



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1536609 B

(45) 授权公告日 2010.04.28

(21) 申请号 200410032523.0

3-45 行,附图 2.

(22) 申请日 2004.04.08

CN 1396617 A, 2003.02.12, 说明书第 5-15 页,附图 1A、8.

(30) 优先权数据

104161/2003 2003.04.08 JP

审查员 刘琼

(73) 专利权人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 广门荣信

(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 11038

代理人 杜日新

(51) Int. Cl.

H01J 31/12(2006.01)

H01J 29/04(2006.01)

H01J 1/304(2006.01)

(56) 对比文件

US 5817201 A, 1998.10.06, 说明书第 6 栏第

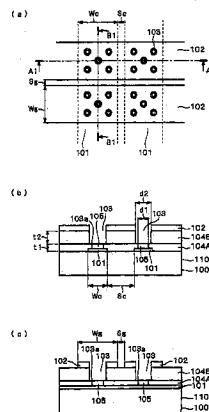
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 24 页

(54) 发明名称

冷阴极发光元件、图像显示装置及冷阴极发光元件的制造方法

(57) 摘要

图像的显示装置及冷阴极发光元件的制造方法,提供可以容易地避免阴极电极和栅极电极之间的短路,而且可以容易地进行在栅极孔内形成的包含微细纤维结构物质的物质层的膜厚管理的冷阴极发光元件。在阴极电极(101)和栅极电极(102)之间插入多个绝缘层(104A、104B)。与靠近阴极电极(101)的绝缘层(104A)接触阴极电极(101)的部分(底部开口部103a)的孔径d1相比,将靠近栅极孔(103)中的栅极电极(102)的绝缘层(104B)与栅极电极(102)接触的部分的孔径d2设定得大。在该底部开口部(116)内设置带有微细纤维结构的物质层(105)。



1. 一种冷阴极发光元件,其特征在于包括:

多个第 1 电极;

多个绝缘层,叠层设置在所述多个第 1 电极上;

多个第 2 电极,用于从所述第 1 电极侧拉出电子,设置在所述多个绝缘层上,所述多个第 2 电极与所述多个第 1 电极夹置所述多个绝缘层,所述多个第 2 电极与所述多个第 1 电极交叉;

第 3 电极,受所述电子的入射而发光,面对所述第 2 电极来配置,在其与所述第 1 电极之间施加用于加速所述电子的电压;

在所述第 1 电极和所述第 2 电极的交叉部中,至少设有一个孔部,以贯通所述第 2 电极和所述多个绝缘层并到达所述第 1 电极的表面,

将所述孔部中的所述多个绝缘层与所述第 1 电极接触的部分的第 1 孔径  $d_1$  和所述孔部中的所述多个绝缘层与所述第 2 电极接触的部分的第 2 孔径  $d_2$  设定为满足  $d_1 < d_2$  的关系,

在所述孔部中的具有所述第 1 孔径  $d_1$  的所述第 1 电极侧的开口部内,在所述第 1 电极上设有作为带有微细纤维结构的物质层的纳碳管层;

其中,在将所述孔部划分为对应于所述多个绝缘层中的与所述第 1 电极接触的最下层的绝缘层的第 1 区间、对应于与该最下层的绝缘层相比位于其上的剩余的绝缘层的第 2 区间、以及对应于所述第 2 电极的第 3 区间的情况下,将所述第 1 区间中的所述孔部的孔径尺寸设定为所述第 1 孔径  $d_1$ ,将所述第 2 区间中的孔径尺寸设定为面向所述第 2 电极侧减小为尖细形状,

所述纳碳管层的厚度与从第 1 区间的绝缘层的膜厚中减去第 1 电极的膜厚所得的值相等;

各所述绝缘层由将玻璃粉末分散在树脂中的膏材料进行烧结而构成,用于越靠近所述第 2 电极的所述绝缘层的所述玻璃粉末,使用玻璃软化点越低的玻璃粉末。

2. 如权利要求 1 所述的冷阴极发光元件,其中,与所述多个绝缘层中接触所述第 1 电极的最下层的绝缘层相比位于上侧的绝缘层有与所述第 2 电极相同的图形形状。

3. 如权利要求 1 所述的冷阴极发光元件,其中,所述多个绝缘层中的与所述第 1 电极接触的绝缘层是淀积绝缘性的膜材料而形成的堆积绝缘层。

4. 如权利要求 1 所述的冷阴极发光元件,其中,在所述多个绝缘层中的与所述第 1 电极接触的最下层的绝缘层的厚度为  $t_1$ ,所述多个绝缘层中的所述最下层的绝缘层以外部分的厚度为  $t_2$  时,以满足  $t_1 < t_2$  的关系来设定。

5. 一种图像显示装置,其中,包括带有权利要求 1 所述的冷阴极发光元件的屏面。

6. 一种冷阴极发光元件的制造方法,用于制造权利要求 1 所述的冷阴极发光元件,该方法包括:

在所述第 1 电极上形成所述多个绝缘层中的最下层的绝缘层的工序;

通过选择性除去所述最下层的绝缘层,形成构成所述孔部的下端部分的所述第 1 电极侧的所述开口部的工序;

在所述开口部内和所述最下层的绝缘层的表面上,涂敷将所述纳碳管分散在溶剂中所得的液体并进行干燥,从而形成包含所述纳碳管的干燥膜的工序;以及

通过对包含所述纳碳管的干燥膜进行平坦化处理,除去所述干燥膜的位于所述开口部内的部分以外的部分的工序。

## 冷阴极发光元件、图像显示装置及冷阴极发光元件的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及平板型图像显示装置（平板显示器），特别涉及在画面上使用将利用纳碳管（以下略记为‘CNT’）和纳石墨纤维（以下略记为‘GNF’）等的冷阴极作为电子源的发光元件的场致发射型冷阴极发光元件。

### 背景技术

[0002] 作为将 CNT 等的微细结构物质用作电场发射源的现有的冷阴极发光元件及其制造方法，例如公开在专利文献 1 中。在该专利文献 1 中，在利用通常的光刻和干式处理等来形成填充了微细结构物质的开口部后，通过喷墨法等方法在阴极电极表面的期望位置上将 CNT 含有膜的膜厚控制在几十微米内进行制作。

[0003] 【专利文献 1】

[0004] 特开 2002-110073 号公报（图 1，说明书 [0014]）

[0005] 在上述现有技术中，在通过喷墨法等方法在阴极电极（第 1 电极）表面的期望位置上设置的开口部中填充 CNT 的含有膜时，有时产生技术性的问题。即，根据填充 CNT 的含有膜时的条件（填充时的压力和粘性的变动、填充位置的位置偏差等），有时从开口部溢出 CNT 含有膜。溢出的 CNT 含有膜在阴极电极（第 1 电极）和栅极电极（第 2 电极）间形成短路电路，所以容易发生电极间短路。

### 发明内容

[0006] 本发明是用于解决上述问题的发明，提供可以容易地避免阴极电极和栅极电极之间的短路的冷阴极发光元件、图像显示装置和冷阴极发光元件的制造方法。

[0007] 此外，本发明提供可以容易地进行在栅极孔内形成的包含微细纤维结构物质的微细纤维结构层的膜厚管理，适合于大画面的显示装置的制造的冷阴极发光元件、图像显示装置及冷阴极发光元件的制造方法。

[0008] 方案 1 所述的本发明的一种冷阴极发光元件，其特征在于包括：多个第 1 电极；多个绝缘层，叠层设置在所述多个第 1 电极上；多个第 2 电极，用于从所述第 1 电极侧拉出电子，设置在所述多个绝缘层上，配置成夹置所述多个绝缘层并与所述多个第 1 电极交叉；第 3 电极，受所述电子的入射而发光，面对所述第 2 电极来配置，在其与所述第 1 电极之间施加用于加速所述电子的电压；在所述第 1 电极和所述第 2 电极的交叉部中，至少设有一个孔部，以贯通所述第 2 电极和所述多个绝缘层并到达所述第 1 电极的表面，将所述孔部中的所述多个绝缘层与所述第 1 电极接触的部分的第 1 孔径  $d_1$  和所述孔部中的所述多个绝缘层与所述第 2 电极接触的部分的第 2 孔径  $d_2$  设定为满足  $d_1 < d_2$  的关系，在所述孔部中的具有所述第 1 孔径  $d_1$  的所述第 1 电极侧的开口部内，在所述第 1 电极上设有带有微细纤维结构的物质层；其中，在将所述孔部划分为与所述多个绝缘层中的所述第 1 电极接触的最下层的绝缘层对应的第 1 区间、与该最下层的绝缘层相比位于其上的剩余的绝缘层对应的第

2 区间、以及与所述第 2 电极对应的第 3 区间的情况下,将所述第 1 区间中的所述孔部的孔径尺寸设定为所述第 1 孔径  $d_1$ ,将所述第 2 区间中的孔径尺寸设定面向所述第 2 电极侧减小为尖细形状。

[0009] 方案 2 所述的本发明的一种冷阴极发光元件,其特征在于包括:多个第 1 电极;多个绝缘层,叠层设置在所述多个第 1 电极上;多个第 2 电极,用于从所述第 1 电极侧拉出电子,设置在所述多个绝缘层上,配置成夹置所述多个绝缘层并与所述多个第 1 电极交叉;第 3 电极,受所述电子的入射而发光,面对所述第 2 电极来配置,在其与所述第 1 电极之间施加用于加速所述电子的电压;在所述第 1 电极和所述第 2 电极的交叉部中,至少设有一个孔部,以贯通所述第 2 电极和所述多个绝缘层并到达所述第 1 电极的表面,将所述孔部中的所述多个绝缘层与所述第 1 电极接触的部分的第 1 孔径  $d_1$  和所述孔部中的所述多个绝缘层与所述第 2 电极接触的部分的第 2 孔径  $d_2$  设定为满足  $d_1 < d_2$  的关系,在所述孔部中的具有所述第 1 孔径  $d_1$  的所述第 1 电极侧的开口部内,在所述第 1 电极上设有带有微细纤维结构的物质层;其中,所述各绝缘层由将玻璃粉末分散在树脂中的膏材料进行烧结而构成,越靠近用于所述第 2 电极的所述绝缘层的所述玻璃粉末,使用玻璃软化点越低的玻璃粉末。

[0010] 方案 7 所述的本发明的一种图像显示装置,其中,包括带有方案 1 所述的冷阴极发光元件的屏面。

[0011] 方案 8 所述的本发明的一种冷阴极发光元件的制造方法,用于制造方案 1 所述的冷阴极发光元件,该方法包括:在形成了所述孔部的基板的表面上,涂敷将微细纤维结构物质分散在溶剂中所得的液体并进行干燥的工序;以及在含有所述微细纤维结构物质的干燥膜的表面上高速喷吹研磨粒子,除去该干燥膜的无用部分的工序。

[0012] 方案 9 所述的本发明的一种冷阴极发光元件的制造方法,用于制造方案 1 所述的冷阴极发光元件,该方法包括:在所述第 2 电极和所述多个绝缘层上形成所述孔部,同时除去与所述孔部对应的部分并形成覆盖所述第 2 电极上的牺牲层的工序;在所述孔部内和所述牺牲层的表面上,涂敷将所述微细纤维结构物质分散在溶剂中所得的液体并进行干燥的工序;以及在含有所述微细纤维结构物质的干燥膜的表面上高速喷吹研磨粒子,除去该干燥膜的无用部分的工序。

[0013] 方案 11 所述的本发明的一种冷阴极发光元件的制造方法,用于制造方案 1 所述的冷阴极发光元件,该方法包括:在所述第 1 电极上形成所述多个绝缘层中的最下层的绝缘层的工序;通过选择性除去所述最下层的绝缘层,形成构成所述孔部的下端部分的所述第 1 电极侧的所述开口部的工序;在所述开口部内和所述最下层的绝缘层的表面上,涂敷将所述微细纤维结构物质分散在溶剂中所得的液体并进行干燥的工序;以及通过对包含所述微细纤维结构物质的干燥膜进行平坦化处理,除去位于所述干燥膜的所述开口部内的部分以外的部分的工序。

## 附图说明

[0014] 图 1 是概略地表示本发明实施方式 1 的冷阴极发光元件结构的分解斜视图。

[0015] 图 2(a) 是放大图 1 的冷阴极发光元件的阴极基板的主要部分的平面图,图 2(b) 是图 2(a) 的 A1-A1 剖面图,图 2(c) 是图 2(a) 的 B1-B1 剖面图。

[0016] 图 3 是图 2(a) 至图 2(c) 的冷阴极发光元件的制造工序的流程图。

[0017] 图 4(a) 至图 4(g) 对应于图 2(a) 的 A1-A1 剖面图, 是表示该冷阴极发光元件的制造工序的前半部分的图。

[0018] 图 5(a) 至图 5(e) 对应于图 2(a) 的 A1-A1 剖面图, 是表示该冷阴极发光元件的制造工序的后半部分的图。

[0019] 图 6(a) 至图 6(g) 对应于图 2(a) 的 B1-B1 剖面图, 是表示该冷阴极发光元件的制造工序的前半部分的图。

[0020] 图 7(a) 至图 7(e) 对应于图 2(a) 的 B1-B1 剖面图, 是表示该冷阴极发光元件的制造工序的后半部分的图。

[0021] 图 8(a) 是放大本发明实施方式 2 的冷阴极发光元件的阴极基板的主要部分的平面图, 图 8(b) 是图 8(a) 的 A2-A2 剖面图, 图 8(c) 是图 8(a) 的 B2-B2 剖面图。

[0022] 图 9(a) 是放大本发明实施方式 3 的冷阴极发光元件的阴极基板的主要部分的平面图, 图 9(b) 是图 9(a) 的 A3-A3 剖面图, 图 9(c) 是图 9(a) 的 B3-B3 剖面图。

[0023] 图 10 是图 9(a) 至图 9(c) 的冷阴极发光元件的制造工序的流程图。

[0024] 图 11(a) 至图 11(g) 对应于图 9(a) 的 A3-A3 剖面图, 是表示该冷阴极发光元件的制造工序的前半部分的图。

[0025] 图 12(a) 至图 12(b) 对应于图 9(a) 的 A3-A3 剖面图, 是表示该冷阴极发光元件的制造工序的后半部分的图。

[0026] 图 13(a) 至图 13(g) 对应于图 9(a) 的 B3-B3 剖面图, 是表示该冷阴极发光元件的制造工序的前半部分的图。

[0027] 图 14(a) 至图 14(b) 对应于图 9(a) 的 B3-B3 剖面图, 是表示该冷阴极发光元件的制造工序的后半部分的图。

[0028] 图 15(a) 是放大本发明实施方式 4 的冷阴极发光元件的阴极基板的主要部分的平面图, 图 15(b) 是图 15(a) 的 A4-A4 剖面图, 图 15(c) 是图 15(a) 的 B4-B4 剖面图。

[0029] 图 16(a) 至图 16(g) 对应于图 15(a) 的 A4-A4 剖面图, 是表示该冷阴极发光元件的制造工序的前半部分的图。

[0030] 图 17(a) 至图 17(e) 对应于图 15(a) 的 A4-A4 剖面图, 是表示该冷阴极发光元件的制造工序的后半部分的图。

[0031] 图 18(a) 至图 18(g) 对应于图 15(a) 的 B4-B4 剖面图, 是表示该冷阴极发光元件的制造工序的前半部分的图。

[0032] 图 19(a) 至图 19(e) 对应于图 15(a) 的 B4-B4 剖面图, 是表示该冷阴极发光元件的制造工序的后半部分的图。

[0033] 图 20(a) 是放大本发明实施方式 5 的冷阴极发光元件的阴极基板的主要部分的平面图, 图 20(b) 是图 20(a) 的 A5-A5 剖面图, 图 20(c) 是图 20(a) 的 B5-B5 剖面图。

[0034] 图 21(a) 至图 21(d) 对应于图 20(a) 的 A5-A5 剖面图, 是表示该冷阴极发光元件的一部分制造工序的图。

[0035] 图 22(a) 是放大本发明实施方式 6 的冷阴极发光元件的阴极基板的主要部分的平面图, 图 22(b) 是图 22(a) 的 A6-A6 剖面图, 图 22(c) 是图 22(a) 的 B6-B6 剖面图。

[0036] 图 23(a) 是放大本发明实施方式 7 的冷阴极发光元件的阴极基板的主要部分的平面图, 图 23(b) 是图 23(a) 的 A7-A7 剖面图, 图 23(c) 是图 23(a) 的 B7-B7 剖面图。

[0037] 图 24(a) 是放大本发明实施方式 8 的冷阴极发光元件的阴极基板的主要部分的平面图,图 24(b) 是图 24(a) 的 A8-A8 剖面图,图 24(c) 是图 24(a) 的 B8-B8 剖面图。

### 具体实施方式

[0038] 实施方式 1

[0039] 图 1 是概略地表示本发明的实施方式 1 的冷阴极发光元件结构的分解斜视图。本实施方式的冷阴极发光元件在阴极基板上具有特征,所以限定于阴极基板结构进行说明。

[0040] 如图 1 所示,该冷阴极发光元件包括:设置了电子源阵列的作为背面板的阴极基板 110;根据电子源的位置,设置了荧光体带或点的作为前面板的荧光体显示板 112;以及作为隔板的玻璃框 111。玻璃框 111 用于将阴极基板 110 和荧光体显示板 112 保持固定间隔来固定,在阴极基板 110 和荧光体显示板 112 之间形成密闭空间。此外,图中虽未示出,但如果画面尺寸增大,则在玻璃框 111 内部也需要用于将阴极基板 110 和荧光体显示板 112 保持固定间隔的隔板。

[0041] 阴极基板 110 包括玻璃基板 100、多个阴极电极 101、多个栅极电极 102、以及在阴极电极 101 和栅极电极 102 之间设置的多个绝缘层 104A、104B。作为第 1 电极的阴极电极 101 有略带状的形状,相互隔开间距并平行地配置在玻璃基板 100 上。作为第 2 电极的栅极电极 102 用于从阴极电极 101 侧拉出电子,有略带状的形状。栅极电极 102 相互隔开间隔并相互平行地配置,以使其与阴极电极 101 交叉。在阴极电极 101 和栅极电极 102 的交叉部中,至少形成一个栅极孔 103,作为填充了电子源的孔部。

[0042] 在面向荧光体显示板 112 的所述密闭空间内的部分中,设置作为第 3 电极的未图示的阳极电极。该阳极电极与阴极电极 101 之间施加用于加速从电子源拉出的电子的电压,通过电子的入射而发光。

[0043] 然后,通过在阴极电极 101 上输入扫描信号,同时在栅极电极 102 上输入图像信号,在阴极电极 101 和所述阳极电极之间施加加速电压,进行所述阳极电极的发光产生的图像显示。

[0044] 图 2(a) 是放大图 1 的冷阴极发光元件的阴极基板 110 的主要部分的平面图,图 2(b) 是图 2(a) 的 A1-A1 剖面图,图 2(c) 是图 2(a) 的 B1-B1 剖面图。首先,说明阴极基板 110 的主要部分的结构。在本实施方式中,如图 2(a) 至图 2(c) 所示,在玻璃基板 100 的表面上,形成带有带状结构的多个阴极电极 101。阴极电极 101 通过金属、例如铬构成的金属膜而形成,其宽度  $W_c$  例如设定为  $200\ \mu\text{m}$ ,阴极电极 101 间的间隔  $S_c$  例如设定为  $400\ \mu\text{m}$ 。阴极电极 101 的膜厚例如设定为  $100\text{nm}$ 。

[0045] 此外,在本实施方式中,形成两个绝缘层 104A、104B。绝缘层 104A、104B 由将玻璃粉末分散在树脂中所得的绝缘层用玻璃膏进行烧结而构成,位于阴极电极 101 侧的下层侧的绝缘层 104A 的玻璃粉末使用玻璃软化点比上层侧的绝缘层 104B 高的玻璃粉末。此外,将下层侧的绝缘层 104A 的厚度  $t_1$  和上层侧的绝缘层 104B 的厚度  $t_2$  按满足  $t_1 < t_2$  的关系来设定。例如,将  $t_1$  设定为  $6\ \mu\text{m}$ ,  $t_2$  设定为  $12\ \mu\text{m}$ 。

[0046] 这里,靠近栅极电极 102 的绝缘层 104B 承担确保栅极电极 102、阴极基板 101 及后述的作为电子源的微细纤维结构层 105 之间的绝缘作用,所以将其设定为大于靠近阴极电极 101 的绝缘层 104A 的厚度。

[0047] 多个栅极电极 102 与阴极电极 101 同样形成结构,由金属、例如铬构成的金属薄膜而形成。将栅极电极 102 的宽度  $W_g$  例如设定为 1.01mm,将栅极电极 102 间的间隔  $S_g$  例如设定为 0.1mm。将栅极电极 102 的膜厚例如设定为 200nm。

[0048] 栅极孔 103 以在阴极电极 101 和栅极电极 102 的交叉部中贯通栅极电极 102 和绝缘层 104A、104B 并到达阴极电极 101 的薄膜来设置。栅极孔 103 的开口部的形状可采用任意的形状,在本实施方式中采用圆形。这里,为了说明该栅极孔 103 的内部形状,将栅极孔 103 划分为对应于栅极电极 102 的第 1 区间、对应于绝缘层 104B 的第 2 区间、以及对应于栅极电极 102 的第 3 区间。即,在本实施方式中,将对应于栅极孔 103 的绝缘层 104A 的第 1 区间的孔径  $d_1$  和对应于绝缘层 104B 的第 2 区间的孔径  $d_2$  按满足  $d_1 < d_2$  的关系来设定。例如,将  $d_1$  设定为  $20\mu\text{m}$ ,  $d_2$  设定为  $50\mu\text{m}$ 。将对应于栅极孔 103 的栅极电极 102 的第 3 区间的孔径设定得与第 2 区间的上端部的孔径  $d_2$  大致相等。即,在本实施方式中,栅极孔 103 的孔径尺寸在第 1 区间中设定为大致固定的孔径  $d_1$  的值,在第 2 及第 3 区间中设定为大致固定的孔径  $d_2$  的值。

[0049] 相邻的栅极孔 103 的间隔以其中心之间的距离为规定值、例如  $100\mu\text{m}$  来设定。

[0050] 在这样的栅极孔 103 的底部开口部 103a 内,形成包含作为微细纤维结构物质的 CNT、带有微细纤维结构的微细纤维结构层 105。该微细纤维结构层 105 形成在对应于栅极孔 103 的绝缘层 104A 的第 1 区间内。即,微细纤维结构层 105 形成在通过栅极孔 103 的底部开口部 103a 露出的阴极电极 101 上。微细纤维结构层 105 的厚度大致与从绝缘层 104A 的膜厚中减去阴极电极 101 的膜厚所得的值相等。

[0051] 图 3 是图 2(a) 至图 2(c) 的冷阴极发光元件的制造工序的流程图。图 4(a) 至图 4(g) 对应于图 2(a) 的 A1-A1 剖面图,是表示该冷阴极发光元件的制造工序的前半部分的图,图 5(a) 至图 5(e) 对应于图 2(a) 的 A1-A1 剖面图,是表示该冷阴极发光元件的制造工序的后半部分的图,图 6(a) 至图 6(g) 对应于图 2(a) 的 B1-B1 剖面图,是表示该冷阴极发光元件的制造工序的前半部分的图,图 7(a) 至图 7(e) 对应于图 2(a) 的 B1-B1 剖面图,是表示该冷阴极发光元件的制造工序的后半部分的图。

[0052] 首先,在玻璃基板 100 的表面上,通过溅射法等的方法来形成金属、例如铬的金属薄膜 115(图 3 的 St1、图 4(a) 及图 6(a))。接着,通过光刻工序选择性除去金属薄膜 115,从而形成阴极电极 101(图 3 的 St2、图 4(b) 及图 6(b))。这里,光刻工序是包括抗蚀剂涂敷、干燥、曝光、显像、腐蚀、抗蚀剂剥离的一连串的处理(以下相同)。

[0053] 接着,在玻璃基板 100 的整个表面上,从阴极电极 101 之上印刷绝缘层用玻璃膏,将该印刷的玻璃膏干燥后,进行烧制,由此形成绝缘层 104A(图 3 的 St3、图 4(c) 及图 6(c))。接着,通过光刻工序选择性除去绝缘层 104A,隔开规定间隔、例如隔开  $100\mu\text{m}$  来形成用于构成栅极孔 103 的底部开口部 103a 的孔径  $d_1$  的孔部 116(图 3 的 St4、图 4(d) 及图 6(d))。

[0054] 接着,在包含孔部 116 内的绝缘层 104A 的整个表面上,印刷绝缘层用玻璃膏,将该印刷的玻璃膏干燥后,进行烧制,由此形成绝缘层 104B(图 3 的 St5、图 4(e) 及图 6(e))。此时,绝缘层 104B 的玻璃粉末使用玻璃软化点比绝缘层 104A 低的玻璃粉末,所以可以抑制绝缘层 104B 的烧制时下层侧的绝缘层 104A 软化,可以防止孔部 116 等结构变形、恶化。

[0055] 接着,在绝缘层 104B 的表面上通过溅射法等的方法来形成金属、例如铬的金属薄膜



117(图3的St6、图4(f)及图6(f)),通过光刻工序选择性除去该金属薄膜117(图3的St7)。即,使用金属薄膜117上形成的抗蚀剂图形118,对金属薄膜117进行构图(图4(g)及图6(g))。然后除去掩模118。

[0056] 接着,形成栅极孔103(图3的St8)。即,在绝缘层104B的表面上,从栅极电极102之上形成栅极孔形成用的抗蚀剂图形119(图5(a)及图7(a))。该抗蚀剂图形119用作栅极电极102和绝缘层104B的腐蚀掩模,将栅极孔形成用的孔径 $d_{r2}$ 例如为 $50\mu\text{m}$ 的孔部119a设置在规定位置。

[0057] 接着,通过抗蚀剂图形119对栅极电极102用混酸进行化学腐蚀,接着对绝缘层104B用硝酸进行化学腐蚀,形成贯通至阴极电极101表面的栅极孔103(图5(b)及图7(b))。然后除去抗蚀剂图形119(图5(c)及图7(c))。

[0058] 接着,在包含栅极孔103内的玻璃基板100的整个表面上以高压喷射涂敷将CNT分散在溶剂中所得的液体,然后进行干燥(图3的St9、图5(d)及图7(d))。在分散了CNT的液体干燥后,通过喷砂来进行包含该CNT的干燥膜120中的栅极孔103底部开口部103a内以外的区域中存在的无用部分的除去处理(图3的St10,图5(e)及图7(e))。即,通过残留在干燥膜120中的底部开口部103a内的部分来形成具有微细纤维结构的物质层105。具体地说,在干燥膜120的表面上,用高压喷吹作为研磨粒子的碳酸钙粒子。使用的碳酸钙粒子使用其粒径 $d_s$ 相对于栅极孔103的孔径 $d_1$ 、 $d_2$ 满足 $d_1 < d_s < d_2$ 的关系的粒子。因此,碳酸钙粒子进入栅极孔103内,但没有进入其底部开口部103a内。其结果,仅残留位于底部开口部103a内的干燥膜120,除此以外都被除去。碳酸钙粒子例如使用粒径 $d_s$ 为 $25\sim 30\mu\text{m}$ 的粒子。

[0059] 接着,在除去干燥膜120的无用部分后,为了将栅极孔103内形成的微细纤维结构层105固定粘结在阴极电极101上,例如在温度 $450^\circ\text{C}\sim 550^\circ\text{C}$ 下进行烧制(图3的St11),由此获得图2(a)至图2(c)所示的阴极基板110。

[0060] 然后,将这样构成的冷阴极发光元件用于在画面上配有该冷阴极发光元件的平面型的图像显示装置。

[0061] 这样,在本实施方式的冷阴极发光元件中,将栅极孔103中的绝缘层104B接触栅极电极102的部分的孔径 $d_2$ 设定得大于绝缘层104A接触阴极电极101的部分(底部开口部103a)的孔径 $d_1$ ,在该底部开口部103a内设置微细纤维结构的微细纤维结构层105。因此,可以抑制绝缘层104A、104B的整体厚度,同时扩大栅极电极102和阴极电极101及微细纤维结构层105之间的距离,可以容易地避免底部开口部103a内设置的微细纤维结构层105和栅极电极102在结构物形成工序中的热工序等中产生接触。此外,由于绝缘层104A具有规定含有CNT的微细纤维结构层105的膜厚和位置的导向功能,所以可以容易地进行微细纤维结构层105的膜厚和形成位置的管理,同时可以形成均匀膜厚的微细纤维结构层105。

[0062] 而且,微细纤维结构层105形成在栅极孔103内的开口径比栅极电极102侧的开口径小的底部开口部103a内,所以在形成栅极孔103的栅极电极102侧的部分(第2及第3区间)时,使对于该部分的底部开口部103a的定位精度的要求水准得以缓和。因此,抑制热历史造成的各部分尺寸变动的的影响,可以提供容易制造的冷阴极发光元件。

[0063] 此外,通过追加绝缘层104A并设置绝缘层104B,可以将阴极电极101和栅极电极

102 之间的距离保持固定,可以避免两电极间产生短路电路,同时进行稳定的发光动作。

[0064] 而且,由于在积载多个绝缘层 104A、104B 上形成栅极孔 103,所以可容易地形成其孔径以叠层绝缘层 104A、104B 的顺序分级变化的栅极孔 103。

[0065] 此外,通过调节栅极孔 103 的阴极电极 101 侧的开口径  $d_1$  和栅极电极 102 侧的开口径  $d_2$  的各自尺寸及相互之比,以及绝缘层 104A 的厚度  $t_1$  及绝缘层 104B 的厚度  $t_2$  的各自尺寸及相互之比,可以按期望的电压进行栅极动作。

[0066] 而且,对应于栅极孔 103 的绝缘层 104B 的第 2 区间实质上没有孔径变化,被设定为短柱的形状。因此,在除去干燥膜 120 的无用部分的工序中,研磨粒子直接碰撞由绝缘层 104B 构成的栅极孔 103 内的内侧壁,可以防止内壁侧受到损伤。此外,假设即使是在栅极孔 103 形成后进行绝缘层 104B 的烧制的情况,栅极电极 102 也不因该热工序造成的形状变化而陷没在栅极孔 103 内。

[0067] 此外,绝缘层 104A、104B 由将玻璃粉末分散在树脂中的膏材料进行烧结而构成,所以不使用 CVD 等的成膜工序,可以容易地形成绝缘层 104A、104B。

[0068] 而且,将靠近栅极电极 102 的绝缘层 104B 的厚度设定得大于靠近阴极电极 101 的绝缘层 104A 的厚度,所以可以抑制绝缘层 104A、104B 的整体厚度,同时可靠地确保栅极电极 102、阴极电极 101 及微细纤维结构层 105 之间的绝缘。

[0069] 此外,由于靠近栅极电极 102 的绝缘层 104B 中使用的玻璃粉末的软化点比靠近阴极电极 101 的绝缘层 104A 中使用的玻璃材料的软化点低,所以可以防止在绝缘层 104B 的烧制时下层侧的绝缘层 104A 软化,形状等产生恶化。

[0070] 而且,在形成栅极孔 103 的阴极基板 110 的整个表面上,通过包含 CNT 液体的涂敷等来形成干燥膜 120,对于该干燥膜 120,喷吹研磨粒子来除去其无用部分。因此,通过将喷砂中使用的研磨粒子的粒径  $d_s$  设定为合适的值、即设定为  $d_1 < d_s < d_2$ ,可以容易地除去栅极孔 103 内填充的干燥膜 120 的无用部分。

[0071] 此外,在除去干燥膜 120 的无用部分的工序中,底部开口部 103a 内的干燥膜 120 被研磨粒子撞击,可获得对面向不规则方向的 CNT 赋予一定的方向性的效果,可以改善来自 CNT 的电子发射特性。

[0072] 再有,在本实施方式中,作为微细纤维结构物质,使用 CNT,但也可以使用其他物质,例如 GNF。关于这一点,在以下的实施方式 2 ~ 8 中也是同样。

[0073] 此外,在本实施方式中,使用铬形成阴极电极 101 和栅极电极 102,但只要是通过电极形成工序的热处理而不损失电导率的导电材料,也可以使用任意的金属材料。关于这一点,在以下的实施方式 2 ~ 8 中也是同样。

[0074] 实施方式 2

[0075] 图 8(a) 是放大本发明的实施方式 2 的冷阴极发光元件的阴极基板 110 的主要部分的平面图,图 8(b) 是图 8(a) 的 A2-A2 剖面图,图 8(c) 是图 8(a) 的 B2-B2 剖面图。本实施方式的冷阴极发光元件的阴极基板 110 与上述实施方式 1 的阴极基板 110 实质上的不同点是,设有绝缘层 204B 的结构来取代上述的绝缘层 104B。因此,这里仅说明绝缘层 204B 的结构,对与实施方式 1 的阴极基板 110 相同的部分附以同一参考标号,并省略说明。

[0076] 在本实施方式的阴极基板 110 中,如图 8(a) 至图 8(c) 所示,两个绝缘层 104A、204B 中的靠近栅极电极 102 的绝缘层 204B 从所述荧光体显示板 112 侧观察有与栅极电极

102 相同的图形形状。

[0077] 再有,本实施方式中的各参数  $d_1$ 、 $d_2$ 、 $t_1$ 、 $t_2$  等的数值与实施方式 1 同样地设定。

[0078] 这样,在本实施方式的冷阴极发光元件中,可获得与实施方式 1 的冷阴极发光元件大致同样的效果,同时将相邻的栅极电极 102 间的距离有效地扩大,其结果,可抑制产生相邻栅极电极 102 间的短路电路。

[0079] 此外,通过使用栅极电极 102 的光掩模的单一光刻工序,可以进行栅极电极 102 和绝缘层 204B 的构图、以及形成栅极孔 103,其结果,工序数减少,由此提高生产率。

[0080] 实施方式 3

[0081] 图 9(a) 是放大本发明的实施方式 3 的冷阴极发光元件的阴极基板 110 的主要部分的平面图,图 9(b) 是图 9(a) 的 A3-A3 剖面图,图 9(c) 是图 9(a) 的 B3-B3 剖面图。本实施方式的冷阴极发光元件的阴极基板 110 与上述实施方式 1 的阴极基板 110 实质上的不同点是,栅极孔 103 的结构和阴极基板 110 的制造工序。因此,仅对这些不同点进行说明,对共用的部分附以同一参考标号并省略说明。

[0082] 在本实施方式的阴极基板 110 中,如图 9(a) 至图 9(c) 所示,将栅极孔 103 中的对应于绝缘层 104A 的第 1 区间的孔径尺寸设定为孔径  $d_1$ ,将对应于绝缘层 104B 的第 2 区间上端部的孔径尺寸设定为孔径  $d_2$  (其中,  $d_2 > d_1$ ),将第 2 区间下端的孔径尺寸设定为孔径  $d_m$  (其中,  $d_m > d_2$ )。而且,栅极孔 103 的第 2 区间的孔径尺寸从绝缘层 104B 的下端面向上端面从孔径  $d_m$  减少到孔径  $d_2$  的前端尖细状。在本实施方式中,例如将  $d_1$  设定为  $20 \mu\text{m}$ ,将  $d_2$  设定为  $40 \mu\text{m}$ ,将  $d_m$  设定为  $60 \mu\text{m}$ 。

[0083] 此外,在本实施方式中,绝缘层 104B 使用具有感光性的绝缘层用玻璃膏来形成。绝缘层 104A 的厚度  $t_1$  例如设定为  $6 \mu\text{m}$ ,绝缘层 104B 的厚度  $t_2$  例如设定为  $10 \mu\text{m}$ 。

[0084] 图 10 是图 9(a) 至图 9(c) 的冷阴极发光元件的制造工序的流程图。图 11(a) 至图 11(g) 对应于图 9(a) 的 A3-A3 剖面图,是表示该冷阴极发光元件的制造工序的前半部分的图,图 12(a) 和图 12(b) 对应于图 9(a) 的 A3-A3 剖面图,是表示该冷阴极发光元件的制造工序的后半部分的图。图 13(a) 至图 13(g) 对应于图 9(a) 的 B3-B3 剖面图,是表示该冷阴极发光元件的制造工序的前半部分的图,图 14(a) 和图 14(b) 对应于图 9(a) 的 B3-B3 剖面图,是表示该冷阴极发光元件的制造工序的后半部分的图。

[0085] 首先,在玻璃基板 100 的表面上,通过溅射法等的方法来形成金属、例如铬的金属薄膜 115 (图 10 的 St21、图 11(a) 及图 13(a))。接着,通过光刻工序选择性除去金属薄膜 115,从而形成阴极电极 101 (图 10 的 St22、图 11(b) 及图 13(b))。

[0086] 接着,在玻璃基板 100 的整个表面上,从阴极电极 101 之上印刷绝缘层用玻璃膏,将该印刷的玻璃膏干燥后,进行烧制,由此形成绝缘层 104A (图 10 的 St23、图 11(c) 及图 13(c))。接着,通过光刻工序选择性除去绝缘层 104A,隔开规定间隔、例如隔开  $100 \mu\text{m}$  来形成用于构成栅极孔 103 的底部开口部 103a 的孔径  $d_1$  的孔部 116 (图 10 的 St34、图 11(d) 及图 13(d))。

[0087] 接着,在包含孔部 116 内的玻璃基板 100 的整个表面上,高压喷射涂敷将 CNT 分散在溶剂中所得的液体,然后进行干燥 (图 10 的 St25、图 11(e) 及图 13(e))。在分散了 CNT 的液体干燥后,通过平坦化处理来除去包含该 CNT 的干燥膜 321 中的孔部 116 内以外的区域中存在的无用部分 (图 10 的 St26、图 11(f) 及图 13(f))。在本实施方式中,通过研磨带

进行干燥膜 321 的表面研磨来除去干燥膜 321 的无用部分。这种表面研磨完全除去绝缘层 104A 上形成的干燥膜 321,直至露出孔部 116 上端的开口边缘。这里,研磨带在薄膜状的薄片表面上涂入研磨粒子。

[0088] 接着,在微细纤维结构层 105 和绝缘层 104A 的这个表面上,印刷具有感光性的绝缘层用玻璃膏,将该印刷的玻璃膏层进行干燥而形成干燥膏层 322。此时,干燥层 322 的厚度例如设定为  $20\ \mu\text{m}$ 。然后,对于干燥膏层 322,将栅极孔图形(孔径  $40\ \mu\text{m}$ 、间隔  $100\ \mu\text{m}$ )曝光(图 10 的 St27,图 11(g) 和图 13(g))。

[0089] 接着,在干燥膏膜 322 的表面上印刷具有感光性的导电性银膏,进行干燥,由此形成电极材料层 323。然后,通过配有栅极孔图形(孔径  $50\ \mu\text{m}$ 、间隔  $100\ \mu\text{m}$ )和条纹图形(宽度  $W_g$  为  $1.01\text{mm}$ 、间隔  $S_g$  为  $0.1\text{mm}$ )的光掩模将电极材料层 323 曝光(图 10 的 St28,图 12(a) 和图 14(a))。

[0090] 接着,将曝光处理后的干燥膏层 322 和曝光处理后的电极材料层 323 同时显像(图 10 的 St29,图 12(b) 和图 14(b))。然后,例如在  $450^\circ\text{C}\sim 550^\circ\text{C}$  的温度下进行烧制(图 10 的 St30),由此获得图 9(a) 至图 9(c) 所示的阴极基板 110。

[0091] 这里,可通过曝光显像条件的合适化来实现栅极孔 103 的第 2 区间各部的孔径尺寸  $d_m$ 、 $d_2$  的大小关系和锥形状。

[0092] 这样,本实施方式的冷阴极发光元件与上述实施方式 1 的冷阴极发光元件的不同在于栅极孔 103 的绝缘层 104B 所对应的第 2 区间的形状,除此以外的结构是大致相同结构,所以可获得与实施方式 1 的冷阴极发光元件大致同样的效果。

[0093] 但是,在本实施方式中,栅极孔 103 的第 2 区间从绝缘层 104B 的阴极电极 101 侧面向栅极电极 102 侧,从孔径  $d_m$ (其中, $d_m$  为  $d_m > d_2 > d_1$ ) 缓慢缩减到孔径  $d_2$  的前端尖细状,所以可以扩大阴极电极 101、微细纤维结构层 105 和栅极电极 102 的距离,其结果,可以更可靠地抑制产生阴极电极 101 和栅极电极 102 之间的短路电路。

[0094] 此外,可以单一的掩模来形成栅极电极 102 的条纹图形和栅极孔图形,所以可以抑制工序数,其结果是提高生产率。

[0095] 实施方式 4

[0096] 图 15(a) 是放大本发明实施方式 4 的冷阴极发光元件的阴极基板 110 的主要部分的平面图,图 15(b) 是图 15(a) 的 A4-A4 剖面图,图 15(c) 是图 15(a) 的 B4-B4 剖面图。本实施方式的冷阴极发光元件的阴极基板 110 与上述实施方式 1 的阴极基板 110 实质上的不同点是,栅极孔 103 的结构和阴极基板 110 的制造工序。因此,仅对这些不同点进行说明,对共用的部分附以同一参考标号并省略说明。

[0097] 在本实施方式的阴极基板 110 中,如图 15(a) 至图 15(c) 所示,将栅极孔 103 中的对应于绝缘层 104A 的第 1 区间的孔径尺寸设定为孔径  $d_1$ ,将对应于绝缘层 104B 的第 2 区间上端部的孔径尺寸设定为孔径  $d_2$ (其中, $d_2 > d_1$ ),将第 2 区间下端部的孔径尺寸设定为孔径  $d_m$ (其中, $d_1 < d_m < d_2$ )。而且,栅极孔 103 的第 2 区间的孔径尺寸从绝缘层 104B 的下端面向上端面从孔径  $d_m$  扩宽到  $d_2$  的扩散状。在本实施方式中,例如将  $d_1$  设定为  $20\ \mu\text{m}$ ,将  $d_2$  设定为  $40\ \mu\text{m}$ 。

[0098] 此外,在本实施方式中,例如,绝缘层 104A 的厚度  $t_1$  例如设定为  $6\ \mu\text{m}$ ,绝缘层 104B 的厚度  $t_2$  设定为  $10\ \mu\text{m}$ 。

[0099] 图 16(a) 至图 16(g) 对应于图 15(a) 的 A4-A4 剖面图, 是表示该冷阴极发光元件的制造工序的前半部分的图, 图 17(a) 至图 17(e) 对应于图 15(a) 的 A4-A4 剖面图, 是表示该冷阴极发光元件的制造工序的后半部分的图。图 18(a) 至图 18(g) 对应于图 15(a) 的 B4-B4 剖面图, 是表示该冷阴极发光元件的制造工序的前半部分的图, 图 19(a) 至图 19(e) 对应于图 15(a) 的 B4-B4 剖面图, 是表示该冷阴极发光元件的制造工序的后半部分的图。

[0100] 首先, 在玻璃基板 100 的表面上, 通过溅射法等的方法来形成金属、例如铬的金属薄膜 115(图 16(a) 及图 18(a))。接着, 通过光刻工序选择性除去金属薄膜 115, 从而形成阴极电极 101(图 16(b) 及图 18(b))。

[0101] 接着, 在玻璃基板 100 的整个表面上, 从阴极电极 101 之上印刷绝缘层用玻璃膏, 将该印刷的玻璃膏干燥后, 进行烧制, 由此形成绝缘层 104A(图 16(c) 及图 18(c))。接着, 通过光刻工序选择性除去绝缘层 104A, 隔开规定间隔、例如隔开  $100\ \mu\text{m}$  来形成用于构成栅极孔 103 的底部开口部 103a 的孔径  $d_1$  的孔部 116(图 16(d) 及图 18(d))。

[0102] 接着, 在包含孔部 116 内的绝缘层 104A 的整个表面上, 印刷绝缘层用玻璃膏, 在该印刷的玻璃膏层干燥后, 进行烧制, 由此形成绝缘层 104B(图 16(e) 及图 18(e))。

[0103] 接着, 在绝缘层 104B 的表面上通过溅射等方法来形成金属、例如铬的金属薄膜 117(图 16(f) 和图 18(f)), 通过光刻工序选择性除去该金属薄膜 117。即, 使用金属薄膜 117 上形成的抗蚀剂图形 118, 对金属薄膜 117 进行构图(图 16(g) 和图 18(g))。然后除去掩模 118。

[0104] 接着, 进行栅极孔 103 的形成。即, 在绝缘层 104B 的表面上, 从栅极电极 102 之上通过干膜抗蚀剂 (DFR) 来形成栅极孔形成用的抗蚀剂图形 119(图 17(a) 和图 19(a))。该抗蚀剂图形 119 用作栅极电极 102 和绝缘层 104B 的腐蚀掩模, 将栅极孔形成用的孔径  $D$  的孔部 119a 设置在规定的规定位置。将孔部 119a 的孔径  $D$  设定为比要形成的栅极孔 103 的上端部的开口径(例如,  $d_2$ ) 稍大的值, 例如设定为  $50\ \mu\text{m}$ 。

[0105] 接着, 通过抗蚀剂图形 119 对栅极电极 102 用混酸进行化学腐蚀, 接着对绝缘层 104B 用硝酸进行化学腐蚀, 形成贯通至阴极电极 101 表面的栅极孔 103(图 17(b) 及图 19(b))。

[0106] 这里, 通过腐蚀条件的合适化, 可实现栅极孔 103 的第 2 区间的各部的孔径尺寸  $d_m$ 、 $d_2$  的大小关系和倒锥形状。

[0107] 接着, 在将抗蚀剂图形 119 作为牺牲层保留的状态下, 在包含栅极孔 103 内的玻璃基板 100 的整个表面上高压喷射涂敷将 CNT 分散在溶剂中所得的液体, 然后将进行干燥(图 17(c) 和图 19(c))。在将分散了 CNT 的液体干燥后, 通过喷砂来除去包含该 CNT 的干燥膜 321 中的栅极孔 103 的底部开口部 103a 内以外区域中存在的无用部分(图 17(d) 和图 19(d))。即, 通过干燥膜 321 中的底部开口部 103a 内残留的部分来形成具有微细纤维结构的微细纤维结构层 105。具体地说, 在干燥膜 321 的表面上, 高压喷吹作为研磨粒子的碳酸钙粒子。使用的碳酸钙使用其粒径  $d_s$  相对于栅极孔 103 的孔径  $d_1$ 、 $d_2$  满足  $d_1 < d_s < d_2$  的关系的粒子。粒径  $d_s$  例如设定为  $25\ \mu\text{m} \sim 30\ \mu\text{m}$ 。

[0108] 接着, 在除去干燥膜 321 的无用部分后, 除去用作牺牲层的抗蚀剂图形 119(图 17(e) 和图 19(e)), 然后, 为了将栅极孔 103 内形成的微细纤维结构层 105 固定粘结在阴极电极 101 上, 例如在温度  $450^\circ\text{C} \sim 550^\circ\text{C}$  下进行烧制, 由此获得图 15(a) 至图 15(c) 所示的

阴极基板 110。

[0109] 这样,本实施方式的冷阴极发光元件与上述实施方式 1 的冷阴极发光元件的不同在于栅极孔 103 的绝缘层 104B 所对应的第 2 区间的形状,除此以外的结构是大致相同的结构,所以可获得与实施方式 1 的冷阴极发光元件大致同样的效果。

[0110] 但是,在本实施方式中,栅极孔 103 的第 2 区间从绝缘层 104B 的阴极电极 101 侧面向栅极电极 102 侧,从孔径  $d_m$  (其中,  $d_m$  为  $d_2 > d_m > d_1$ ) 缓慢扩大到孔径  $d_2$  的扩散状,所以进一步提高阴极电极 101 和栅极电极 102 之间的绝缘性,其结果,与实施方式 1 的情况相比,可以进一步减小绝缘层 104B 的厚度  $t_2$ 。由此,可以在更低的驱动电压下发光。

[0111] 此外,在将栅极孔形成用的抗蚀剂图形 119 作为牺牲层保留的状态下,从该抗蚀剂图形 119 之上形成包含 CNT 的干燥膜 321,通过喷砂来除取该干燥膜 321 的无用部分。因此,可以防止干燥膜 321 附着在栅极孔 103 内以外的其他部分上、例如栅极电极 102 的表面等,同时在干燥膜 321 的无用部分的除去处理时,可以防止研磨粒子造成栅极电极 102 的损伤等。此外,由于将栅极孔形成用的抗蚀剂图形 119 用作牺牲层,不需要专门形成牺牲层,效率高。

[0112] 实施方式 5

[0113] 图 20(a) 是放大本发明实施方式 5 的冷阴极发光元件的阴极基板 110 的主要部分的平面图,图 20(b) 是图 20(a) 的 A5-A5 剖面图,图 20(c) 是图 20(a) 的 B5-B5 剖面图。本实施方式的冷阴极发光元件的阴极基板 110 与上述实施方式 1 的阴极基板 110 实质上的不同点是,将所述绝缘层 104A 变更为材质和制造方法不同的绝缘层 504A。因此,仅对这些不同点进行说明,对共用的部分附以同一参考标号并省略说明。

[0114] 在本实施方式的阴极基板 110 中,如图 20(a) 至图 20(c) 所示,通过堆积形成绝缘性的膜材料的堆积绝缘层而形成靠近阴极电极 101 的绝缘层 504A。堆积绝缘层 504A 例如由  $\text{SiO}_2$  膜、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  膜等的氧化物绝缘膜构成,通过溅射或 CVD 等的薄膜制造设备来形成。堆积绝缘层 504A 的厚度  $t_1$  例如设定为  $2\ \mu\text{m} \sim 3\ \mu\text{m}$ 。而靠近栅极电极 102 的绝缘层 104B 的厚度  $t_2$  例如设定为  $5\ \mu\text{m}$ 。

[0115] 在本实施方式中,将栅极孔 103 的底部开口部 103a 的孔径  $d_1$  例如设定为  $20\ \mu\text{m}$ ,绝缘层 104B 的上端面中的孔径  $d_2$  例如设定为  $60\ \mu\text{m}$ 。

[0116] 图 21(a) 至图 21(d) 对应于图 20(a) 的 A5-A5 剖面图,是表示该冷阴极发光元件的一部分制造工序的图。再有,本实施方式的冷阴极发光元件的制造工序与上述实施方式 3 的冷阴极发光元件的制造工序的相似性高,所以参照上述图 10、图 11(a) ~ 图 11(g)、以及图 12(a) 和图 12(b) 等所示的制造工序来进行说明。

[0117] 首先,与图 11(a) 和图 11(b) 所示的工序同样,在玻璃基板 100 的表面上形成铬等的金属薄膜 115,对该金属薄膜 115 进行构图,形成阴极电极 101。接着,在玻璃基板 100 上的整个表面上从阴极电极 101 之上,通过溅射法等方法,按厚度  $t_1$  来形成  $\text{SiO}_2$  膜等的堆积绝缘层 504A(图 21(a))。

[0118] 接着,在堆积绝缘层 504A 上的整个表面上,形成用于与栅极孔 103 的底部开口部 103a 对应的孔部 116 的抗蚀剂图形 521,通过使用该抗蚀剂图形 521 的光刻工序,在堆积绝缘层 504A 上形成孔部 116。这里,在该抗蚀剂图形 521 中,按  $100\ \mu\text{m}$  间隔设置对应于孔部 116 孔径例如  $20\ \mu\text{m}$  的孔部 521a。再有,该抗蚀剂图形 521 不剥离地在下一个工序(形成

CNT 层) 中用作牺牲层。

[0119] 接着,在包含孔部 116 内的玻璃基板 100 的整个表面上,从抗蚀剂图形 521 之上高压喷射涂敷将 CNT 分散在溶剂中的液体,然后进行干燥(图 21(c))。在玻璃基板 100 上形成包含 CNT 的干燥膜 522。

[0120] 接着,同时除去干燥膜 522 中的孔部 116 内以外区域中存在的无用部分和抗蚀剂图形 521(图 21(d))。在这种除去处理中,通过用剥离液浸泡加工面来剥离抗蚀剂图形 521,同时除去抗蚀剂图形 521 和干燥膜 522 的无用部分。由此,仅残留堆积绝缘层 504A 的孔部 116 内填入的干燥膜 522 的部分,通过该残留部分构成具有微细纤维结构的物质层 105。

[0121] 接着,在物质层 105 和堆积绝缘层 504A 的整个表面上,印刷具有感光性的绝缘层用玻璃膏,将该印刷的玻璃膏层干燥,形成膏干燥层(膜厚  $10\ \mu\text{m}$ )。然后,对于膏干燥层,曝光栅极孔图形(孔径  $50\ \mu\text{m}$ ,间隔  $100\ \mu\text{m}$ )。

[0122] 接着,在膏干燥层的表面上印刷具有感光性的导电性银膏,进行干燥,由此形成电极材料层。然后,通过配有栅极孔图形(孔径  $60\ \mu\text{m}$ ,间隔  $100\ \mu\text{m}$ )和条纹图形(宽度  $W_g$  为  $1.01\text{mm}$ ,间隔  $S_g$  为  $0.1\text{mm}$ )的光掩模曝光电极材料层。

[0123] 接着,将曝光处理后的膏干燥层和曝光处理后的电极材料层同时碱显像液(碳酸钠)进行显像。然后,例如在  $450^\circ\text{C}\sim 550^\circ\text{C}$  下进行烧制,由此获得图 20(a)至图 20(c)所示的阴极基板 110。

[0124] 这样,本实施方式的冷阴极发光元件在将上述的绝缘层 104A 变更为堆积绝缘层 504A 这点上与上述实施方式 1 的冷阴极发光元件有所不同,但除此以外的结构为大致同样的结构,所以可获得与实施方式 1 的冷阴极发光元件大致同样的效果。

[0125] 但是,用堆积  $\text{SiO}_2$  等形成的堆积绝缘层来构成靠近阴极电极 101 的绝缘层 504A,所以与使用烧结玻璃的绝缘层 104A 相比,可以进一步提高阴极电极 101 和栅极电极 102 之间的抗绝缘性。其结果,可以确保阴极电极 101 和栅极电极 102 之间的抗绝缘性,同时抑制绝缘层 504A 的厚度  $t_1$ ,以更低的驱动电压发光。

[0126] 此外,通过薄膜制造设备堆积膜材料而形成绝缘层 504A,所以可以容易地形成薄膜的绝缘层 504A。

[0127] 而且,在将用于形成孔部 116 的抗蚀剂图形 521 作为牺牲层保留的状态下,从该抗蚀剂图形 521 之上形成包含 CNT 的干燥膜 522,将该抗蚀剂图形 521 与干燥膜 522 的无用部分一起剥离。因此,可以防止干燥膜 522 附着在绝缘层 504A 的孔部 116 内以外的其他部分。此外,由于将抗蚀剂图形 521 用作牺牲层,不需要专门形成牺牲层,效率高。

[0128] 实施方式 6

[0129] 图 22(a)是放大本发明实施方式 6 的冷阴极发光元件的阴极基板 110 的主要部分的平面图,图 22(b)是图 22(a)的 A6-A6 剖面图,图 22(c)是图 22(a)的 B6-B6 剖面图。本实施方式的冷阴极发光元件的阴极基板 110 与上述实施方式 3 的阴极基板 110 实质上的不同点是,设有绝缘层 604B 的结构来取代上述绝缘层 104B。因此,这里仅说明绝缘层 604B 的结构,对与实施方式 3 的阴极基板 110 共用的部分附以同一参考标号,并省略说明。

[0130] 在本实施方式的阴极基板 110 中,如图 22(a)至图 22(c)所示,两个绝缘层 104A、604B 中的靠近栅极电极 102 的绝缘层 604B 从所述荧光体显示板 112 侧观察有与栅极电极 102 相同的图形形状。

[0131] 这样,在本实施方式的冷阴极发光元件中,可获得与实施方式 3 的冷阴极发光元件大致相同的效果,将相邻的栅极电极 102 间的距离有效地扩大,其结果,抑制产生相邻栅极电极 102 间的短路电路。

[0132] 此外,通过使用栅极电极 102 用的光掩模的单一光刻工序,可以进行栅极电极 102 和绝缘层 604B 的构图和形成栅极孔 103,其结果,工序数减少,由此提高生产率。

[0133] 实施方式 7

[0134] 图 23(a) 是放大本发明实施方式 7 的冷阴极发光元件的阴极基板 110 的主要部分的平面图,图 23(b) 是图 23(a) 的 A7-A7 剖面图,图 23(c) 是图 23(a) 的 B7-B7 剖面图。本实施方式的冷阴极发光元件的阴极基板 110 与上述实施方式 5 的阴极基板 110 实质上的不同点是栅极孔 103 的结构。因此,这里仅说明该不同点,对与共用的构成部分附以同一参考标号,并省略说明。

[0135] 在本实施方式的阴极基板 110 中,如图 23(a) 至图 23(c) 所示,对应于栅极孔 103 的绝缘层 104B 的第 2 区间的孔径与上述实施方式 4 的情况大致相同,形成为向上方侧扩散状。即,将栅极孔 103 中的对应于绝缘层 504A 的第 1 区间的孔径尺寸设定为孔径  $d_1$ ,将对应于绝缘层 104B 的第 2 区间的上端部的孔径尺寸设定为孔径  $d_2$  (其中,  $d_2 > d_1$ ),将第 2 区间的下端部的孔径尺寸设定为孔径  $d_m$  (其中,  $d_1 < d_m < d_2$ )。

[0136] 这样,本实施方式的冷阴极发光元件与上述实施方式 5 的冷阴极发光元件的不同在于栅极孔 103 的对应于绝缘层 104B 的第 2 区间的形状,除此以外的结构为大致同样的结构,所以可获得与实施方式 5 的冷阴极发光元件大致相同的效果。

[0137] 但是,在本实施方式中,由于栅极孔 103 的第 2 区间向上方侧扩散状缓慢扩径,所以阴极电极 101 和栅极电极 102 之间的绝缘性进一步提高,其结果,与实施方式 1 的情况相比,可以进一步减小绝缘层 104B 的厚度  $t_2$ 。由此,可以在更低的驱动电压下发光。

[0138] 特别是在本实施方式中,通过栅极孔 103 的第 2 区间向上方侧扩散状扩径,以及堆积绝缘层 504A 的抗绝缘性比烧结玻璃高的协同效果,阴极电极 101 和栅极电极 102 之间的绝缘性进一步提高,可以进一步减小绝缘层 104B 的厚度  $t_2$ ,其结果,可以在更低的驱动电压下发光。

[0139] 实施方式 8

[0140] 图 24(a) 是放大本发明实施方式 8 的冷阴极发光元件的阴极基板 110 的主要部分的平面图,图 24(b) 是图 24(a) 的 A8-A8 剖面图,图 24(c) 是图 24(a) 的 B8-B8 剖面图。本实施方式的冷阴极发光元件的阴极基板 110 与上述实施方式 5 的阴极基板 110 实质上的不同点是,设有绝缘层 804B 来取代上述的绝缘层 104B 的结构。因此,这里仅说明该不同点,对与实施方式 5 的阴极基板 110 共用的构成部分附以同一参考标号,并省略说明。

[0141] 在本实施方式的阴极基板 110 中,如图 24(a) 至图 24(c) 所示,两个绝缘层 504A、804A 中的靠近栅极电极 102 的绝缘层 804B 从所述荧光体显示板 112 侧观察有与栅极电极 102 相同的图形形状。

[0142] 这样,在本实施方式的冷阴极发光元件中,可获得与实施方式 5 的冷阴极发光元件大致相同的效果,同时相邻的栅极电极 102 间的距离被有效地扩大,其结果,可抑制产生相邻栅极电极 102 间的短路电路。

[0143] 此外,通过使用栅极电极 102 用的光掩模的单一光刻工序,可以进行栅极电极 102



和绝缘层 604B 的构图和形成栅极孔 103,其结果,工序数减少,由此提高生产率。

[0144] 如以上说明那样,根据方案 1 所述的本发明的冷阴极发光元件,可抑制多个绝缘层整体的厚度,同时扩大阴极电极(第 1 电极)、物质层和栅极电极(第 2 电极)之间的距离,可以容易地避免物质层和栅极电极在结构物形成工序中的热工序等中进行接触。

[0145] 此外,由于多个绝缘层中的最下层的绝缘层具有规定带有微细纤维结构的物质层的膜厚和位置的导向(guide)功能,所以可以容易地进行物质层的膜厚和形成位置的管理,同时可以形成均匀膜厚的物质层。

[0146] 而且,根据方案 8 和 9 所述的本发明的冷阴极发光元件的制造方法,通过将用于干燥膜的无用部分的除去处理的研磨粒子的粒径设定为合适的值,可以容易地除去在孔部内填充的干燥膜的无用部分。

[0147] 此外,在方案 9 所述的发明中,还可以防止干燥膜附着在孔部外的部分,具有可以在干燥膜的无用部分的除去处理时防止因研磨粒子而使栅极电极等受到损伤的效果。

[0148] 而且,根据方案 11 所述的本发明的冷阴极发光元件的制造方法,通过在形成含有微细纤维结构物质的干燥膜后进行的平坦化处理,可以容易地除去最下层的绝缘层上形成的开口部以外部分中设置的干燥膜的无用部分。

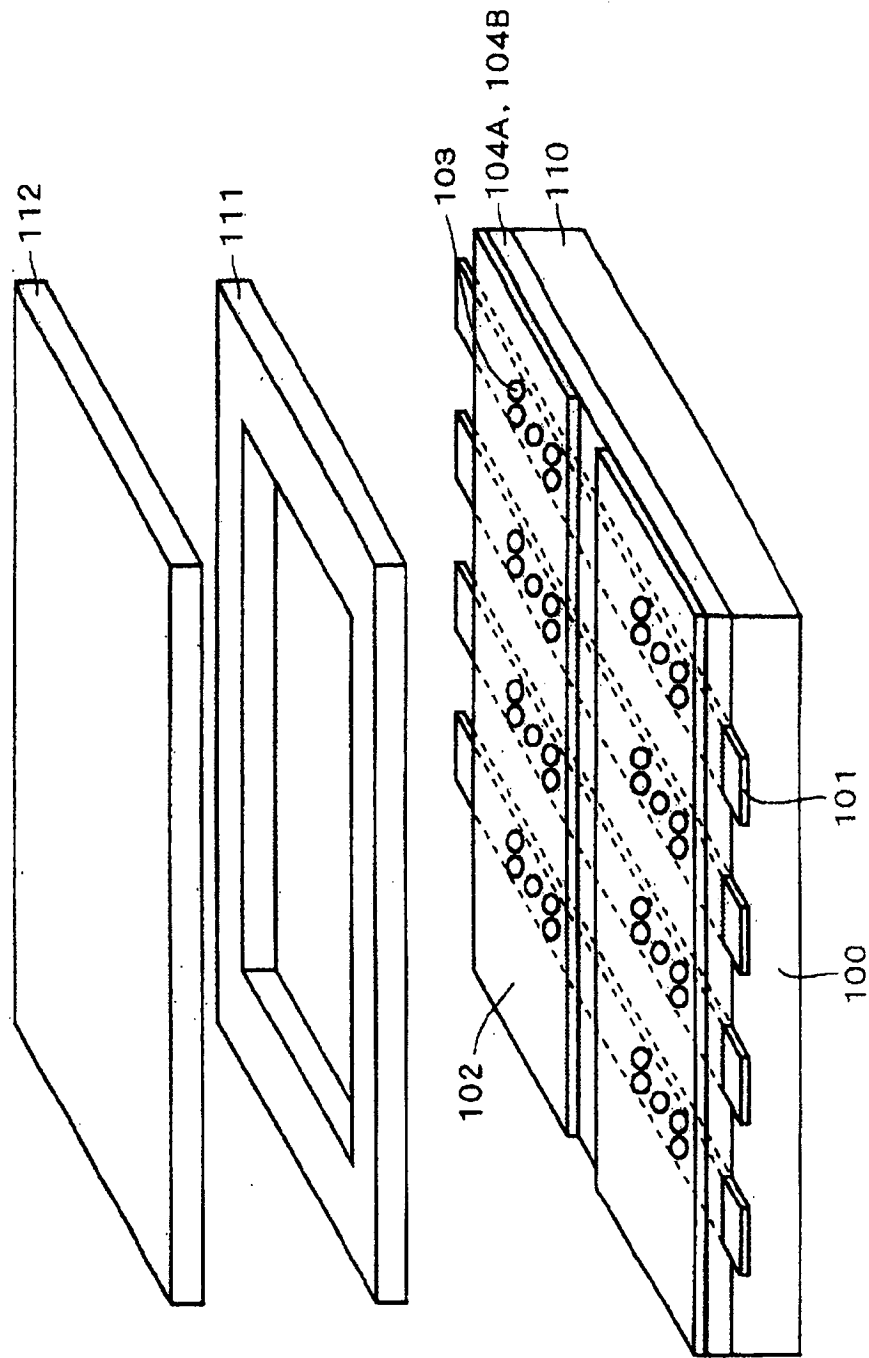


图 1

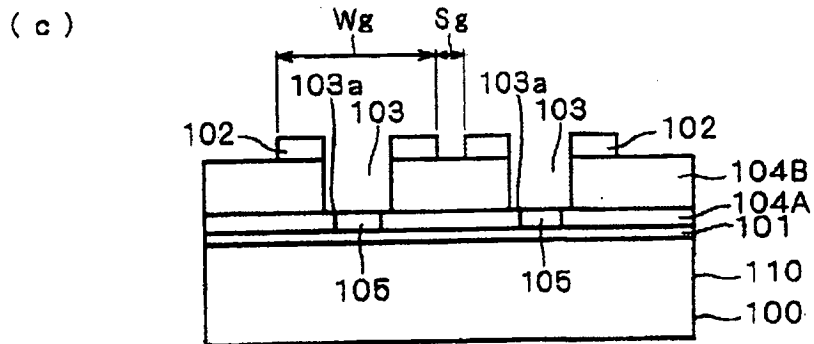
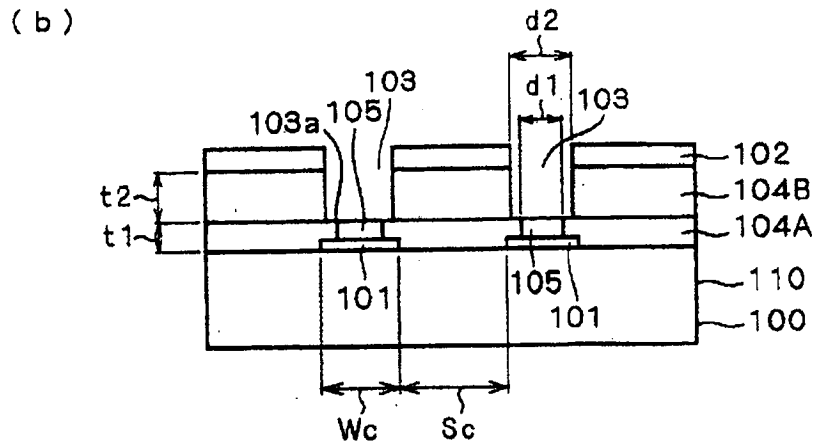
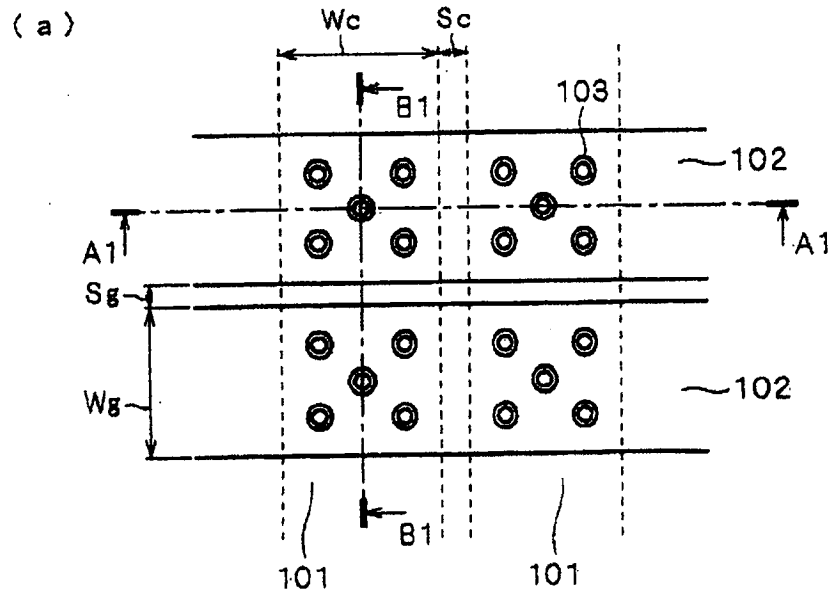


图 2

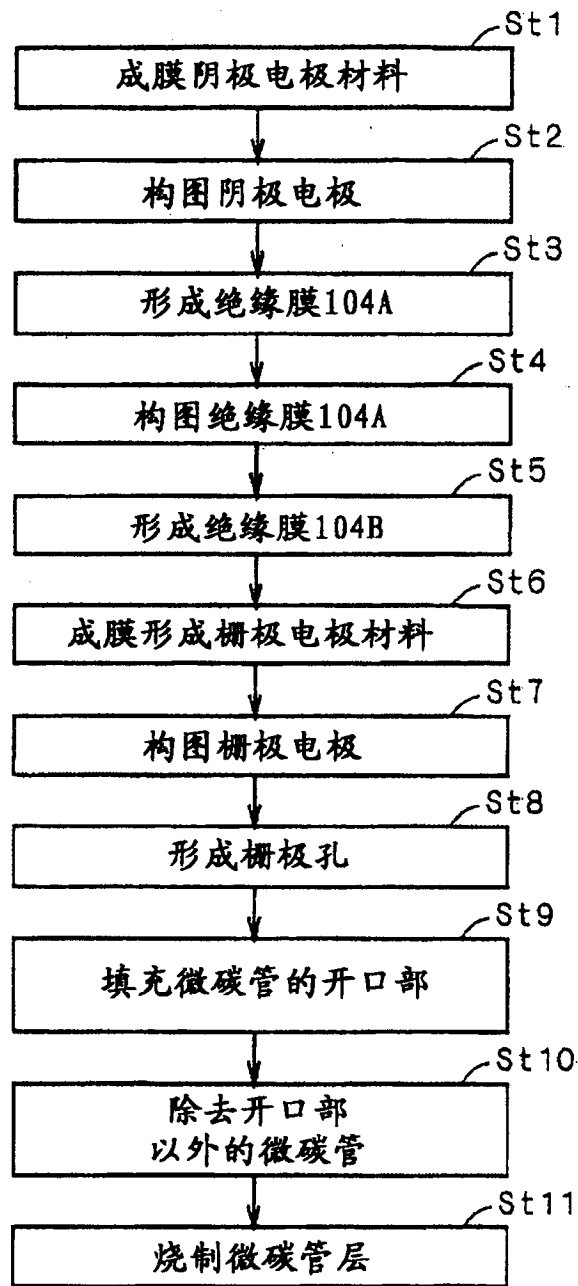


图3

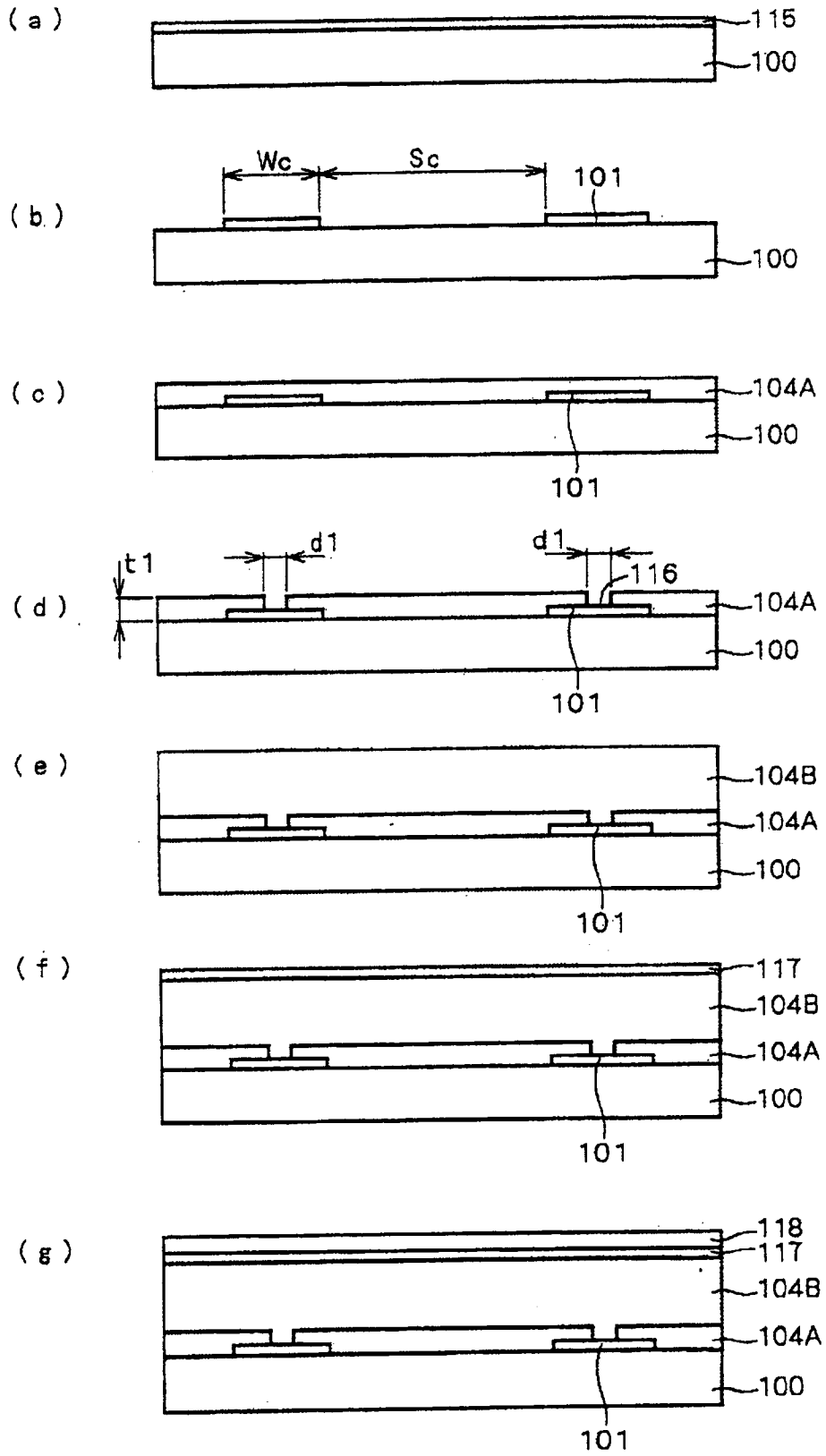


图 4

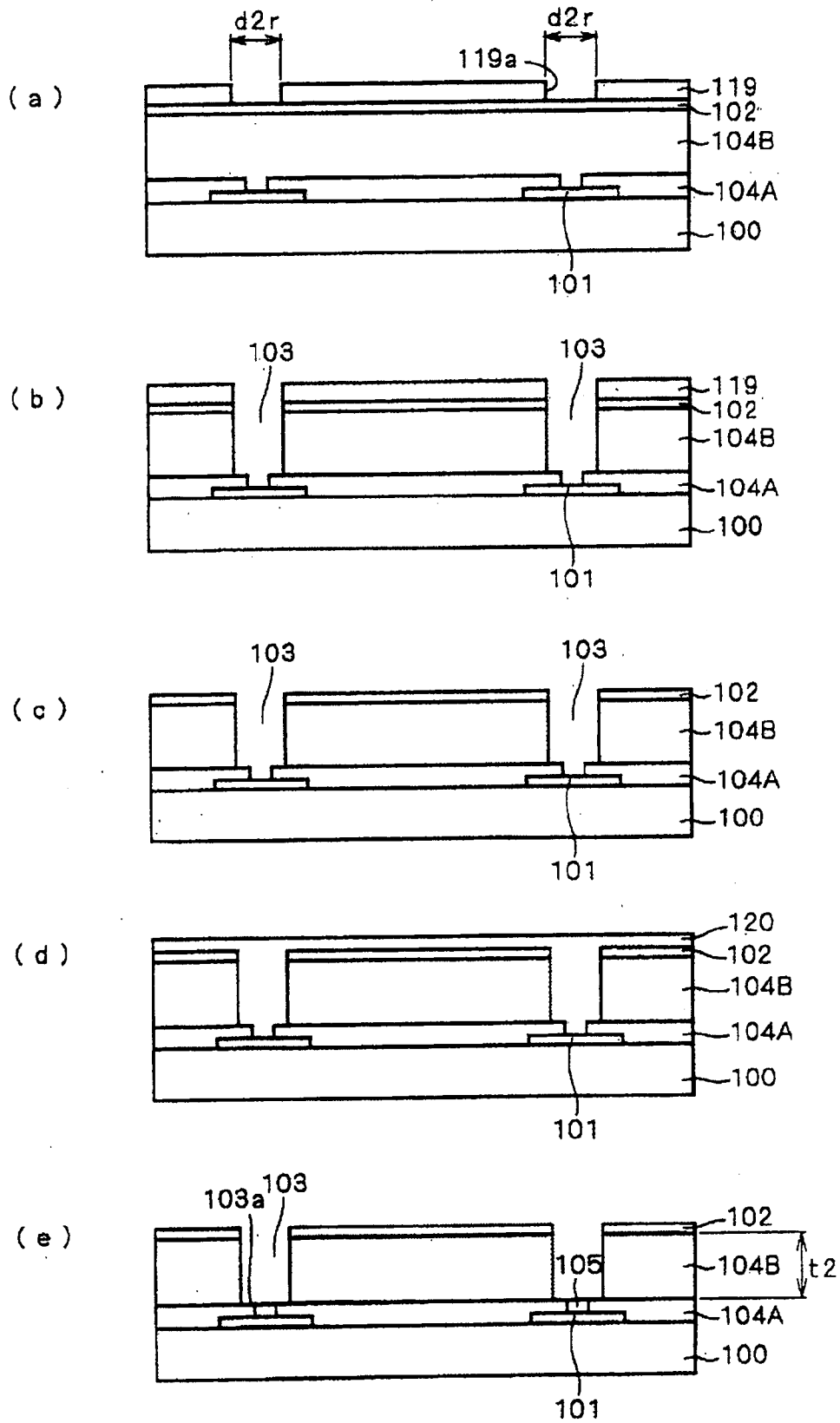


图 5

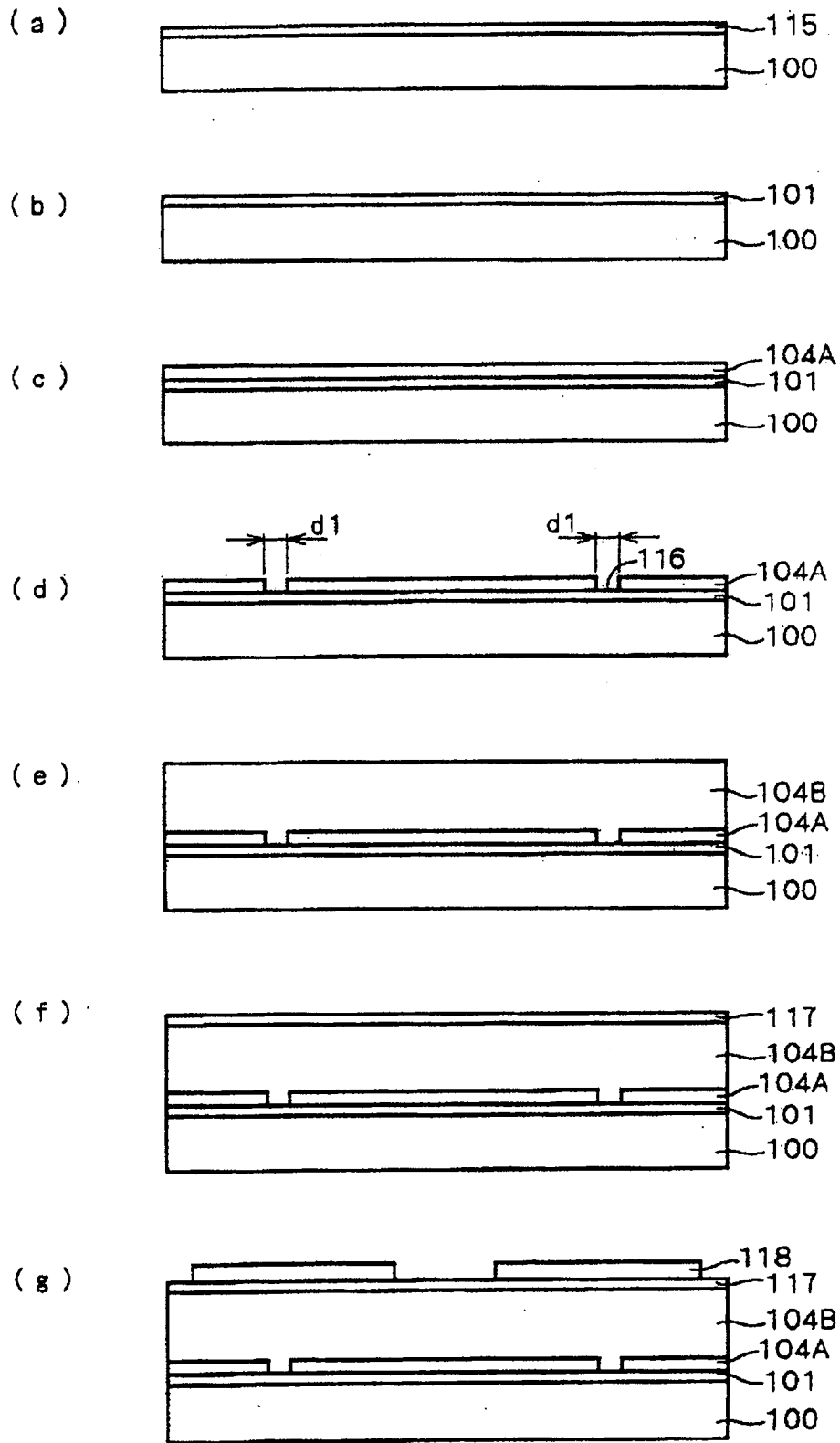


图 6

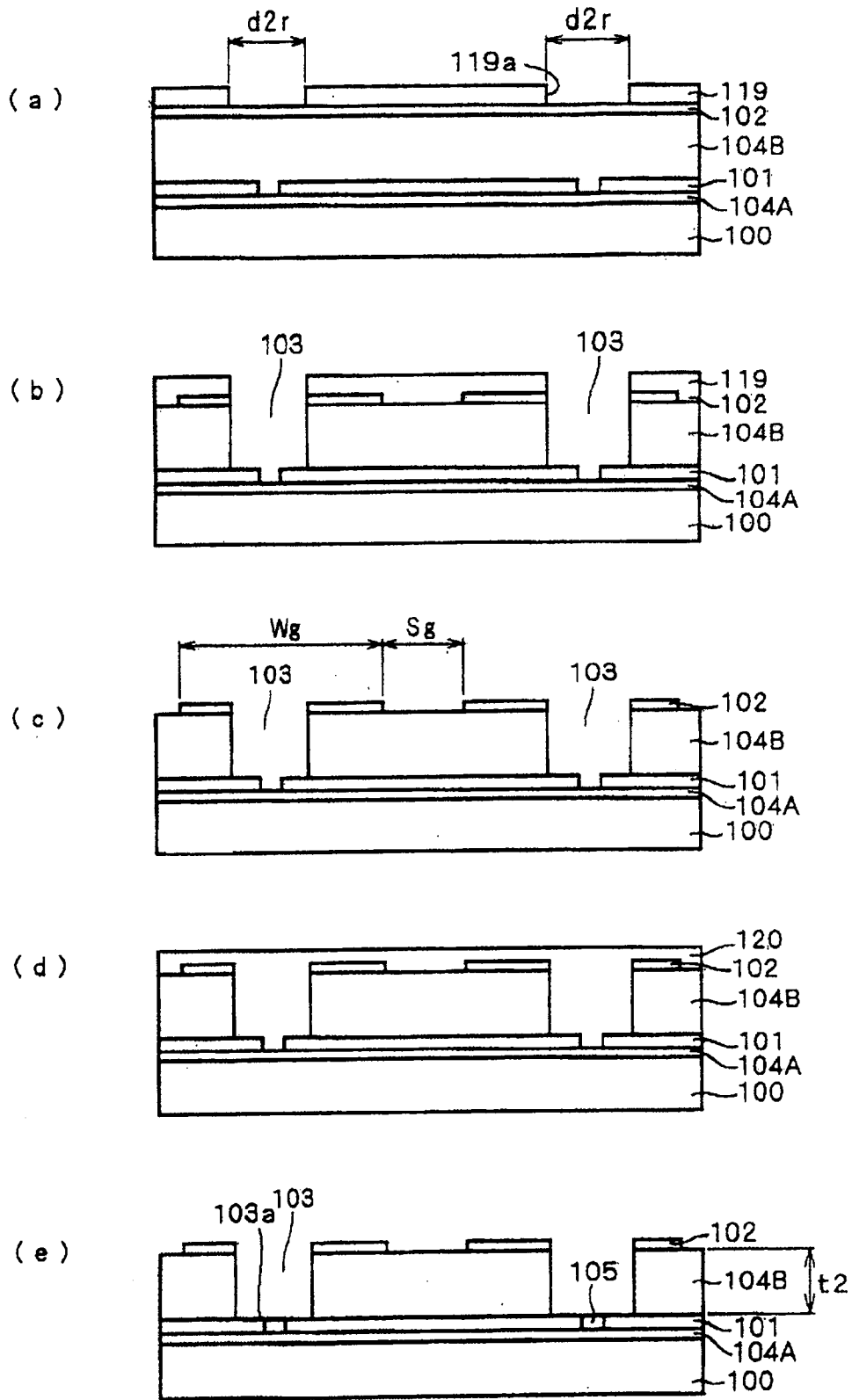


图 7



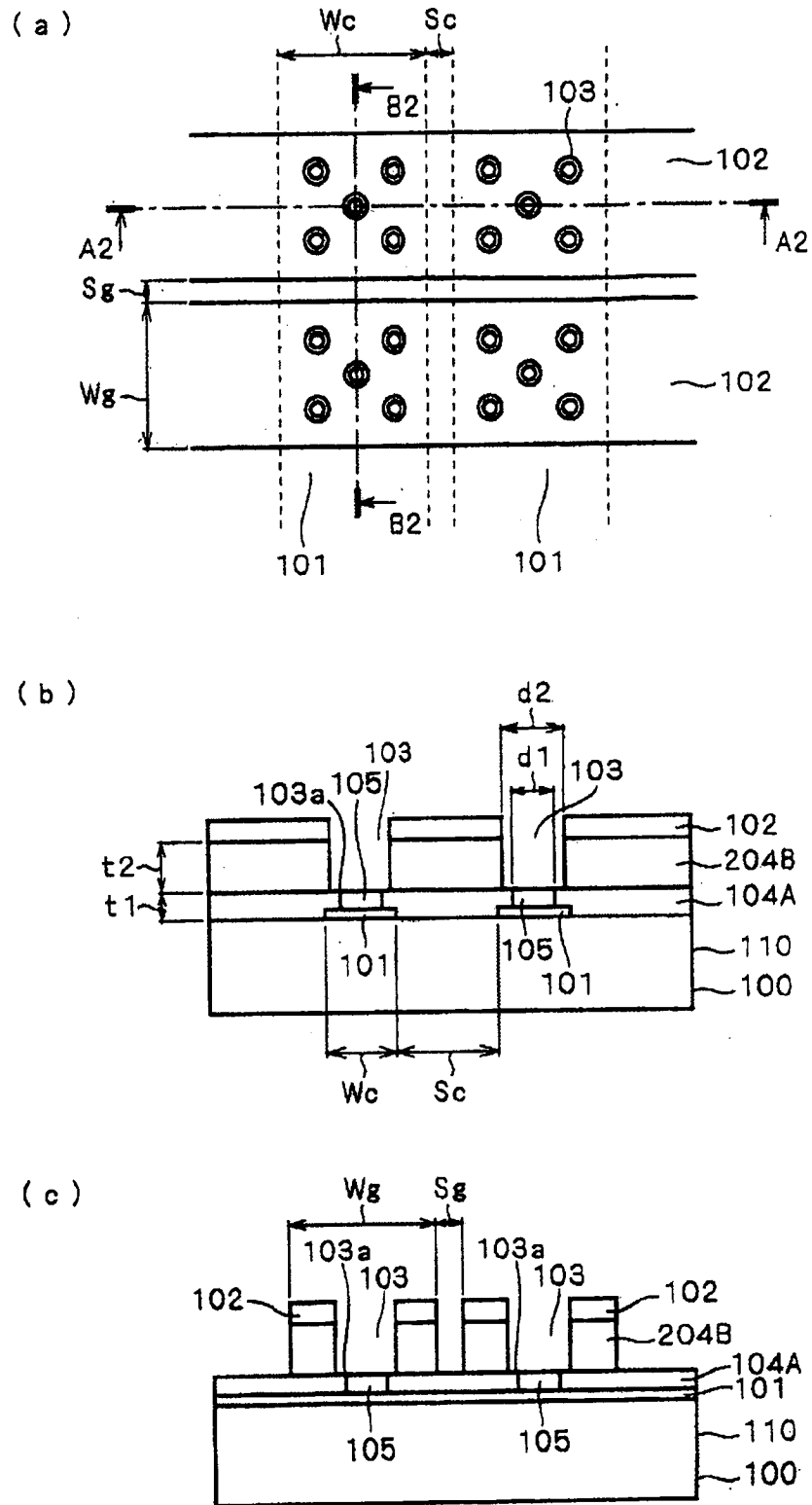


图 8

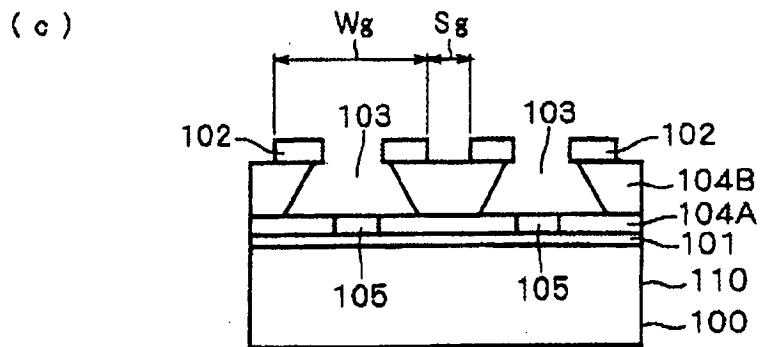
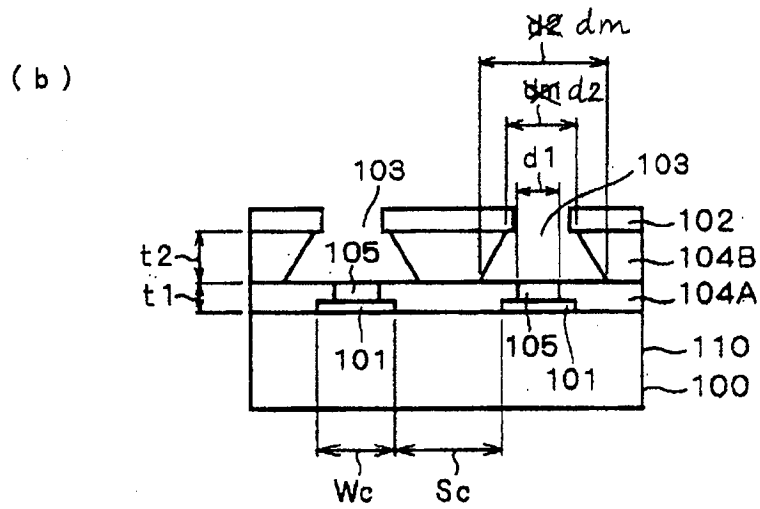
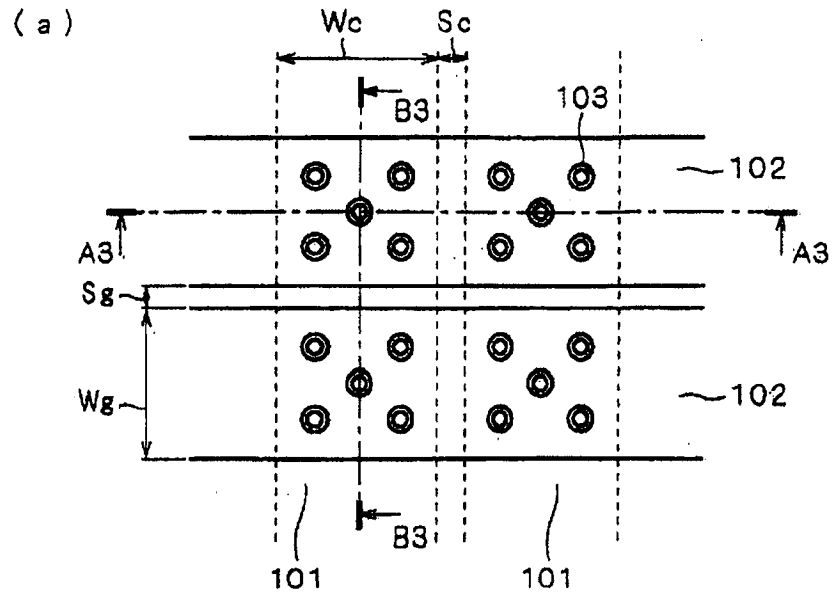


图 9

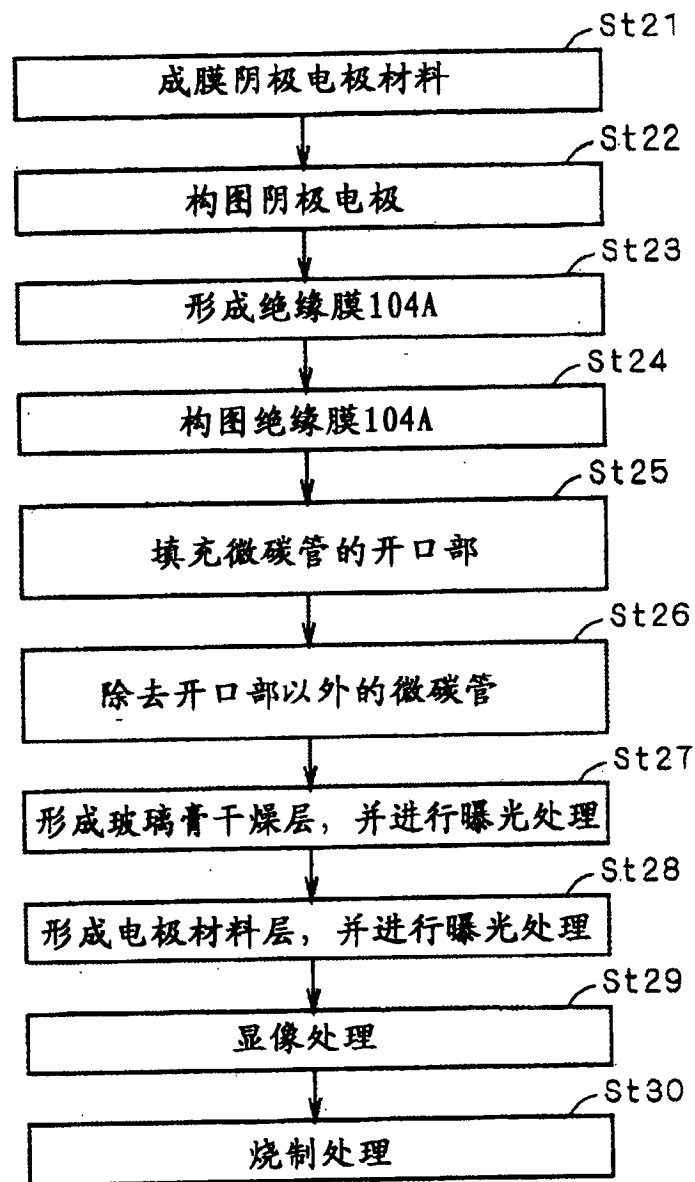


图 10

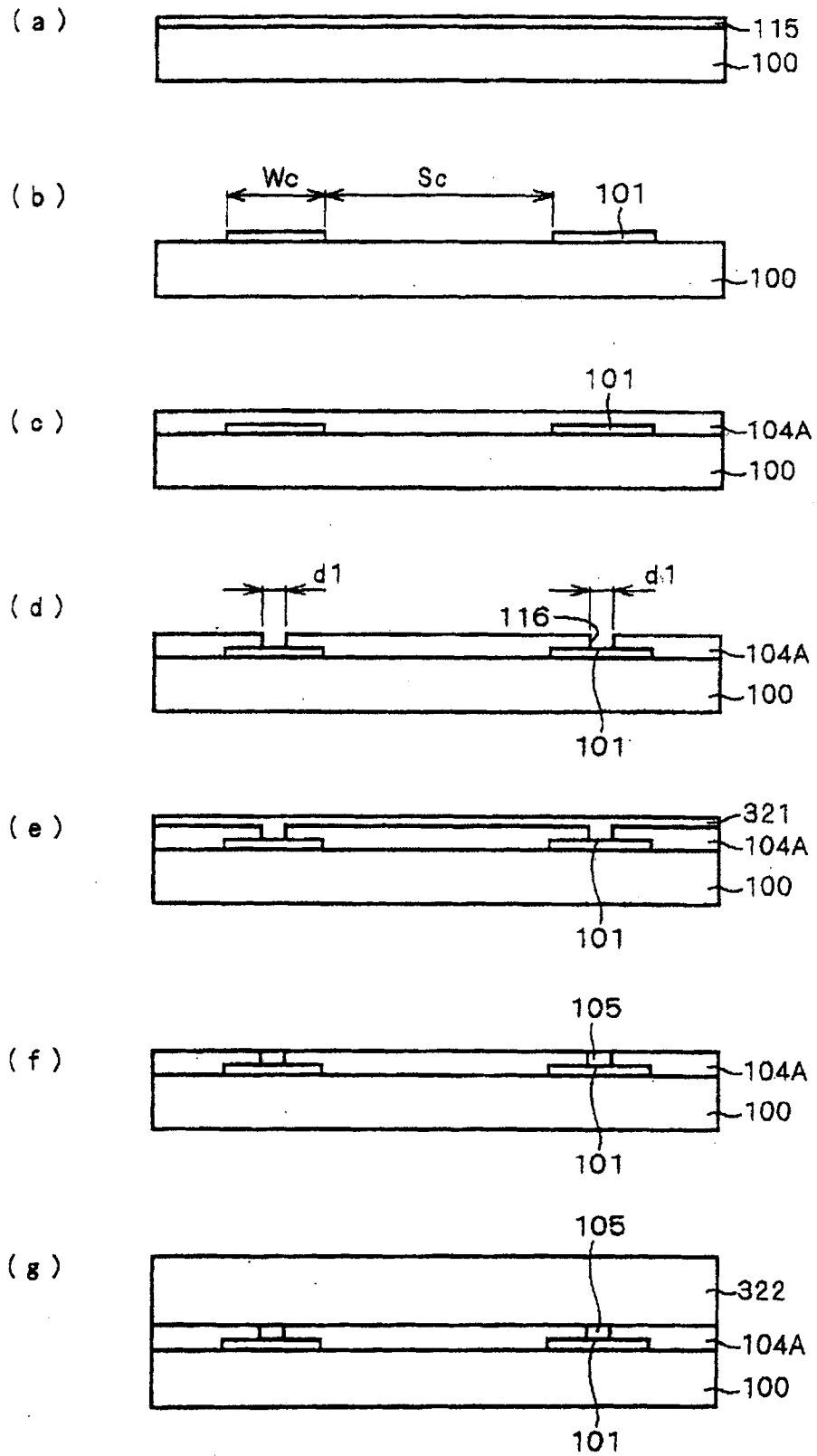


图 11

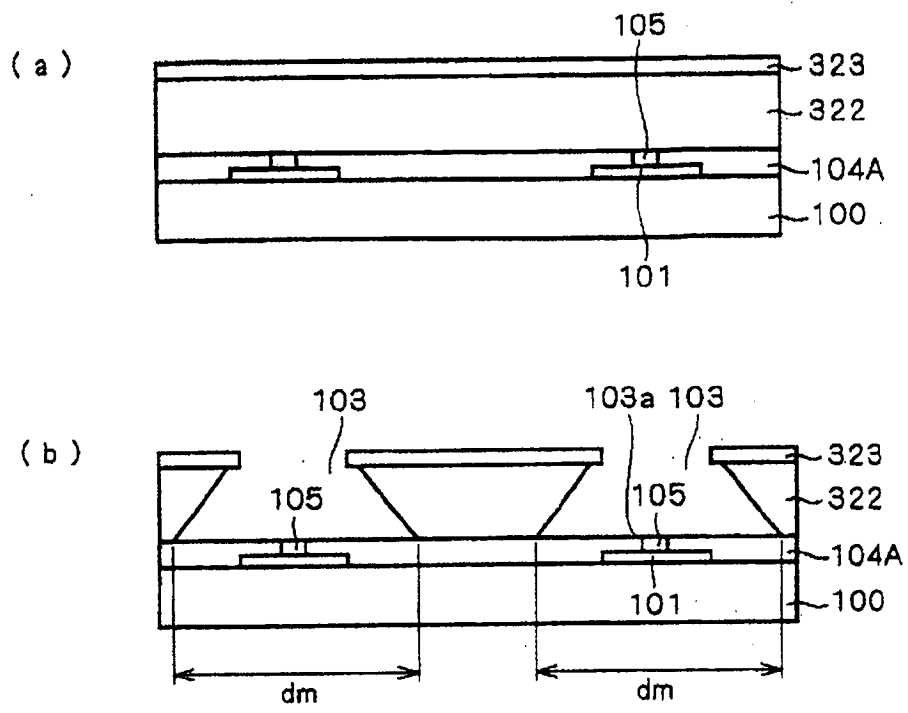


图 12

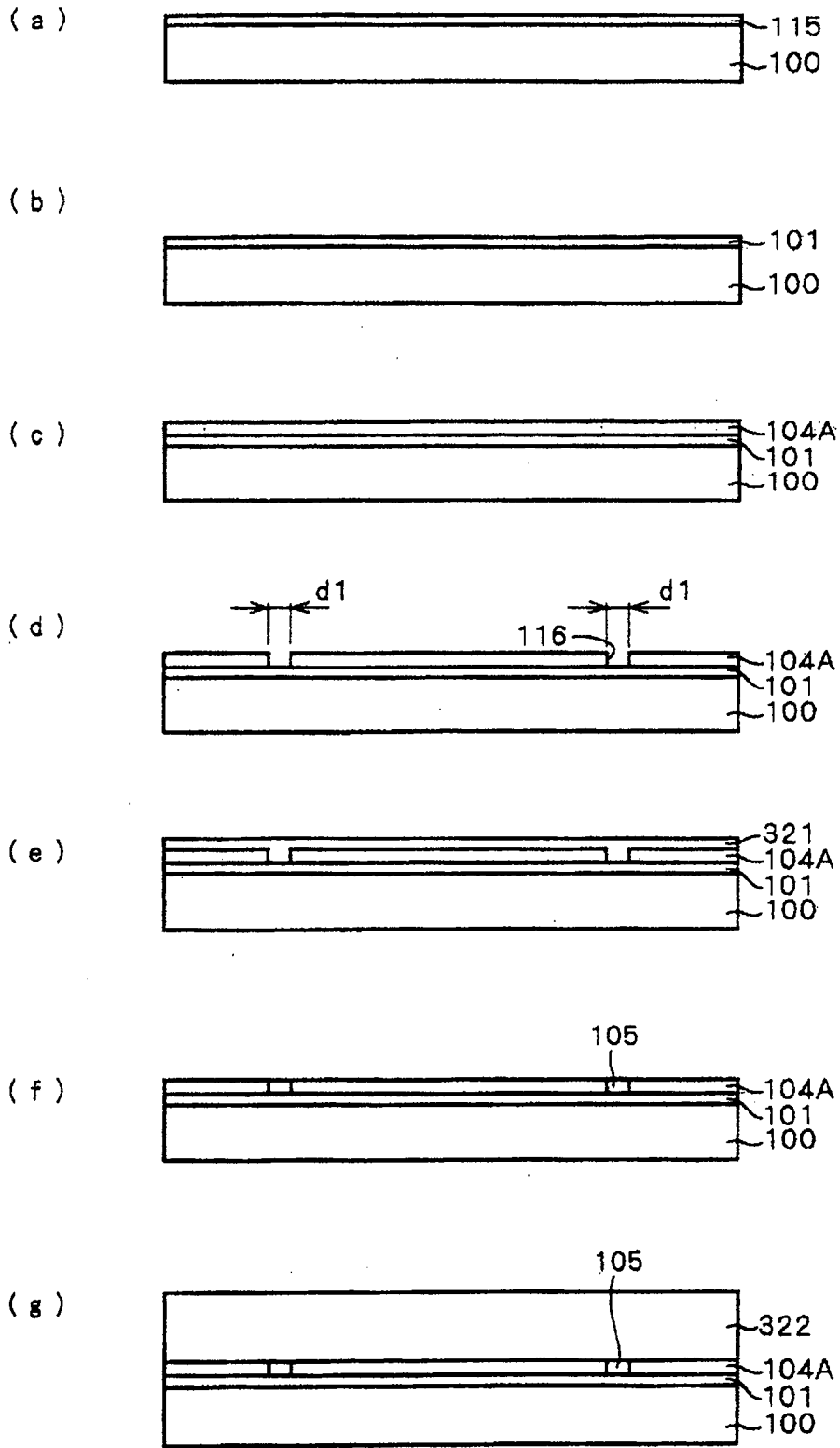


图 13

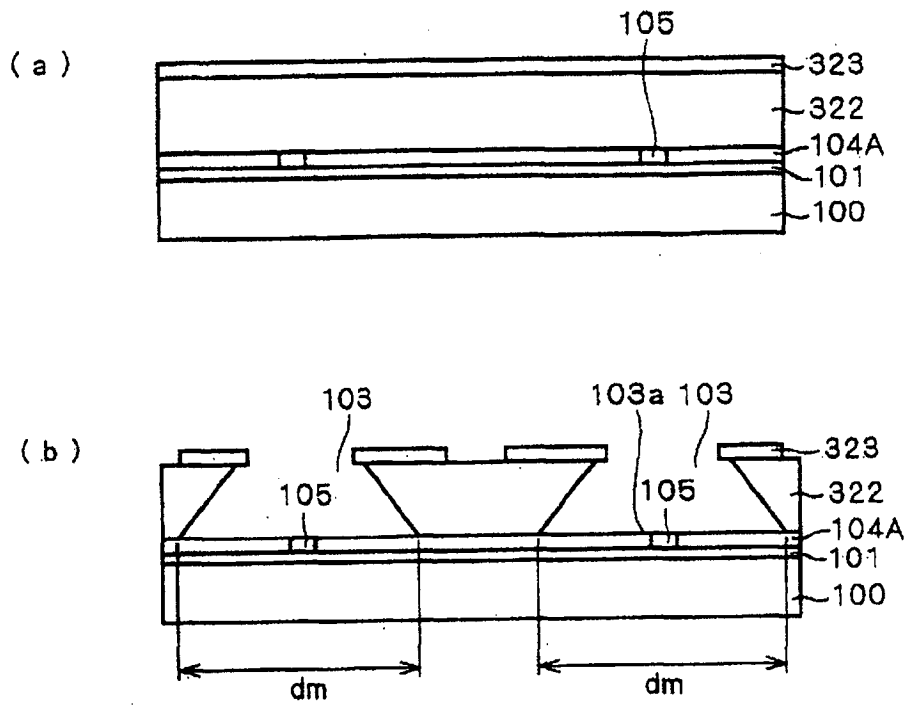


图 14

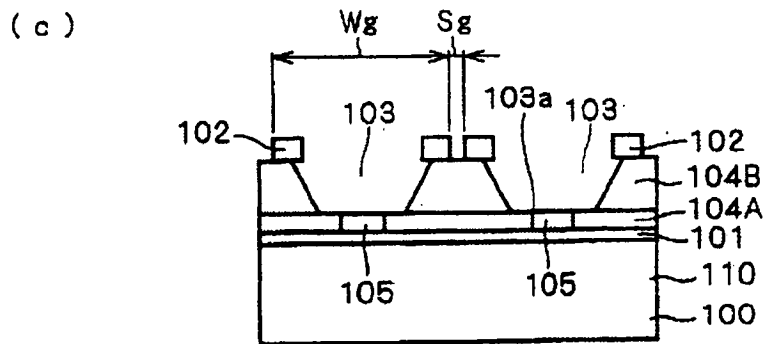
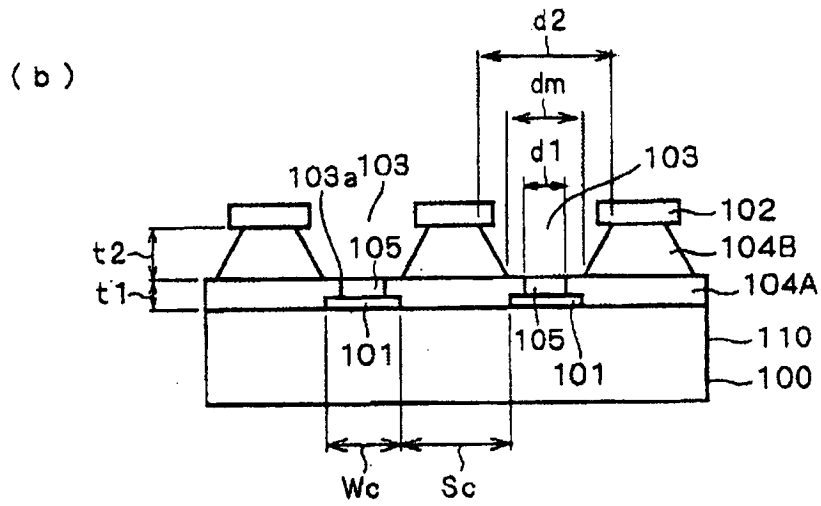
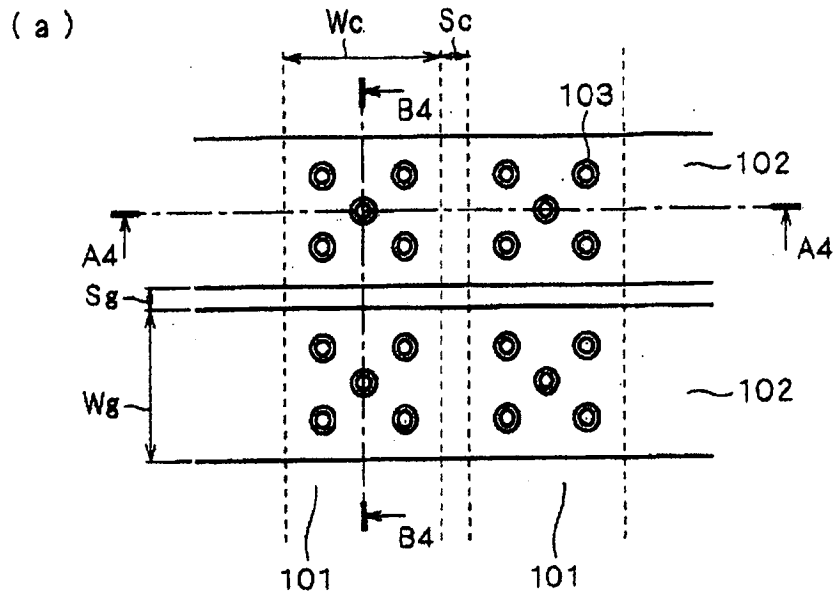


图 15



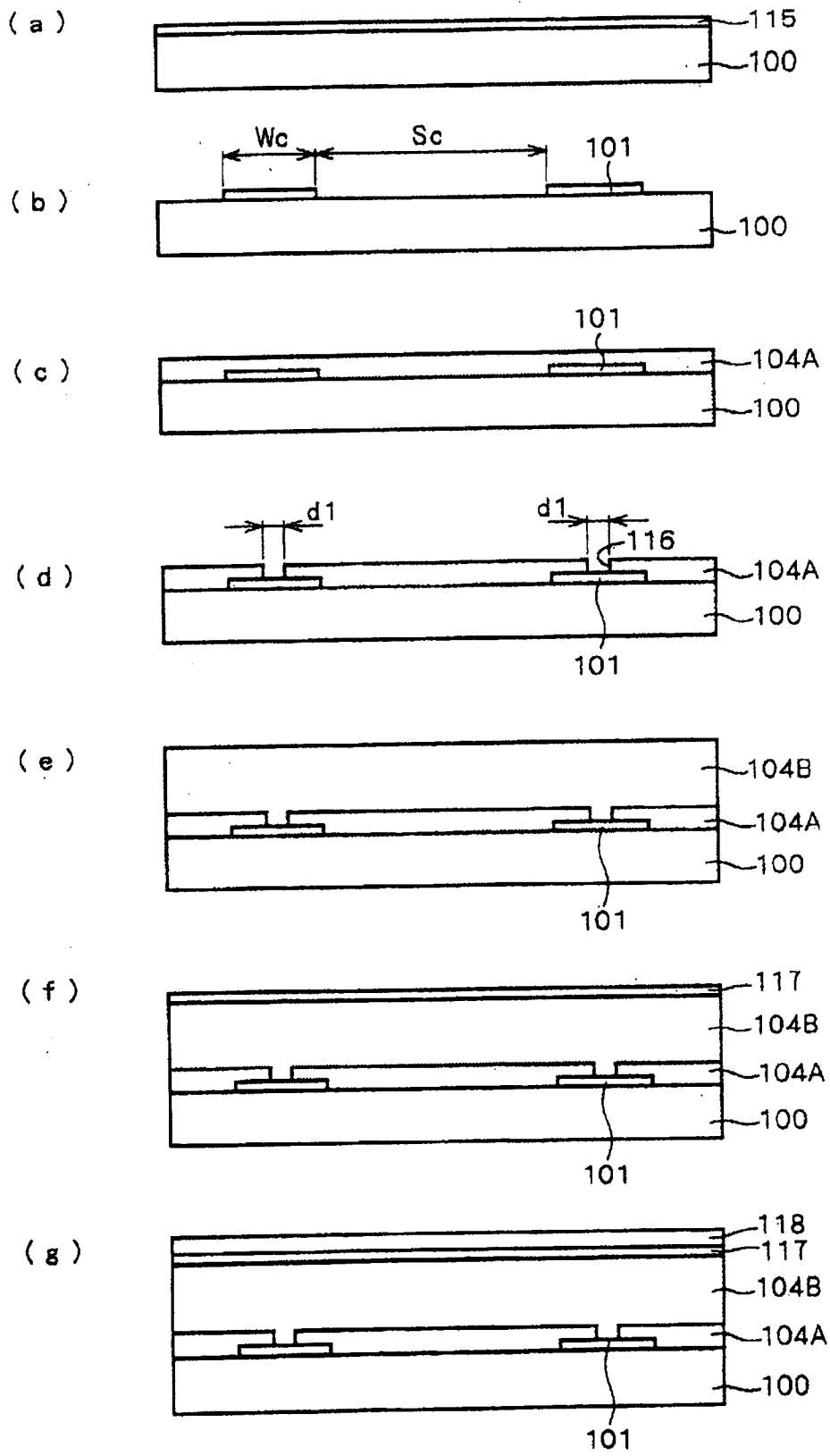


图 16

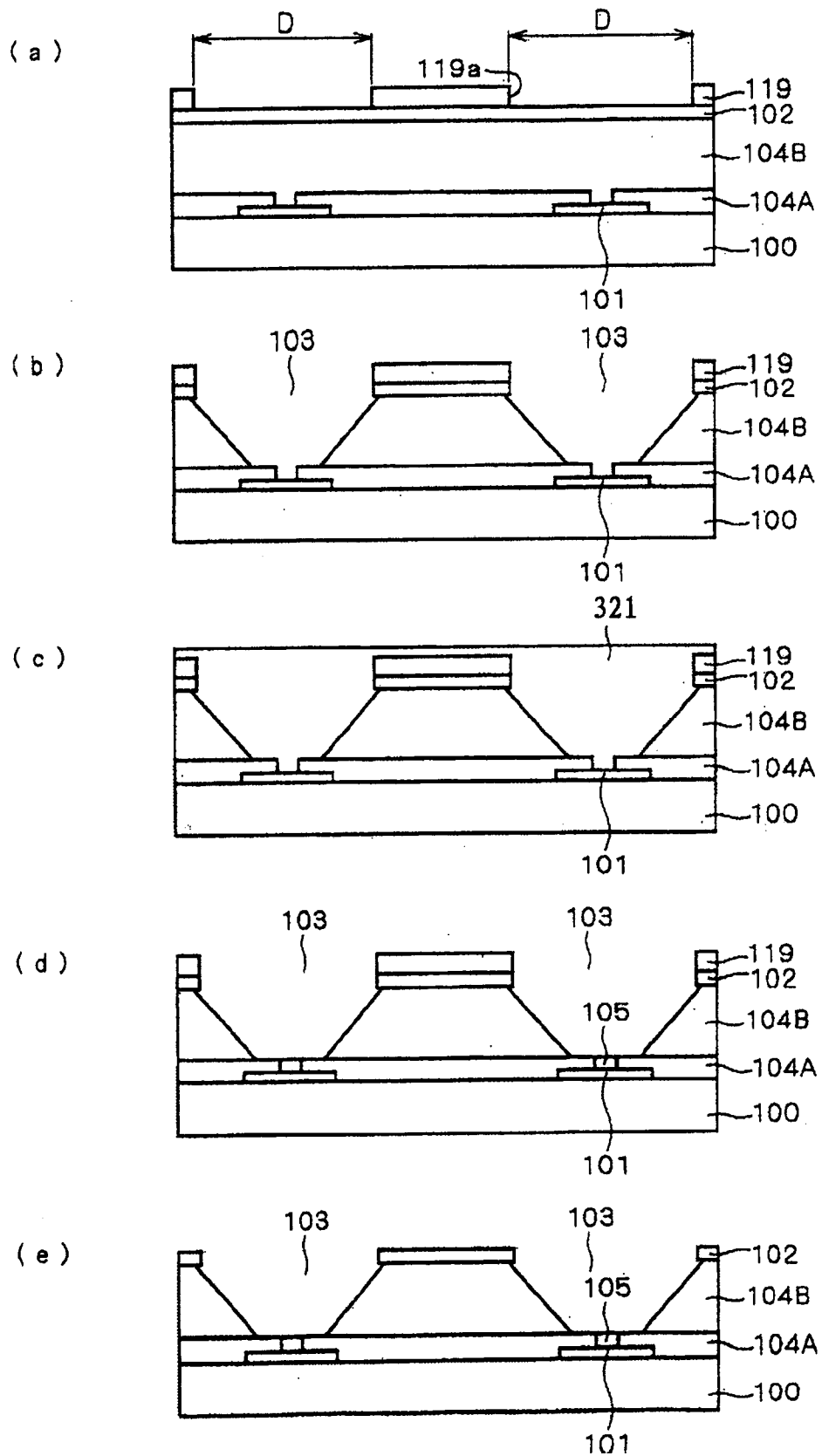


图 17

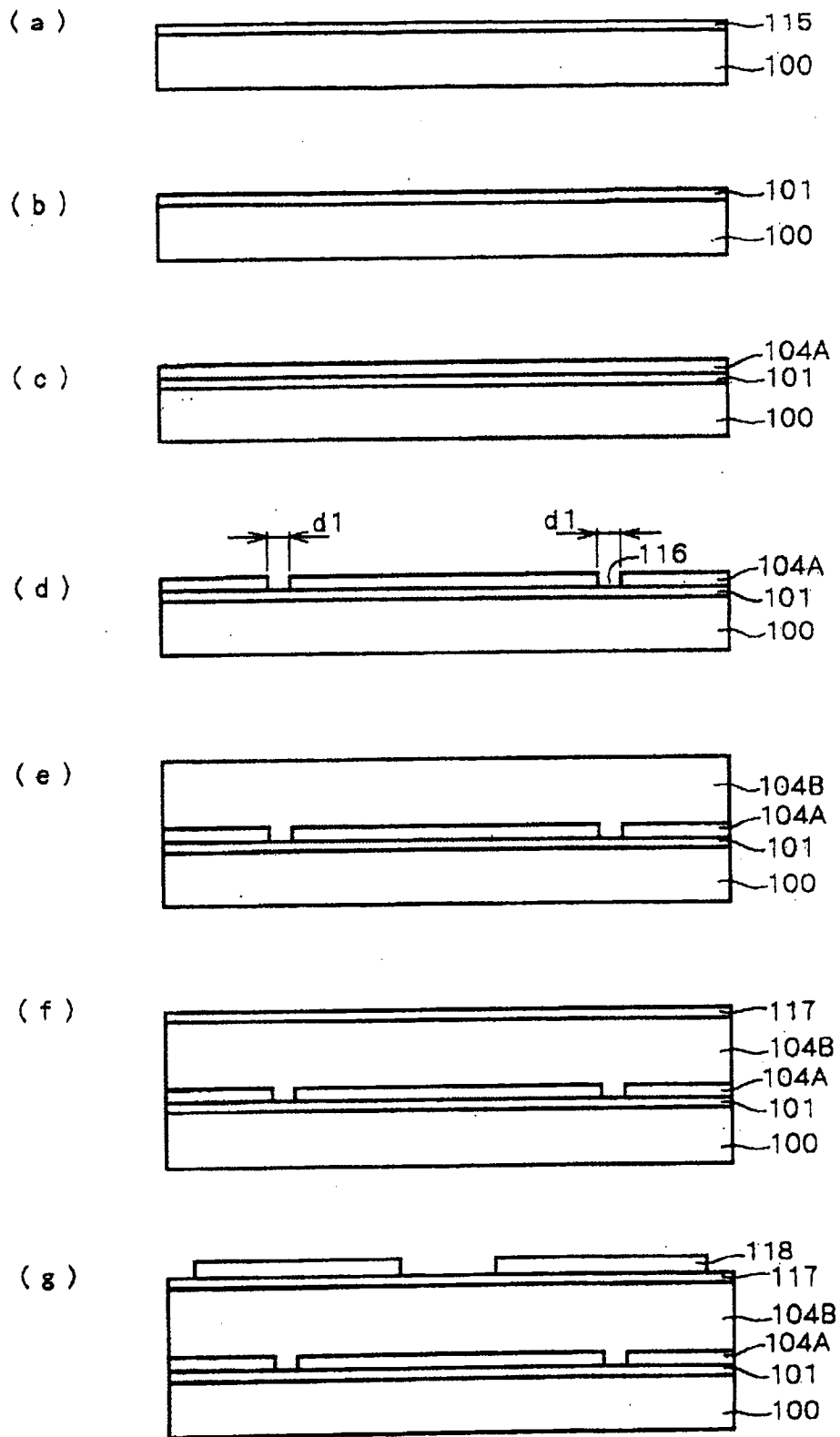


图 18

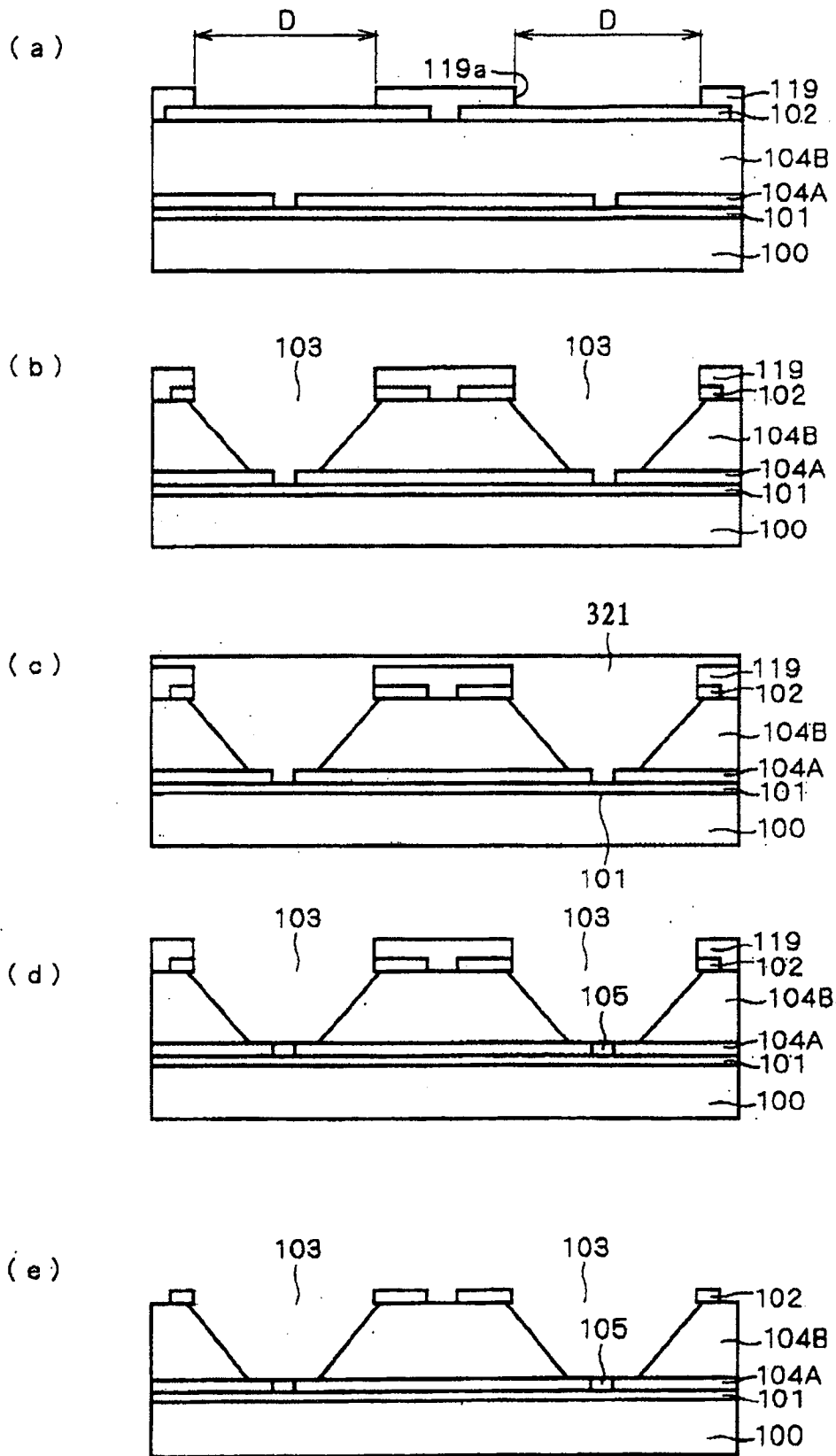


图 19



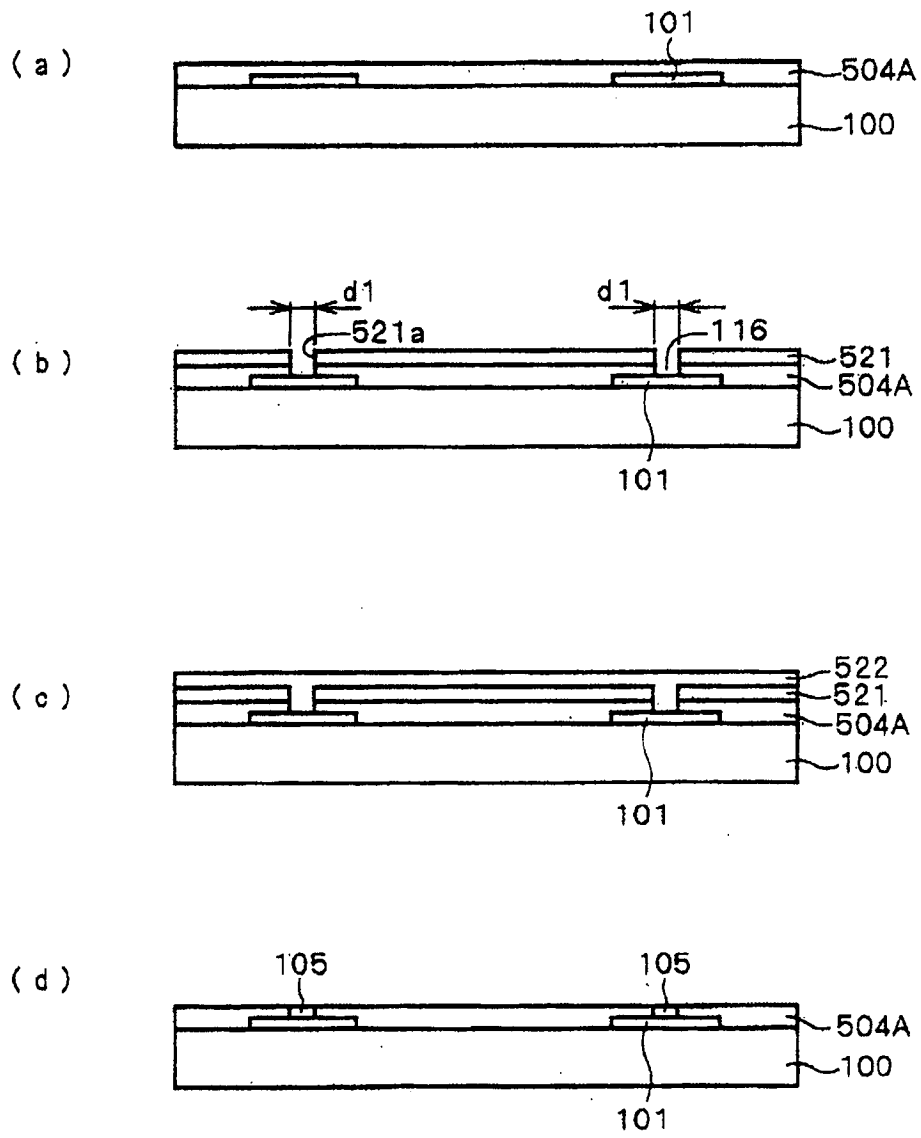


图 21

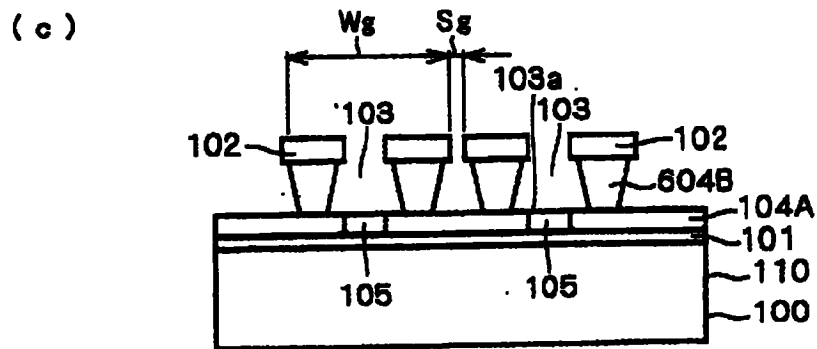
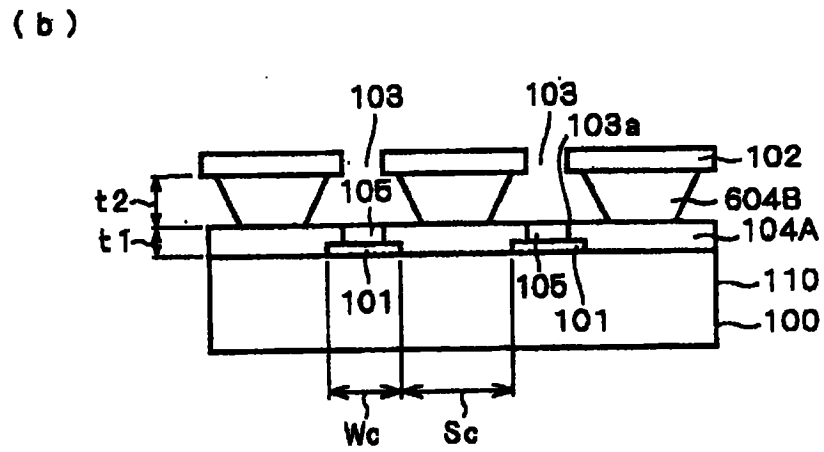
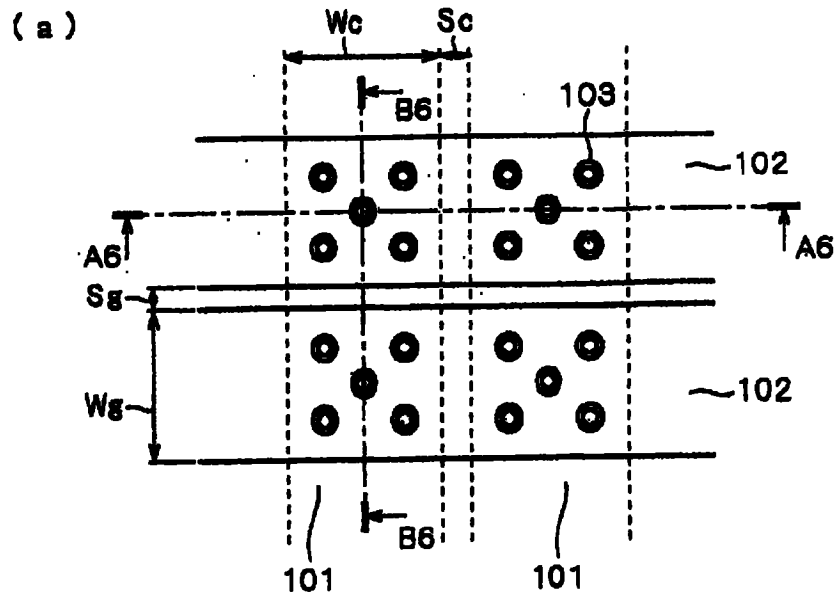


图 22

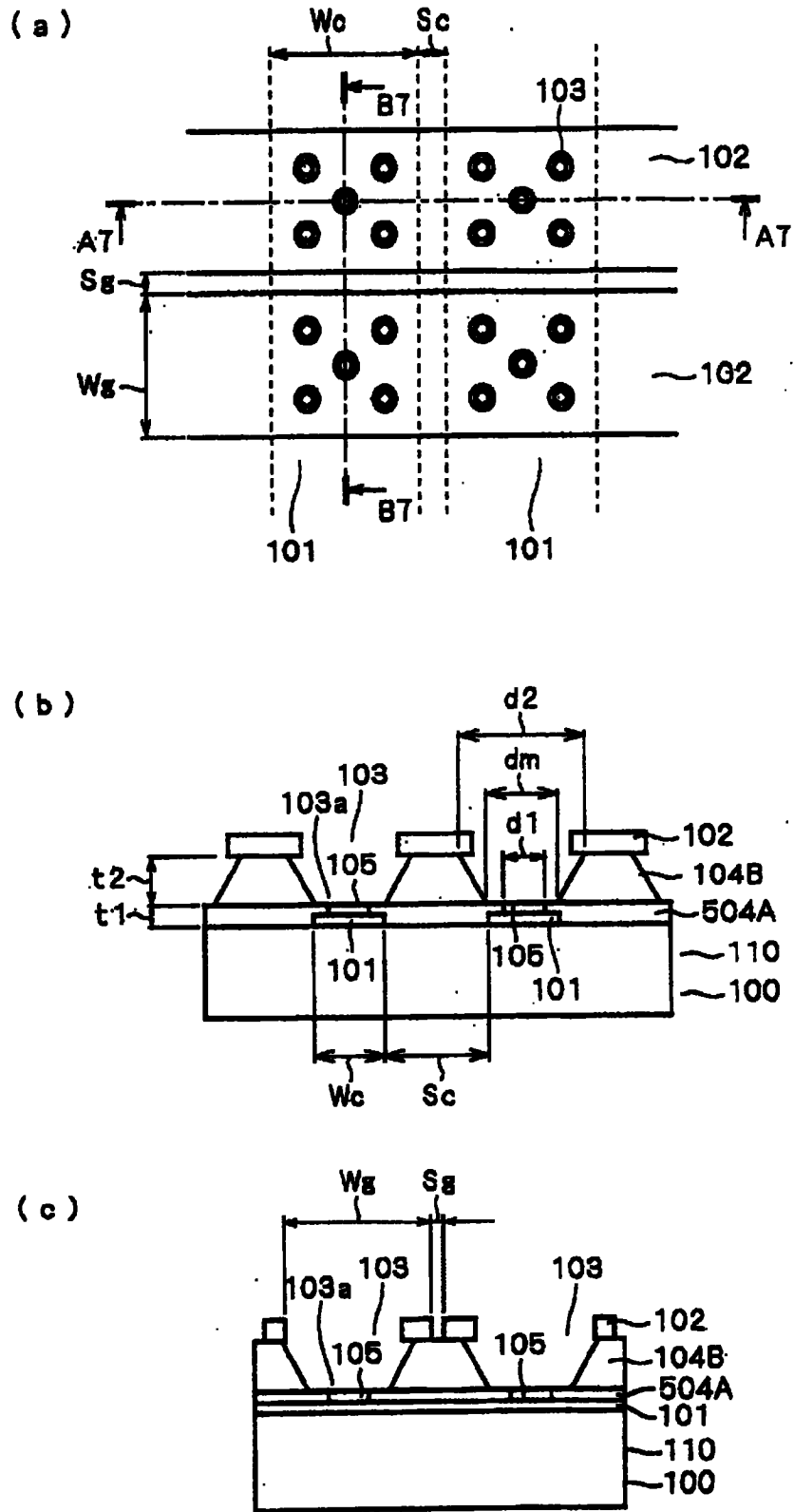


图 23



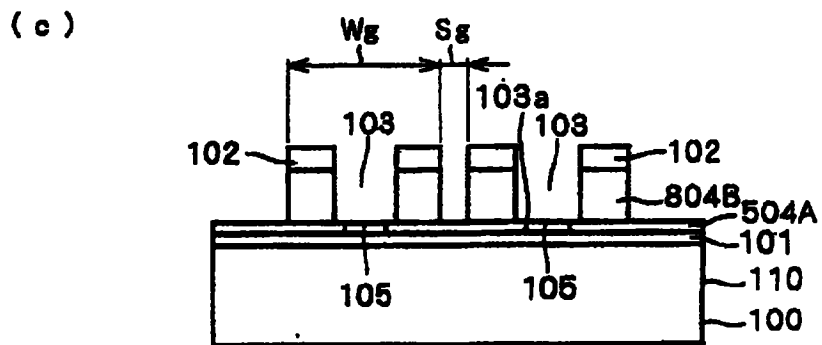
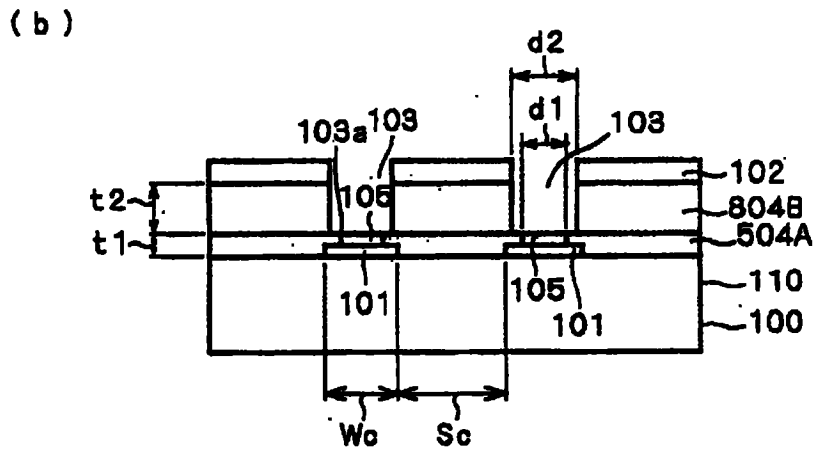
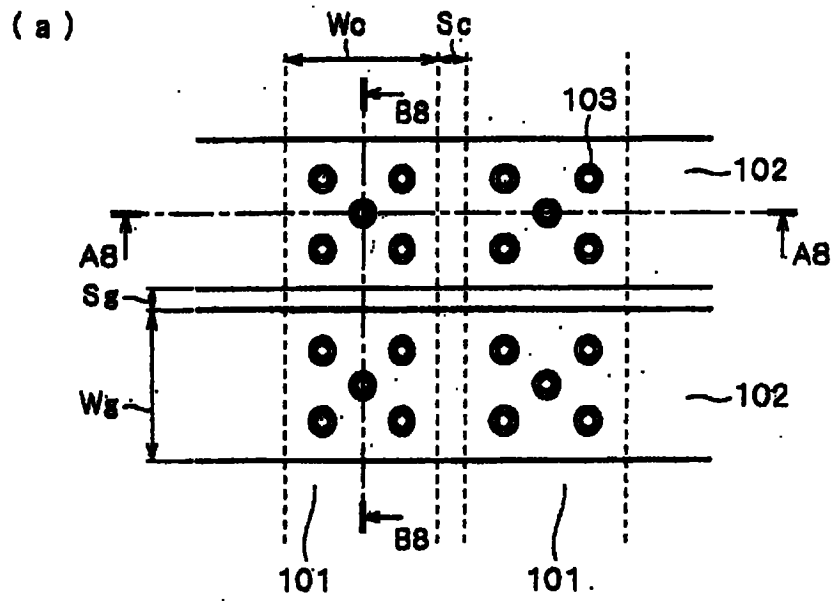


图 24