel-Emission Devices”(J.A ppl. Phys. 32, 646 (1961)) 等论文中披露。

表面传导电子发射器件的实例包括由M. I .Elinson 披露于 Radio Eng.Electron Phys. 10, 1290 (1965) 的文章中。

当迫使电流平行于膜表面流动时，形成于衬底上的微小薄膜发射出电子，利用此现象就可实现表面传导电子发射器件。Elinson 等提出用 S n O<sub>2</sub> 薄膜作这种器件，G.Dittmer 在“Thin Solid Films”9, 317 (1972) 中提出使用 A u 薄膜，而 M.Hartwell 和 C.G.Fonstad 在“IEE Trans. ED Conf.”519 (1975) 中和 H.Araki 等在“Vacuum”Vol. 26, No. 1, P. 22 (1983) 中分别提出使用 I n<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/S nO<sub>2</sub> 薄膜和碳膜。

附图 2 0 概略示出由M.Hartwell 提出的典型表面传导电子发射器件。

图 2 0 中，参考数字 1 表示衬底，2 和 3 表示器件电极。4 代表用溅射法制作 H 形金属氧化物薄膜而正常制备的导电膜，随后对该膜实施下文所述的被称作“激励赋能(energization forming)”的电流传导处理工艺时，该膜的一部分成为电子发射区。图 2 0 中，一对器件电极相隔距离 L 为 0.5 – 1 mm，导电膜的中心区域宽度 W' 为 0.1 mm。

通常，对器件的导电膜 4 进行称为“激励赋能(energization forming)”的电流传导处理，制作表面传导电子发射器件的电子发射区 5。激励赋能工艺中，对导电膜 4 的预定的相对端施加恒定直流 (DC) 电压或一般以 1 V/m i n 的速率上升的缓慢上升 DC 电压，使其局部毁坏，使该膜变形或改形，制备高电阻性的电子发射区 5。

电子发射区 5 是导电膜 4 的一部分，典型地包括裂缝或多条裂缝，于是电子便从裂缝发射出来。应注意，一旦进行激励赋能处理后，对导电膜 4 加适当的电压，就从表面传导电子发射器件的电子发射区 5 发射电子，产生流过器件的电流。

本专利申请者已提出过一种能显著改进电子发射性能的表面传导电子发射器件的制造方法，即用称作激活处理的新技术在电子发射器件的电子发射区上形成碳和/或碳化合物（日本专利申请公开 7 - 2 3 5 2 5 5）。

在激励赋能工艺后进行激活处理。激活处理中，将器件置于真空中，给真空中送入至少含碳的有机气体，即包括在激励赋能工艺步骤中形成于电子发射区的沉积膜中可普遍存在的元素的有机气体，并对器件电极加几—几十分钟的适当选择的脉冲电压。该步的结果是，显著地改善了电子发射器件的电子发射性能，也就是说器件的发射电流 I<sub>e</sub> 在电压超过阈值电压时随电压增加而显著增大。

且不说电子发射器件，在气态、液态或固态相中碳化以制备碳材料已是公知技术。气态中碳化是将诸如甲烷、乙烷或苯之类的碳氢化合物类气体导入处理系统的高温区，进行气态热分解，制成碳黑、石墨或碳纤维。固态中的碳化，已知由诸如酚醛树脂和呋喃树脂，纤维素或亚乙烯基多氯化物之类的热固性树脂可制得透明状碳 (M.Inagaki: "Carbonic Material

Engineering", Nikkan Kogyo Shinbunsha, pp. 50 - 80)。

可是，激活处理常伴有下列问题。

问题 1：对于激活处理中导入的气体；虽然气体压力应根据所用的气体类型控制和保持在极低，但仍应选择和维持最佳气体压力。此外，若使用的真空度按极低压力划分，由于真空室中的气氛有水、氢、氧、CO 和/或 CO<sub>2</sub>，因而激活处理的时间或在电子发射区上淀积的材料的性能有显著变化。该问题可导致由大量电子发射器件组成的电子源或包括这种电子源的图像形成装置的电子发射器件性能的偏差。尤其是在大电子源情况下，该大电子源包括电子源衬底，其上设置大量的成对器件电极。导电膜和连接电极的金属布线，通过设置于电子源衬底和面板之间的垫圈，使没有发光体的面板与衬底相面对，它们之间的间隔低于几毫米，在高温下将它们粘接在一起构成真外壳（称作“密封”）。为激励赋能和激活对电极对布线依序施加电压时，由于电子源衬底与面板之间距离小，因而存在为补偿真外壳内的低传导率而花费较长时间来导入气体和在壳内维持恒定的气体压力的问题。因此，要求用新的工艺替代使用气体的已知激活处理。根据按此要求提出的从纤维素或热固性树脂制备透明状碳的方法，将粉末状纤维素分散进水中，加离心力作用而模制，进行干燥，然后在 500°C、压力为 140 kg/cm<sup>2</sup> 的条件下烘焙，再在大气压下加热至 1300 - 3000°C，制得透明状碳。纤维素被热分解时，模制的热解产品包括多孔，当对其加热到 1500°C 以上时，这些孔被减少，于是可以被忽略 (M.Inagaki: "Carbonic Material Engineering", Nikkan Kogyo Shinbunsha , pp. 50 - 80)。但是，这种显著现象因包括极高温度和压力而不能直接用于制造表面传导电子发射器件的激活工艺中。特别是，正如下文中所述，电子发射器件的导电膜由细小颗粒组成，因而易聚结而在某些情况下失去导电性（因导电膜聚结成块的电绝缘性增加了膜的电阻）或者将膜加热到高温，使导电膜的电子发射区因热解制得的碳覆盖，增加了器件电流和由大量的这种电子发射器件因而构成的图像形成装置的耗电量。

问题 2：激活处理之后，包括带荧光体的面板的图像形成装置的部件

吸收该工艺中所用的气体、水和其它诸如氧、CO、CO<sub>2</sub> 和/或氢的气态物质，为了使该装置的工作适于电子发射和防止残余气体在该装置内产生放电，必须清除这些吸收的气体。正常的稳定化工艺是在真空中高温下长时间地烘焙其部件，清除被吸收的气体，然而，用于稳定化工艺的温度受电子源或带有这样的电子源的图像形成装置的电子发射器部件的耐热能力限制，迄今该工艺还不能令人满意地稳定图像形成装置的工作。

问题 3：通常，将电子源衬底和面板在高温下相互面对面地粘接在一起（此步骤称作密封处理），形成真空外壳，该电子源衬底上具有大量的成对器件电极、导电膜和连接电极的金属布线，面板上一般设置有荧光体，从而制得图像形成装置，在气密密封真空外壳之前，需进行一系列的处理，包括对金属布线加电压的激励赋能和激活处理，以及测试该装置的电子发射和形成图像的性能。因此，由于在密封工艺处理之后，要进行多个形成图像形成装置的步骤，若因某些原因发现电子源衬底有缺陷，那么整个图像形成装置就不得不看作次品而报废，显然提高了图像形成装置的平均制造成本。

鉴于存在有上述的问题，迫切需要用新的方法制造图像形成装置和提供这种方法使用的制造设备，用该方法，图像形成装置可摆脱上述问题和因已去气的部件再吸收水和包括氧、氢、CO 和 CO<sub>2</sub> 的气态物质而带来的沾污。

本发明的目的是提供电子发射性能优良和稳定的电子发射器件的制造方法。

本发明的另一目的是提供电子源和图像形成装置的制造方法，它们包括电子发射均匀而稳定、电子发射偏差最小化的大量电子发射器件。

本发明的再一目的是提供具有改进的激活工艺的电子发射器件和电子源及图像形成装置的制造方法，该电子发射器件有改进的和更稳定的电子发射性能，电子源和图像形成装置包括大量的这种电子发射均匀而稳定、电子发射偏差最小化的电子发射器件。

本发明的再一目的是提供具有简化的改进器件电子发射性能的激活工艺、并且不需要复杂的工艺控制的电子发射器件的制造方法，以及包括大

量的这种电子发射器件的电子源和图像形成装置。

本发明的再一目的是提供不需要在较高温度下进行热处理的电子发射器件的制造方法，以及包括大量的这种电子发射器件的电子源和图像形成装置的制造方法。

本发明的再一目的是提供电子发射器件、包括大量的这种电子发射器件的电子源和图像形成装置的又一制造方法，该方法具有改善器件电子发射性能的激活工艺，稳定电子发射性能的稳定化工艺，为防止器件放电，激活和稳定化工艺都不要求在较高温度下进行任何热处理。

本发明的再一目的是提供用于改进方法的图像形成装置的制造设备。

按照本发明，实现上述目的的电子发射器件包括有电子发射区的导电膜和供给导电膜电压的一对器件电极，其制造方法的特征在于用下列步骤形成电子发射区：导电膜上涂敷有机膜，至少用电激励赋能处理导电膜而碳化有机物，并在碳化步骤前在导电膜上形成裂缝或多条裂缝。

按本发明，提供包括大量电子发射器件的电子源的制造方法，其特征在于用上述方法制造电子发射器件。

按本发明，提供图像形成装置的制造方法的特征在于，用上述方法制造电子发射器件，该图像形成装置包括外壳，置于外壳内、有大量电子发射器件的电子源，和受来自电子源的电子轰击而显示图像的图像显示部件。

按本发明，提供包括有电子发射区的导电膜和供给导电膜电压的一对器件电极的电子发射器件的制造方法，其特征在于该方法包括下列形成电子发射区的步骤，即在导电膜上涂敷有机物膜，在碳化步骤前对导电膜电激励赋能使导电膜上形成裂缝或多条裂缝，使有机物碳化，在包括反应气体的气氛中加热电子发射器件。

按照本发明，提供包括大量电子发射器件的电子源的制造方法，其特征在于用上述方法制造电子发射器件。

按照本发明，提供包括外壳、设置在壳内、有大量电子发射器件的电子源、和受来自电子源的电子轰击而显示图像的图像显示部件的图像形成装置，其特征在于用上述方法制造电子发射器件。

按照本发明，提供上述制造图像形成装置的方法所用的制造设备。

图 1 A 和 1 B 是展示本发明表面传导电子发射器件的平面示意图（1 A）和侧剖面示意图（1 B）。

图 2 是按本发明制造表面传导电子发射器件的方法的流程图。

图 3 A 和 3 B 是两种不同电压脉冲的波形图，可用于本发明的表面传导电子发射器件制造方法中的激励赋能工序中。

图 4 是展示温度与有机物、中间物和已碳化的产品之间关系的曲线图，示出本发明的表面传导电子发射器件制造方法中的稳定化处理的原理。

图 5 是本发明的图像形成装置制造方法的优选实施模式的流程图。

图 6 A 至 6 E 是展示按例 1 制备的不同制造步骤中的表面传导电子发射器件的剖面示意图。

图 7 是可用于鉴定表面传导电子发射器件的测试系统的真空处理设备。

图 8 是展示例 1 中制备的表面传导电子发射器件的结构的剖面示意图。

图 9 是展示例 2 中制备的器件的器件电压  $V_f$  和器件电流  $I_f$  以及器件电压  $V_f$  与发射电流  $I_e$  之间关系的曲线。

图 10 是展示例 2 中制备的表面传导电子发射器件的结构的剖面图。

图 11 是可用于在例 7 中制备的图像形成装置有简单矩阵排列的电子源的局部平面图。

图 12 是沿图 11 中线 12-12 所取的电子源剖面图。

图 13 A - 13 L 是展示例 7 的图像形成装置的不同制造步骤的局部剖面图。

图 14 是可用于本发明图像形成装置的显示屏的局部切开的透视图。

图 15 是可用于驱动用本发明方法制造的图像形成装置的驱动电路的电路图，该电路采用 N T S C 系统的电视信号。

图 16 是按例 8 中所用的本发明实施模式制造图像形成装置的方法的流程图。

图 1 7 是用于制备例 8 中图像形成装置的设备的方框图。

图 1 8 是展示比较例 1 中制备的表面传导电子发射器件的结构的剖面图。

图 1 9 是展示比较例 2 中制备的表面传导电子发射器件的结构的剖面图。

图 2 0 示出常规的表面传导电子发射器件。

包括激活工艺的已知电子发射器件的常规制造方法中，必须将气体以受控方式导入适当压力的真空中。相反，本发明电子发射器件制造方法中，激活工艺包括将有机物膜涂敷于导电膜上和使有机物碳化的步骤。为涂敷有机物，将热固性树脂或电子束光致抗蚀剂（electron beam resists）作为有机物溶入适当的溶剂中，形成半聚合品，在激活工艺涂有机物的步骤中将该半聚合品敷于导电膜上，因而不需要以严密控制方式送入气体，也就缓解了真空系统中残留气体的影响问题，消除了常规激活工艺的严格压力控制操作，方便了工艺的控制。此外，由于敷有机物在导电膜上而形成沉积层，实际上不产生任何额外的气体压力，为减短工艺的整个时间长度，勿需限制激活工艺中用的热量。

并且，激活工艺的碳化步骤包括电激励赋能或电激励与加热激励赋能的操作，可毫无困难地通过控制有机物转换时间、该步骤中用的能量（当加热时按温度、当用电时按供给器件电极的脉冲电压的电压和脉冲宽度）、和涂敷的有机物厚度。并且，由于主要是利用电流传导引入的能量使有机物碳化，维持电子发射区中的裂缝，因而维持发射电流随器件电压的非线性特性。此外，维持器件电流的非线性特性，因而功率并没增加。为碳化反应选择适当的催化金属可容易地在导电膜上形成高质量的碳。由于用热量和/或电子束局部加能量，在导电膜上没有集聚漫延，因此保持良好的导电性。

与任何常规激活工艺相比，该新的激活工艺有极好的可控性，因此包括多个这样的电子发射器件的电子源或图像形成装置能令人满意地进行工作，器件的电子发射性能不会显示任何显著的偏差。

按照本发明，为利用激活工艺中出现的中间物（即碳化过程中形成的）

与碳化物（即最终产品的石墨或透明状碳）之间抗反应气体的不同能力，紧随激活工艺之后在反应气体中加热器件进行稳定化处理工艺，以便在极短的时间内清除中间物，对通过激活处理而被显著改善的表面传导电子发射器件的性能无副作用，消除了早先列出的存在于稳定化工艺中的问题，制造电子发射性能稳定并抑制了放电的电子发射器件。若稳定化工艺与密封工艺同时进行，将进一步减短器件热处理的时间。

制造图像形成装置的方法包括下列步骤：制备电子源衬底，测试衬底，制备面板，测试面板，将电子源衬底与带图像显示部件的面板组装成真空壳体，由于是将通过相应测试的合格电子源和合格面板组装，因而可降低图像形成装置的制造成本。

此外，由于激活工艺中生成的中间物已从电子源衬底清除，为制造工作稳定的图像形成装置，使密封组装电子源衬底和带荧光体的面板的步骤还用于清除水、氧、CO、CO<sub>2</sub>和氮，使整个工艺容易并简单化。

如果设计用本发明方法制造图像形成装置的设备，在各步中消除环境空气，防止再吸收水、氧、氮、CO和CO<sub>2</sub>，特别是在真空中连续进行电子源的制备和电子源与面板的粘接的话，就能在稳定的基础上高质量地制造图像形成装置。

简言之，本发明在于提供用于表面传导电子发射器件和包括大量表面传导电子发射器件的电子源的新的激活工艺，以及稳定这种电子发射器件性能的新工艺。

下面，将描述用本发明方法制造的表面传导电子发射器件的基本构形。

图1A和1B是按本发明的表面传导电子发射器件的平面图和剖面图，图1A是平面图，图1B是侧剖面图。

参照图1A和1B，器件包括衬底1和一对器件电极2、3。应指出，常常使用的高电位侧和低电位侧分别指加低电位的器件电极2，它包括始自电子发射区并靠近器件电极2的导电膜的部分，和加高电位的器件电极3，它包括自电子发射区开始并靠近器件电极的导电膜的部分。此外，电子发射器件还包括导电膜4和电子发射区5。

用作衬底 1 的材料包括石英玻璃，含 N a 之类杂质以降低浓度的玻璃，钠钙玻璃，用溅射法在钠钙玻璃上形成 S i O <sub>2</sub> 膜的玻璃衬底，如铝及硅之类的陶瓷衬底。

相对排列的低和高电位侧器件电极 2 和 3 可由任何高导电材料制成，最好选择如 N i 、 C r 、 A u 、 M o 、 W 、 P t 、 T i 、 A l 、 C u 和 P t 及它们的合金的材料，可印刷导电材料由选自 P d 、 A g 、 R u O <sub>2</sub> 、 P d - A g 和玻璃的金属或金属氧化物制成如 I n <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - S n O <sub>2</sub> 之类的透明导电材料，和如多晶硅之类的半导体材料。

可按器件的应用，确定按本发明设计的表面传导电子发射器件的器件电极间距 L ，器件电极宽度 W 。导电膜 4 的宽度 W' 、导电膜 4 的形状和其它因素。器件电极的间距 L 在几百毫微米和几百微米之间，最好在几微米至几十微米之间。

器件电极的长度 W 取决于电极的电阻值和器件的电子发射性能，在几微米至几百微米之间。

器件电极 2 和 3 的膜厚在几毫微米至几微米之间。

按照本发明的表面传导电子发射器件可具有不同于图 1 A 和 1 B 所示的构形，另一方面，可在衬底 1 上顺序设置导电膜 4 和相对的器件电极 2 和 3 ，制备该器件。

为提供优异的电子发射性能，导电膜 4 最好由细颗粒制成。

导电膜 4 的厚度被确定为器件电极 2 和 3 上导电膜的台阶覆盖厚度、器件电极 2 和 3 之间的电阻、下文中将描述的工作参数以及其它参数的函数，在几百微微米与几百毫微米之间，在 1 毫微米与五十毫微米之间更好。

导电膜 4 正常的薄层电阻 R <sub>s</sub> 在 1 0 <sup>2</sup> - 1 0 <sup>7</sup> Ω/□。应理解为 R <sub>s</sub> 是由  $R = R_s (1/w)$  限定的电阻，其中 t 、 w 和 l 分别是薄膜的厚度、宽度和长度， R 是沿薄膜纵向确定的电阻值。

应注意，这里借助电流传导处理描述激励赋能操作，但激励赋能处理并不限于此，能够在导电膜中形成一条以上裂缝、显示出高电阻的区域的任何处理都可适用于本发明目的。

为了实现发明目的，导电膜 4 最好由选自下列的材料构成：如 P d 、

Pt、Ru、Ag、Au、Ti、In、Cu、Cr、Fe、Ni、Zn、Sn、Ta、W和Pb之类的金属，如PdO、SnO<sub>2</sub>、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PbO和Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>之类的金属氧化物，如HfB<sub>2</sub>、ZrB<sub>2</sub>、LaB<sub>6</sub>、CeB<sub>6</sub>、YB<sub>4</sub>和GdB<sub>4</sub>之类的金属硼化物，如TiC、ZrC、HfC、TaC、SiC和WC之类的碳化物，如TiN、ZrN和HfN之类的氮化物，如Si和Ge及碳之类的半导体，为了毫无困难地形成高质量的碳，最好用如Pd和Pt的铂组金属和如Ni和Co的铁组金属。

文中的术语“细颗粒膜”指可松散地分散、紧密地排列或相互随机重叠（在一定条件下形成岛状结构）的大量细颗粒组成的薄膜。用于本发明目的的细颗粒直径在几百微微米与几百毫微米之间，在一毫微米至二十毫微米之间更好。

鉴于本文中频繁使用术语“细颗粒”，下面将进一步说明。

小颗粒被称作“细颗粒”，比细颗粒更小的颗粒被称作“超细颗粒”。比“超细颗粒”还小的、由几百原子构成的颗粒被称作“原子团”。

可是，这些限定并不严格，各术语的范围可根据所涉及的颗粒的具体方案而变化。在专利申请中“超细颗粒”可被简单地称作“细颗粒”。

“The Experimental Physics Course No. 14: Surface/Fine Particle” (ed., Koreo Kinoshita; Kyoritu Publication, 1986, 9. 1.) 进行了下列描述。

“本文中所述细颗粒指直径约在2 – 3 μm和10 nm的颗粒，所述超细颗粒指直径约在10 nm和2 – 3 nm的颗粒。可是，这些定义并不严格，超细颗粒也可简单地称为细颗粒。因此，这些限定实际上是经验规则。两百至几百原子构成的颗粒称为原子团。” (Ibid, P. 195, 11. 22 – 26)。

此外，“Hayashi's Ultrafine Particle Project” of the New Technology Development Corporation 使用较低的颗粒尺寸限度，如下限定“超细颗粒”。

“在 the Creative Science and Technology Promoting

Scheme 的 The Ultrafine Particle Project (1981-1986) 中确定直径在约 1 – 100 nm 的颗粒为超细颗粒。这意味着超细颗粒是约 100 – 10<sup>8</sup> 原子的附聚物。从原子的观念来看，超细颗粒是巨大的或超大的颗粒。“（超细颗粒 – Creative Science and Technology: ed., Chikara Hayashi, Ryoji Ueda, Akira Tazaki; Mita Publication, 1988, P.2, 11.1 – 4）“小于超细颗粒、由几百原子构成的颗粒称为原子团。”（I b i d., P.2, 11.12 – 13）。

考虑上述普遍的定义，本文中所述的术语“细颗粒”指有下限为几百微微米和一毫微米之间，上限为几微米的直径的大量原子和/或分子的附聚物。

在部分导电膜 4 中形成电子发射区 5，电子发射区 5 包括裂缝或多条裂缝和高电阻的相邻区域，下文中将说明电子发射性能取决于导电膜 4 的厚度、质量和材料，以及激励赋能和激活工艺。由激励赋能产生的裂缝中形成包括碳膜的新裂缝。因而，制备的电子发射器件是非线性器件，其发射电流与供给器件的电压成非线性相关。应指出，根据器件的形状和为制备器件选择的激活和稳定化工艺，可在无裂缝的导电膜区域上将淀积的碳膜形成为阱。但是，假定激活处理中形成了中间物和碳，当满意地进行稳定化工艺时，这种由碳膜所覆盖的导电膜区域将减少。在淀积碳膜的裂缝内可发现直径在几百微微米和几十毫微米之间的细导电颗粒。这种导电细颗粒包括导电膜 4 的所有或部分元素以及碳。

下面将概括描述本发明制造电子发射器件的方法。

图 2 是制造方法的流程图。更详细的说明将在下文中借助实施例描述。

按照本发明，在导电膜上进行激励赋能操作之前或之后，对器件涂有有机物，在激励赋能处理后进一步加通过器件的电流，同时为热解和使有机物碳化，改善器件的电子发射性能，局部或整个地加热或不加热器件，进行激活工艺。由于在产生裂缝的激励赋能工艺后对器件电赋能进行激活工艺，电场将以激励赋能工艺中产生的导电膜的裂缝为中心，所加的电能集中在裂缝端部，易使所敷的有机物碳化，从而相应于所加电极，在导电膜

裂缝中形成包括碳膜的新裂缝。

用于本发明的有机物最好是热固性树脂或负型电子束（光致）抗蚀剂。

用于本发明的热固性树脂材料包括在各适当溶剂中溶入如糠醇、呋喃树脂和酚醛树脂构成的半热解材料。已知这些材料受热时将产生透明状碳。透明状碳一般指具有随机排列多层结构、有小的结晶尺寸的无取向细微结构、高硬度和高密度的玻璃。透明状碳的这些性能有益于表面传导电子发射器件的寿命和防止放电。

其次，这种材料还包括聚丙烯腈和人造纤维。由于聚丙烯腈的分子骨架在碳化处理中转变为碳表面，因此用它可毫无困难地生产石墨。人造纤维也能有效地用于本发明的表面传导电子发射器件。

可用作电子束负型（光致）抗蚀剂的材料包括甲基丙烯酸缩水甘油酯—丙烯酸乙酯共聚物，二芳基聚邻苯二甲酸酯，丙烯酸缩水甘油酯—苯乙烯共聚物，聚酰亚胺型清漆，环氧1、4—聚丁二烯和聚甲基丙烯酸缩水甘油酯，其中，由于甲基丙烯酸缩水甘油酯—丙烯酸乙酯共聚物和环氧1、4—聚丁二烯作为负型抗蚀剂的优良灵敏度，因而可有效使用。

按照下文中的描述，由于电子束负型（光致）抗蚀剂易被电子束激活，因而对碳化工艺有益。即使不能令人满意地进行稳定化处理，电子束负型（光致）抗蚀剂也能因电子束而有效地聚合和碳化，有效地防止放电。

重复施加图3A或3B中所示的脉冲电压，典型地使有机物聚合和碳化。换言之，可使用图3A所示的矩形脉冲，或者，如图3B所示，交替改变电压极性地对器件电极2和3加三角形脉冲电压。根据聚合和碳化处理所要求的热量或电子束能量，可适当地选择脉冲电压的宽度T1、周期T2和高度，最好在脉冲电压的波高（wave height）之上进行激励赋能操作。通过观察易测的器件电流和掌握激活处理的进程，确定电赋能的时间。加给器件的脉冲电压波形可限制在激活工艺中。碳的形成取决于流过器件的电流方向，碳主要沉积在高电位侧。因此，可交替改变电流方向，避免导电膜裂缝中沉积的碳的方向依赖性。

用激光加热电子发射区及周边或将整个电子发射器件置于恒温槽带炉或远红外炉中，进行加热处理，实施上述电赋能。按照有机材料的功能选

择加热温度，若用激光，用功率大小和脉冲时间进行调节。应注意，若利用电能和外部施加的热量进行碳化处理，那么，比起仅用电能的工艺来说，该工艺的电能消耗量要低得多。不用说，由于本发明用的有机物不是气体而是固态的半聚合材料，因此加热可加速激活速率，而不同于常规用气态有机物，因加热而减缓激活速率的情形。可以认为该事实是由于：激活处理中主要在裂缝和其周边（吸收或涂敷的）的有机物碳化，因此如果有机物为气体和外部加热时，会抑制裂缝中或其周边有机物的吸收，降低激活速率。由器件电流或反射电流达到预定大小的时间来确定激活速率。因此，若激活速率低，激活的时间就会延长，相反若激活速率高，激活时间将明显缩短。

本发明制造表面传导电子发射器件的方法中的稳定化工艺利用了如早先所述的激活工艺的中间物和最终生成物承受该工艺的能力之差。附图4中示出中间物与碳化物承受反应气体的能力。图4中，水平和垂直轴分别表示加热温度和反应速率。注意，用相同的反应气体，和在一定的分压力下引入所有气体成份。反应速度是有机物与反应气体反应和从反应系统中清除的速率。从图中可见，半聚合物（有机物膜）首先反应，并在最低温度被清除，接着是中间物，然后是碳化物，它在较高温度被消除。这是明显的，若不存在反应气体，或真空中，因反应是简单的热解，代表反应速率与温度之间关系的曲线将向高温度侧偏移。这说明了为什么真空中烘焙器件的常规稳定化工艺要花费较长时间的原因。

相反，按照本发明，若激活工艺结束之前，半聚合物、中间物和碳化物处于混合和共存的状态，在继续进行的激活工艺中将清除半聚合物和中间物，保留碳化物，因此，工作期间将不会因半聚合物和中间物产生的气体而发生放电或其它现象，也就不存在对器件寿命和性能的不良影响。

应指出，由本发明发明者提出的制造电子发射器件的已有方法中，伴有下列问题，即稳定化工艺依据电子发射器件的材料的耐热性，有较低的上限温度，因此也显示出上述一致的问题。

本发明中，由于氧与有机物反应可生成二氧化碳、一氧化碳和水，因此最好用氧作反应气体。根据反应中包括的材料，适当选择反应气体的种

类和分压力。若用空气或氧与氮的混合气体作反应气体，可在用热量气密封接图像形成装置的外壳时，同时进行该装置的稳定化工艺，该装置包括大量的电子发射器件，从而封接工艺中所用的热量也可用于上述反应，缩短了制造所需的总时间。如果玻璃熔料用于封接工艺，封接温度就取决于反应生成的碳的耐高温能力，可在约350—450℃之间。若用大气，因不需要降低压力，该反应在大气中进行也可以。

大气中约500℃开始清除石墨，而在约200℃开始清除中间物。400℃时，将彻底清除在电子发射器件工作时引起放电的中间物。接着稳定电子发射器件的电子发射。请注意，上述温度针对膜厚很大的膜以及在大气中进行稳定化工艺的情况。随着膜厚减小，温度将降低。因此，必须根据反应条件选择氧的加热温度和分压力。由于用于稳定化工艺的氧的加热温度和分压力，之间是折衷方案，因此若后者低，前者就必须升高，反之亦然。换言之，根据制造图像形成装置的不同封接温度，采用不同稳定化工艺。

下面，将利用装配的图像形成装置，具体说明本发明制造图像形成装置的方法。

图5示出制造图像形成装置的本发明优选模式的流程图。图5的方法分为下列各步骤：制备电子源衬底，测试，制备面板，测试，组装电子源衬底和带有图像显示部件的面板，构成真空壳体。注意，在流程中分别进行稳定化工艺和封接工艺。术语“显示屏”和“图像形成装置”按以下说明可以互换，在将驱动电路和一些其它的元件固定于显示屏之前，可称前者为图像形成装置。

下面将详细说明本发明的制造图像形成装置的方法。

### （步骤1）（制备和测试面板）

正如以下实施例将要详细说明的一样，用印刷或涂敷法，在玻璃衬底上加发光体，然后检验所形成的发光体图形，制成图像形成装置的面板。首先用玻璃熔接法沿显示屏支架的周边将其粘接到面板上。若用大显示屏，为了使装置能承受大气压力，最好在面板上粘接垫圈。沿要粘接到面

板上去的支架面加玻璃熔接层。

然后烘烤面板，面板在适当选择的温度和适当选择的热处理周期在真空中烘烤，以除去面板吸附的水，氧，CO和CO<sub>2</sub>。

#### (步骤2) (底板)

该步骤中，在衬底上的多个电子发射器件中的每个器件上形成导电膜，然后，给器件布线。也可在上述条件下给衬底加有机物。(见图2)。

烘烤底板，在适当选择的温度和适当选择的热处理周期在真空中烘烤底板，以除去底板吸附的水，氧，CO和CO<sub>2</sub>。

#### (步骤3) (激励赋能工艺)

按上述方式进行激励赋能工艺。

#### (步骤4) (加有机物工艺)

按上述方式加有机物。

#### (步骤5) (碳化处理)

对物质进行电激励，使有机物质层碳化。碳化处理后，测试每个电子发射器件的器件电流，用器件电流与器件的发射电流之间的关系来检验电子源衬底。如上所述，在器件进行电激励时，加热器件进行碳化处理是有利的。

#### (步骤6) (稳定化处理)

按上述方式进行稳定化处理。稳定化处理后，测试电子源衬底的器件电流和每个电子发射器件的发射电流。

该测试在真空中进行

#### (步骤7) (密封工艺)

用玻璃熔接法将预先安装在支架上的底板和面板粘接在一起。

#### (步骤8)

若设置有抽气管，则密封抽气管。烘烤设置在显示屏上的消气剂，使显示屏内的真空度保持预定值。

#### (步骤9)

对制备的显示屏加电测试器件电流和每个器件的发射电流，并测试每个像素的发光体的亮度。

然后，装配显示屏驱动电路和外围电路，完成图像显示装置的制造工作。

因此，按本发明的图像显示装置的制造方法，形成器件电极和电子发射器件的导电膜时，制成了完全的电子源衬底。经过包括加有机物和对物质渗碳的激励处理和稳定化处理后，测试每个电子发射器件的性能，然后总测包括电子发射器件的电子源。因而，可将合格的电子源和合格的面板组合制成图像形成装置，并依此，能极大地减少装置的废品率，并由此能降低该装置的制造成本。以下将更详细说明面板制造工艺。

现在说明按本发明的图像显示装置制造方法所用的设备。

为实现本发明目的而用的显示屏制造设备包括多个装载闭锁型真空室，以有效防止显示屏的元件因吸附如水，氧、氢、一氧化碳和二氧化碳造成的吸附污染。它主要包括面板装载室，底板烘烤室，赋能室，碳化室，稳定化室，面板烘烤室和缓慢冷却室。这些室分割成彼此隔开的室，每个室的真空条件能单独控制。每个室内处理过的衬底从室内送出，并输送到随后的室。底板装载室接收底板进行处理，完成了必需的工艺后从稳定室送出。另一方面，面板装载室接收面板，经过面板烘烤室然后进入密封室，在此与由稳定室送出的底板装在一起。面板和底板组装成的壳体送入缓慢冷却室在此冷至室温。每个室均设置有包括无油真空泵的抽气系统。赋能室，碳化室和稳定化室不仅用于电处理操作，也用于电测试。稳定化室和密封室安装成能输入稳定工艺所用的气体。若在同一室内进行赋能步骤和碳化步骤，在另一室内进行稳定化步骤和密封步骤，则能减少工艺步骤的数量。

应注意，除上述设备外，也可用其它设备，只要能进行上述工艺步骤即可。

### 例 1

图 1 A 和 1 B 是实施例 1 中制备的每个表面传导电子发射器件的示意图。图 1 A 是平面图，图 1 B 是侧面剖视图。

参见图 1 A 和 1 B，表面传导电子发射器件包括衬底 1，一对器件电

极 2 和 3，导电膜 4 和电子发射区 5。

图 6 A 至 6 E 是实施例 1 中制备的表面传导电子发射器件的侧面剖视图，说明不同的制造步骤。以下将参见图 6 A 至 6 E 说明本发明。

为进行比较，也要说明对比例 1 中制备的表面传导电子发射器件。

以下说明中，实施例 1 的表面传导电子发射器件的公用衬底称作衬底 A，与此相反，对比例 1 的公用衬底称作衬底 B。

在衬底上共形成四个相同的器件。

用以下方式制备衬底 A 上的每个器件。

(步骤 1)：(清洗衬底/形成器件电极的步骤)

衬底 1 彻底清洗后，用溅射法用掩模在衬底上淀积厚度为 30 nm 的形成器件电极用的 Pt 膜。

然后，用真空蒸发形成厚 100 nm 的 Cr 膜，用剥离工艺(lift-off)，形成要制备的导电膜 4 的图形，形成 Cr 膜掩模，(图 6 A)。

器件电极相互隔离距离 L 为 10 μm，电极宽 W 为 100 μm。

(步骤 2)：(导电膜形成步骤)

用旋涂法，将有机铂溶液 (CCP 4230：Okuno Pharmaceutical Co., Ltd 制造) 加到衬底 1 表面，使器件电极 2 和 3 桥接，直至形成有机金属膜。

在大气中在 300 °C 烘有机薄膜 10 分钟，获得导电膜 4，它是以 PdO 细颗粒为主要成分，厚度为 10 nm，电阻率为  $5 \times 10^4 \Omega/\square$  的膜。

随后，用酸性腐蚀液进行湿腐蚀，腐蚀 Cr 膜和烘烤后的导电膜 4，腐蚀出规定的图形，(图 6 B)。

(步骤 3)：(加有机物的步骤)

然后加有机物 (图 6 C)，这是按本发明方法的特征。本例中，将热固性树脂聚丙烯腈溶于二甲基酰胺溶剂中，然后用旋涂法在衬底整个表面上涂敷厚 20 nm 溶液层，并在 100 °C 预烘所加溶液。注意，为实现发明目的，不在导电膜上加有机物。本步骤中用剥离工艺。

(步骤 4)：(激励赋能步骤)

随后，如图 7 所示，衬底 A 放入真空处理设备中，然后抽真空。然后器件电极 2 和 3 上加脉冲电压使其电激励，这称作激励赋能（图 6 D）。再分别加电压，使器件电流饱和。该饱和认为是加到此处的有机物完成了激活的结果。

激励赋能所用的脉冲电压是脉冲宽度  $T_1$  为 1 m s 和脉冲间隔  $T_2$  为 10 m s 的矩形脉冲波，脉冲的波高逐渐增高。该步骤在  $10^{-5}$  Pa 的真空中进行。

图 7 是本步骤用的真空处理设备的示意图。该设备还用作测量系统。

参见图 7，真空处理设备包括真空室 7 5 和抽气泵 7 6。电子发射器件装在真空室 7 5 内。器件包括衬底 1，一对器件电极 2 和 3，导电膜 4 和电子发射区。另外，处理设备设置有给电子发射器件加器件电压  $V_f$  的电源 7 1，电流计 7 0，用于读出流经器件电极 2 和 3 之间的导电膜 4 和捕获自器件的电子发射区 5 发射出的发射电流  $I_e$  的阳极的器件电流  $I_f$ 。7 3 是供给阳极 7 4 高电压的高压电源，7 2 是另一电流计，用它读出电子发射器件的电子发射区 5 发射的发射电流  $I_e$ 。

真空室 7 5 内还有真空计和在真空中进行激励赋能处理所需的其它仪器，因此，能测试和判断电子发射器件的性能。抽气泵 7 6 设置有包括涡轮泵和旋转泵的普通高真空系统和包括离子泵的超高真空系统。而且，为进行随后的稳定化处理，还设置了氧气筒 7 7 或包含氧、氮和其它气体组分的混合气体的气缸。7 8 是包含丙酮的安瓿，丙酮用作激活物。

包含图 7 所示电子源衬底的整个真空处理设备可用加热器（未画出）加热到 450 °C。因此，可用该真空处理设备进行激励赋能和随后的步骤。

#### （步骤 5）：（碳化处理）

然后，在  $10^{-5}$  Pa 真空度的真空条件下，给电子发射器件加图 3 A 所示  $T_1 = 1$  m s、 $T_2 = 10$  m s 的矩形脉冲驱动电压 15 伏，加压时间为 15 分钟。观察经过该步骤后的器件电流  $I_f$ ，发现器件电流  $I_f$  随时间而在 15 分钟完时增大到 1.2 mA（图 6 D）。

#### （步骤 6）：（稳定化处理）

然后，给图 7 所示真空室引入空气，并在设备内，在大气中，在 41

0 °C 对器件热处理 10 分钟。观察导电膜 4 中的细颗粒，没发现明显变形。因为器件在空气中加热。

之后，真空气室抽真空使其真空气度达到  $10^{-6}$  Pa，然后，在室温下将氢引入真空气室内，以化学还原导电膜，并随之减小导电膜的电阻值。注意，在以下的各实施例中，导电膜化学还原如果不是另有规定均要进行。此后，测试衬底 A 上形成的每个电子发射器件的器件电流  $I_f$  和发射电流  $I_e$ （图 6 E）。

### 对比例 1

按以下方式制备对比例 1 中衬底 B 上的每个电子发射器件。

（步骤 1）：（清洗衬底/形成器件电极的步骤）

与衬底 A 的步骤 1 相同。

（步骤 2）：（导电膜形成步骤）

与衬底 A 的步骤 2 相同。

（步骤 3）：（激励赋能步骤）

与衬底 A 的步骤 4 相同。（本例中没有与衬底 A 的步骤 3 相同的步骤。）

（步骤 4）：（激活处理）

丙酮引入图 7 所示设备的真空气室后，产生  $10^{-2}$  Pa 的压力，给电子发射器件加图 3 A 所示  $T_1 = 1 \text{ ms}$ 、 $T_2 = 10 \text{ ms}$  的矩形脉冲驱动电压 15 伏，加压时间为 30 分钟。观察经该步骤后的器件电流  $I_f$ ，发现， $I_f$  随时间而增大，在 20 分钟结束时达到 2 mA。

（步骤 5）：（真空中稳定化处理）

图 7 所示真空气处理设备的真空气室抽真空，使其真空气度达到  $10^{-6}$  Pa，然后用加热器（未画出）加热衬底 B，在 200 °C 对其热处理 15 小时。之后，衬底 B 冷却到室温，测试衬底 B 上形成的每个电子发射器件的器件电流  $I_f$  和发射电流  $I_e$ 。

在相同条件下测试衬底 A 和 B。具体地说，阳极电压是 1 kV，与被测试的电子发射器件相隔 5 mm，电子发射器件加 15 V 的器件电压。

衬底B的器件电流  $I_f$  是  $1.3 \text{ mA} \pm 15\%$ , 发射电流  $I_e$  是  $1.0 \mu \text{A} \pm 15\%$ 。另一方面, 衬底A的器件电流  $I_f$  是  $0.7 \text{ mA} \pm 5\%$ , 发射电流  $I_e$  是  $0.95 \mu \text{A} \pm 4.5\%$ , 与衬底B相比时, 衬底A的发射电流  $I_e$  与衬底B的  $I_e$  基本相等, 衬底B的器件电流  $I_f$  稍有减小, 衬底A的器件特性偏差较小。

上述测试后, 制备的电子发射器件在测试系统中在上述条件下连续驱动, 发现, 当衬底B的器件的发射电流  $I_e$  从上述值下降  $56\%$  时, 衬底A的器件的发射电流  $I_e$  只下降  $25\%$ 。此后, 用电子显微镜观察和Raman分光镜检测衬底A和B的器件的电子发射区5。

图8是经过上述电子显微镜检测的衬底A的电子发射器件之一的示意图。用18示出了与之相反的衬底B的电子发射器件。衬底B的电子发射器件中, 发现, 新形成的膜中碳主要沉积在导电膜的高电位一侧, 并部分地离开电子发射区, 与步骤4中加电压的方向有关。另一方面, 衬底A的电子发射器件中, 发现新形成的膜中碳沉积在导电膜高电位的峰值处, 与步骤5中加电压的方向有关。通过更大量的观察, 发现衬底A和B上金属细颗粒周围和之间也有膜沉积。发现衬底A的导电膜上的碳比衬底B的导电膜上的碳稍少一点。

通过透射电子显微镜观察和Raman分光镜检测, 发现衬底A的器件有石墨碳沉积, 衬底B的器件的碳沉积的结晶性差并含少量氢。

当对比例1进行了与本例第6步骤相同的第5步骤时, 但不是在大气中进行, 所制成的器件的器件电流和发射电流均稍小于例1的器件的器件电流和发射电流。可用已知方法对例1进行稳定化处理。器件的形状如图8所示。

## 例 2

本例中用例1中相同的工艺步骤, 只是步骤4至6不同。

(步骤1)：(清洗衬底/形成器件电极的步骤)

与例1中衬底A的步骤1相同。

(步骤2)：(导电膜形成步骤)

与例 1 中衬底 A 的步骤 2 相同。

(步骤 3)：(激励赋能步骤)

与例 1 中衬底 A 的步骤 4 相同。

(步骤 4)：(加有机物的步骤)

衬底从测试系统取出后，将用旋涂法预先加到衬底上厚 25 nm 的糠醇半聚合物在 100 °C 烘烤至固化。甲苯磺酸盐加入含水量少于 1% 的糠醇中，并在 70 °C 至 90 °C 恒温槽内加热并搅拌，制成半聚合物。

(步骤 5)：(碳化处理)

然后，衬底再放入测试系统的真空室内，抽真空到  $10^{-5}$  Pa。之后，电子发射器件加图 3B 所示  $T_1 = 2$  ms、 $T_2 = 10$  ms 的三角形脉冲驱动电压 15 V，加电压时间为 20 分。每个脉冲在器件电极的高电位侧和低电位侧倒换。经过该步骤后测试器件电流  $I_f$ ，发现，器件电流随时间而增大，到 20 分钟结束时， $I_f$  达到 1.2 mA。

(步骤 6)：(稳定化步骤)

然后，衬底分成两等分，称为 A - 1 和 A - 2。

衬底 A - 1：将空气引入图 7 所示真空室，在该设备中，在大气中，在 380 °C 对每个器件热处理 20 分钟。然后真空室抽真空使其真空度达到  $10^{-6}$  Pa，测试衬底上每个电子发射器件的器件电流  $I_f$  和发射电流  $I_e$ 。

衬底 A - 2：对图 7 所示真空室抽真空到  $10^{-6}$  Pa，用加热器(未画出)加热、在 200 °C 对衬底 A - 2 热处理 15 小时。然后，衬底 A - 2 冷至室温，测试衬底上每个电子发射器件的器件电流  $I_f$  和发射电流  $I_e$ 。

在相同条件下测试衬底 A - 1 和 A - 2。具体地说，阳极电压是 1 kV，它与所测试的电子发射器件相隔 5 mm，给电子发射器件加 15 V 器件电压。衬底 A - 2 的器件电流  $I_f$  是  $1.2 \text{ mA} \pm 8\%$ ，发射电流  $I_e$  是  $1.0 \mu \text{A} \pm 8.5\%$ 。另一方面，衬底 A - 1 的器件电流  $I_f$  是  $0.8 \text{ mA} \pm 4.5\%$ ，发射电流  $I_e$  是  $0.95 \mu \text{A} \pm 4.5\%$ 。衬底 A - 1 和 A - 2 的发射电流  $I_e$  基本相等，衬底 A - 1 的器件电流稍小于衬底 A - 2 的器件电

流，衬底 A - 1 的器件性能稍差。

然后，在上述条件下，改变器件电压  $V_f$ ，来研究衬底 A - 1 和 A - 2 的发射电流  $I_e$  和器件电流  $I_f$  与器件电压  $V_f$  的关系。

图 9 示出了发射电流  $I_e$  和器件电流  $I_f$  与器件电压  $V_f$  的关系。如从图 9 所看到的，器件电流  $I_f$  和发射电流  $I_e$  随器件电压  $V_f$  单向增大。发射电流  $I_e$  有阈值电压 ( $V_{th}$ )， $I_e$  只在低于  $V_{th}$  的电压随电压增大而增大。由于衬底 A - 2 的器件大于衬底 A - 1 的器件，在其器件电流  $I_f$  中，似乎有漏电流。可能是电子发射区中的部分短路产生漏电流。

上述测试之后，在上述测试条件下驱动器件连续工作，发现衬底 A - 1 和 A - 2 的器件电流下降 15%。

随后，用电子显微镜观察和 Raman 分光镜测试衬底 A - 1 和 A - 2 的器件的电子发射区 5。

图 10 和 19 分别展示出用电子显微镜观察衬底 A - 1 和 A - 2 的器件。如图 10 所示，在衬底 A - 1 的每个器件的电子发射区 5 中导电膜的裂缝的前壁相对处或低电位侧和高电位侧发现有碳。另一方面，如图 19 所示，衬底 A - 2 的每个器件的电子发射区 5 中和低电位侧和高电位侧上的导电膜上发现有碳沉积膜。

当通过透射电子显微镜观察和 Raman 分光镜测试时，发现衬底 A - 1 和 A - 2 的器件有透明碳沉积膜。在衬底 A - 2 时，器件的碳沉积膜中含少量的碳氢化合物。“透明碳”通常是指有任意排列的多层结构和小晶粒尺寸的、高硬度、高密度的不定向的精细结构的碳。而且，通常它非常硬。上述 Raman 分光镜检测中，用氩气激光的 514.5 nm 振荡行确定 Raman 行在  $1590/\text{cm}$  和  $1355/\text{cm}$ ，其半宽度明显大于 HOPG (高度定向的热解石墨) 的  $1581/\text{cm}$  处的 Raman 行的半宽度。

### 例 3

本例中用负型电子束光致抗蚀剂。所用的两种衬底 A 和 B 与例 1 相同。由于步骤 1 至 5 与例 1 的步骤 1 至 5 基本相同，将参见图 6 A 至 6 E

说明这些步骤。

(步骤1)：(清洗衬底/形成器件电极的步骤)。

衬底A和B彻底清洗后，用掩模用溅射法淀积厚度为30nm的Pt作器件电极。之后，用真空蒸发厚度为100nm的Cr膜，并用剥离工艺构成有要制造导电膜4的图形，形成Cr膜掩模。(图6A)。

器件电极相互隔开距离L为10μm、电极宽W为100μm。

(步骤2)：(导电膜形成步骤)

用溅射法在衬底上淀积Pt，在器件电极2和3上形成厚3nm、电阻率为 $3 \times 10^4 \Omega/\square$ 的导电膜4。

随后，用酸性腐蚀剂湿腐蚀Cr膜和烘烤过的导电膜4，腐蚀出规定的图形(图6B)。

(步骤3)：(加有机物的步骤)

然后加本发明特征的有机物。本例中，用旋涂法，给衬底加负型电子束光致抗蚀剂而环氧化1,4-聚丁二烯，厚度为40nm，至少覆盖导电膜4，并在100℃预烘烤(图6C)。

(步骤4)：(激励赋能步骤)

随后，如图7所示，将衬底A放入真空处理设备中，然后抽真空。然后，用电源(未画出)给器件电极2和3加脉冲电压，进行激励赋能(图6D)。

激励赋能所用脉冲电压是脉冲宽度T1为1ms，脉冲间隔T2为10ms的矩形脉冲波，其波高逐渐增大。本步骤在 $10^{-5}$ Pa的真空下进行。

(步骤5)：(碳化处理)

之后，如图3A所示的T1=1ms，T2=10ms的矩形脉冲驱动电压15伏加到电子发射器件上，加电压时间为12分钟，其中真空度为 $10^{-5}$ Pa。测试经过该步骤后的器件电流If，发现器件电流If随着时间而增大，当12分钟结束时，衬底A和B的器件的If达到1.5mA。然后，器件驱动10分钟以上，发现器件电流If仍稳定在同一值。

(步骤6)：(稳定化步骤)

之后，将空气引入图 7 的真空室内，在 400 °C，在大气下，在设备内对衬底 A 的每个器件热处理 20 分钟。随后，将真空室抽真空使其真空度达到  $10^{-6}$  Pa，并测试衬底 A 上形成的每个电子发射器件的器件电流  $I_f$  和发射电流  $I_e$ （图 6 E）。

另一方面，在图 7 的真空处理设备中，在真空度为  $10^{-5}$  Pa，在 200 °C，对衬底 B 的器件热处理 15 小时。之后，真空室再抽真空到  $10^{-6}$  Pa，并测试衬底 B 上的器件电极的器件电流  $I_f$  和发射电流  $I_e$ 。

在相同条件下测试衬底 A 和 B。具体地是，阳极电压是 1 kV，阳极与所要测试的电子发射器件相隔 5 mm，电子发射器件所加器件电压是 1.5 伏。

衬底 A 上的器件的器件电流  $I_f$  是  $0.8 \text{ mA} \pm 4.5\%$ ，发射电流  $I_e$  是  $1.0 \mu\text{A} \pm 4.5\%$ ，而衬底 B 上的器件的器件电流  $I_f$  是  $1.0 \text{ mA} \pm 4.5\%$ ， $I_e$  是  $1.0 \mu\text{A} \pm 4.9\%$ ，因此，衬底 B 上的器件的  $I_f$  和  $I_e$  基本上等于衬底 A 上的器件的  $I_f$  和  $I_e$ 。

上述测试后，所制成的电子发射器件在上述条件下在测试系统中被连续驱动，只是阳极电压为 10 kV，结果发现，衬底 A 和 B 的器件的  $I_e$  从上述值下降 23%。在器件连续驱动中没发现放电。注意，例 1 的衬底 B 可能产生放电。本例中的衬底 A 和 B 不放电的原因可能同样是在碳化处理中负型电子束光致抗蚀剂完全碳化，如果驱动器件工作中，衬底 B 上的器件中不存在分解而出现聚合化，则在器件工作中无气体产生或没产生中间物。另一方面，对比例 1 的器件在真空中进行了同样的稳定化处理后，为什么会出现放电的原因可能是，激活处理中产生的中间物没完全除去。

之后，用电子显微镜观察衬底 A 和 B 的器件的电子发射区 5 并对其进行 Raman 分光镜测试。

用电子显微镜观察发现，衬底 A 的器件的电子发射区 5 的外形基本上与图 8 所示的例 1 的电子发射区的外形相同。另一方面，衬底 A 的器件的电子发射区 5 的外形还与图 18 所示外形相同。

用透射电子显微镜观察和 Raman 分光镜测试发现，衬底 A 和 B 的

器件有主要由与例 1 的石墨结晶相同的石墨构成的沉积碳。

#### 例 4

本例中用的工艺步骤与例 3 的步骤相同。但是，本例中只制备单个衬底。

(步骤 1)：(清洗衬底/形成器件电极的步骤)。

与例 3 的步骤 1 相同。

(步骤 2)：(导电膜形成步骤)

与例 3 的步骤 2 相同。

(步骤 3)：(加有机物的步骤)

衬底上用旋涂法加负型电子束光致抗蚀剂即甲基丙烯酸缩水甘油酯—丙烯酸乙酯共聚物，厚度为 35 nm，并在 90 °C 预烘。

(步骤 4)：(激励赋能步骤)

与例 3 的步骤 4 相同。

(步骤 5)：(碳化处理)

之后，衬底再放入测试系统的真空室内，并抽真空使其真空度达到  $10^{-5}$  Pa。之后，电子发射器件加图 3 所示  $T_1 = 1.5$  ms， $T_2 = 10$  ms 的矩形脉冲驱动电压 15 V，加电压时间为 15 分钟，每个脉冲在器件电极的高电位侧与低电位侧倒换。测试经过该步骤的器件电流  $I_f$ ，发现，四个器件的平均  $I_f$  随时间而增大，15 分钟结束时  $I_f$  高达 1.5 mA。

(步骤 6)：(稳定化步骤)

与例 3 的步骤 6 相同。

然后，在与前述例相同的条件下测试衬底上的器件。具体地是，阳极电压是 1 kV，阳极与被测的电子发射器件间隔 5 mm，加于电子发射器件上的器件电压是 15 V。

器件电流  $I_f$  是  $0.8$  mA  $\pm 4.5\%$ ，发射电流  $I_e$  是  $1.0$   $\mu$ A  $\pm 4.5\%$ ，表明发射电流  $I_e$  与对比例 1 的  $I_e$  相等，器件电流  $I_f$  稍小于对比例 1 的  $I_f$ 。器件误差减小。

上述测试后，在上述条件下在测试系统中连续驱动所制成的电子发射

器件。发现，四个器件的发射电流  $I_e$  从上述值下降 25%，这基本上等于例 1 中衬底 A 的  $I_e$  值。

随后，用电子显微镜观察衬底上的器件的电子发射区 5 并对其进行 Raman 分光镜测试。图 10 是衬底上器件的电子显微镜观察示意图。如图 10 所示，衬底上每个器件的电子发射区 5 中导电膜的裂缝的相对前壁或高电位侧和低电位侧均发现有碳。

通过电子显微镜观察和 Raman 分光镜测试发现，两个衬底的器件均有与例 1 相同的结晶石墨为主要成分的沉积膜。

### 例 5

本例中，构成衬底的材料是例 1 中衬底 A 的构成材料，除步骤 5 和 6 外，其余工艺步骤相同。步骤 5 和 6 说明如下。

#### （步骤 5）：（碳化处理）

之后，衬底再放到测试系统中的真空室内，抽真空，使其真空度达到  $10^{-5}$  Pa。之后，激光束从外辐射到电子发射区及其周围部分，以局部加热电子发射区，同时，给电子发射器件加图 3B 所示的  $T_1 = 0.3$  ms、 $T_2 = 10$  ms 的矩形脉冲驱动电压 15V，加压时间为 10 分钟，每个脉冲在器件电极的高电位侧和低电位侧倒换。10 分钟结束时测试到的器件电流  $I_f$  是 1.2 mA。 $T_1$  的值选择小值，因为，激光束加热电子发射区，器件电流  $I_f$  增大不会出现任何问题。建议有效利用全部能量驱动器件。用激光束使导电膜温度升高 200 °C。

#### （步骤 6）：（稳定化步骤）

之后，图 7 所示真空处理设备中引入含 N<sub>2</sub> 80%，和 O<sub>2</sub> 20% 的混合气体，产生  $10^{-1}$  Pa 的压力，在 440 °C 对器件热处理 20 分钟。用高的热处理温度，因为是在低气压下进行热处理，因此没发现器件的电特性出现问题。然后，在与前述例相同的条件下测试衬底上器件的器件电流  $I_f$  和发射电流  $I_e$ 。具体的是，阳极电压为 1 kV，阳极与被测的电子发射器件间隔 5 mm，加于电子发射器件的器件电压是 15 V。

器件电流  $I_f$  是  $0.9 \text{ mA} \pm 5.5\%$ ，发射电流  $I_e$  是  $0.9 \mu\text{A} \pm 5.$

2 %，这表明发射电流  $I_e$  与例 1 的  $I_e$  基本相等，器件电流  $I_f$  稍小于例 1 的  $I_f$ 。器件误差减小。

上述测试后，制成的电子发射器件在上述条件下在测试系统中连续驱动，发现，四个器件的  $I_e$  比上述测试值下降 25 %。这与例 1 的衬底 A 的  $I_e$  值基本相等。

之后，通过电子显微镜观察衬底的器件的电子发射区并对其进行 Raman 分光镜测试。图 10 是用电子显微镜观察的衬底上的器件的示意图。如图 10 所示。衬底上每个器件的电子发射区 5 中导电膜的裂缝的相对前壁或低电位侧和高电位侧上均发现有碳。通过透射电子显微镜观察和 Raman 分光镜测试发现，两个衬底的器件有主要由与例 1 中相同的结晶石墨构成的沉积膜。

## 例 6

本例用例 1 和 2 中相同的步骤，只是导电膜形成步骤不同。

(步骤 1)：(清洗衬底/形成器件电极的步骤)

与例 1 中衬底 A 的步骤 1 相同。

(步骤 2)：(导电膜形成步骤)

在衬底 1 上器件电极 2 和 3 之间沉积 Pt 和 Ni，制成有适当厚度的催化金属膜。同样，沉积 W，制成非催化金属膜，作为对比例。另外，本步骤与例 1 中用于衬底 A 的步骤 2 相同。

(步骤 3)：(加有机物的步骤)

与例 1 中用于衬底 A 的步骤 3 相同。

(步骤 4)：(激励赋能步骤)

与例 1 中用于衬底 A 的步骤 4 相同。

(步骤 5)：(碳化处理)

与例 2 中步骤 5 相同。

(步骤 6)：(稳定化步骤)

与例 2 中步骤 6 相同。

在与例 2 相同的条件下测试衬底上的器件，并观察电子发射区。电子

发射区的测试和观察结果列于表中。

从表中看出，用非催化金属钨（W）作导电膜的器件的电子发射区5中的导电膜裂缝的前壁上淀积有透明碳，也就是说，在低电位和高电位侧但只在沿电子发射区长度方向的部分上淀积有透明碳。这可以解释为什么上述器件的器件电流  $I_f$  和发射电流  $I_e$  均小于用 Pt 和 Ni 催化金属作导电膜的器件的  $I_e$  和  $I_f$ 。注意，电子发射长度方向是指图 1 A 中 W' 方向。

表：用不同材料作导电膜的电子发射区

导电膜材料	电子发射特性	对电子发射区的观察
Pt	器件电流 $I_f = 0.75\text{mA}$ 发射电流 $I_e=1.0 \mu \text{A}$	高电位和低电位两侧上电子发射区 5 中 导电膜的裂缝的前壁上有透明碳
Ni	器件电流 $I_f=0.8\text{mA}$ 发射电流 $I_e=1.1 \mu \text{A}$	高电位和低电位两侧上电子发射区 5 中导电膜的裂缝的前壁上有透明碳
W	器件电流 $I_f=0.6\text{mA}$ 发射电流 $I_e=0.5 \mu \text{A}$	高电位和低电位两侧上电子发射区 5 中导电膜的裂缝的部分前壁上有透明碳

### 例 7

本例中，用电子源制备图像形成装置，所述电子源包括图 1 A 和 1 B 所示的衬底上的多个表面传导电子发射器件和将这些表面传导电子发射器件构成简单矩阵的布线。这种图像形成装置也称作彩色扁平显示器。

图 1 1 是能用于图像形成装置的电子源的部分平面示意图。图 1 2 是图 1 1 中沿线 1 2 – 1 2 的剖面图。图 1 3 A 至 1 3 L 是图 1 1 的电子源的局部剖面示意图。图 1 1、1 2、1 3 A 至 1 3 L 中相同或相似的元件用相同的符号指示。

电子源有衬底 1，X - 向的布线 1 1 2（也称作下布线），标为  $D_{Xn}$ ，Y - 向的布线 1 1 3（也称作上布线），标为  $D_{yn}$ 。电子源的每个器件由一对器件电极 2 和 3 和包括电子发射区的导电薄膜 4 构成。另外，电子源还设置有层间绝缘层 1 2 1 和接触孔 1 2 2，每个孔电连接相应的

器件电极 2 和相应的下布线 112。

以下将结合图 13A 至 13L 说明电子源的制造工艺步骤，它们分别相应于以下要说明的制造步骤 a~l。

( 步骤 a ) :

钠钙玻璃板彻底清洗后，在其上用溅射法形成  $0.5 \mu\text{m}$  厚的硅氧化物膜，制成衬底 1，用真空蒸发法在衬底 1 上顺序淀积厚度分别为  $5 \text{ nm}$  和  $600 \text{ nm}$  的 Cr 和 Au，然后，在其上用旋涂法加光刻胶 (AZ 1370，可从 Hoechst 公司购置)，在膜旋转的同时进行烘烤。之后，对光掩模图像曝光和显影，制成下布线 112 的光刻胶掩模图形，然后，湿腐蚀淀积的 Au/Cr 膜，制成下布线 112。

( 步骤 b ) :

用 RF 溅射形成厚  $1.0 \mu\text{m}$  的硅氧化物膜作层间绝缘膜 121。

( 步骤 c ) :

在步骤 b 中淀积的硅氧化物膜中制备光刻胶图形，用于制造每个器件的接触孔 122，然后，用光刻胶图形作掩模，腐蚀层间绝缘层 121 实际构成接触孔 122。采用用  $\text{CF}_4$  和  $\text{H}_2$  气体的 RIE ( 反应离子腐蚀 ) 技术进行腐蚀。

( 步骤 d ) :

之后，形成用于每个器件的器件电极 2 和 3 的和分隔器件电极的裂缝 L 的光刻胶图形，然后在其上用真空蒸发依序淀积 Ti 和 Ni，其厚度分别是  $5 \text{ nm}$  和  $40 \text{ nm}$ 。用有机溶剂溶解光刻胶图形，并用剥离工艺处理 Ni/Ti 淀积膜。之后用光刻胶覆盖每个器件、只是器件电极 3 不覆盖光刻胶，并在其上淀积  $100 \text{ nm}$  厚的 Ni，制成厚度为  $140 \text{ nm}$  的器件电极 3。器件电极 2 和 3 的宽度 W1 为  $200 \mu\text{m}$ ，相互间间距 L 为  $5 \mu\text{m}$ 。

( 步骤 e ) :

器件的器件电极 2 和 3 上形成用于上布线 113 的光刻胶图形后，用真空蒸发依次淀积 Ti 和 Au，其厚度分别是  $5 \text{ nm}$  和  $500 \text{ nm}$ ，用剥

离工艺去掉不需要的面积，制成有所规定形状的上布线 1 1 3。

(步骤 f)：

之后，用真空蒸发形成厚 1 0 0 nm 的 Cr 膜，用每个器件的器件电极之间的裂缝 L 上及其周围上的带有开口的掩模对 Cr 膜刻图。之后，用旋涂法给 Cr 膜上加有机 Pd 化合物 (CCP - 4 2 3 0，可从 Okuno Pharmaceutical 公司购置)，旋转膜时烘烤，烘烤温度是 3 0 0 °C，时间是 1 2 分钟。用含 PdO 为主要成分的细颗粒制成每个器件的导电薄膜 4，膜厚是 7 nm，每单位面积的电阻值是  $2 \times 10^4 \Omega/\square$ 。

(步骤 g)：

用旋涂法给每个器件加厚度为 2 0 nm 的已预先制成的糠醇半聚合物 1 3 1，并在 1 0 0 °C 烘烤使其热固化。

(步骤 h)：

用酸性腐蚀剂湿腐蚀每个器件的 Cr 膜和烘烤过的导电薄膜 4，制成有规定图形的导电膜 4。

(步骤 i)：

除接触孔 1 2 2 外，衬底的整个表面上加光刻胶，用掩模图形，用真空蒸发顺序淀积 Ti 和 Au，其厚度分别为 5 nm 和 5 0 0 nm。用剥离工艺去掉不需要的面积，以掩盖接触孔。

(步骤 j)：

将电子源内部抽真空使其真程度达到  $10^{-4} \text{ Pa}$ ，在有上述测试系统相同结构的制造设备中，用所设置的布线 D<sub>xn</sub> 和 D<sub>ym</sub> 给每个器件加电压，对衬底上的器件激励赋能。激励赋能条件与例 2 的条件相同。

(步骤 k)：

给一行接一行的器件加电压，对其驱动，加压时间为 1 2 分钟。经过该驱动后，测试器件电流 I<sub>f</sub>，当每行的器件电流 I<sub>f</sub> 达到 1.3 mA 时，停止加电压。

(步骤 l)：

步骤 k 后，从制造设备中取出衬底，在含 N<sub>2</sub> 8 0 % 和 O<sub>2</sub> 2 0 % 的混合气体、气压为  $10^{-1} \text{ Pa}$  的清洁炉中，在 4 2 0 °C 烘烤 2 0

分钟。

然后，用包括以下要说明的驱动电路的测试装置测试制成的电子源衬底的电子发射。经过测试的电子源衬底送入组装步骤，制造将要说明的图像形成装置。

然后，制备面板。面板包括在玻璃衬底内表面上设置一组发光体形成的发光膜和金属敷层。如果显示屏用于显示黑白图形，发光膜可以只包括单一发光体。显示屏用于显示彩色图形则必须包括黑导体件 121 和发光体，其中前者称作取决于荧光体设置的黑条或黑矩阵件。为彩色显示屏排列了黑条或黑矩阵件，因此，三种不同原色的发光体的差别减小，将周围的区域涂黑有助于减少因发光体反射外部光造成的显示图像的对比度降低的不良影响。通常用石墨作黑条的主要成分，但是，其它低透光性和低反光性的导电材料也可使用。

无论是黑白显示或彩色显示，均可用沉淀法或印刷法将发光材料加于玻璃衬底上。发光膜的内表面上设置普通金属敷层。设置金属敷层可以使发光体发射的直接射入管壳内的光线朝向面板返回，提高在显示屏上产生的亮度，用金属敷层作为电极，可加速电子束的加速电压，并保护发光体在管壳中的负离子与其碰撞时不被损伤。它是在发光膜形成后平滑发光膜内表面（通常称作“成膜”工艺）并在其上真空淀积 A1 膜而制成的。

本例中，构成了载有条形发光的面板。

将电子源和按上述方式制成的面板装配制成图 14 所示图像形成装置。

图 14 中，110 是电子发射器件，112 和 113 分别是电子发射器件用的 X 向布线和 Y 向布线。

载有大量表面传导电子发射器件的衬底 1 牢固地固定在底板 141 上后，面板 144（它包括玻璃衬底 147 内表面上设置的多个条形发光体构成的发光膜和金属敷层 149）用支架 146 安装在衬底 1 的上方并与衬底间隔 5 mm，在面板 144、支架 146 和底板 145 的连接处加玻璃熔料。之后，三原色荧光体与各电子发射器件面对面安装并使其精确对准，在 400 °C 在大气下烘烤 15 分钟，使它们牢固地粘接在一起。按上

述方式用面板 144、支架 146 和底板 145 构成管壳，由于设置底板 145 主要是为了增强衬底 1，若衬底 1 的强度足够，则可省去底板 145。这时，不需用单独的底板 145，衬底 1 可直接粘接到支架 146 上，因此，管壳由面板 144、支架 146 和衬底 1 构成。另一方面，在面板 144 和底板 145 之间设置大量叫做垫圈（未画出）的支撑件可提高管壳的总强度。

用真空泵通过抽气管（未画出）对壳管或玻璃容器抽真空，使其内部真空度达到  $10^{-5}$  Pa，并在  $150^{\circ}\text{C}$  加热 2 小时，除去容器中含的水，氧，一氧化碳，二氧化碳，氢和其它物质，然后气密密封容器。为在管壳密封后使其内部保持所达到的真空度，用高频加热法对容器中消气剂进行处理。由于本例的稳定化处理要除去的水，氧，CO，CO<sub>2</sub>，氢也可在低温下短时间烘烤玻璃容器使其从容器中除去，因此，在短时间内较低温度下烘烤玻璃容器。

以下将参见图 15 说明按 NTSC 电视信号而显示电视图像的有简单矩阵排列的电子源的显示屏用的驱动电路。

图 15 中，151 是图像形成装置，另外，电路包括扫描电路 152，控制电路 153，移位寄存器 154，行存储器 155，同步信号分隔电路 156 和调制信号发生器 157。图 15 中 V<sub>X</sub> 和 V<sub>a</sub> 是指 DC 电压源。

图像形成装置 151 通过引出端 D<sub>0X1</sub> 至 D<sub>0Xm</sub>, D<sub>0Y1</sub> 至 D<sub>0Ym</sub>，和高压端 H<sub>V</sub> 与外部电路连接，其中引出端 D<sub>0X1</sub> 至 D<sub>0Xm</sub> 设计成接收扫描信号，用于顺序驱动包括按 M 行和 N 列的矩阵形排列的多个表面传导型电子发射器件的装置中的一个挨一个排列的 N 个器件为一行的电子源行。

另一方面，引出端 D<sub>0Y1</sub> 至 D<sub>0Ym</sub> 设计成接收调制信号，用于控制由扫描信号选择的表面传导型电子发射器件行的每个器件的输出电子束。高压端 H<sub>V</sub> 用 DC 电压源 V<sub>a</sub> 馈入典型值为  $10\text{ kV}$  的 DC 电压。该电压足以激励选择的表面传导型电子发射器件的发光体。

扫描电路 152 按以下方式工作。电路包括 M 个转换器件，其中只有

器件 S<sub>1</sub> 和 S<sub>m</sub> 是图 15 中专门指定的，其中每个器件取 DC 电压源的输出电压 V<sub>X</sub> 或 0 V（地电位电平），并与显示屏 151 的引出端 D<sub>O\_X1</sub> 至 D<sub>O\_Xm</sub> 中的一个相连。转换器件 S<sub>1</sub> 至 S<sub>m</sub> 中的每个器件按控制电路 153 馈入的控制信号 T<sub>Scan</sub> 工作，并用如 FET 的晶体管组装构成。

DC 电压源 V<sub>X</sub> 设计成给图像形成装置的未扫描的电子发射器件加恒定电压，使加到未扫描的器件的驱动电压低于电子发射的阈值电压。

控制电路 153 协调有关信号分量的工作，使其按外部输入的视频信号恰当地显示图像。以下将说明响应同步信号分隔电路 156 馈入的同步信号 T<sub>Sync</sub> 而产生控制信号 T<sub>Scan</sub>、T<sub>Sft</sub> 和 T<sub>Mry</sub>。

同步信号分隔电路 156 能容易地用公知的频率分隔（滤波器）电路将由外部馈入的 NTSC 电视信号中的同步信号分量和亮度信号分量分开。

尽管用同步信号分隔电路 156 从电视信号中分出同步信号，众所周知，这里为便于说明，将垂直和水平同步信号简单设计成 T<sub>Sync</sub> 信号，而不考虑它的分量信号。另一方面，来自电视信号的亮度信号馈入移位寄存器 154，设计成 DATA 信号。

移位寄存器 154 使每行按 DATA 信号进行串/并转换，DATA 信号是在从控制电路 153 输入的控制信号 T<sub>Sft</sub> 基础上按时间顺序依次输入的信号。换言之，控制信号 T<sub>Sft</sub> 作为移位寄存器 154 的移位时钟工作。经串/并转换后的一组行数据（按 n 个电子发射器件用的一组驱动数据）作为 n 个并行信号 I<sub>d1</sub> 至 I<sub>dn</sub> 从移位寄存器 154 中送出。

行存储器 155 是按控制电路 153 来的控制信号 T<sub>Mry</sub> 所需的时间周期存储一组行数据，即信号 I<sub>d1</sub> 至 I<sub>dn</sub> 的存储器。所存储的数据作为 I'd1' 至 I'dn' 输出并送入调制信号发生器 157。

所述调制信号发生器 157 实际上是一信号源，它适当驱动并调制每个表面传导型电子发射器件，这些器件的输出信号通过引出端 D<sub>Oy1</sub> 至 D<sub>Oyn</sub> 送给显示屏 151 中的表面传导型电子发射器件。

用上述配置进行脉冲宽度调制，调制信号发生器 157 用脉冲宽度调制型电路进行脉冲宽度调制，因此，可按输入数据调制所加电压的脉冲宽

度。

尽管以上没特别说明，移位寄存器 154 和行存储器 155 既可以是数字信号型也可以是模拟信号型，只要能进行串/并转换和按规定速率存储视频信号即可。

图像形成装置包括有上述结构的显示屏和驱动电路，它能用于本发明，电子发射器件按由外部引线端 D<sub>o</sub>x1 至 D<sub>o</sub>xm 和 D<sub>o</sub>y1 至 D<sub>o</sub>yn 加上的电压而发射电子。然后用高压端 H<sub>V</sub> 给金属敷层 149 或透明电极（未画出）加高电压，使所产生的电子束加速。加速电子与发光膜 148 碰撞，使发光膜发光，产生图像。

NTSC 电视信号加到本例中制备的图像形成装置上时，它显示出清晰的电视图像。

#### 例 8

本例中用按本发明的图像形成装置的制造方法制备显示屏。本例中，用电子源衬底作底板。以下将参见图 16 的工艺流程和图 17 所示图像形成装置的制造设备说明本例。

首先，说明制造设备。

本例中制造显示屏用的设备包括多个装载闸锁型真空室。它主要包括底板装载室，底板烘烤室，赋能/碳化处理室，面板烘烤室和缓慢冷却室。用隔板将这些室彼此隔开，因此，可单独控制各室的真空条件。从室中取出的衬底自动送入下一个室。底板装载室接收底板进行处理，完成了必需的处理后，从稳定化室取出。另一方面，面板装载室接收面板，经过面板烘烤室后进入密封室，在此与从稳定化室取出的底板装配，然后，将面板和底板装配成的容器送入缓慢冷却室，在此冷至室温。每个室均装有包括无油真空泵的抽气系统。赋能/碳化处理室和稳定化室不仅用作电气处理，还用于电测。稳定化/密封室安装成能输入稳定化所用的气体。

现在说明本例显示屏的制造方法。

#### 面板制备

## 步骤 1：面板的制造和测试

按例 7 的方法制备图像形成装置的面板并测试。首先，用玻璃熔料沿其周边将显示屏的支架粘接到面板上。支架面设置玻璃熔料层使支架粘到底板上。（步骤 1）之后，面板进入图 1 7 所示装载室内，该室设计成能在真空下存放多个面板。

## 步骤 2：烘烤面板

之后，面板在真空中在 400℃ 烘烤 10 分钟，除去面板所吸附的水， $\text{CO}$ ， $\text{CO}_2$ 。选 400℃ 的温度是为了使它与步骤 6 中底板的温度一致。面板烘烤室的真空度是  $1 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ 。

## 步骤 3：制备底板（本例中是电子源衬底）

与例 7 中步骤 (a) 至 (i) 相同。

本步骤中，衬底上的多个电子发射器件每一个上均形成导电膜，然后设置将这些器件排列成简单矩阵的布线。之后，衬底上加有机物形成有机物层。（步骤 3）之后，底板送入图 1 7 所示的装载室，装载室能在真空中存放多个底板。

## 步骤 4：烘烤底板

之后，在真空中在 200℃ 烘烤底板 1 小时，以除去底板吸附的水， $\text{CO}$  和  $\text{CO}_2$ 。底板烘烤室的真空度是  $1 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ 。

## 步骤 5：激励赋能/碳化处理

按例 7 所述方式进行激励赋能处理。之后，在同一室内碳化有机物层。整个衬底加热到 200℃。碳化处理后，测每个电子发射器件的器件电流，检测电子源衬底。

## 步骤 6：稳定化处理和密封

本稳定化处理中，室内引入  $\text{O}_2 : \text{N}_2 = 1 : 4$  的混合气体，使室内压力为  $1 \text{ Pa}$ ，在 400℃ 加热保湿 10 分钟。之后，将由步骤 2 输出的石板送入稳定化/密封室，并与底板对准加压粘接。密封处理后外壳中尽管为了除去熔融玻璃中残留的粘接剂引入了气体，但以后可以清除。室内压力为  $10^{-7} \text{ Pa}$  时密封管壳。

## 步骤 7：缓慢冷却处理

步骤 6 制成的显示屏缓慢冷却到室温，然后从缓慢冷却室取出。

步骤 8：

使设置在显示屏中的消气剂蒸散，以保持显示屏内所获得的真空度。

步骤 9：

电测制成的显示屏。

步骤 10：

将在步骤 9 中测试过的显示屏与例 7 的驱动电路和其它元件固定在一起，制成图像形成装置。

按例 7 的方式驱动图像形成装置，使其显示清晰的图像。

如以上详细说明的，按本发明的电子发射器件的制造方法包括激活工艺，该激活工艺由加有机物和使有机物碳化的步骤组成，因而能以简单方式低成本的制成有优异电子发射性能的表面传导型电子发射器件。用催化金属形成电子发射器件用的高质量碳。

此外，在激活工艺后对器件加热的稳定化步骤是在反应气体中进行的，以利用中间物与激活工艺中产生的碳化物之间对反应气体的耐受力之差，因而能在低温下容易地去除中间物，以维持用激活处理明显改善的电子发射性能。因此，消除了前面指出的现有稳定处理中存在的缺陷，有效抑制放电使器件的电子发射性能稳定。

因而，通过激活处理制成的包括许多这种电子发射器件的电子源和利用这种电子源的图像形成装置比用现有方法制成的装置更容易控制，使电子源及用它的图像形成装置的性能偏差减至最小。

按本发明的图像形成装置的制造方法包括下列步骤：电子源衬底制造，测试，制备面板，测试，并将电子源衬底和其上装载有图像显示元件的面板组装成真空管壳，仅装配合格的电子源和合格的面板，不可能制成有缺陷的图像形成装置，减少了批量生产的图像形成装置的总成本。由于从电子源衬底除去了在激活工艺中产生的中间物，将电子源衬底和其上载有发光体的面板装配成管壳并密封的工艺步骤中就可能更好地除去水，氧，氢，CO 和 CO<sub>2</sub>，因而进一步降低了成本。

最后，能够制造图像形成装置的制造设备，若在图像形成装置的整个

制造步骤中不曝露于大气中，则能防止从图像形成装置中已被除去的水，  
氧，氢，CO和CO<sub>2</sub>再被图像形成装置的元器件吸收，从而确保图像形  
成装置稳定工作，和图像形成装置的高制造合格率。

说 明 书 附 图

图 1A

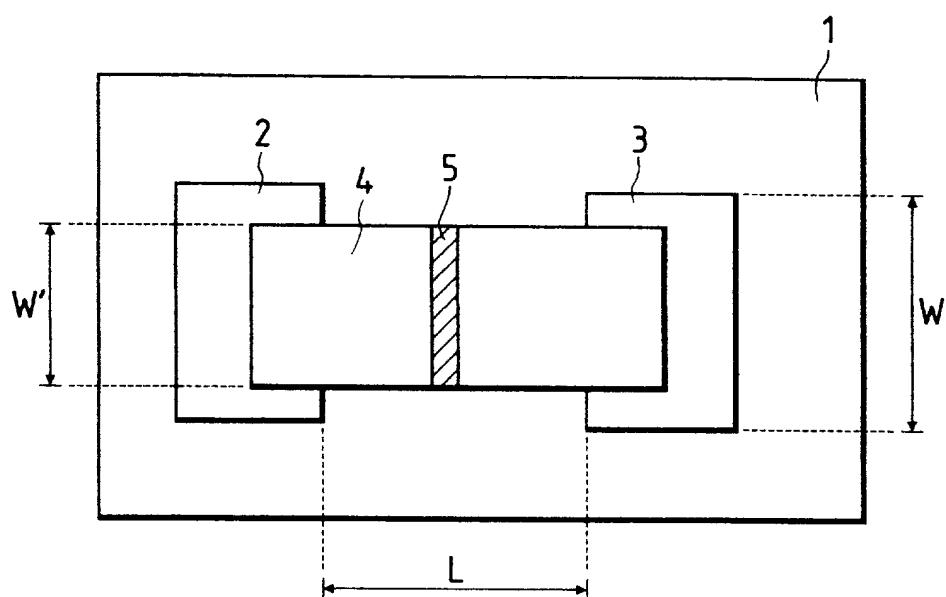


图 1B

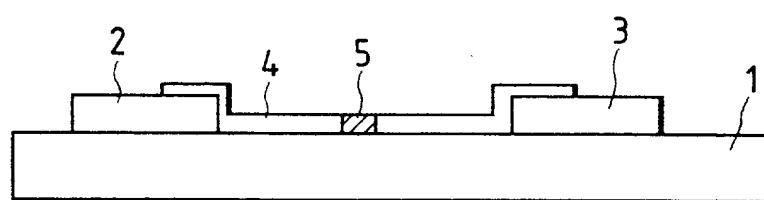


图 2

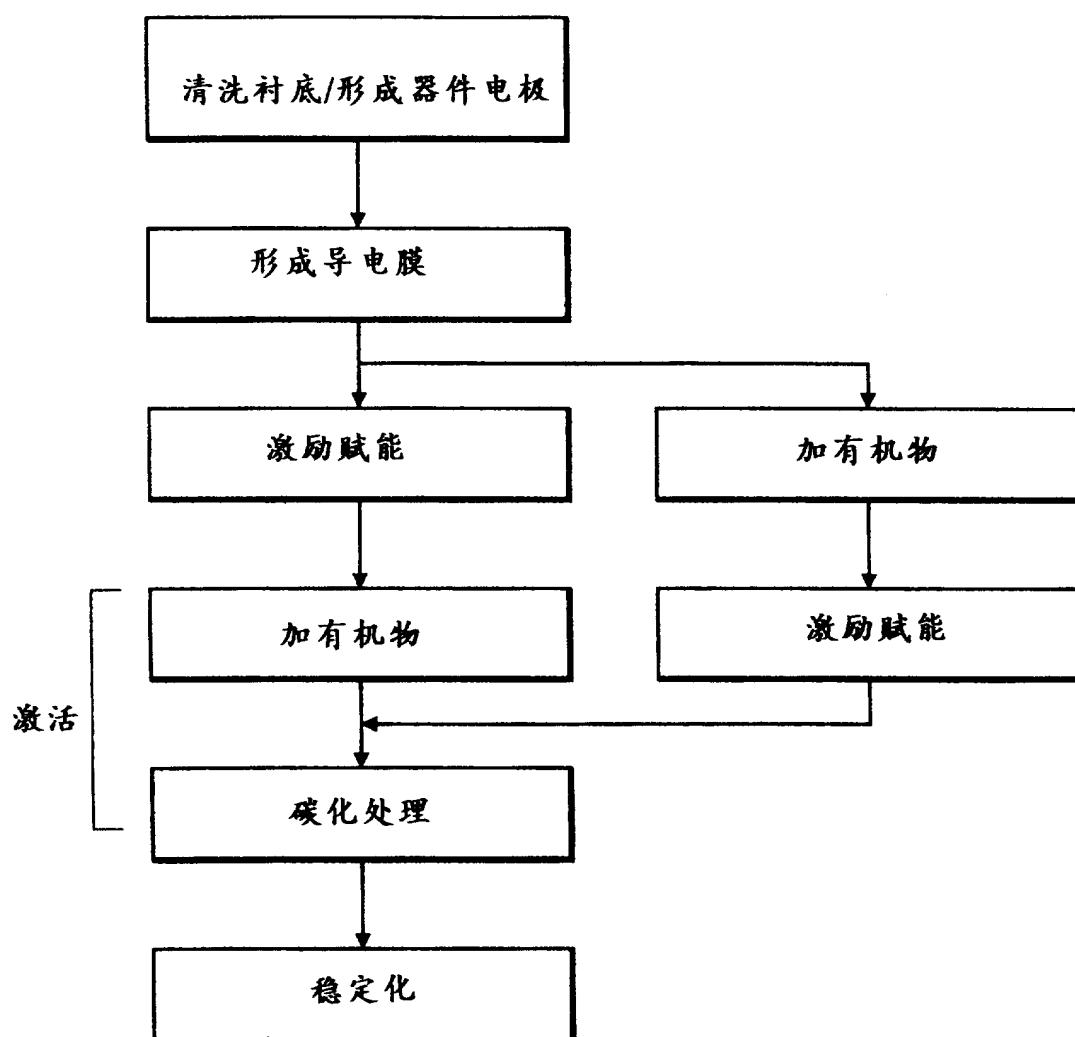


图 3A

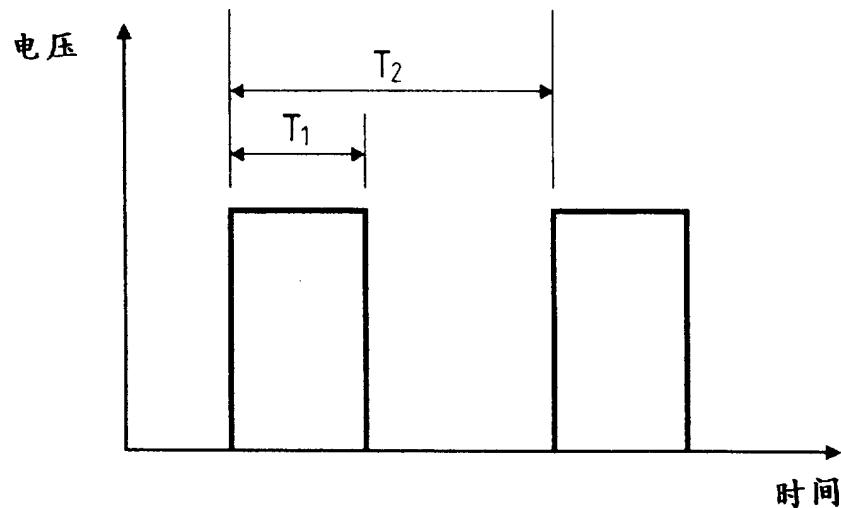


图 3B

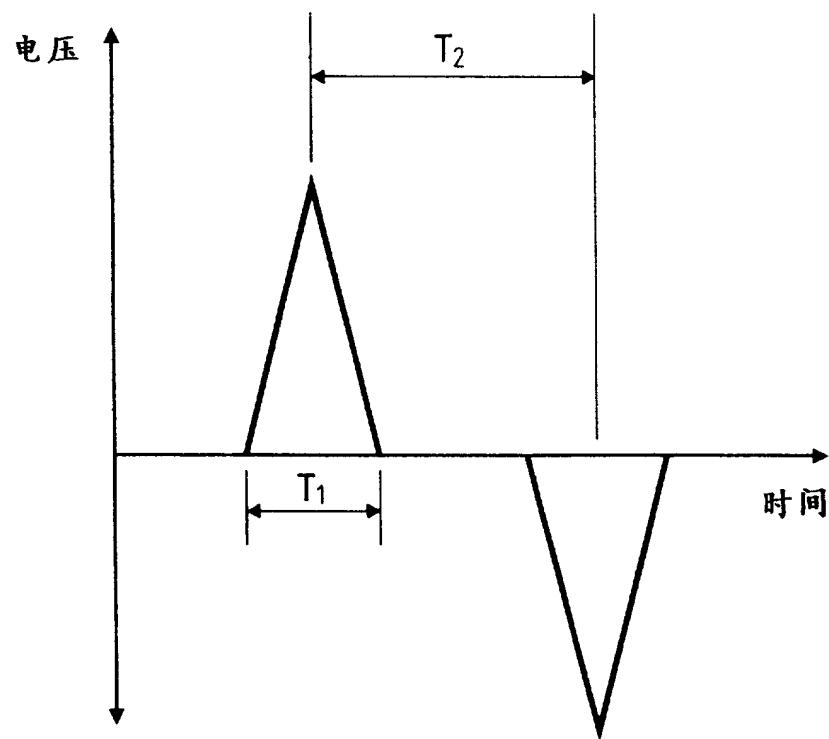


图 4

半聚合的  
(有机物膜)

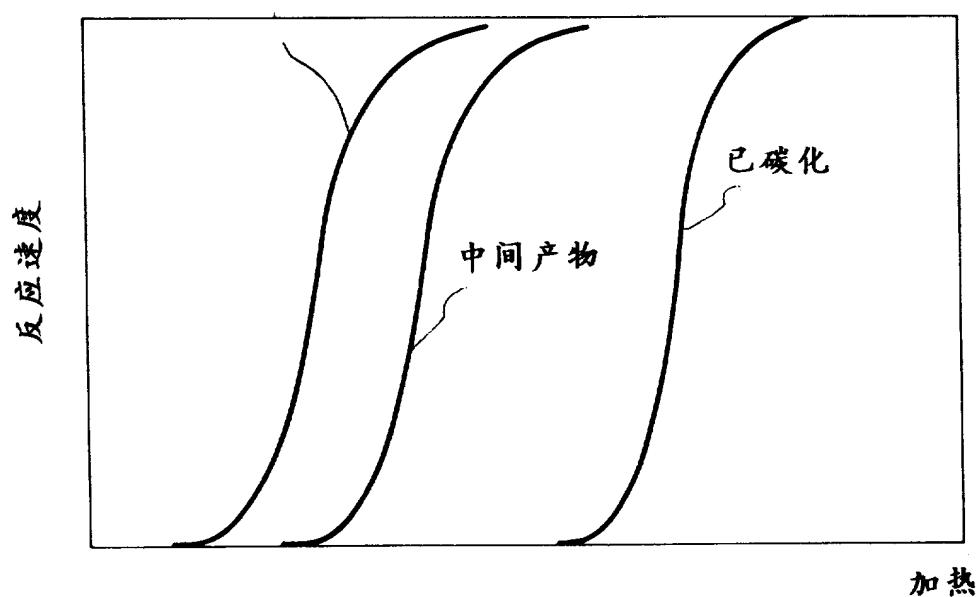


图 5

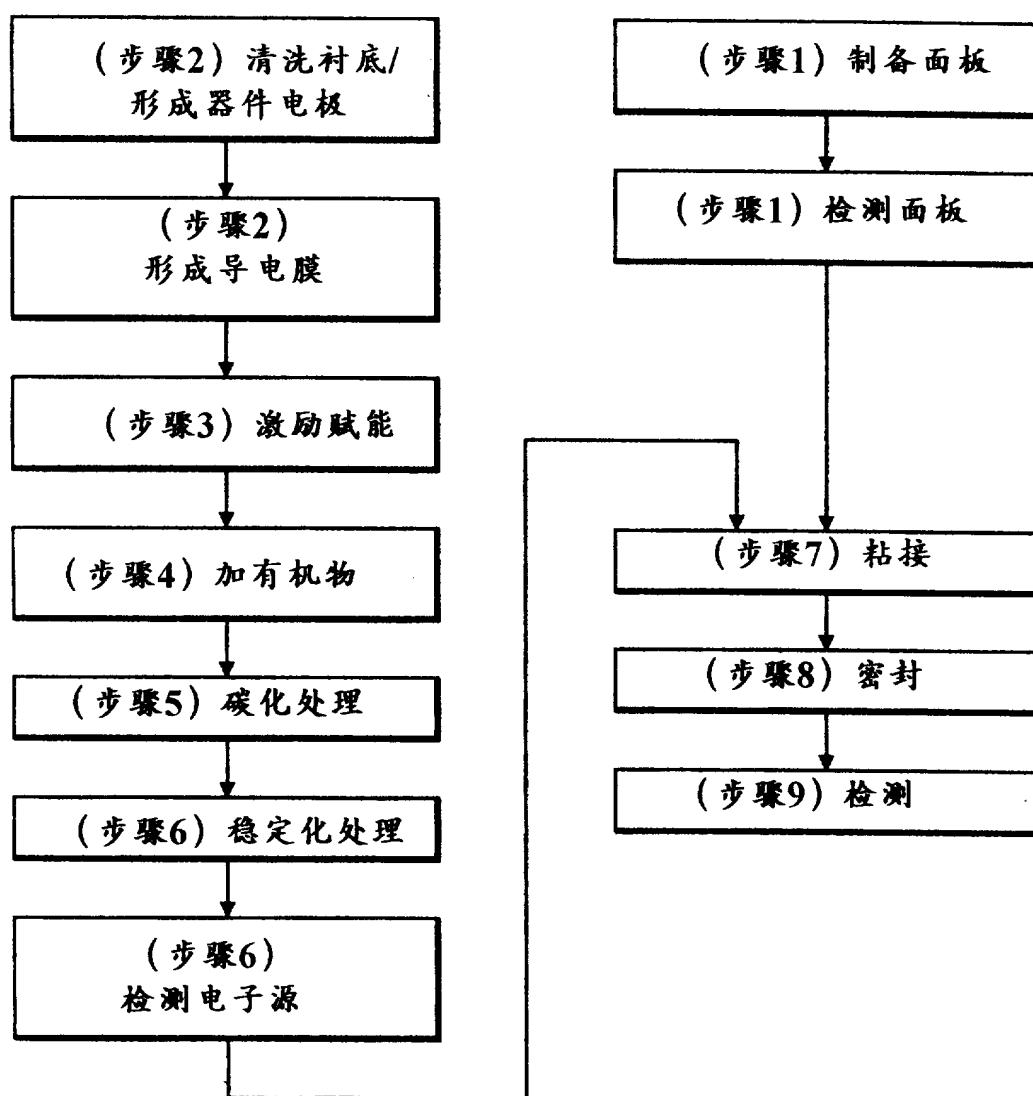




图 6A

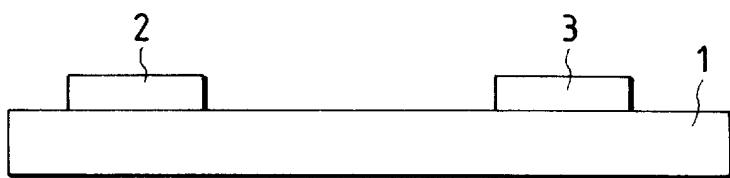


图 6B

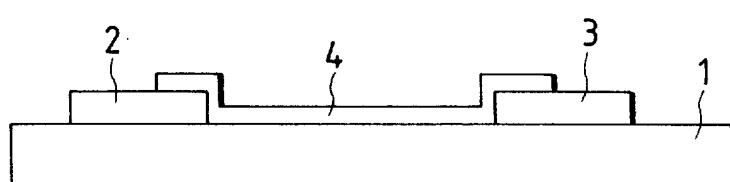


图 6C

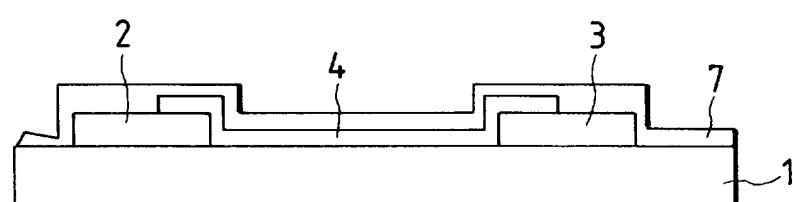


图 6D

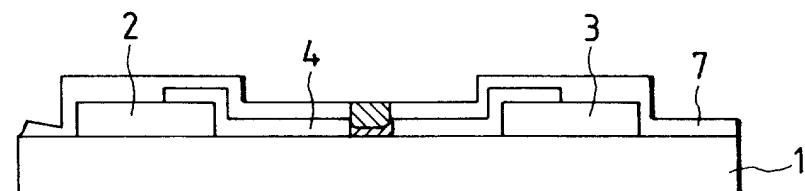


图 6E

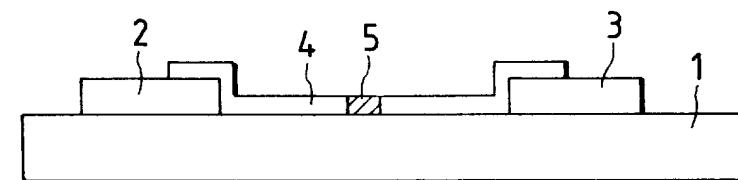


图 7

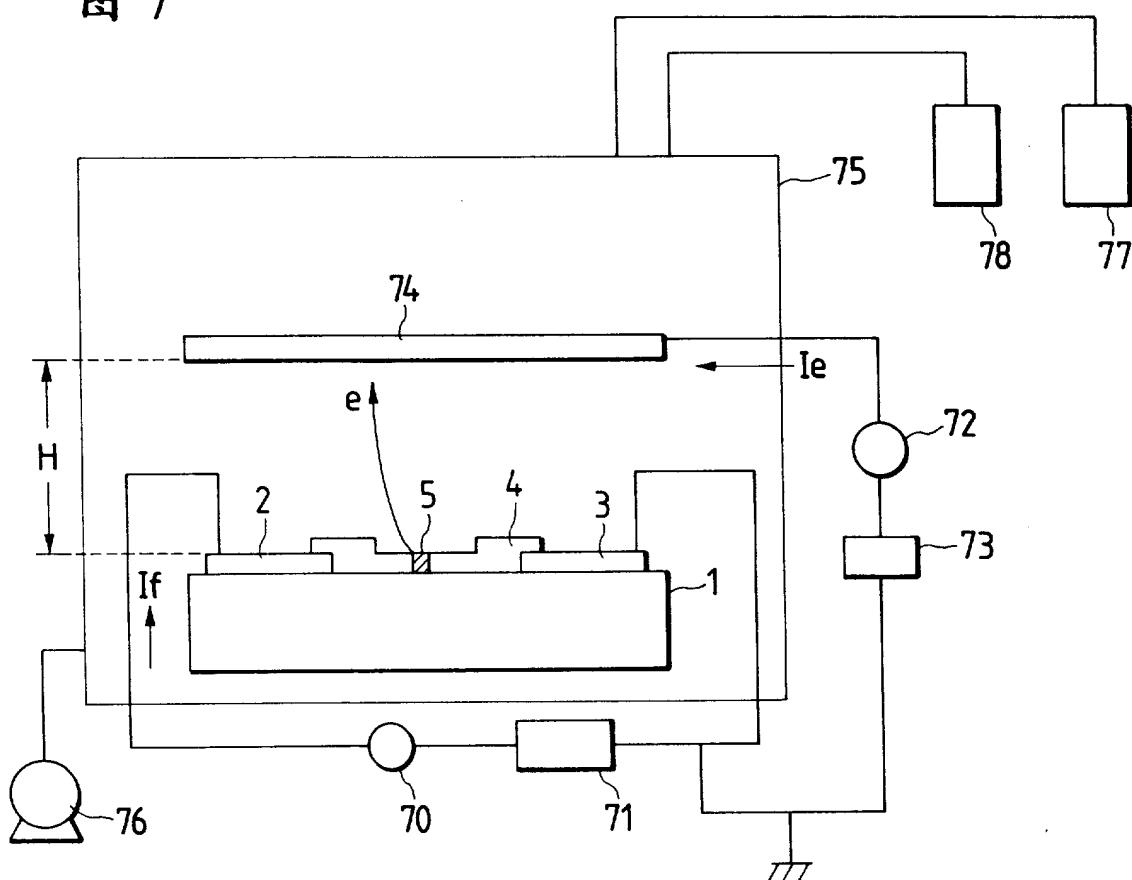


图 8

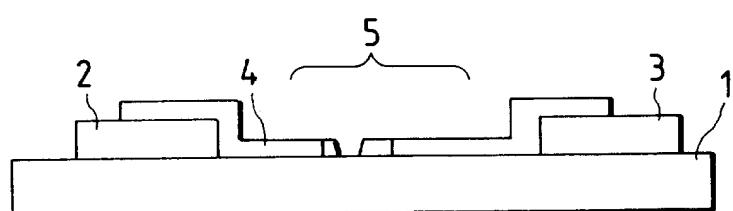


图 9

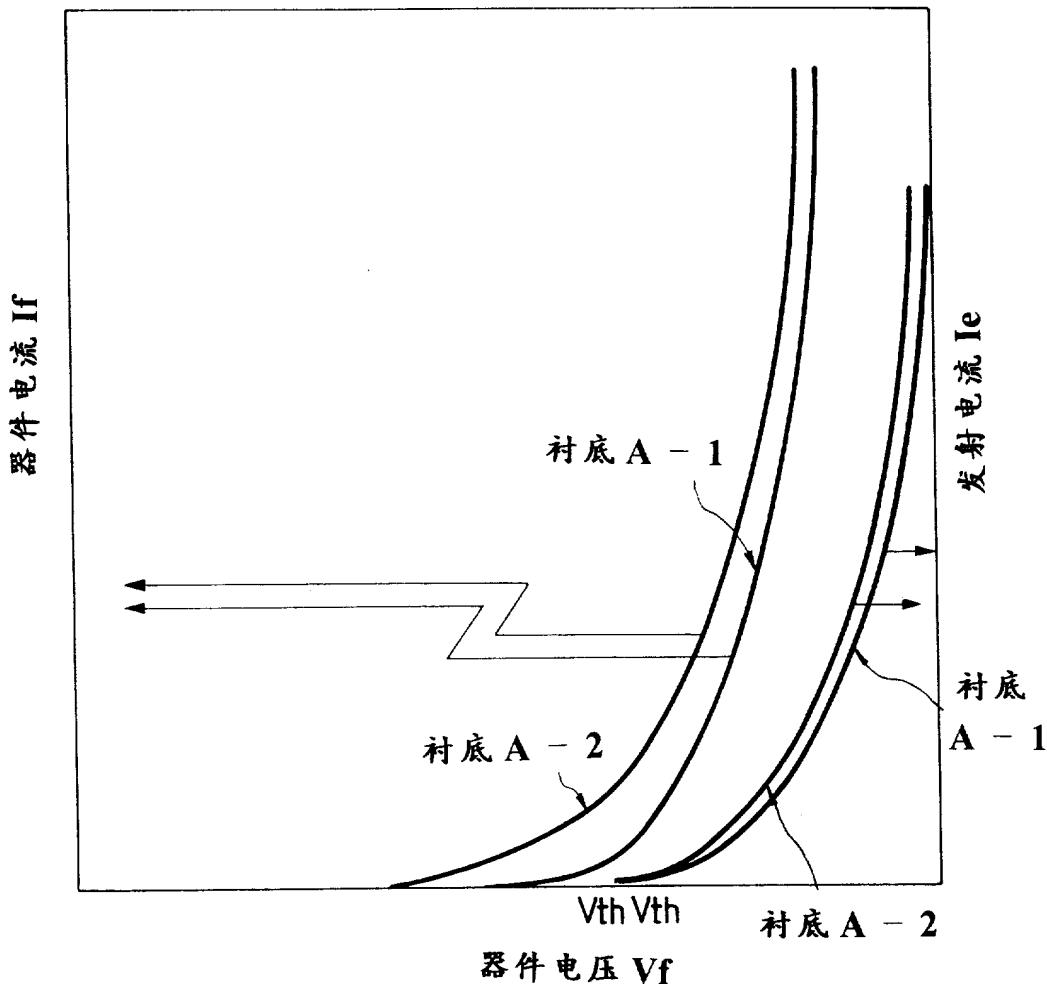


图 10

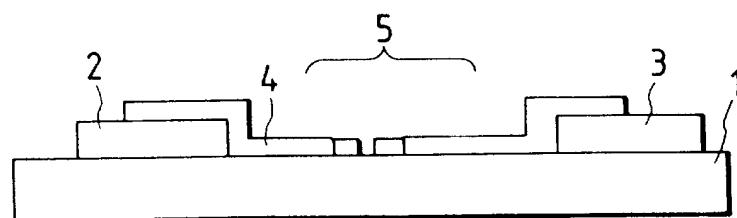


图 11

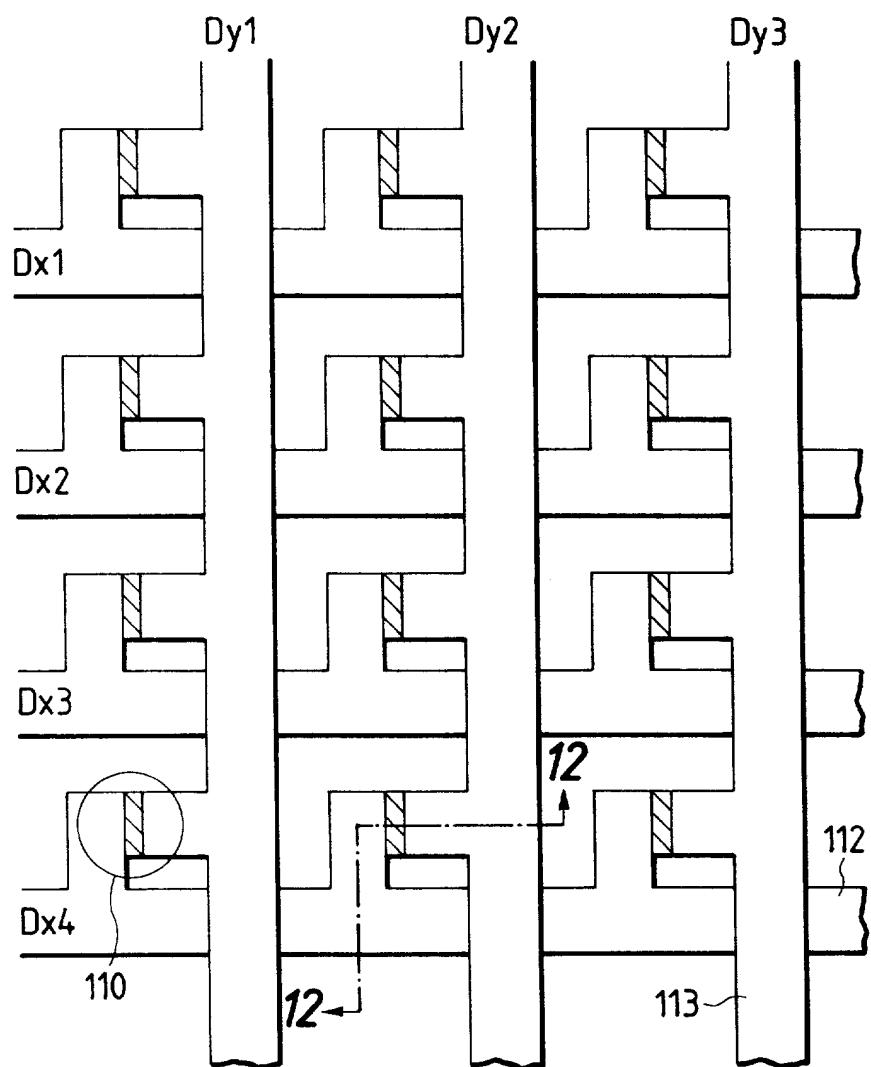


图 12

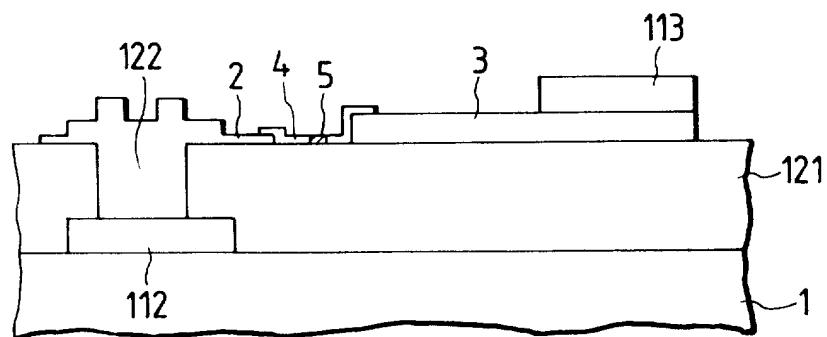


图 13A

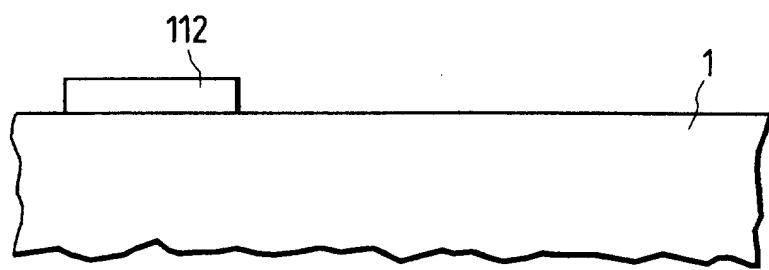


图 13B

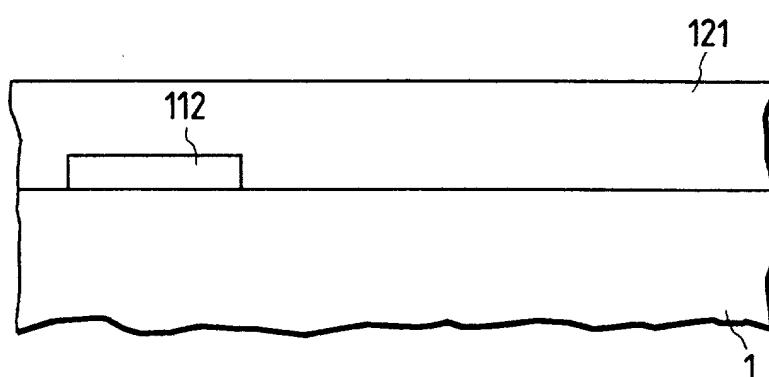


图 13C

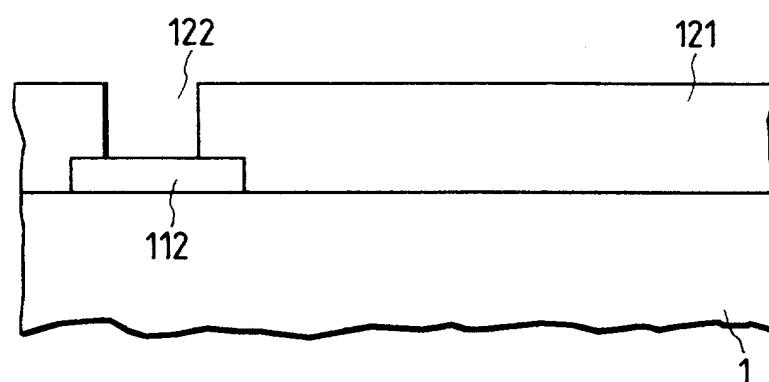


图 13D

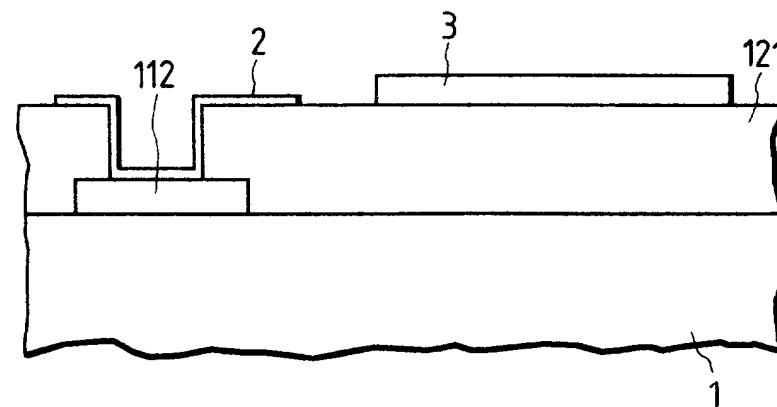


图 13E

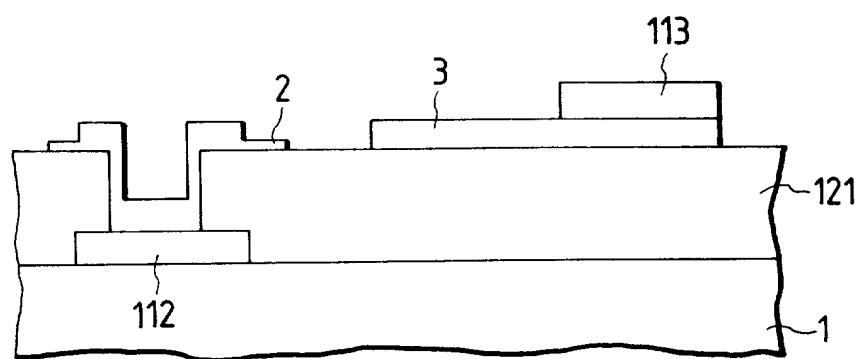


图 13F

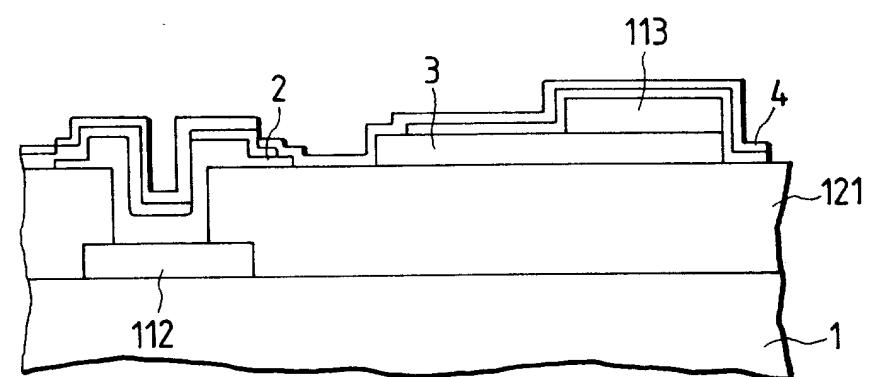


图 13G

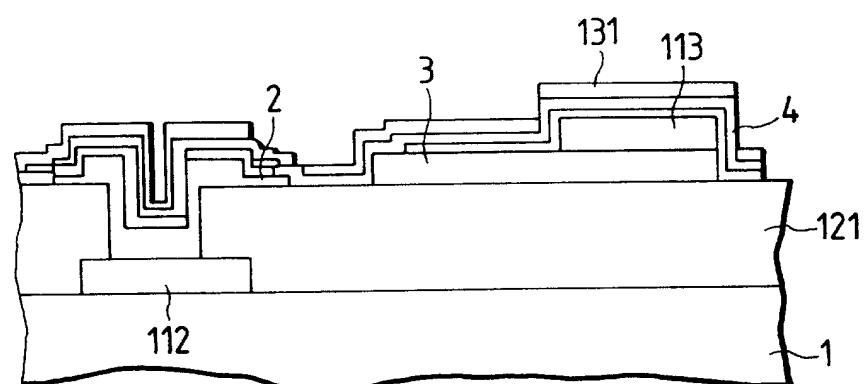


图 13H

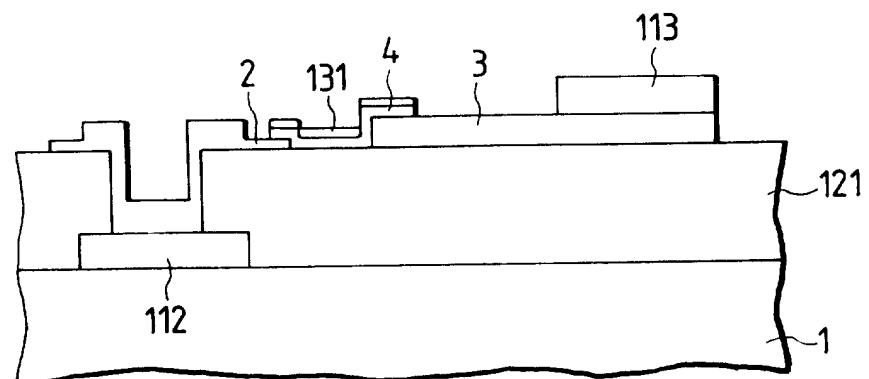


图 13I

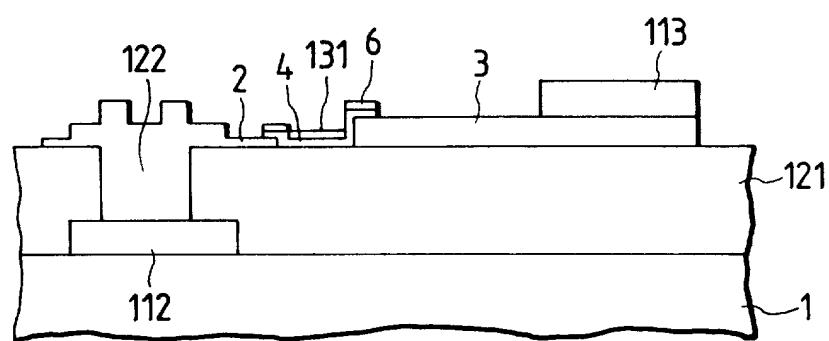


图 13J

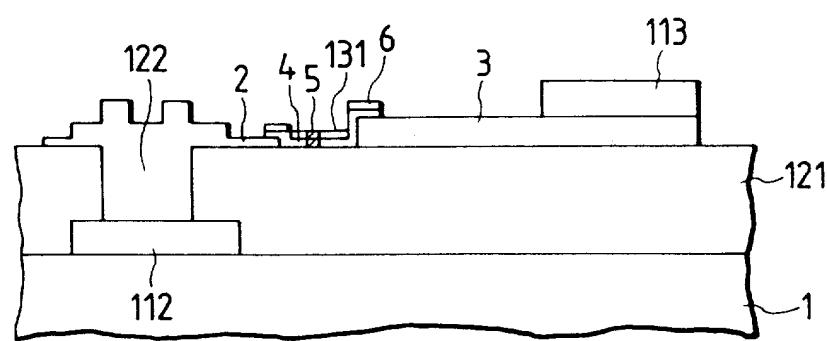


图 13K

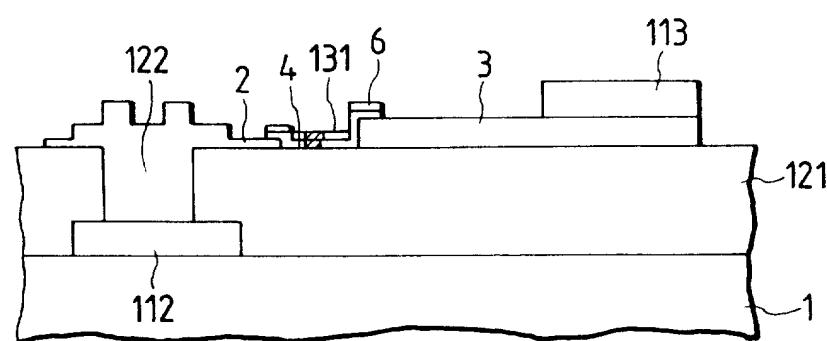


图 13L

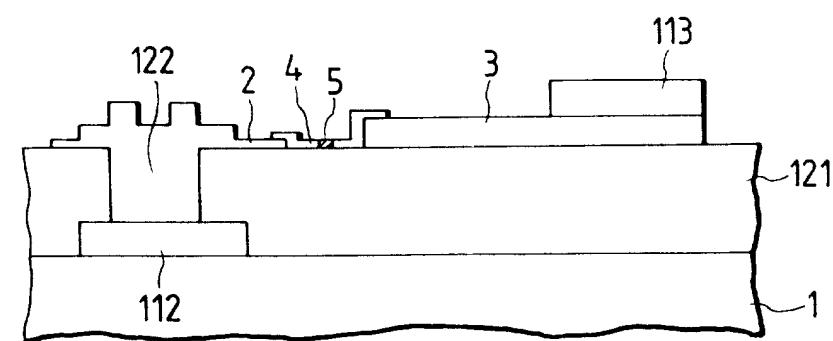


图 14

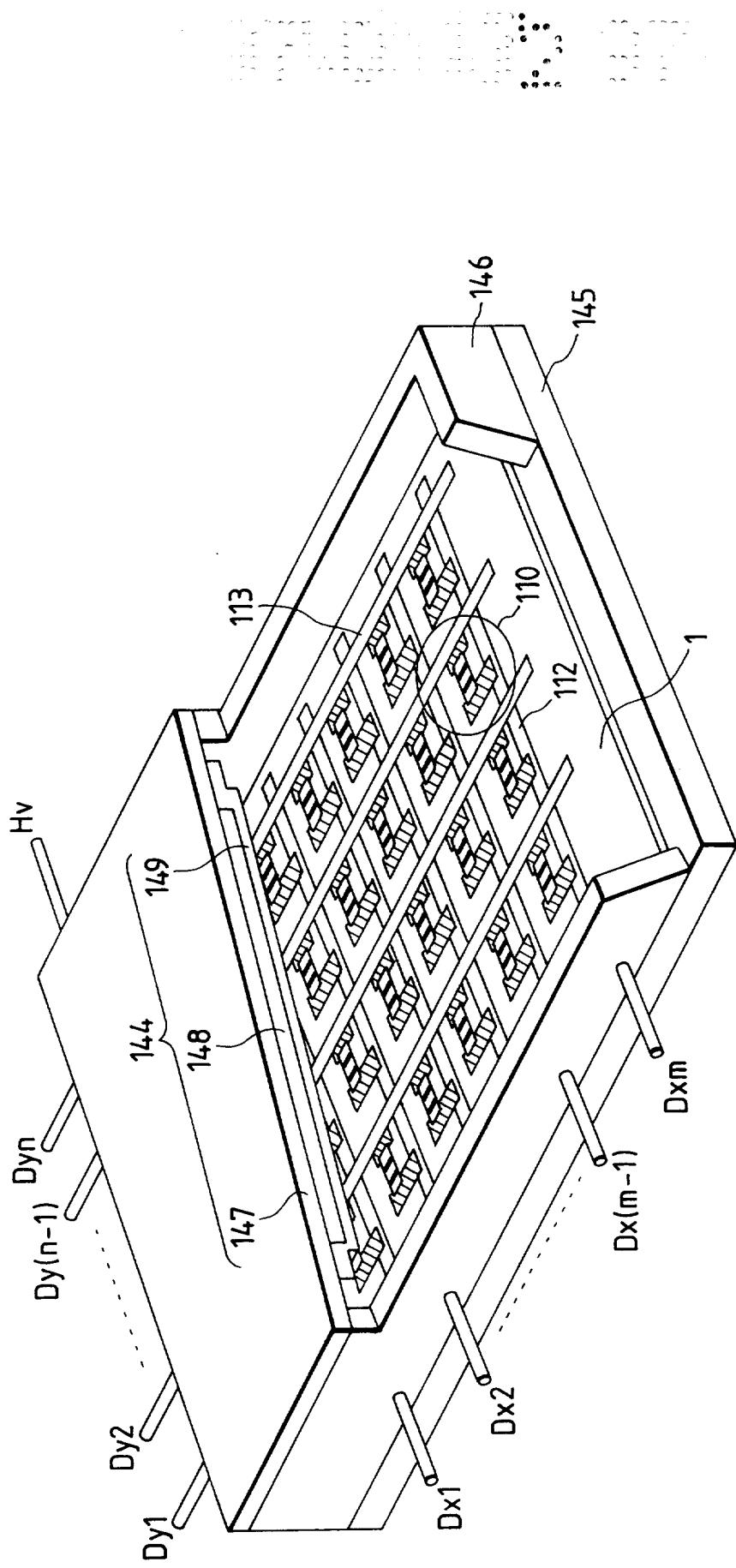


图 15

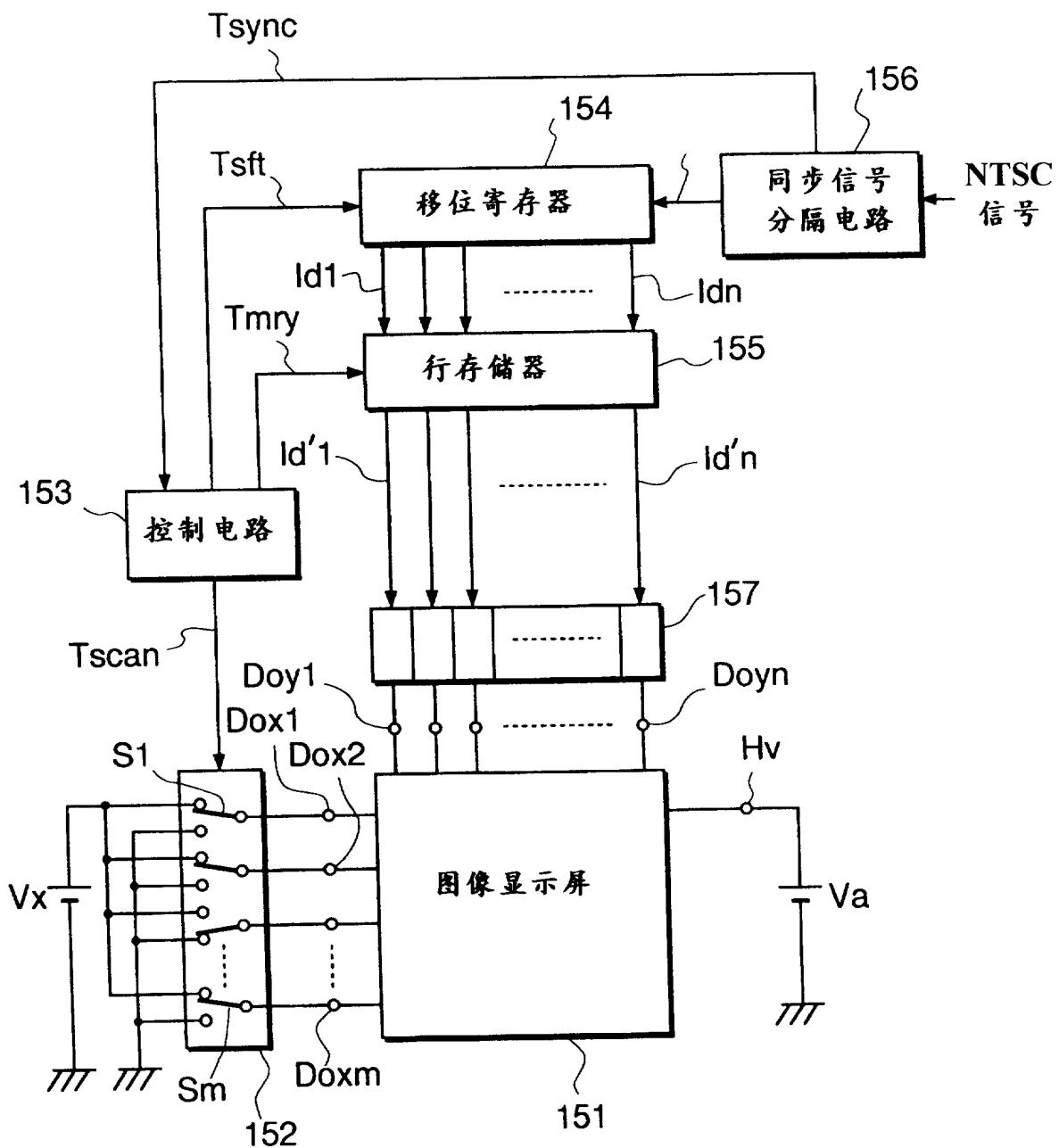


图 16

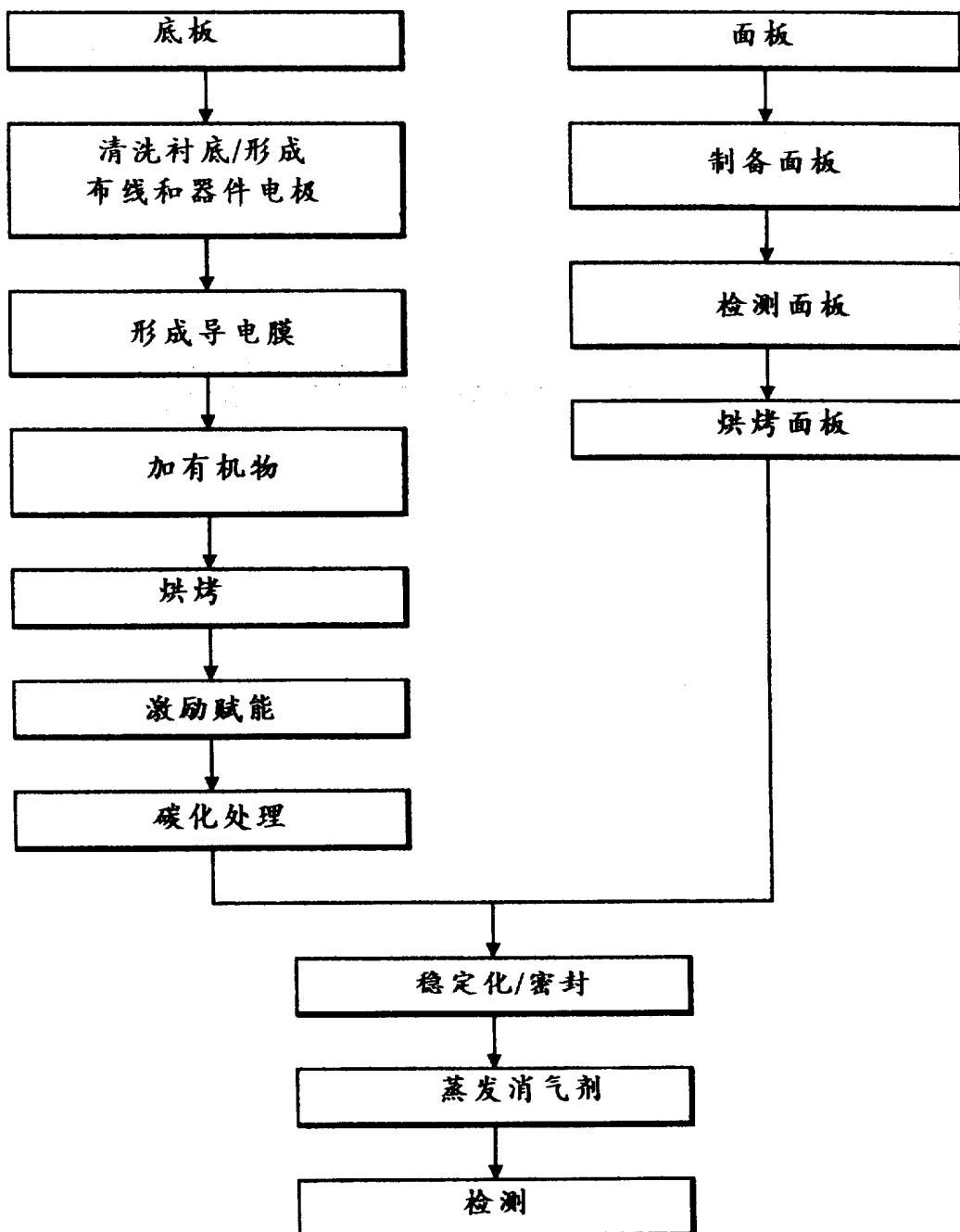


图 17

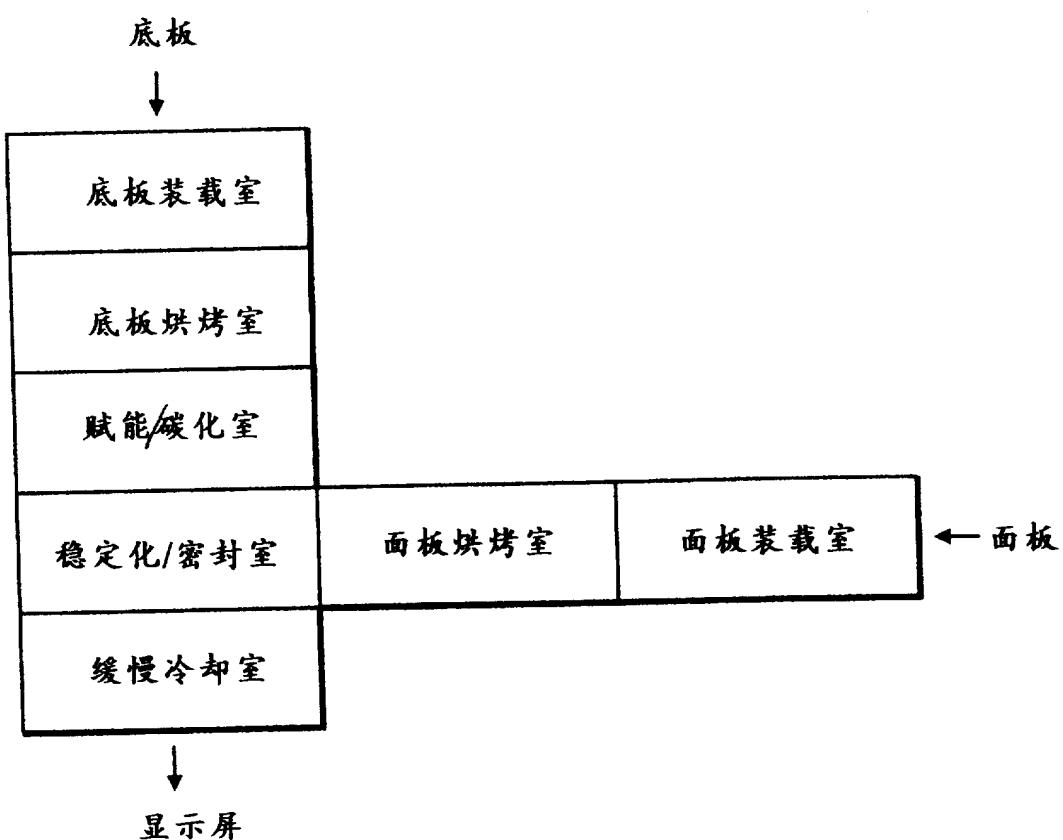


图 18

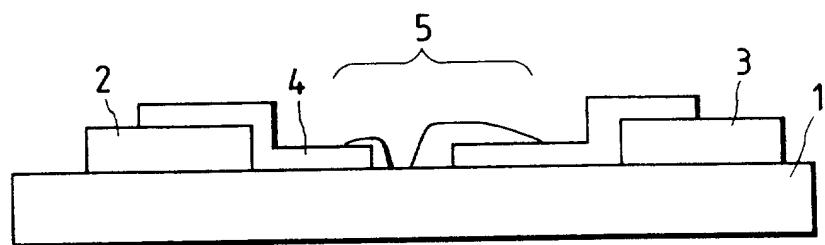


图 19

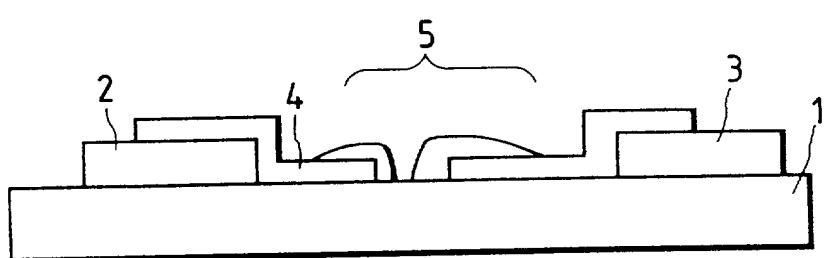


图 20

