



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101286487 B

(45) 授权公告日 2012. 08. 08

(21) 申请号 200810092464. 4

(22) 申请日 2008. 04. 11

(30) 优先权数据

2007-105971 2007. 04. 13 JP

(73) 专利权人 日本冲信息株式会社

地址 日本

(72) 发明人 荻原光彦 鹭森友彦 铃木贵人

藤原博之 猪狩友希 佐久田昌明

(74) 专利代理机构 上海德昭知识产权代理有限公司

公司 31204

代理人 郁旦蓉

(51) Int. Cl.

H01L 23/373(2006. 01)

B41J 2/45(2006. 01)

G03G 15/04(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2004108810 A1, 2004. 06. 10,

US 2006273319 A1, 2006. 12. 07,

US 2006273319 A1, 2006. 12. 07,

CN 1501518 A, 2004. 06. 02,

审查员 高铭洁

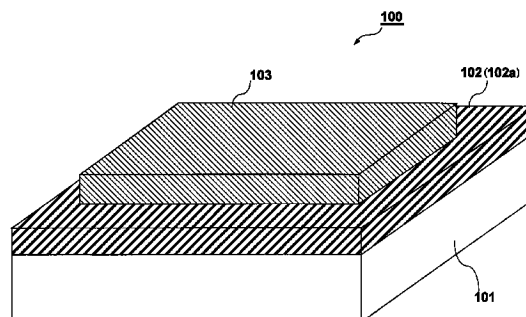
权利要求书 1 页 说明书 17 页 附图 69 页

(54) 发明名称

半导体装置、LED 头以及图像形成装置

(57) 摘要

本发明提供一种半导体装置、该半导体装置的制造方法、具有该半导体装置的 LED 头 (LED head) 以及具有该 LED 头图像形成装置, 该半导体装置能够有效地向外部释放半导体元件所产生的热量, 从而防止半导体装置的温度上升, 提高半导体装置的动作特性, 保持其稳定的动作。在该半导体装置中, 作为基板使用金属基板 101, 该金属基板 101 与半导体薄膜层 103 之间, 具有作为表面涂层层 102 的热传导率高, 且绝缘性能良好的类钻碳层 102a。



1. 一种半导体装置,具有基板和,含有被积层在该基板上的半导体元件的半导体薄膜层,其特征在于:

其中,所述基板与所述半导体薄膜层之间具有类钻碳层,所述类钻碳层被设置在所述基板上,所述半导体薄膜层在所述类钻碳层上通过分子间相互作用与所述类钻碳层直接接合,

所述类钻碳层最表面的平均粗糙度在 5nm 以下。

2. 根据权利要求 1 所述的半导体装置,其特征在于:所述基板使用金属制造,或所述基板与所述类钻碳层之间具有金属层。

3. 根据权利要求 2 所述的半导体装置,其特征在于:所述金属层的光波长在 400nm 至 1500nm 之间,至少对于一个波段具有 50% 以上的反射率。

4. 根据权利要求 1 所述的半导体装置,其特征在于:所述类钻碳层的层厚在 $1\mu\text{m}$ 以下。

5. 根据权利要求 1 所述的半导体装置,其特征在于:所述半导体薄膜层由无机半导体材料制作。

6. 根据权利要求 5 所述的半导体装置,其特征在于:所述半导体薄膜层包含发光元件。

7. 根据权利要求 6 所述的半导体装置,其特征在于:所述发光元件为发光二极管。

8. 根据权利要求 7 所述的半导体装置,其特征在于:所述基板上含有多个发光二极管。

9. 根据权利要求 8 所述的半导体装置,其特征在于:所述多个发光二极管为一维排列的发光二极管阵列。

10. 根据权利要求 8 所述的半导体装置,其特征在于:所述多个发光二极管为二维排列的发光二极管阵列。

11. 根据权利要求 1 所述的半导体装置,其特征在于:所述基板上具有驱动所述半导体元件的驱动电路。

12. 根据权利要求 1 所述的半导体装置,其特征在于:所述的基板是独立的类钻碳基板。

13. 根据权利要求 1 所述的半导体装置,其特征在于:所述的基板是独立的 SiC 基板。

14. 一种 LED 头,具有半导体装置,其特征在于:

该半导体装置具有基板和,含有被积层在该基板上的半导体元件的半导体薄膜层,

其中,所述基板与所述半导体薄膜层之间具有类钻碳层,所述类钻碳层被设置在所述基板上,所述半导体薄膜层在所述类钻碳层上通过分子间相互作用与所述类钻碳层直接接合,

所述类钻碳层最表面的平均粗糙度在 5nm 以下。

15. 一种图像形成装置,具有 LED 头,其特征在于:该 LED 头具有半导体装置,该半导体装置具有基板和,含有被积层在该基板上的半导体元件的半导体薄膜层,

其中,所述基板与所述半导体薄膜层之间具有类钻碳层,所述类钻碳层被设置在所述基板上,所述半导体薄膜层在所述类钻碳层上通过分子间相互作用与所述类钻碳层直接接合,

所述类钻碳层最表面的平均粗糙度在 5nm 以下。

半导体装置、LED 头以及图像形成装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种半导体装置、LED 头 (LED head) 以及图像形成装置,特别是通过有效散发半导体元件产生的热量,提高了特性与可靠性的半导体装置、LED 头以及图像形成装置。

背景技术

[0002] 半导体元件在工作中发热,或在半导体元件中发热最多的领域为工作领域。例如,若为发光二极管 (diode) 则在 PN 连接的附近,或活性层的发光领域成为发热的中心。半导体元件的温度上升,会给半导体装置的特性及可靠性造成不良影响。为避免这一不良影响,需要将半导体元件产生的热能源有效地传导至装置的外部,进行散热。关于该课题,已经公开的相关技术很多,例如专利文献 1 中,将在蓝宝石 (sapphire) 基板等的基板上形成的发光二极管连接在即是绝缘体、同时热传导率又极高的钻石 (diamond) 基板上,将热能源有效地向装置外部传导,进行散热。

[0003] 专利文献 1:日本特开 2002-329896 号公报

[0004] 但是,在上述已公开的技术中存在下述必需解决的课题:由于发光领域与钻石基板之间介有蓝宝石基板,主要发热领域与热传导率高的材料相距较远,会降低散热效果。

发明内容

[0005] 本发明提供一种具有基板和,包含积层在该基板上的半导体元件的半导体薄膜层的半导体装置,其特征在于:所述基板与所述半导体薄膜层之间具有类钻碳层。

[0006] 另外,在本发明的半导体装置中,所述的基板可以是独立的类钻碳基板。

[0007] 另外,在本发明的半导体装置中,所述的基板可以是独立的 SiC 基板。

[0008] 进一步,本发明还提供了一种 LED 头,具有半导体装置,其特征在于:该半导体装置备有基板和,包含积层在该基板上的半导体元件的半导体薄膜层,其中,所述基板与所述半导体薄膜层之间具有类钻碳层。

[0009] 进一步,本发明还提供了一种图像形成装置,具有 LED 头,其特征在于:该 LED 头具有半导体装置,该半导体装置备有基板和,包含积层在该基板上的半导体元件的半导体薄膜层,其中,所述基板与所述半导体薄膜层之间具有类钻碳层。

[0010] 发明效果

[0011] 由于基板与所述半导体薄膜层之间只有薄薄的类钻碳 (Diamond-likeCarbon) 层,缩短了活性层与基板的距离,因此提高了由主要发热领域即活性层向热传导率较高的基板导热的效率。这时,由于类钻碳层的层厚较薄,所以不会在厚度方向降低热传导的效率。因此,可以有效地向外部释放半导体元件所产生的热量,防止半导体装置的温度上升,所以可以获得在提高半导体装置的动作特性的同时保持其稳定的动作的效果。

附图说明

- [0012] 图 1 为实施方式一的半导体装置的斜视图。
- [0013] 图 2 为实施方式一的半导体装置的断面图。
- [0014] 图 3 为实施方式一的 LED 元件的断面图。
- [0015] 图 4 为实施方式一的 LED 元件的制造方法说明图（其一）。
- [0016] 图 5 为实施方式一的 LED 元件的制造方法说明图（其二）。
- [0017] 图 6 为实施方式一的 LED 元件的制造方法说明图（其三）。
- [0018] 图 7 为实施方式一的 LED 元件的制造方法说明图（其四）。
- [0019] 图 8 为实施方式一的 LED 元件的制造方法说明图（其五）。
- [0020] 图 9 为实施方式一的 LED 元件的制造方法说明图（其六）。
- [0021] 图 10 为实施方式一的其它形态 [1] 的 LED 元件的断面图。
- [0022] 图 11 为实施方式一的其它形态 [1] 的 LED 元件的制造方法说明图（其一）。
- [0023] 图 12 为实施方式一的其它形态 [1] 的 LED 元件的制造方法说明图（其二）。
- [0024] 图 13 为实施方式一的其它形态 [1] 的 LED 元件的制造方法说明图（其三）。
- [0025] 图 14 为实施方式一的其它形态 [1] 的 LED 元件的制造方法说明图（其四）。
- [0026] 图 15 为实施方式一的其它形态 [1] 的 LED 元件的制造方法说明图（其五）。
- [0027] 图 16 为实施方式一的其它形态 [1] 的 LED 元件的制造方法说明图（其六）。
- [0028] 图 17 为实施方式一的其它形态 [1] 的 LED 元件的制造方法说明图（其七）。
- [0029] 图 18 为实施方式一的其它形态 [1] 的 LED 元件的制造方法说明图（其八）。
- [0030] 图 19 为实施方式一的其它形态 [2] 的 LED 薄膜层的断面图。
- [0031] 图 20 为实施方式一的其它形态 [3] 的 LED 薄膜层的断面图。
- [0032] 图 21 为实施方式一的其它形态 [2] 的 LED 薄膜层的制造方法说明图（其一）。
- [0033] 图 22 为实施方式一的其它形态 [2] 的 LED 薄膜层的制造方法说明图（其二）。
- [0034] 图 23 为实施方式一的其它形态 [2] 的 LED 薄膜层的制造方法说明图（其三）。
- [0035] 图 24 为实施方式一的其它形态 [3] 的 LED 薄膜层的制造方法说明图（其一）。
- [0036] 图 25 为实施方式一的其它形态 [3] 的 LED 薄膜层的制造方法说明图（其二）。
- [0037] 图 26 为实施方式一的其它形态 [3] 的 LED 薄膜层的制造方法说明图（其三）。
- [0038] 图 27 为实施方式一的其它形态 [4] 的 LED 薄膜层的断面图。
- [0039] 图 28 为实施方式一的其它形态 [4] 的 LED 薄膜层的制造方法说明图。
- [0040] 图 29 为实施方式一的其它形态 [5] 的 LED 薄膜层的断面图。
- [0041] 图 30 为实施方式一的其它形态 [6] 的 LED 薄膜层的断面图。
- [0042] 图 31 为实施方式一的其它形态 [7] 的 LED 薄膜层的断面图。
- [0043] 图 32 为实施方式一的其它形态 [8] 的 LED 薄膜层的断面图。
- [0044] 图 33 为实施方式一的其它形态 [9] 的 LED 薄膜层的断面图。
- [0045] 图 34 为实施方式一的其它形态 [10] 的 LED 薄膜层的断面图。
- [0046] 图 35 为实施方式一的其它形态 [11] 的 LED 薄膜层的断面图。
- [0047] 图 36 为实施方式一的其它形态 [12] 的 LED 薄膜层的断面图。
- [0048] 图 37 为实施方式一的其它形态 [13] 的 LED 薄膜层的断面图。
- [0049] 图 38 为实施方式一的其它形态 [14] 的 LED 薄膜层的断面图。
- [0050] 图 39 为实施方式二的 LED 装置的平面图。

- [0051] 图 40 为图 39 的 A-A 断面放大正面图。
- [0052] 图 41 为在实施方式二的 LED 装置中热传导的说明图。
- [0053] 图 42 为实施方式三的半导体装置的断面图。
- [0054] 图 43 为实施方式三的 LED 元件的断面图。
- [0055] 图 44 为实施方式三的 LED 元件的变形方式的断面图。
- [0056] 图 45 为实施方式四的半导体装置的断面图。
- [0057] 图 46 为实施方式四的 LED 元件的断面图。
- [0058] 图 47 为实施方式四的 LED 元件的变形方式的断面图。
- [0059] 图 48 为实施方式五的半导体装置的断面图。
- [0060] 图 49 为实施方式五 LED 元件的断面图。
- [0061] 图 50 为实施方式六的半导体装置的断面图。
- [0062] 图 51 为实施方式六的 LED 元件的断面图。
- [0063] 图 52 为实施方式七的半导体装置（其一）的断面图。
- [0064] 图 53 为实施方式七的半导体装置（其二）的断面图。
- [0065] 图 54 为实施方式七的半导体装置（其三）的断面图。
- [0066] 图 55 为实施方式七的半导体装置（其四）的断面图。
- [0067] 图 56 为实施方式八的发光元件阵列的斜视图。
- [0068] 图 57 为实施方式八的发光元件阵列的变形方式（其一）的斜视图。
- [0069] 图 58 为实施方式八的发光元件阵列的变形方式（其二）的斜视图。
- [0070] 图 59 为实施方式八的发光元件阵列的变形方式（其三）的斜视图。
- [0071] 图 60 为实施方式八的发光元件阵列的变形方式（其四）的斜视图。
- [0072] 图 61 为实施方式八的发光元件阵列的变形方式（其五）的斜视图。
- [0073] 图 62 为实施方式八的发光元件阵列的变形方式（其六）的斜视图。
- [0074] 图 63 为实施方式九的半导体装置的斜视图。
- [0075] 图 64 为实施方式九的 LED 元件的断面图。
- [0076] 图 65 为实施方式九的其它形态的 LED 元件的断面图。
- [0077] 图 66 为使用了实施方式九的 LED 元件的发光元件阵列的斜视图（其一）。
- [0078] 图 67 为使用了实施方式九的 LED 元件的发光元件阵列的斜视图（其二）。
- [0079] 图 68 为本发明的 LED 头的断面图。
- [0080] 图 69 为 LED 单元的平面图。
- [0081] 图 70 为实施方式十一的 LED 头的断面图。
- [0082] 图 71 为实施方式十一的 LED 头的斜视图。
- [0083] 图 72 为本发明的图像形成装置的主要部位断面图。
- [0084] 图 73 为本发明的图像形成装置的曝光控制系统模块图。

具体实施方式

- [0085] 下面通过附图对本发明的实施形态进行详细的说明。
- [0086] 实施方式一
- [0087] 在本实施方式中,为尽可能缩小主要发热领域与热传导率较高的基板之间的距

离,有效地向装置外部传导热能,采取了以下结构:

[0088] 图 1 为实施方式一的半导体装置的斜视图。

[0089] 图 2 为实施方式一的半导体装置的断面图。

[0090] 如图所示,在实施方式一的半导体装置 100 中,金属基板 101 的表面覆有表面涂层 (coating) 层 102,之上接合有半导体薄膜层 103。图 2 中未标示半导体薄膜层 103 的结构,半导体薄膜层 103 是具有半导体元件的半导体薄膜。半导体元件有发光二极管、半导体激光 (laser)、集成电路、传感器 (sensor)、受光元件等,可为单个或多个,也可以为多种半导体元件的混合。

[0091] 金属基板 101 希望使用如铜、铝 (aluminium)、黄铜 (铜与锌的合金)、锌、钨 (tungsten)、镍 (nickel)、青铜 (铜与锡的合金)、钼 (molybdenum) 等热传导率较高的材料。金属材料基板表面的平均表面粗糙度最好在 5nm 以下。这里的平均表面粗糙度是指通过 AFM (Atomic Force Microscope: 原子间力显微镜) 测定的表面粗糙度,意为测定范围内 (例如,典型实例为 $5\mu\text{m} \sim 25\mu\text{m}$ 的测定范围) 的平均表面粗糙度 R_a (average Roughness)。若在测定范围内的最大粗糙度 RPV 在 5nm 以下则更加理想。

[0092] 在这里,最大表面粗糙度的最大粗糙度 RPV 是指,在测定范围内表面粗糙度特别突出的范围的高低差。若有这种特别的范围存在,连接在该面上的半导体薄膜将产生缺陷,所以最好不要出现这种特别的范围。更加理想的状态是,表面最大的起伏 R_{max} 在 $1/500$ 以下,最好在 $1/1000$ 以下。这里的表面最大的起伏 R_{max} 是指,例如使用表面粗糙度计 (用探针 (probe) 检测表面的高低状态的检测装置) 测定表面的高低断面 (profile) 时,在某一测定距离 L 上的最大高低差 D_{max} 。例如 $R_{\text{max}} = D_{\text{max}}/L \leq 1/1000$ 是指,如在 $L = 50\mu\text{m}$ 的距离,最大的高低差 D_{max} 在 $50\mu\text{m}$ 以下。更加理想的状态是 $L \geq 10\mu\text{m}$ 。

[0093] 表面涂层层 102 覆盖于金属基板 101 的表面,如类钻碳层 102a。该类钻碳层 102a 的绝缘性及热传导性较高,是类似钻石的碳材料。另外又是具有钻石结合 (SP^3 结构) 与石墨结合 (SP^2 结构) 的中间性结构的非结晶 (amorphous) 碳材料。根据不同场合,有时会含有一些氢元素。

[0094] 该类钻碳层 102a 可通过等离子 CVD (Plasma Chemical Vapour Deposition) 法、飞溅 (sputter) 法、或离子镀膜 (ion plating) 法等形成。类钻碳层 102a 也同上述金属 101 的表面粗糙度同样,表面最好平坦、无特别的粗糙部分 (小的突起, i. e. hillock 等)。

[0095] 在覆盖了金属基板 101 的状态下,类钻碳层 102a 的表面平坦性,例如在测定区域内的平均表面粗糙度应为: $R_a \leq 5\text{nm}$,最好是 $R_a \leq 2\text{nm}$ 。该数据是基于发明人进行的系统的实验的结果,在实验时, R_a 超过 5nm 时,难以将半导体薄膜良好的接合 (bonding)。更加理想的状态是,测定区域内的最大峰值 (peak) 高度为 $RPV \leq 10\text{nm}$ 。最好是 $RPV \leq 5\text{nm}$ 。更加理想的状态是 $R_{\text{max}} \leq 1/1000$ 。一般情况下,随着形成的薄膜厚度的增加, R_a 也会有增加的倾向。为使 R_a 在 2nm 以下,类钻碳层 102a 的层厚最好在 $1\mu\text{m}$ 以下。

[0096] 在下述说明中,通过作为半导体元件的一个实例应用于 LED 元件时,即通过将半导体薄膜层 103 作为一个形成发光元件的 LED 薄膜层的实例对本发明进行说明。该 LED 薄膜层不需要粘接剂及粘接性材料,而是在钻石层或类钻碳层 102a 上通过分子间相互作用直接接合。下面对半导体薄膜层 103 的具体的元件形态及其制造方法进行说明。

[0097] 图 3 为实施方式一的 LED 元件的断面图。

[0098] 该图为实施方式一的半导体薄膜层 103 的具体实例,311 为第一导电侧 GaAs 层,312 为 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 层(金属包覆 [clad] 层),313 为第 1 导电型 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ 层(活性层),314 为第 2 导电型 $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{As}$ 层(金属包覆层),315 为第 2 导电侧 GaAs 层(接触 [contact] 层)。在这里最好至少为 $y < x, z$ 。另外,316 为第 2 导电侧电极,317 为第 1 导电侧电极。下面对 LED 元件 300 的制造方法进行简要说明。

[0099] 图 4 为实施方式一的 LED 元件的制造方法说明图(其一)。

[0100] 如图所示,形成 LED 元件的原材料为 LED 薄膜层 310。在 GaAs 基板 105 上设置牺牲层 104(例如 $\text{Al}_t\text{Ga}_{1-t}\text{As}$ 层、 $t \geq 0.6$),形成发光元件的 LED 薄膜层 310。例如可通过有机金属化学气相沉积成长法(Organic Metal Chemical Vapour Deposition:OMCVD 法)形成薄膜层。

[0101] 图 5 为实施方式一的 LED 元件的制造方法说明图(其二)。

[0102] 图 6 为实施方式一的 LED 元件的制造方法说明图(其三)。

[0103] 如图 5、图 6 所示,通过使用仅腐蚀(蚀刻法,etching)牺牲层 104 的腐蚀液,选择性地对牺牲层 104 进行腐蚀。通过对牺牲层 104 的腐蚀,可将 LED 薄膜层 310 从基板 105 上剥离。

[0104] 图 7 为实施方式一的 LED 元件的制造方法说明图(其四)。

[0105] 如图所示,在金属基板 101 上形成有类钻碳层 102a 的基板上,对 LED 薄膜层 310 施压,使其贴紧并粘合。这时应对接合(bonding)表面进行适当的表面处理,尽可能接合牢固。

[0106] 图 8 为实施方式一的 LED 元件的制造方法说明图(其五)。

[0107] 图 9 为实施方式一的 LED 元件的制造方法说明图(其六)。

[0108] 如图 8、图 9 所示,在上述图 7 中将 LED 薄膜层 310 在金属基板 101 上接合后,第 1 导电侧 GaAs 层 311 露出,将第 1 导电型 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 层(金属包覆层)312 至第 2 导电侧 GaAs 层 315 腐蚀,在第 1 导电侧 GaAs 层 311 与第 2 导电侧 GaAs 层 315 上,分别形成第 1 导电侧电极 317 和第 2 导电侧电极 316,元件制造完成。在这里,可获得第 1 导电侧电极 317(例如 AuGe/Ni/Au 层、AuGeNi/Au 层)、第 2 导电侧电极 316(例如 Ti/Pt/Au 层、Al 层、Ni/Al 层)和 LED(例如,作为薄膜层 310a)。在图 4 至图 9 说明的制造方法中,是将半导体薄膜层接合后再对 LED 的形态进行加工的。还可以预先将图 3 的结构在 GaAs 基板上形成后,按照图 4 至图 6 所示的方法进行剥离,再按图 7 所示在类钻碳上接合。

[0109] 以上说明了实施方式一的 LED 元件(图 3),下面对与其不同形态 [1] ~ [14] 的 LED 元件进行举例说明。

[0110] 图 10 为实施方式一的其它形态 [1] 的 LED 元件的断面图。

[0111] 在图中,321 为第 1 导电侧 GaAs 层、322 为第 1 导电型 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 层(金属包覆层)、323 为第 1 导电型 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ 层(活性层)、324 为第 2 导电型 $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{As}$ 层、325 为第 2 导电侧 GaAs 层(接触层)、326 为第 2 导电型不纯物扩散领域,扩散领域至少到达第 1 导电型 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ 层(活性层)323。326a 为活性层内的扩散领域。326b 为金属包覆层内的扩散领域。326c 为接触层内的扩散领域。接触层内的扩散领域 326c 与第 2 导电型 GaAs 层 325 至少可通过腐蚀分离。328 为第 1 导电侧电极,327 为第 2 导电侧电极。

[0112] 图 11 为实施方式一的其它形态 [1] 的 LED 元件的制造方法说明图(其一)。

[0113] 如图所示,在 GaAs 基板 105 上形成牺牲层 104 层(例如 $\text{Al}_t\text{Ga}_{1-t}\text{As}$ 层, $t \geq 0.6$),再形成 LED 薄膜层 320。LED 薄膜层 320 通过与上述相同的 OMCVD 法形成。

[0114] 图 12 为实施方式一的其它形态 [1] 的 LED 元件的制造方法说明图(其二)。

[0115] 然后形成到达活性层的第 2 导电型不纯物扩散领域 326。不纯物可为 Zn。在扩散的领域形成 ZnO 薄膜,加热至 $550 \sim 650^\circ\text{C}$ 可使不纯物扩散。

[0116] 图 13 为实施方式一的其它形态 [1] 的 LED 元件的制造方法说明图(其三)。

[0117] 如图所示,将第 2 导电侧 GaAs 层(接触层)325 与该接触层内的扩散领域 326c 分离。

[0118] 图 14 为实施方式一的其它形态 [1] 的 LED 元件的制造方法说明图(其四)。

[0119] 如图 14 所示,形成第 1 导电侧电极 328 和第 2 导电侧电极 327。

[0120] 图 15 为实施方式一的其它形态 [1] 的 LED 元件的制造方法说明图(其五)。

[0121] 然后在表面设置适当的支撑体(图中未标示),选择性地腐蚀除去牺牲层 104。

[0122] 图 16 为实施方式一的其它形态 [1] 的 LED 元件的制造方法说明图(其六)。

[0123] 如图所示,通过将牺牲层完全腐蚀除去,LED 薄膜元件 329 从 GaAs 基板 105 上剥离。

[0124] 图 17 为实施方式一的其它形态 [1] 的 LED 元件的制造方法说明图(其七)。

[0125] 如图所示,将 LED 薄膜元件 329 紧贴在金属基板 101 上形成有类钻碳层 302a 的基板上,使之接合。

[0126] 图 18 为实施方式一的其它形态 [1] 的 LED 元件的制造方法说明图(其八)。

[0127] 如图所示,经过上述工序,LED 元件的制造完成。

[0128] 下面对与实施方式一的 LED 元件(图 3)不同形态 [2] 的(作为半导体元件的)LED 元件进行举例说明。

[0129] 图 19 为实施方式一的其它形态 [2] 的 LED 薄膜层的断面图。

[0130] 在图中,331 为缓冲(buffer)层(例如 AlN 层),332 为 n-GaN 层,333 为多重量子井层,333a 为 InGaN 层,333b 为 GaN/InGaN/GaN/……/InGaN/GaN 积层,333c 为 InGaN 层、334 为 p-AnGaN 层、335 为 p-GaN 层。

[0131] 图 20 为实施方式一的其它形态 [3] 的 LED 薄膜层的断面图。

[0132] 如图所示,与其它形态 [2] 的 LED 薄膜层 330 相比,其它形态 [3] 的 LED 薄膜层 330a 中没有缓冲层 331(图 19)。

[0133] 下面对上述其它形态 [2] 及其它形态 [3] 的制造方法进行说明。

[0134] 图 21 为实施方式一的其它形态 [2] 的 LED 薄膜层的制造方法说明图(其一)。

[0135] 图 22 为实施方式一的其它形态 [2] 的 LED 薄膜层的制造方法说明图(其二)。

[0136] 图 23 为实施方式一的其它形态 [2] 的 LED 薄膜层的制造方法说明图(其三)。

[0137] 在图 21 中,106 为蓝宝石基板(一个实例),104 为牺牲层。如图 22 所示,通过选择性地腐蚀除去牺牲层 104,将 LED 薄膜层 330 从蓝宝石基板 106 上剥离。如图 23 所示,通过同时腐蚀牺牲层 104 与缓冲层 331,可获得 LED 薄膜层 330a。

[0138] 图 24 为实施方式一的其它形态 [3] 的 LED 薄膜层的制造方法说明图(其一)。

[0139] 图 25 为实施方式一的其它形态 [3] 的 LED 薄膜层的制造方法说明图(其二)。

[0140] 图 26 为实施方式一的其它形态 [3] 的 LED 薄膜层的制造方法说明图(其三)。

[0141] 图 24 与图 21 不同,未设置牺牲层 104(图 21),而是直接在 Si 基板 107(一个实例)上设置缓冲层 331。图中所示的基板为 Si 基板 107。如图 25 所示,通过 Si 基板 107 的腐蚀,可获得 LED 薄膜层 330。如图 26 所示,在对 Si 基板 107 进行腐蚀时,若同时对缓冲层 331 进行腐蚀除去,可获得 LED 薄膜层 330a。在图 25、26 中,可将 Si 基板 107 全部腐蚀除去,也可使用横向腐蚀速度大于纵向腐蚀速度的腐蚀方法,通过形成有半导体薄膜的面的横向腐蚀来剥离半导体薄膜。在使用这种腐蚀方法时,Si 基板仅上面的一部分会被腐蚀。

[0142] 图 27 为实施方式一的其它形态 [4] 的 LED 薄膜层的断面图。

[0143] 在图 27 中,341 为 n-GaAs 层,342 为 n-AlInGaP 层(金属包覆层),343 为无掺杂(non dope)InGaP 层(活性层),344 为 p-AlInGaP 层(金属包覆层),345 为 p-InGaP 层(缓冲层),346 为 n-GaAs 层、347 为 p-GaAs 层。

[0144] 图 28 为实施方式一的其它形态 [4] 的 LED 薄膜层的制造方法说明图。

[0145] 如图所示,通过选择性地腐蚀设置于 GaAs 基板 105 上的牺牲层 104,可获得 LED 薄膜层 340。

[0146] 图 29 为实施方式一的其它形态 [5] 的 LED 薄膜层的断面图。

[0147] 在图 29 中,351 为 n-InP,352 为 n-InGaAsP 层,353 为 n-InP 层,354 为 n-InP 层(金属包覆层),355 为 InGaAs/InGaAsP 层(多重量子井层),356 为 p-InP 层(金属包覆层),357 为 InP 层,358 为 p-InGaAs 层(接触层)。

[0148] 图 30 为实施方式一的其它形态 [6] 的 LED 薄膜层的断面图。

[0149] 该图表示的是为获得 LED 薄膜层 350 的外延(epitaxial)基板结构。图中的 108 可为 InP 基板,104 为设于 LED 薄膜层 350 与 InP 基板 108 之间的牺牲层。

[0150] 图 31 为实施方式一的其它形态 [7] 的 LED 薄膜层的断面图。

[0151] 在图 31 中,361 为无掺杂 GaAs 层,362 为 n-AlGaAs 层,363 为 n-GaAs 层。

[0152] 图 32 为实施方式一的其它形态 [8] 的 LED 薄膜层的断面图。

[0153] 在图 32 中,371 为 n-GaAs 层,372 为 n-GaAs 层,373 为 p-AlGaAs 层,374 为 n-AlGaAs 层,375 为 n-GaAs 层或 n-InGaAs 层。

[0154] 图 33 为实施方式一的其它形态 [9] 的 LED 薄膜层的断面图。

[0155] 在图 33 中,380a-1 为 AlN 层,380a-2 为 $n\text{-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 层,380a-3 为 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 层,380a-4 为 $p\text{-Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{N}$ 层。

[0156] 图 34 为实施方式一的其它形态 [10] 的 LED 薄膜层的断面图。

[0157] 在图 34 中,380b-2 为 $n\text{-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 层,380b-3 为 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 层,380b-4 为 $p\text{-Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{N}$ 层。

[0158] 图 35 为实施方式一的其它形态 [11] 的 LED 薄膜层的断面图。

[0159] 在图 35 中,380c-1 为 $n^+\text{-GaN}$ 层,380c-2 为 n-GaN 层,380c-3 为 p-GaN 层,380c-4 为 $n^+\text{-AlGaN}$ 层。

[0160] 图 36 为实施方式一的其它形态 [12] 的 LED 薄膜层的断面图。

[0161] 在图 36 中,390a-1 为无掺杂 GaN 层,390a-2 为 n-GaN 层。

[0162] 图 37 为实施方式一的其它形态 [13] 的 LED 薄膜层的断面图。

[0163] 在图 37 中,390b-1 为 AlN 层,390b-2 为无掺杂 GaN 层,390b-3 为 n-GaN 层。

[0164] 图 38 为实施方式一的其它形态 [14] 的 LED 薄膜层的断面图。

[0165] 在图 38 中,396 为无掺杂 GaN 层,397 为无掺杂 AlGaIn 层,398 为 n-AlGaIn 层。

[0166] 作为半导体元件的一个实例,以上进行说明的 LED 元件、传感器元件、电子元件,可以进行发光动作、或传感器动作、或晶体管 (transistor) 动作。LED 元件、传感器元件或电子元件等任一半导体元件动作时,都会伴随热量的产生。LED 元件产生的热量,传导至 LED 元件直接接触的热传导率较高的类钻碳层,再传导至金属基板。由于类钻碳层的层厚较薄,可有效地向厚度方向传导热量,热量传至金属基板。在金属材料中,热量可同时在厚度方向和横向方向有效地传导,向外部散热。

[0167] 如以上说明所述,本实施方式中,在金属基板上设置薄薄的类钻碳层,之上再接合作为半导体薄膜层的 LED 薄膜层、传感器薄膜层、电子元件薄膜层等半导体元件薄膜层,由于缩短了活性层等动作层与基板的距离,所以提高了热传导的效率。在这时,类钻碳层的层厚较薄,所以不会降低厚度方向的热传导的效率。另外,由于金属基板的厚度方向与横向方向的热传导率均较高,可以将 LED 元件、传感器元件、电子元件等的半导体元件产生的热量有效地向外部扩散,防止电子元件等半导体元件的温度上升。因此,可以获得在提高 LED 元件、传感器元件、电子元件等的动作特性的同时,保持其动作稳定性的效果。而且,在此种 LED 元件中,可以将放射到底面的光通过金属表面进行反射,所以还可以获得提高发光特性的效果。

[0168] 在上述实施方式中,LED 薄膜层与金属基板之间设置了类钻碳层,也可以使用钻石层来代替类钻碳层。上述实施方式中,类钻碳层由 CVD 法等成膜方法形成,也可以是通过表面研磨、CMP (Chemical Mechanical Polishing) 等进行表面处理的平整的平坦面。

[0169] 另外,也可以使用碳化硅 (SiC) 及氧化铝 (Al_2O_3) 等热传导率较高的薄膜代替类钻碳。SiC 膜及 Al_2O_3 膜可通过 CVD 法、 Al_2O_3 膜可通过飞溅法等形成。

[0170] 实施方式二

[0171] 为提高发光元件的发光效率,本实施方式在实施方式一的结构之上,另外在金属基板上增设了光反射率较高的金属层,采取以下结构:

[0172] 图 39 为实施方式二的 LED 装置的平面图。

[0173] 图 40 为图 39 的 A-A 断面放大正面图。

[0174] 下面参照图 39 和图 40 对第二实施形态进行说明。

[0175] 在图 39 中,411 为第 1 导电侧 GaAs 层 (接触层)。415 为第 2 导电侧 GaAs 层 (接触层)。417 为第 2 导电侧电极。417b 为第 2 导电侧配线、417c 为第 2 导电侧连接垫。418 为第 1 导电侧电极。418b 为第 1 导电侧配线、418c 为连接多个第 1 导电侧电极的通用配线。418d 为第 1 导电侧连接垫。

[0176] 在图 40 中,401 为金属基板,402 为与金属基板 401 不同材料的金属层。金属基板 401 为热传导率较高的金属材料,例如铜、铝、黄铜 (铜与锌的合金)、锌、钨、镍、青铜 (铜与锡的合金)、钼等。金属层 402 的光波长至少在 400nm 至 1500nm 之间,至少对于一个波段的光有 50% 以上的反射率,例如铜、含铜合金、铝、铝镍合金、锌、镍、白金、金、银、含金合金、含银合金、钛 (titan)、钽 (tantalum)、钯 (palladium)、铱 (iridium)、钨等。金属层可酌情选择与各金属材料相适应的方法。例如,飞溅法、电子射线蒸发法等使用真空装置的方法,也可以通过镀金及涂敷等不使用真空装置的方法来设置金属层。

[0177] 金属层 402 可以为单层也可以为积层。为积层时最上层最好是反射率较高的金属层。关于金属层表面的平坦性,希望具有实施方式一中说明的平坦性。即,最好是 $Ra \leq 5nm$ 、 $RPV \leq 10nm$ 、 $R_{max} \leq 1/1000$ 。403 为类钻碳层。类钻碳层最表面的平坦性与实施方式一相同,即 $Ra \leq 5nm$ 、 $RPV \leq 10nm$,最好是 $Ra \leq 3nm$ 、 $RPV \leq 5nm$ 。另外希望 $R_{max} \leq 1/1000$ 。

[0178] 410 为具有发光元件的 LED 薄膜元件。411 为第 1 导电侧 GaAs 层(接触层)、412 为 $Al_xGa_{1-x}As$ 层(金属包覆层)、413 为第 1 导电型 $Al_yGa_{1-y}As$ 层(活性层)、413 为第 2 导电型 $Al_zGa_{1-z}As$ 层(金属包覆层)、415 为第 2 导电型 GaAs 层(接触层)。在这里,至少应为 $y < x, z$ 。416 为层间绝缘膜,例如 SiN 膜,417 为第 2 导电侧电极,418 为第 1 导电侧电极。

[0179] 图 41 为在实施方式二的 LED 装置中热传导的说明图。

[0180] LED 薄膜元件 410 通过在第 1 导电侧电极 418 与第 2 导电侧电极 417 之间施加电压使电流流通,从而由活性层 413 发光。射到底面的光到达金属层 402,在金属层 402 的表面反射,光从发光元件的表侧发出。

[0181] 伴随发光动作所产生的光,传至具有较高地热传导率的类钻碳层 403,然后传至金属层 402,最后传至热传导率较高的金属基板 401 后向外部扩散。图中将该动作以图解方式标出,421-422 表示光的反射,425 表示热的传导。

[0182] 如以上说明所述,第二实施形态是在热传导率较高的金属基板上,设置光反射率较高的金属层,然后设置类钻碳层的形态,所以,向 LED 元件的底面射出的光可以在反射率较高的金属层表面反射,从表面发出,加之实施方式一的效果,可以获得发光效率较高的发光元件。

[0183] 与实施方式一的变形方式同样,本实施方式中也可使用钻石层积层来代替类钻碳层。另外,第二层金属层的表面也可以是通过研麻、CMP (Chemical Mechanical Polishing) 等制造的表面。与实施方式一的变形方式同样,也可使用钻石层及 SiC 层、或 AlN 层、 Al_2O_3 等代替类钻碳层。

[0184] 实施方式三

[0185] 与实施方式一及实施方式二不同,本实施方式是以进一步提高散热效果为目的,在类钻碳的独立基板上接合半导体薄膜。

[0186] 图 42 为实施方式三的半导体装置的断面图。

[0187] 在图 42 中,501 为类钻碳基板。510 为半导体薄膜层。类钻碳基板的表面最好具有与实施方式一说明的表面状态相同的平坦性。即, $Ra \leq 5nm$ 、 $RPV \leq 10nm$ 、最好是 $Ra \leq 3nm$ 、 $RPV \leq 5nm$ 。另外最好是 $R_{max} \leq 1/1000$ 。

[0188] 图 43 为实施方式三的 LED 元件的断面图。

[0189] 图 43 为实施方式三的半导体薄膜层 510 的具体实例。如图所示,实施方式 3 的 LED 元件 450 是将实施方式二的 LED 薄膜元件 410 (图 40) 接合在类钻碳基板 501 上的结构,所以在此省略有关 LED 薄膜元件 410 的内容的说明。但本发明不限于这种半导体层结构,可以为各种变形,即,可以变更为实施方式一中所例示的各种半导体元件的形态。

[0190] LED 元件 450 的动作与 LED 元件 400 (图 40) 同样,但因发光元件的动作而产生的热量会传至类钻碳基板 501。由于类钻碳的热传导率较高,所以可以有效地向外部散热。

[0191] 如以上说明所述,本实施方式是通过分子间相互作用将 LED 薄膜层(半导体薄膜

的一个实例)直接接合在类钻碳基板上,从而可以获得即使格子数不同的半导体也不会产生结晶缺陷、保持其较高的质量、且热传导率较高的效果。另外,主要发热领域与热传导率较高的基板之间的距离较小,半导体薄膜与基板之间不插入其它材料,所以热传导会极好。由此可以抑制元件的温度上升,所以可获得优良的元件特性。

[0192] 图 44 为实施方式三的 LED 元件的变形方式的断面图。

[0193] 如图所示,实施方式三的变形方式的 LED 元件 550,是在实施方式三的 LED 元件 450(图 43)中,通过将类钻碳基板 501(图 43)调换为导电性类钻碳基板 502、将第 1 导电侧电极 538 设置在底面的金属形成。这样可以进一步提高上述实施方式 3 的效果。在这里,为使类钻碳具有导电性,可以通过增加其石墨(graphite)成分来提高其导电率。因此需要选择提高石墨成分的成膜条件。另外,也可使用钻石基板代替类钻碳基板。

[0194] 实施方式四

[0195] 本实施方式的目的,是通过在实施方式三中使用的类钻碳基板的表面覆盖金属层,从而提高横向方向的热传导率。

[0196] 图 45 为实施方式四的半导体装置的断面图。

[0197] 如图所示,实施方式四的半导体装置 600,仅 LED 薄膜层 510 与类钻碳基板 501 之间介有金属层 602 这一点与实施方式三的半导体装置 500(图 42)不同。在这里,金属层 602 可以由铜、含铜合金、铝、铝镍合金、锌、镍、白金、金、银、含金合金、含银合金、钛、钽、钼、铌、钨、含 Al 合金、AuGe/Ni、AuGeNi、以及 Ti/Pt/Au 之中选择。

[0198] 图 46 为实施方式四的 LED 元件的断面图。

[0199] 图 46 是实施方式四的半导体薄膜层 510 的具体实例。如图所示,实施方式四的 LED 元件 650 为实施方式三的 LED 元件 450(图 43)的 LED 薄膜元件 410 与类钻碳基板 501 之间,积层有金属层 602。LED 薄膜元件 410 的结构及电极的结构,与实施方式三中说明的半导体外延积层结构及电极结构相同,因此在此省略其说明。

[0200] 本实施方式中的 LED 元件 650 也与实施方式二中说明的 LED 元件 400(图 40)同样动作。但包含发光元件的 LED 薄膜元件 410 最下层的第 1 导电型 GaAs 层 411 与金属层 602 的接触,可通过与半导体薄膜的金属层相接合的半导体材料与金属层的组合来形成欧姆(ohmic)性的接触。这时可以形成低电阻的接触。

[0201] 因发光元件的动作产生的热量,传至相接触的金属层 602 以及类钻碳基板 501。由于类钻碳的热传导率较高,可以有效地向外部散热。另外,由于类钻碳基板 501 表面设有金属层 602,所以可以提高横向方向的热传导性,从而可以更加有效地向外部散热。

[0202] 如上述说明所述,本实施方式是在类钻碳基板上设置金属层,至少是半导体薄膜与该金属层紧贴的结构,所以,加之上述第一至第三的实施形态的效果,可以获得半导体薄膜至金属层的热传导更加有效的效果。另外,金属层和,与该金属层相接合的半导体层的组合若采用可获得低电阻的接触电阻的组合,则在与半导体薄膜之间可形成低电阻的接触。

[0203] 图 47 为实施方式四的 LED 元件的变形方式的断面图。

[0204] 如图所示,实施方式四的变形方式的 LED 元件 670,是在实施方式四的 LED 元件 650(图 46)中,通过使用导电性类钻碳基板 502 替换类钻碳基板 501(图 46)、将第 1 导电侧电极 603 设置在底面的金属层来形成。从而可使上述实施方式四的效果进一步提高。在这里,为使类钻碳具有导电性,可通过制造方法将可改变导电度的氮、硅(silicon)、磷、金

属等不纯物掺杂(doping),从而提高其传导度。

[0205] 实施方式五

[0206] 本实施方式是在实施方式四的金属层 602(图 45)上,又设置了类钻碳层,在提高热传导率的同时提高光的反射率。

[0207] 图 48 为实施方式五的半导体装置的断面图。

[0208] 在图 48 中,501 为类钻碳基板,402 为金属层,403 为类钻碳层,510 为 LED 薄膜(半导体薄膜的一个实例)。金属层 402 的表面最好具有与实施方式一相同的平坦性。即, $R_a \leq 5\text{nm}$ 、 $RPV \leq 10\text{nm}$ 、 $R_{\text{max}} \leq 1/1000$ 。类钻碳层 403 的平坦性与实施方式一同样,希望为 $R_a \leq 5\text{nm}$ 、 $RPV \leq 10\text{nm}$ 、 $R_{\text{max}} \leq 1/1000$ 。最好为 $R_a \leq 3\text{nm}$ 、 $RPV \leq 5\text{nm}$ 、 $R_{\text{max}} \leq 1/1000$ 。LED 薄膜层 510 通过分子间相互作用接合在类钻碳层 403 上。

[0209] 图 49 为实施方式五 LED 元件的断面图。

[0210] 如图所示,本实施方式的 LED 元件 750 的积层结构,仅是在实施方式二中说明的实施方式二的 LED 元件 400(图 40)上,将金属基板 401 替换为类钻碳基板 501,其它部分完全与 LED 元件 400(图 40)相同,所以在此省略其说明。

[0211] 类钻碳层 403 在实现传导发光元件动作时产生的热量这一功能的同时,还具有作为接合 LED 薄膜层 510 的接合界面控制层的功能。金属层 402 在作为对于发光元件的光的反射层而动作的同时,还具有促进向横向方向的热传导的功能。所以,金属层 402 的最表面可由 Au、Pt、Pd 等构成。金属(metal)层也可不只是一层。例如,基底可为 Cu 及 Al 系的热传导率较高的金属材料。

[0212] 如以上说明所述,本实施方式是在类钻碳基板与 LED 薄膜层之间,设置了金属层/类钻碳层的积层结构,因此可以获得在增进热传导的同时实现高反射率的效果。另外,可以使 LED 薄膜层与类钻碳基板的界面为平滑的(smooth)界面,获得较强的接合力的效果。

[0213] 另外,可以使用钻石层、SiC 层、 Al_2O_3 层等代替类钻碳层。

[0214] 实施方式六

[0215] 在本实施方式中,基板使用 SiC 基板,在 SiC 基板上设置金属层与类钻碳层的积层,目的在于提高热传导率、防止温度上升。

[0216] 图 50 为实施方式六的半导体装置的断面图。

[0217] 在图 50 中,901 为 SiC 基板。402 为金属层。403 为类钻碳层。510 为半导体薄膜层 510 的具体实例,是 LED 元件的断面图。

[0218] SiC 基板 901 可以为立方晶体 SiC(3C-SiC),也可以不是单结晶。另外,也可以是例如六方晶等其它结晶系的混合。基板表面的平坦性希望至少为 $R_a \leq 5\text{nm}$ 、 $RPV \leq 10\text{nm}$ 、 $R_{\text{max}} \leq 1/1000$ 。最好为 $R_a \leq 3\text{nm}$ 、 $RPV \leq 5\text{nm}$ 、 $R_{\text{max}} \leq 1/1000$ 。

[0219] 金属层 402 是光波长在 350nm 至 1500nm 之间、对于一个波段的光至少具有 50%以上的反射率的金属层,例如铜、含铜合金、铝、铝镍合金、锌、镍、白金、金、银、含金合金、含银合金、钛、钽、钼、铌、钨等。金属层 402 可为单层也可为积层。若为积层时,最上层最好为反射率较高的金属层。金属层可通过飞溅法形成。

[0220] 类钻碳层 403 的层厚应适当决定可以获得上述平坦性的层厚。类钻碳层与实施方式一相同,可通过等离子 CVD(Plasma Chemical Vapour Deposition)法、飞溅法、或离子镀膜法等形成。

[0221] 图 51 为实施方式六的 LED 元件的断面图。

[0222] 如图所示,本实施方式的 LED 元件 850 的积层结构,仅是在实施方式二中说明的实施方式二的 LED 元件 400(图 40)上,将金属基板 401 替换为 SiC 基板 901,其它部分完全与 LED 元件 400(图 40)相同,所以在此省略其说明。

[0223] SiC 基板 901 是起到高热传导基板的作用。SiC 基板 901 发挥与铜同等的热传导性。在具有发光元件时,金属层 402 是作为对于向底面射出的光的高反射层进行动作。类钴碳层 403 是起到将 LED 薄膜层 510 与金属层 402 分离的绝缘层及高热传导层的作用。

[0224] 如以上说明所述,本实施方式是具有 SiC 基板,SiC 基板上具有金属层和类钴碳层的形态,所以可通过其高热传导性防止温度上升,从而可获得提高特性、稳定性及可靠性的效果。另外,通过金属层较高的光反射提高发光元件的特性,可获得提高基板加工性、提高耐药品性的效果。

[0225] 实施方式七

[0226] 本实施方式是从实施方式六的积层结构中去除类钴碳层,使半导体元件的共用电极可设置在基板侧,其目的在于将积层结构简单化。

[0227] 图 52 为实施方式七的半导体装置(其一)的断面图。

[0228] 图 53 为实施方式七的半导体装置(其二)的断面图。

[0229] 图 54 为实施方式七的半导体装置(其三)的断面图。

[0230] 图 55 为实施方式七的半导体装置(其四)的断面图。

[0231] 在图中,901 为 SiC 基板。402 为金属层。904 为金属膜。510 为半导体薄膜层的具体实例,是 LED 元件的断面图。

[0232] LED 薄膜层 510(半导体薄膜的一个实例)可通过例如分子间相互作用使整个表面与金属层 402 或 SiC 基板 901 紧贴。SiC 基板 901 可为高电阻基板,也可为导电性基板,应根据在半导体薄膜中的元件的动作设计进行适当选择。

[0233] 金属层 402 的材料,可根据与该金属层 402 连接的 LED 薄膜层 510(半导体薄膜的一个实例)的接触电阻及金属层表面的光反射率等的规格要求进行适当选择。例如,需要接触电阻较低时,可将 Ni、Ni/Al、Pd、AuGe/Ni、Au GeNi 等的金属作为候选材料。希望反射率较高时,可将 Au、Pd、Pt 等的材料作为候选材料。另外也可选用上述实施方式二中所述的金属材料层。

[0234] 在金属层 402 与 LED 薄膜层 510(半导体薄膜的一个实例)的接触电阻为低电阻的形态时,将 SiC 基板 901 设为导电性的基板,SiC 基板 901 作为导通层进行动作。这时,如图 53 所示,通过在 SiC 基板 901 的底面另外设置金属膜 904,可以使基板底面具有半导体元件的共用电极。SiC 基板 901 为 p 型或 n 型的低电阻基板,也可为图 54 至图 55 所示的省略金属层、在 SiC 基板 901 上直接接合半导体薄膜的形态。

[0235] 如上述说明所述,本实施方式是具备 SiC 基板、在 SiC 基板上设置有 LED 薄膜(半导体薄膜的一个实例)的金属层表面或 SiC 基板表面上接合半导体薄膜的形态,因此可将 LED 薄膜层(半导体薄膜的一个实例)中的半导体元件的共用电极设置在基板侧,所以可以获得使积层结构简单化的效果。

[0236] 在上述实施方式一至实施方式七的说明中,作为在半导体薄膜中的半导体元件的具体实例,采用构成发光二极管的半导体积层结构进行了说明,但本发明并不以此例为限,

也可以为其它各种构成半导体元件的半导体积层结构。另外,具有半导体薄膜的半导体元件不限于一种,也可多种半导体元件掺杂的形态。元件数量也不受限定。在上述实施方式的说明中,采用无机半导体材料作为半导体材料进行了说明,而在具有使用有机半导体材料的半导体薄膜元件时,也可获得在元件动作的同时进行散热的效果。

[0237] 实施方式八

[0238] 在本实施方式中,使用上述实施方式一至实施方式七中说明的发光元件构成发光元件阵列。以下将要说明的结构,其特征在于:将发光元件以一维进行排列,在基板上设置驱动该发光元件阵列的驱动电路。

[0239] 图 56 为实施方式八的发光元件阵列的斜视图。

[0240] 在图 56 中,1001 为 SiC 基板。1002 为在基板 1001 上形成的金属层。1003 为类钻碳层。SiC 基板 1001、金属层 1002、类钻碳层 1003 的形态等,与在实施方式中说明的形态相同。

[0241] 1020 为发光二极管。作为一个实例,是与实施方式五中说明的 LED 薄膜元件 410(图 49)相同的半导体积层结构。在图中,为便于理解,省略了电极与半导体层之间、或电极配线间防止短路(第 1 导电侧与第 2 导电侧的短路)的层间绝缘膜。1027 为第 2 导电侧电极,1028 为第 1 导电侧电极,与实施方式五中说明的 LED 元件 750 的第 2 导电侧电极 417(图 49)、第 1 导电侧电极 418(图 49)的结构及材料相同。

[0242] 1031、1032 分别为第 2 导电侧、第 1 导电侧的配线。1035 为驱动发光二极管的驱动电路。驱动电路 1035 可为使用以非结晶 Si、多 Si、ZnO 等无机材料为中心的薄膜晶体的集成电路,或是使用有机材料的薄膜晶体的集成电路。发光二极管 1020 与驱动电路 1035 通过配线 1031、配线 1032 连接。

[0243] 这里省略了有关向驱动电路 1035 输入电源及信号等与配线及外部电路的连接形态。发光二极管是按每个元件分别标示的,对于元件分离的形态、与驱动电路的连接、多个发光二极管同时驱动方式形态以及分时驱动形态等的驱动方式,可以有多种变形,可以适当设计。发光元件的数量、间距(pitch)、规格(size)、排列的形态(直线排列、锯齿形排列等)等也可以有多种变形。驱动电路 1035 所担负的驱动功能也可以有多种设计,均不对本发明构成限定。

[0244] 在本实施方式中,SiC 基板 1001、类钻碳层 1003、金属层 1002 对于发光二极管阵列点灯动作时产生的热量可以有效地传导并释放。金属层 1002 可使从发光二极管射向基板侧的光向前面方向(图上的 Y 轴方向)射出。驱动电路 1035 可控制多个发光二极管进行所希望的点灯动作。多个发光二极管根据从外部获得的驱动信号或内部设置的驱动程序等所希望的设计,进行依次点灯、或同时点灯等的点灯动作。

[0245] 如以上说明所述,本实施方式是在 SiC 基板上设置金属层、再在上面设置类钻碳层、之上设置多个发光二极管的排列及驱动该多个发光二极管的驱动电路的形态,因此可以提供放热性能优越、具有较高特性与可靠性的简洁的发光二极管阵列(array)。

[0246] 变形方式的说明

[0247] 图 57 为实施方式八的发光元件阵列的变形方式(其一)的斜视图。

[0248] 图 58 为实施方式八的发光元件阵列的变形方式(其二)的斜视图。

[0249] 图 59 为实施方式八的发光元件阵列的变形方式(其三)的斜视图。

[0250] 图 60 为实施方式八的发光元件阵列的变形方式（其四）的斜视图。

[0251] 图 61 为实施方式八的发光元件阵列的变形方式（其五）的斜视图。

[0252] 图 62 为实施方式八的发光元件阵列的变形方式（其六）的斜视图。

[0253] 如图 57 所示,可以设置金属基板 1004 来代替 SiC 基板 1001。在图 57 中,也可将金属层 1005 省略。图 58 为另一变形方式,是将 SiC 基板替换为类钻碳基板 1006。如图 59、图 60 所示,也可在类钻碳基板的上面、底面设置金属层 1005、金属层 1007。另外,如图 61 所示,也可以是在导电性的 SiC 基板、或导电性的类钻碳基板 1008 上接合发光二极管、在基板的底面设置金属层 1007 的形态。另外也可使用钻石层或钻石基板来代替类钻碳层或类钻碳基板。在上述实施方式的说明中,是以发光元件的一维排列进行说明的,如图 62 所示,发光元件也可为二维的排列。另外,在图 62 中,1037 为第 2 导电侧配线,1038 为第 1 导电侧配线。

[0254] 实施方式九

[0255] 与实施方式一至实施方式八不同,本实施方式是使用氮化铝 (AlN) 覆盖基板,之上设置半导体元件,其目的在于谋求减少制造工序上的劳动。

[0256] 图 63 为实施方式九的半导体装置的斜视图。

[0257] 在图 63 中,1101 为基板,例如金属基板、类钻碳基板、SiC 基板等。若为金属基板时,可适用实施方式一中所述的具体的材料。基板表面的条件可以与在实施方式中所述的粗糙度、平坦性的条件相同。1102 为 AlN 层。AlN 层可以为单晶、多晶、非结晶等任意形态。

[0258] AlN 可通过飞溅法、热 VD 法、等离子 CVD 法、OMCVD 法（有机金属化学蒸发法）、MBE 法（分子线外延法）等方法形成。AlN 层也可为成膜的状态（沉积 [as deposited] 状态）。另外,也可通过表面研磨或 CMP 处理等方法进行表面处理。AlN 表面的粗糙度最好为 $Ra \leq 3nm$ 、 $RPV \leq 3nm$ 、 $Rmax \leq 1/1000$ 。1110 为具有半导体元件的半导体薄膜。半导体薄膜 1110 不使用粘接剂,而是通过分子间相互作用与 AlN 表面接合（粘接）。具有半导体薄膜的半导体元件与上述实施方式相同,可以为发光元件、传感器、晶体电路等各种半导体元件。

[0259] 图 64 为实施方式九的 LED 元件的断面图。

[0260] 图中所示的是实施方式二的半导体薄膜层 410 的具体实例,是将具有发光二极管、在实施方式二中说明的 LED 薄膜元件 410（图 40）接合在基板 1101/AlN 层 1102 上的形态实例。

[0261] 本实施方式的关键是 AlN,具有作为热传导层的功能。另外还具有作为接合的平坦基础层的功能。从半导体元件有效地将热量传至 AlN 层,然后再将热量有效地传导至下面的基板。

[0262] 如以上说明所述,本实施方式是将基板 1101 上设为 AlN 层 1102,加之实施方式一至实施方式八的效果,可以获得下述效果：

[0263] 由于 AlN 层、特别是基于飞溅法等的多结晶状态、或非结晶状态的 AlN 较容易加工,所以可以获得在制造工序上减少劳动的效果。另外研磨及 CMP 等机械的或机械化学的 (mechanochemistry) 表面处理,比钻石材料更加容易进行。

[0264] 变形方式的说明

[0265] 图 65 为实施方式九的其它形态的 LED 元件的断面图。

[0266] 图 66 为使用了实施方式九的 LED 元件的发光元件阵列的斜视图（其一）。

[0267] 图 67 为使用了实施方式九的 LED 元件的发光元件阵列的斜视图（其二）。

[0268] 下面对适用上述实施方式一至实施方式八中所述的各种变形方式进行说明。图 65 是在 AlN 层与基板之间设置了第 2 金属层 1103 的形态。第 2 金属层 1103 的具体实例可适用与实施方式 2 中所述的具体实例相同的材料。图 66 是配置了一列发光元件的实例。在图 66 中, 1020 为发光二极管（半导体薄膜）。1035 为控制发光二极管点灯的驱动电路。1127 为连接发光二极管与驱动电路的连接配线。图 67 是将发光元件以二维排列的实例。在图中, 1020 为发光二极管。1037 为与第 1 导电侧电极 1027 连接的第 1 导电侧配线。1038 为与第 2 导电侧电极 1028 连接的第 1 导电侧配线。

[0269] 实施方式十

[0270] 本实施方式是使用上述实施方式一至实施方式九中说明的作为半导体装置的 LED 元件构成 LED 头。

[0271] 图 68 为本发明的 LED 头的断面图。

[0272] 图 69 为 LED 单元 (unit) 的平面图。

[0273] 如图所示, 基础 (base) 构件 1201 上装载有 LED 单元 1202。该 LED 单元 1202, 是将实施方式一至实施方式九中说明的任一作为半导体装置的 LED 元件装载在实装基板上的。

[0274] 如图所示, 在实装基板 1202e 上, 纵向配置有多个作为发光部单元 1202a 的发光部与驱动部复合的半导体复合装置。在实装基板 1202e 上, 另外还设有配置了电子部件并形成有配线的电子部件实装区域 1202b、1202c 以及从外部供给控制信号及电源等的连接器 (connector) 1202d 等。

[0275] 在发光部单元 1202a 的发光部上方, 作为集聚发光部射出的光的光学元件, 配置有棒形透镜阵列 (rod lens array) 1203。该棒形透镜阵列 1203 是柱状的光学透镜沿发光部单元 1202a 的直线状排列的发光部呈多个排列, 通过相当于光学元件支架的透镜支架 (lens holder) 1204 保持在固定位置。

[0276] 如图所示, 该透镜支架 1204 覆盖在基础构件 1201 及 LED 单元 1202 上。而且基础构件 1201、LED 单元 1202 以及透镜支架 1204, 通过介于基础构件 1201 及透镜支架 1204 上形成的开口部 1201a、1204a 配置的箝位电路 (clammer) 1205 保持为一体。随之, 在 LED 单元 1202 产生的光通过棒形透镜阵列 1203 照射指定的外部部件。该 LED 打印头 (print head) 1200 可应用于电子照片打印机及电子照片复印装置等的曝光装置。

[0277] 如上所述, 本实施方式的形态的 LED 头作为 LED 单元 1202, 由于使用了上述实施方式一至实施方式九中说明的任一半导体复合装置, 因此可以提供高质量、高可靠性的 LED 头。

[0278] 实施方式十一

[0279] 本实施方式是使用实施方式八、实施方式九中说明的作为半导体装置的 LED 阵列构成 LED 头。

[0280] 图 70 为实施方式十一的 LED 头的断面图。

[0281] 图 71 为实施方式十一的 LED 头的斜视图。

[0282] 如图所示, 1004 为金属基板, 1003 为类钻碳, 1020 为接合在类钻碳上的 LED 薄膜, 1035 为驱动设置在金属基板上的 LED 的电路群。1203 为棒形透镜阵列, 1204 为透镜支架。

LED 头的宽度的基板 1004 上接合有打印宽度的 LED 薄膜 1020。

[0283] 这里标示的 LED 单元是省略了图 57 中的金属层 1005 的形态,可以是实施方式八、实施方式九中说明的各种变更。另外,也可在基板 1004 下面增加与 1004 相接且可以对金属基板等进行散热、支撑的基板。

[0284] 如以上说明所述,本实施方式的形态的 LED 头,是以实施方式八、实施方式九中说明的任一半导体复合装置作为 LED 单元,因此无需将接头实装在其它实装基板上。而且可以提供高放热性、高质量、高可靠性的 LED 头。

[0285] 实施方式十二

[0286] 在本实施方式中,对于使用实施方式十或实施方式十一中构成的 LED 头而构成的图像形成装置进行说明。

[0287] 图 72 为本发明的图像形成装置的主要部位断面图。

[0288] 如图所示,在图像形成装置 1300 内,黄色 (yellow)、品红 (magenta)、青色 (cyan)、黑色 (black) 的各色图像各自形成的四个程序单元 1301~1304 沿记录媒体 1305 的输送路径 1320 从上至下依次配置。由于这些程序单元 (process unit) 1301~1304 的内部结构是同样的,这里仅以青色的程序单元 1303 为例对它们的内部结构进行说明。

[0289] 程序单元 1303 作为色谱担体,配置为感光体鼓 (drum) 1303a 可向箭头方向旋转,在该感光体鼓 1303a 的周围,从其旋转方向上侧起依次配置有:向感光体鼓 1303a 的表面供电使之带电的带电装置 1303b、在带电的感光体鼓 1303a 的表面选择性的照射光从而形成静电潜像的曝光装置 1303c。另外在形成了静电潜像的感光体鼓 1303a 的表面,还配置有使固定颜色 (青色) 的墨粉附着并产生显像的成像装置 1303d 及,去除感光体鼓 1303a 表面残留的墨粉的清洁装置 1303e。这里各装置使用的鼓或辊,均由图中未标示的驱动源及齿轮使之转动。

[0290] 另外,图像形成装置 1300 的下部安装有将纸张等记录媒体 1305 以堆积的状态收纳的纸盒,其上方配置有将记录媒体 1305 一张一张分离并输送的滚齿辊 (hopping roller) 1307。在记录媒体 1305 的输送方向、该滚齿辊 1307 的下游侧,设置有与夹送轮 (pinch roller) 1308、1309 共同挟持记录媒体 1305、修正记录媒体 1305 的倾斜、并将其输送至程序单元 1301~1304 的定位辊 (registration roller) 1310、1311。这里的滚齿辊 1307 及定位辊 1310、1311,均由图中未标示的驱动源及齿轮使之连续转动。

[0291] 在程序单元 1301~1304 各感光体鼓的对向位置,分别配置由导电性的橡胶等形成的誊写辊 1312。而且,为使感光体鼓 1301a~1304a 上的墨粉附着在记录媒体 1305 上,感光体鼓 1301a~1304a 的表面与各个誊写辊 1312 的表面之间可以产生指定的电位差。

[0292] 固定装置 1313 具有加热辊和支承辊 (backup roller),通过对誊写在记录媒体 1305 上的墨粉进行加压、加热使之固定。排出辊 1314、1315 是与排出部的夹送轮一同挟持从固定装置 1313 排出的记录媒体 1305,将其输送至记录媒体堆积部 1318。排出辊 1314、1315 均由图中未标示的驱动源及齿轮使之连续转动。这里使用的曝光装置 1303c,是在实施方式十中说明的 LED 打印头 1200。

[0293] 下面对上述结构的图像形成装置的动作进行说明:

[0294] 首先,在纸盒 1306 中以堆积状态被收纳的记录媒体 1305,由滚齿辊 1307 从上部一张一张地分离输送。接着,该记录媒体 1305 被定位辊 1310、1311 以及夹送轮 1308、1309

挟持,输送至程序单元 1301 的感光体鼓 1301a 及誊写辊 1312。然后,记录媒体 1305 被感光体鼓 1301a 及誊写辊 1312 挟持,在其记录画面上誊写墨粉图像的同时通过感光体鼓 1301a 的旋转被输送。

[0295] 同样,记录媒体 1305 依次通过程序单元 1302~1304,在其通过过程中,各曝光装置 1301c~1304c 形成的静电潜像通过成像装置 1301d~1304d 成像,各颜色的墨粉图像在其记录画面上依次誊写并重合。而且,其记录面上各颜色的墨粉图像重合后,经固定装置 1313 将墨粉图像固定后的记录媒体 1305 由排出辊 1314、1315 及夹送轮 1316、1317 挟持,排出至图像形成装置 1300 外部的记录媒体堆积部 1318。经过以上的过程,彩色图像即形成在记录媒体 1305 上。

[0296] 下面对以上说明的本发明的图像形成装置的曝光控制系统进行说明:

[0297] 图 73 为本发明的图像形成装置的曝光控制系统模块图。

[0298] 在图 73 中,图像输入部 8 是从外部装置(例如 DVD 播放机等)的动画播放装置)接收图像信号的部分。

[0299] 控制部 5 是将图像输入部 8 输入的图像信号通过 LED 阵列面板转换为可形成的形式,由与控制信号同时输出的图像控制部 6 和记忆图像信号的记忆部 7 构成。

[0300] LED 阵列面板 10 包括:使用由图像控制部 6 转换的图像信号驱动作为被驱动元件的 LED 的驱动部 12 和,驱动部 13 和,排列了多个形成为薄膜状的 LED 的薄膜 LED 阵列群 11。

[0301] 驱动部 12(阳极驱动 [anode driver])是根据图像控制部 6 输入的图像信号,向与其连接的薄膜 LED 阵列群 11 中具备的各 LED 供给电流的部分,可由移位寄存器 (shift register) 电路、锁存器 (latch) 电路、定电流电路、放大电路等构成。

[0302] 驱动部 13(阴极驱动 [cathode driver])是根据图像控制部 6 输入的控制信号,扫描与其连接的薄膜 LED 阵列群 11 中具备的各 LED 的部分,由选择电路等构成。通过以上说明的控制系统来控制本发明的图像形成装置的曝光,根据从外部装置接收的图像信号输出打印图像。

[0303] 如以上说明所述,通过本实施方式的图像形成装置,由于采用了实施方式十或实施方式十一中说明的 LED 打印头,所以可以提供高质量、高可靠性的图像形成装置。

[0304] 产业上的可利用性

[0305] 在实施方式的说明中,已经对本发明在 LED 元件上的应用进行了说明,但本发明不仅仅局限于该方式。即,可以应用于在基板上连接半导体薄膜的各类半导体装置。

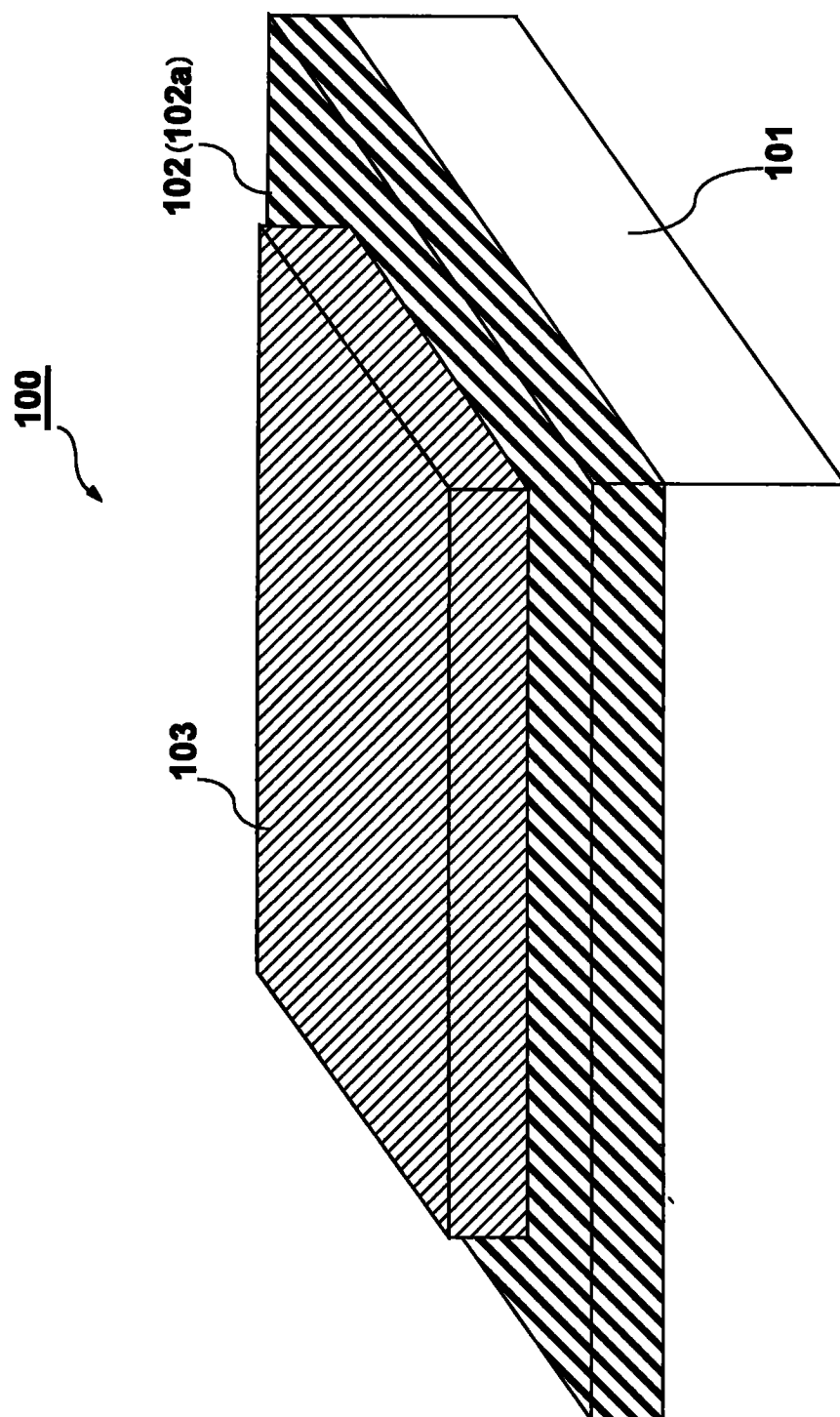


图 1

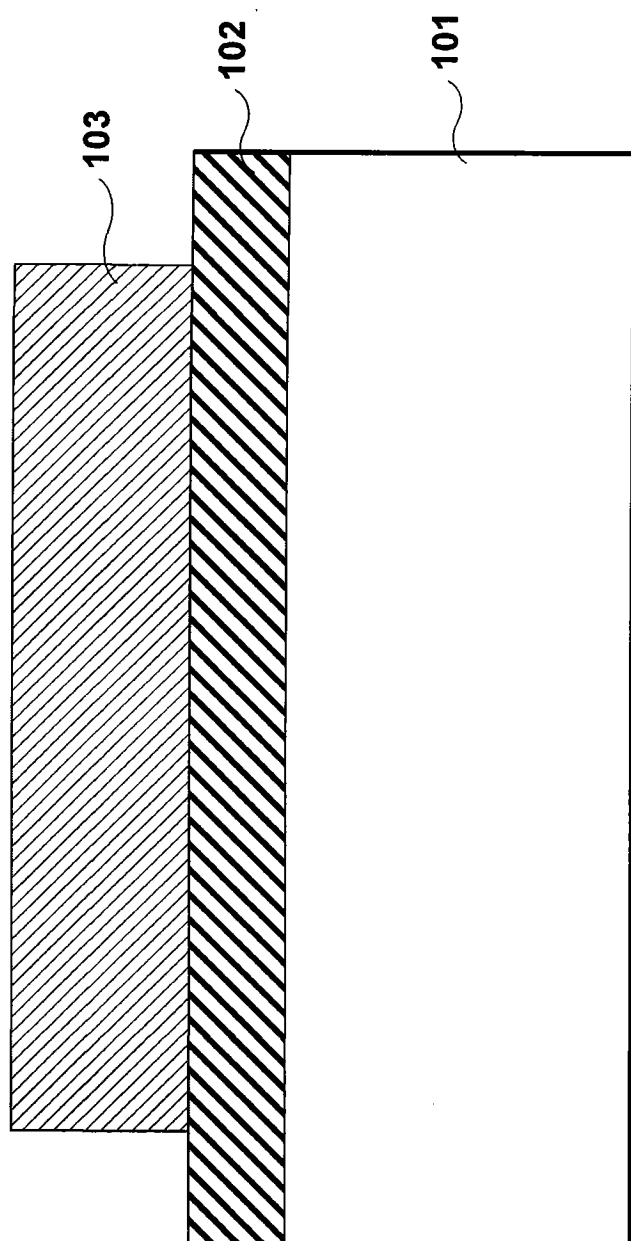


图 2

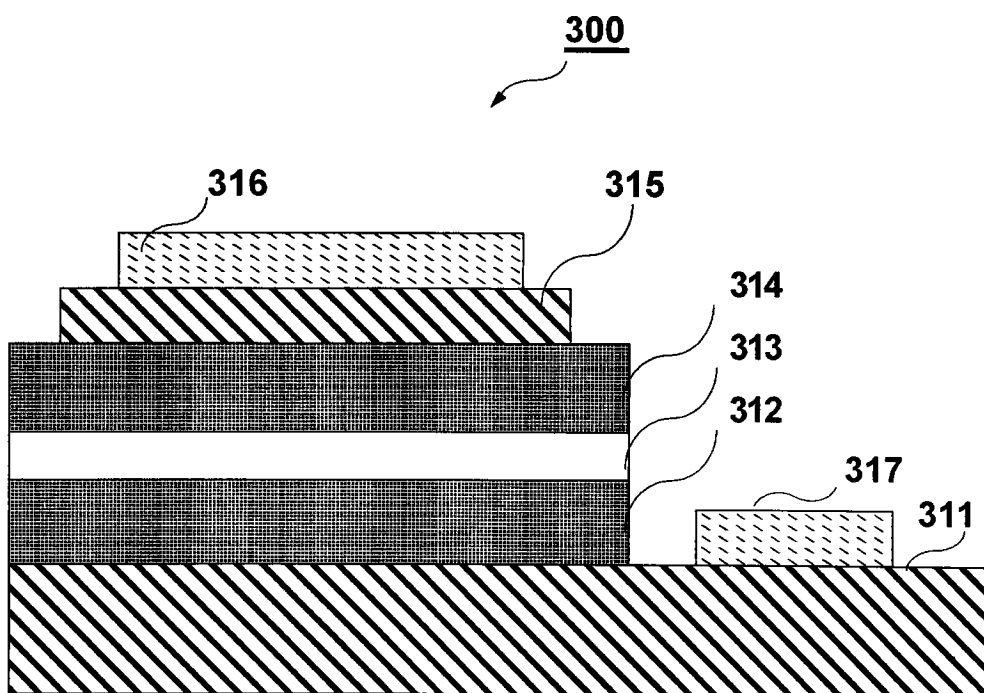


图 3

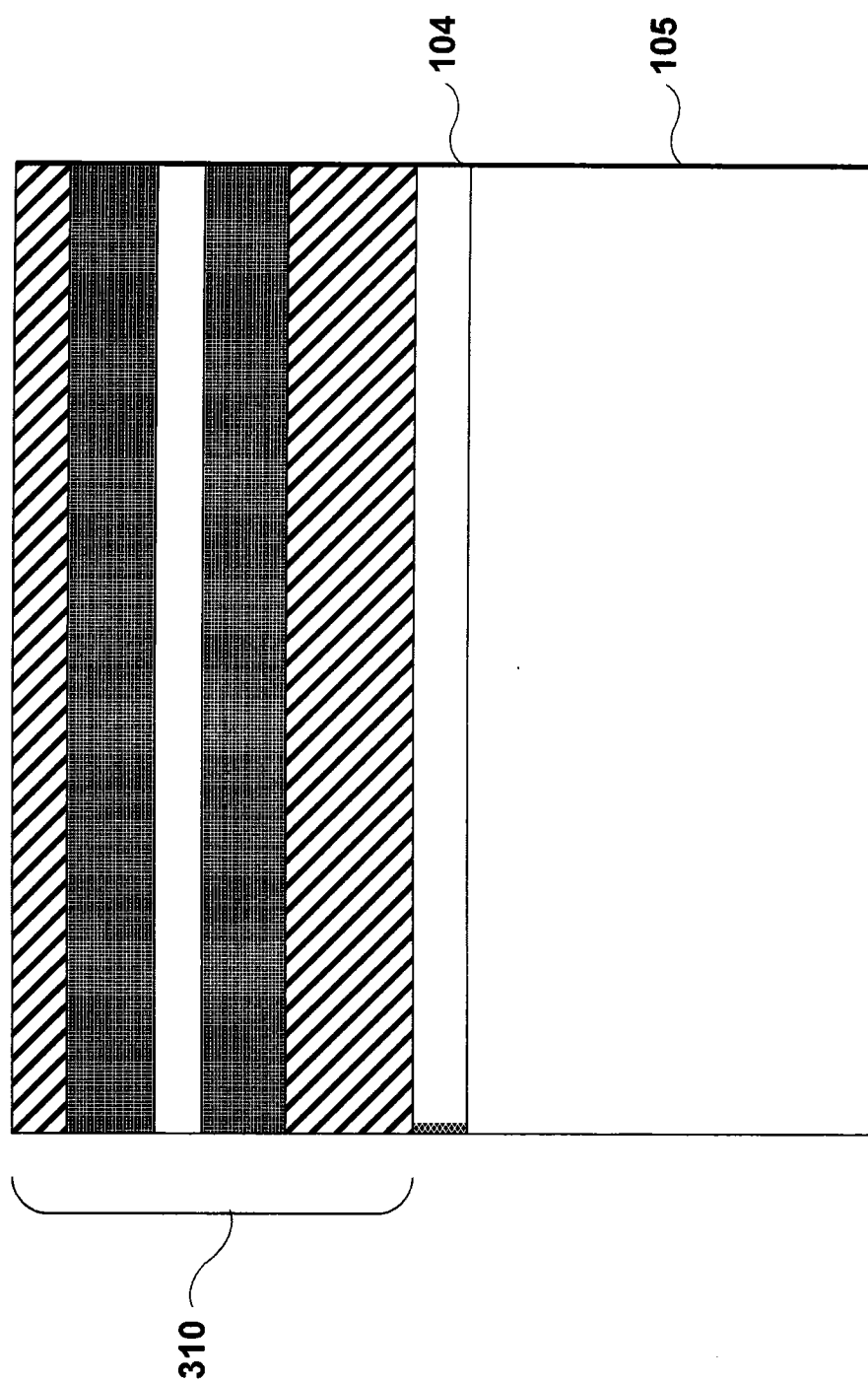


图 4

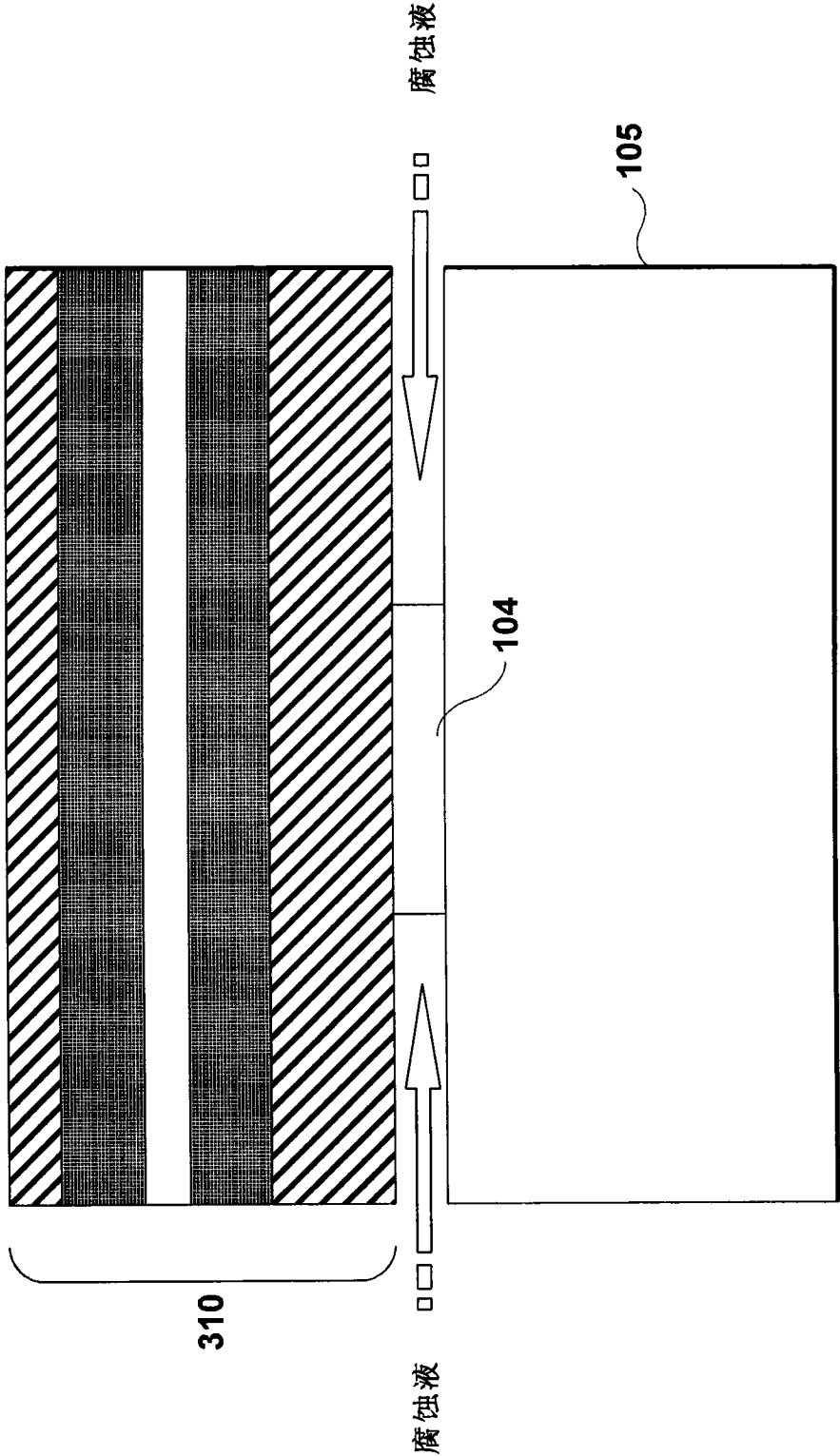


图 5

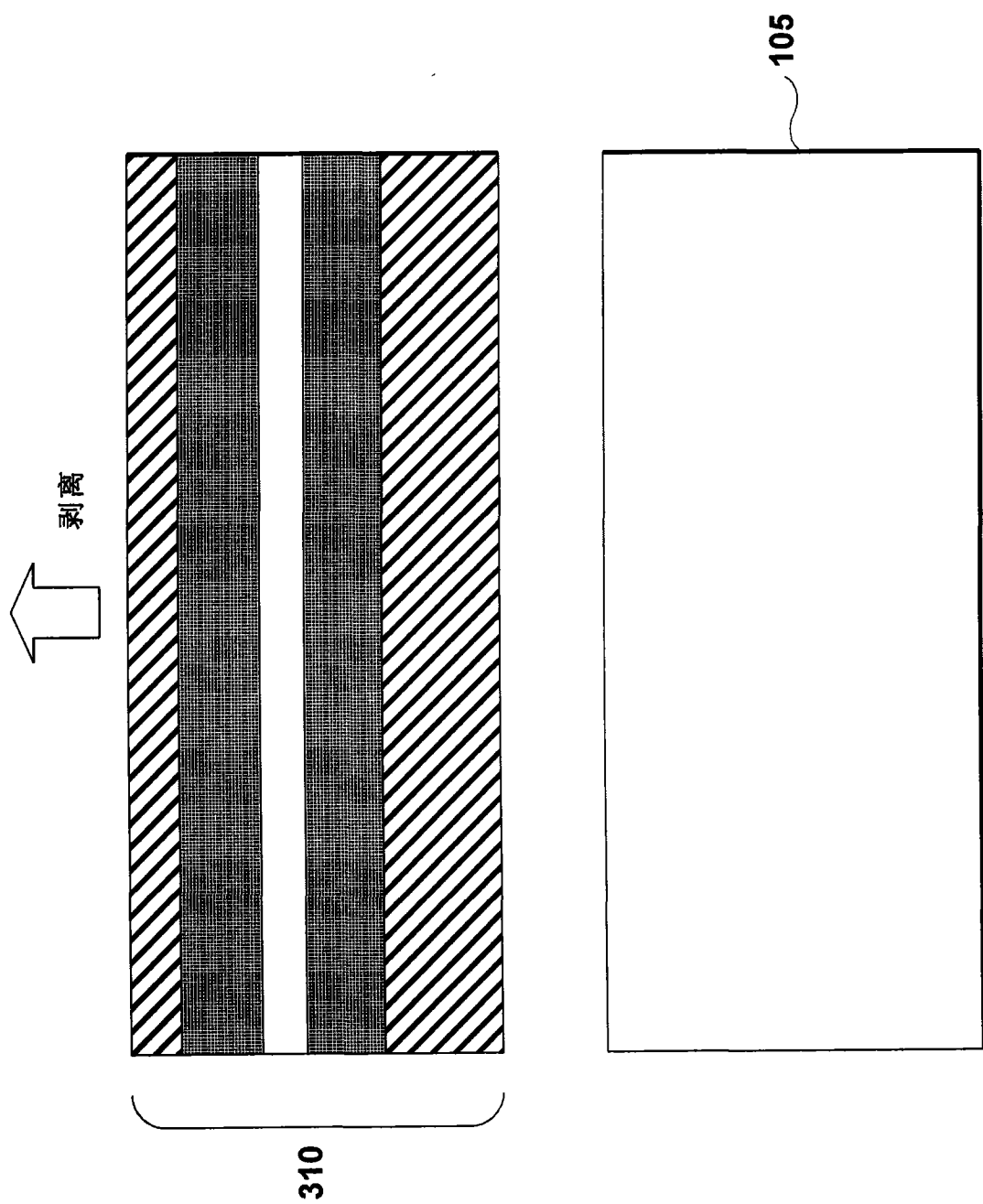


图 6

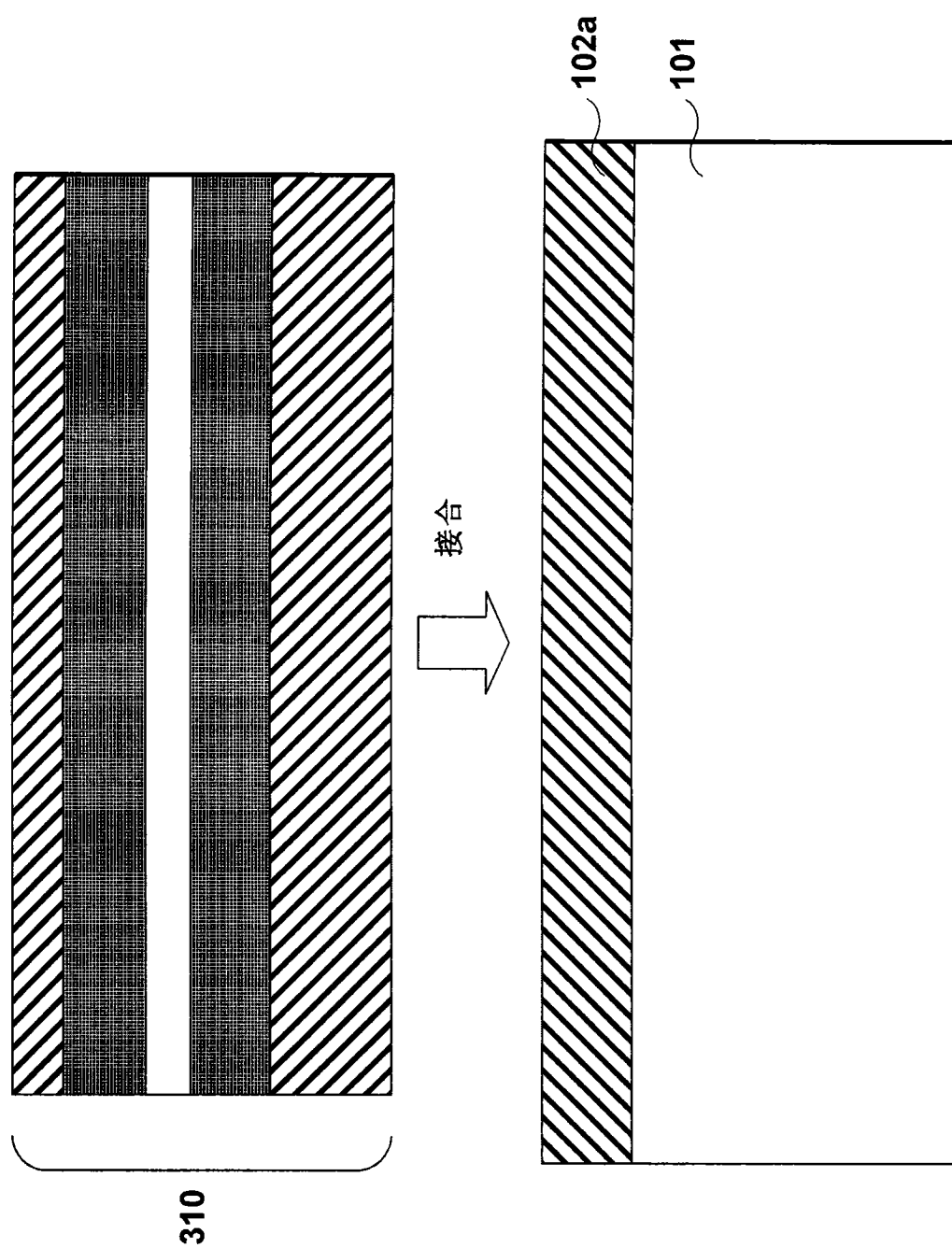


图 7

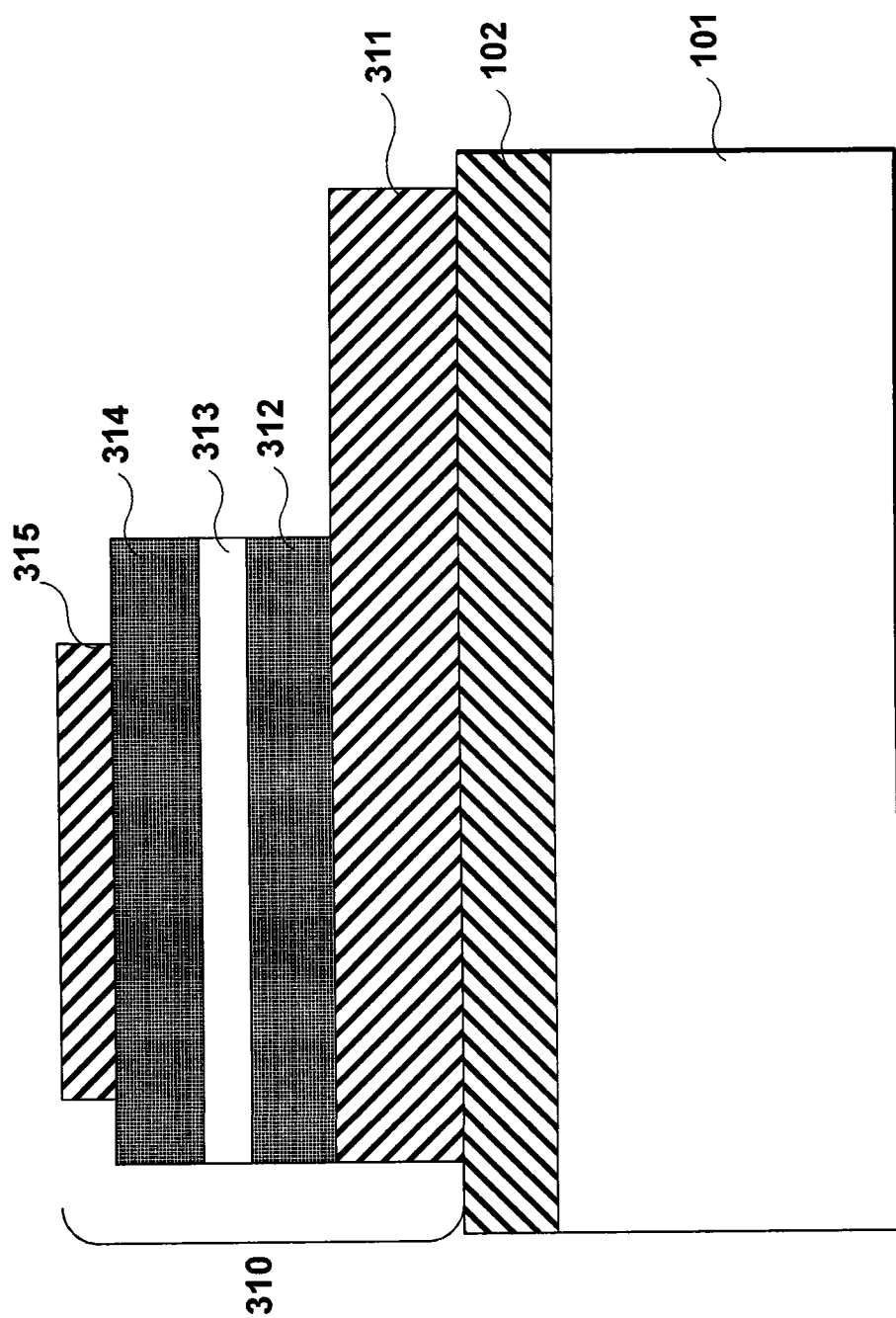


图 8

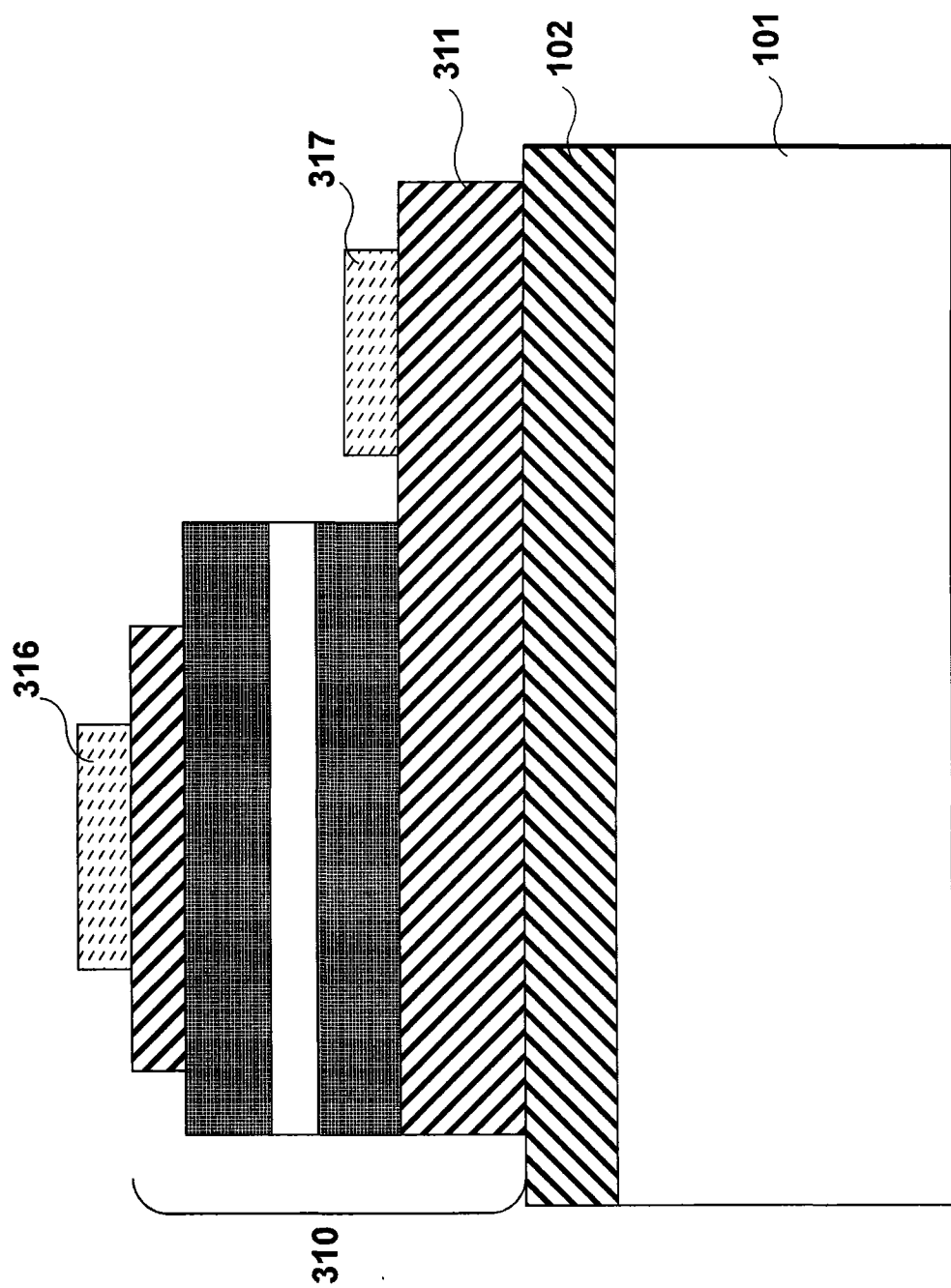


图 9

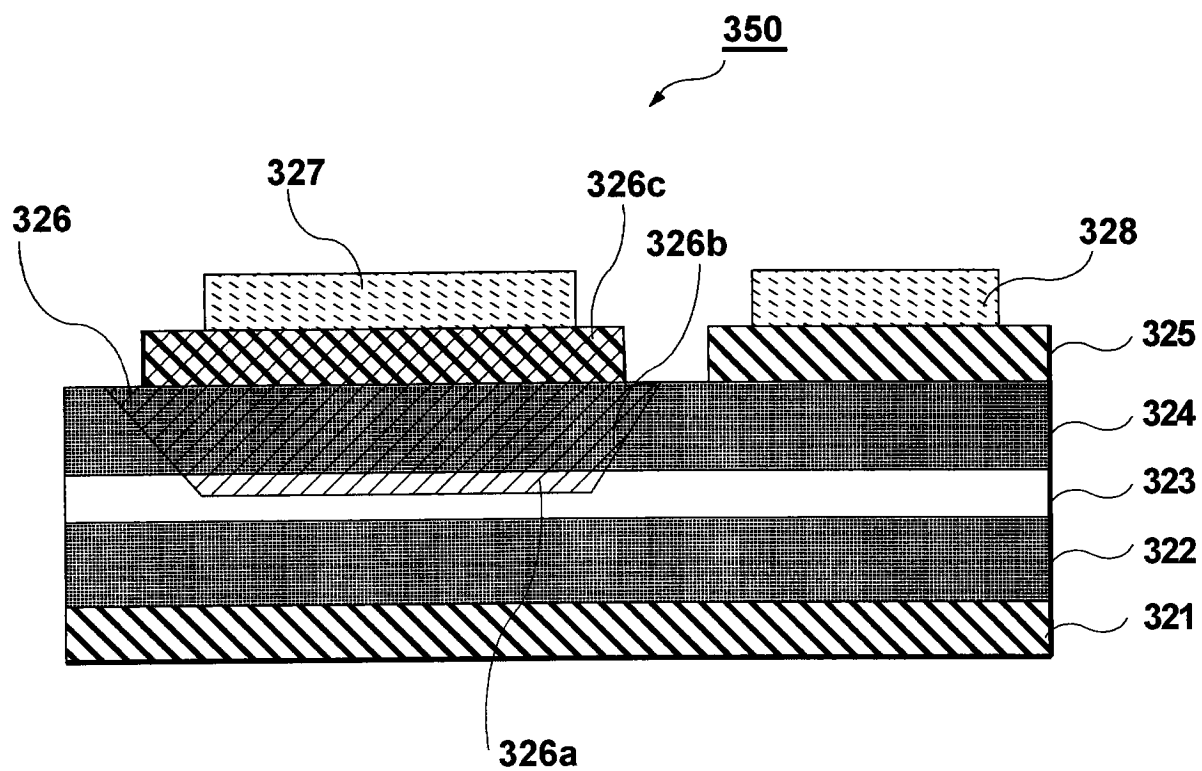


图 10

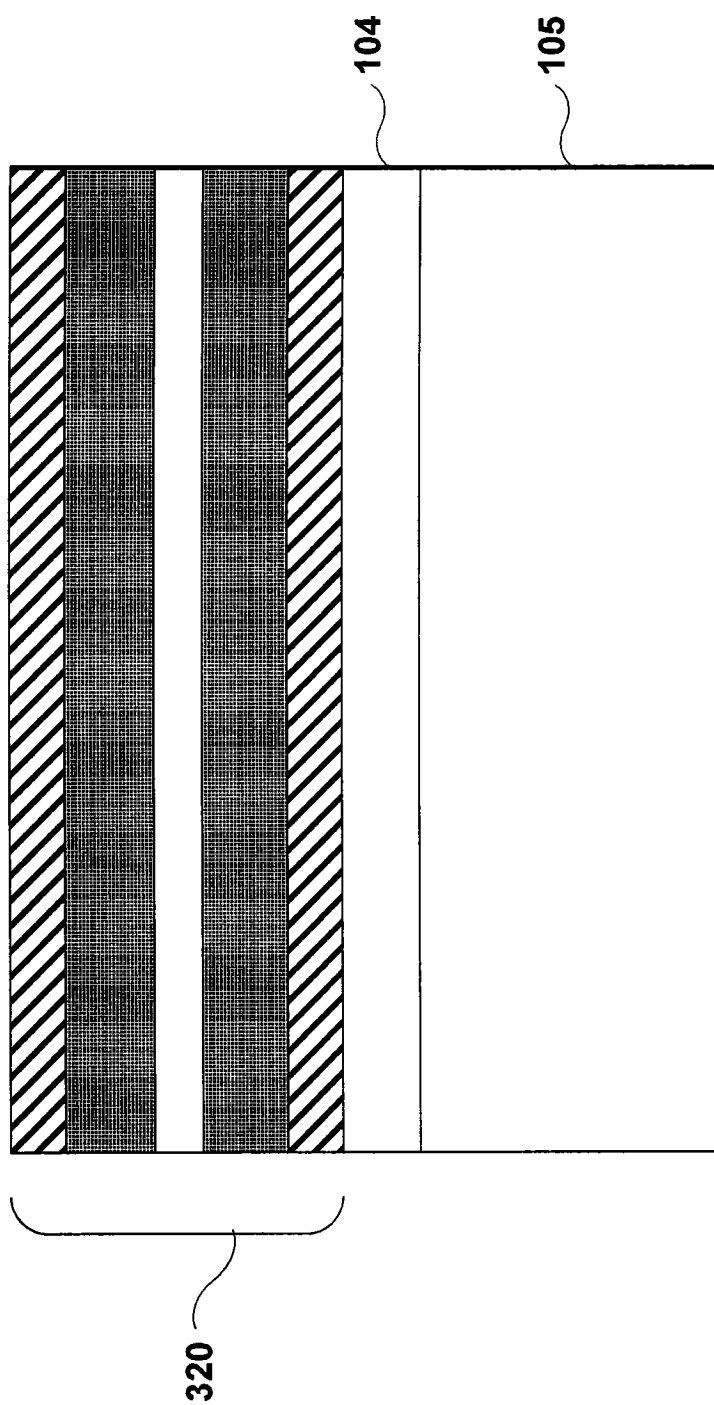


图 11

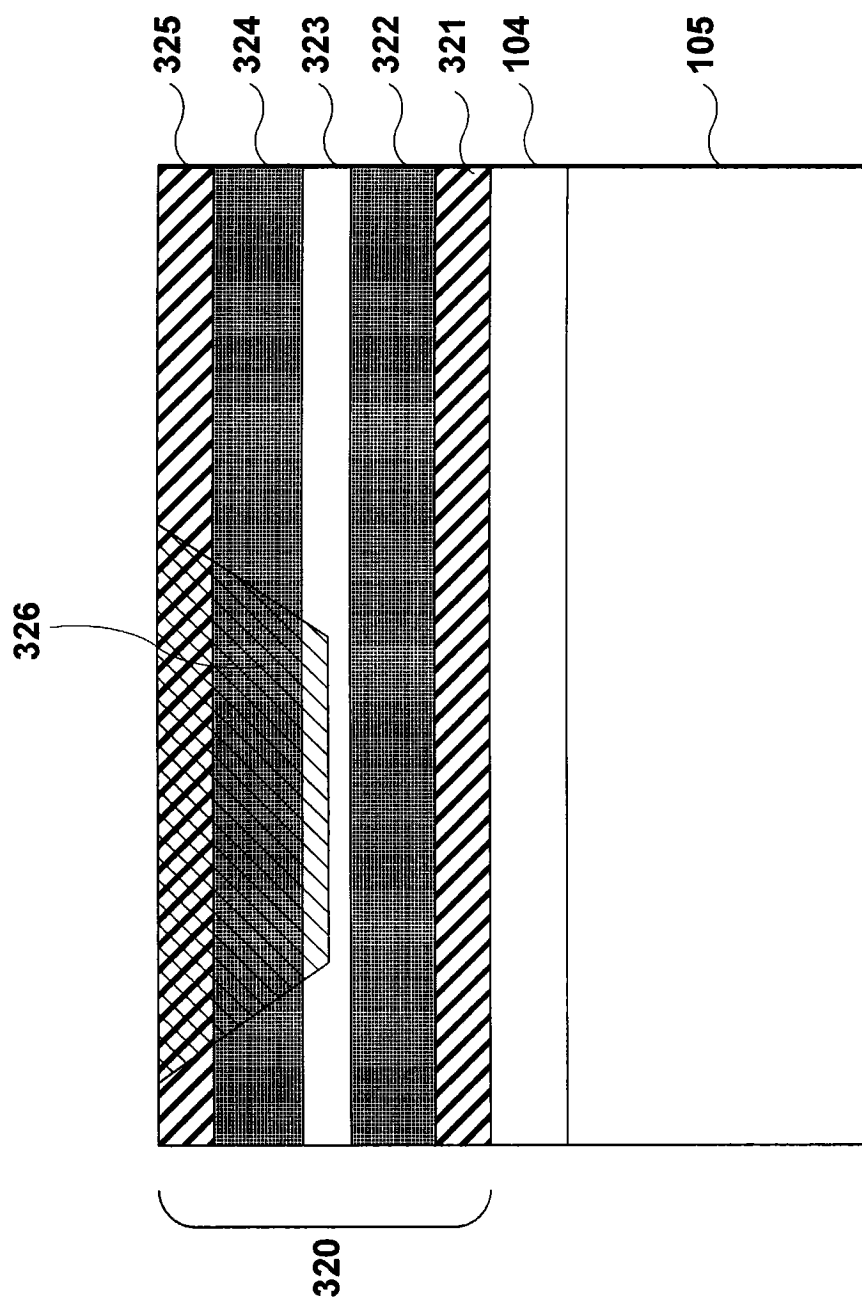


图 12

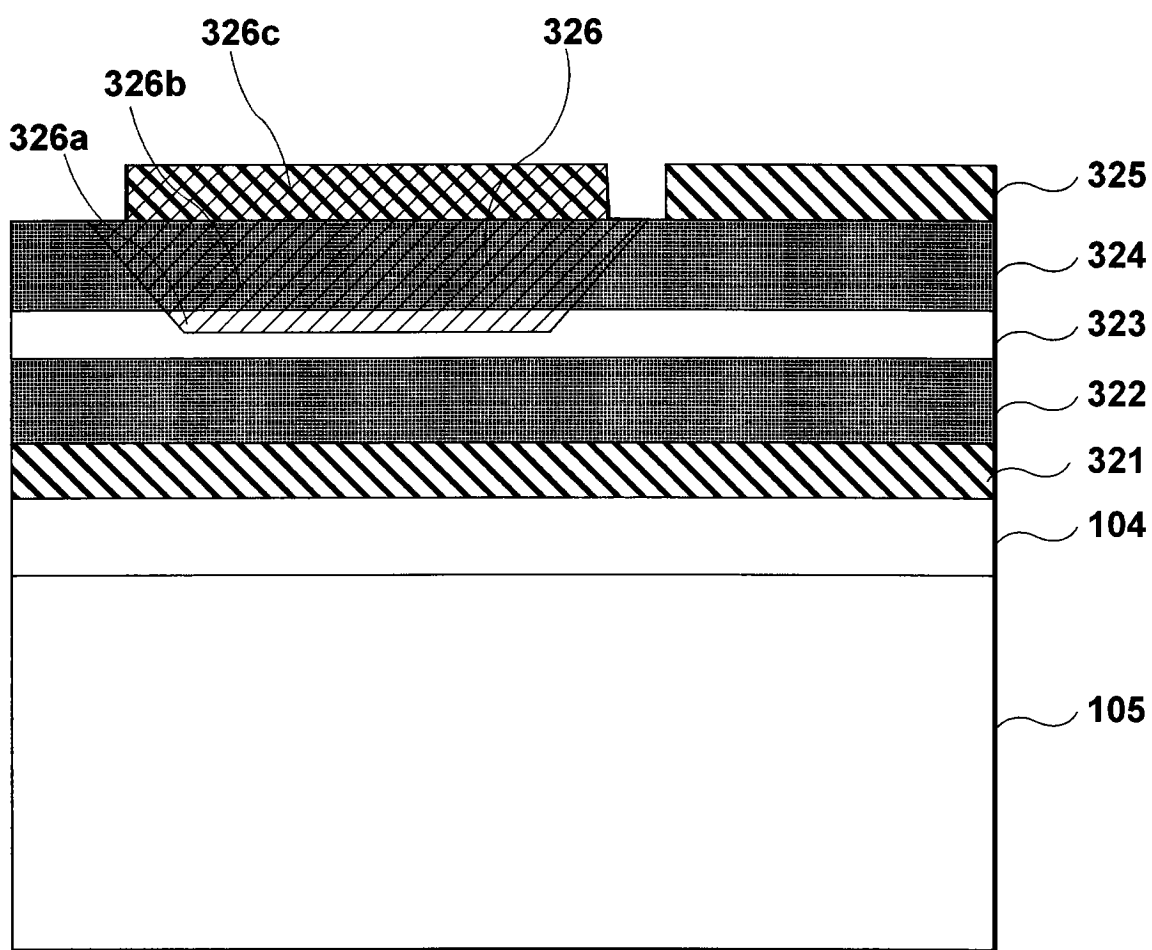


图 13

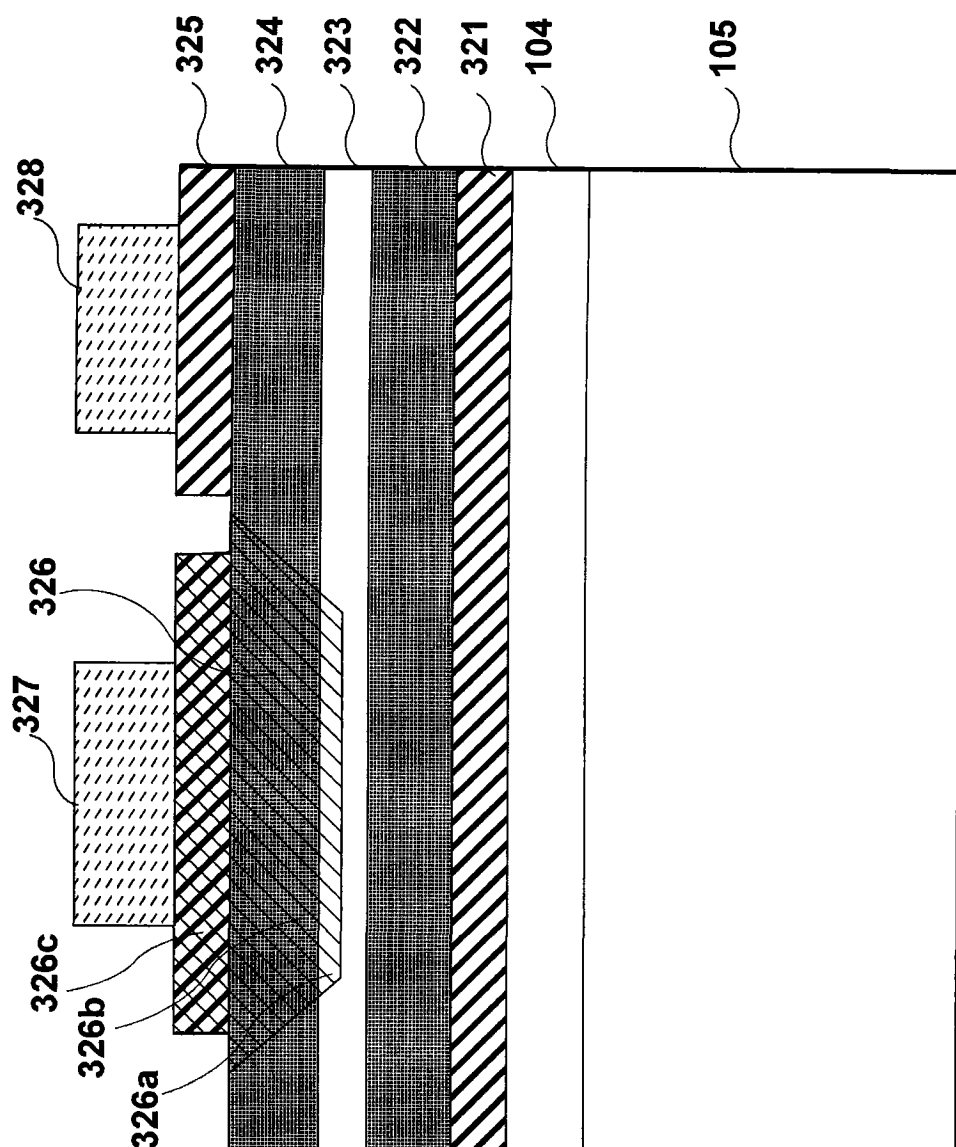


图 14

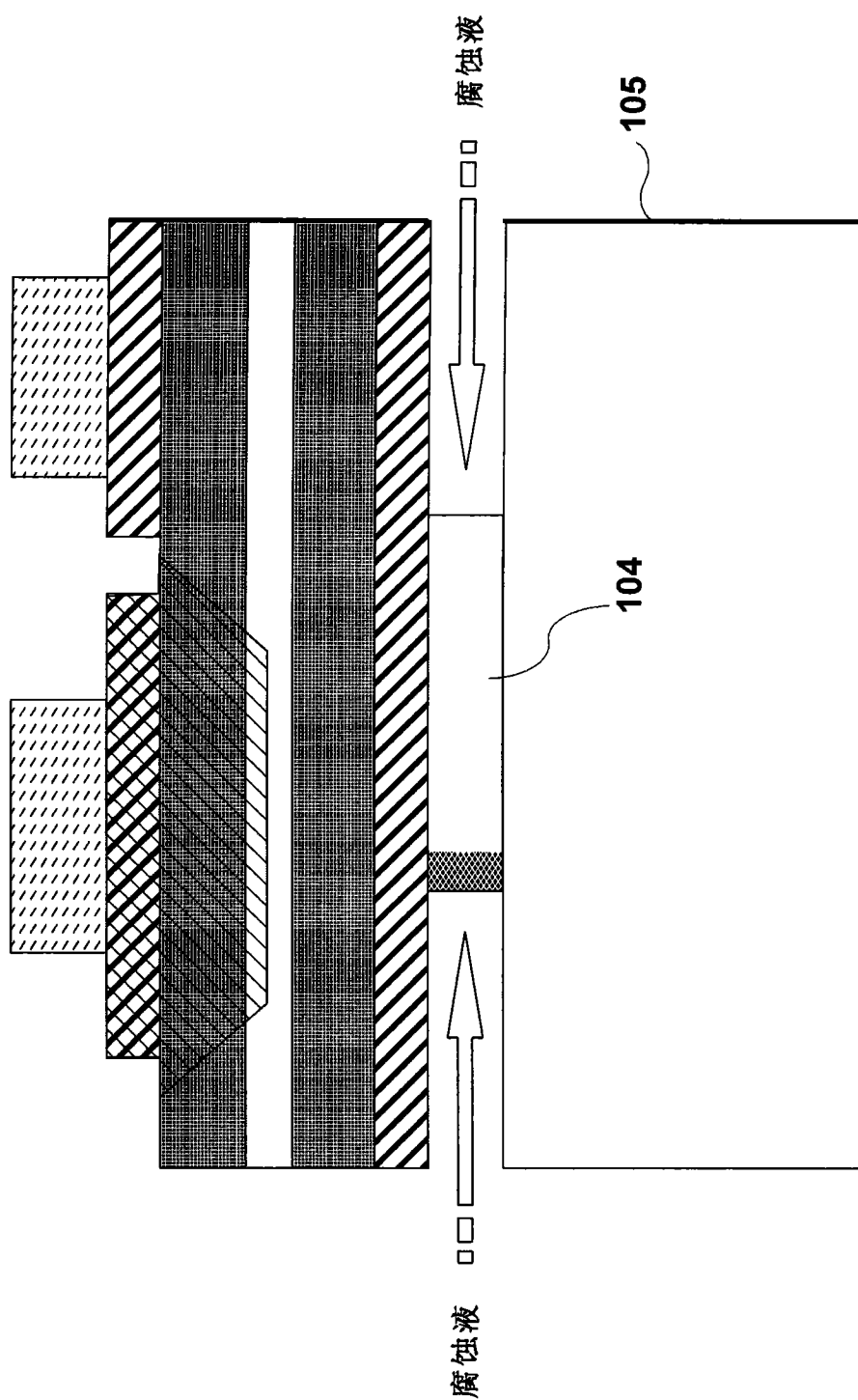


图 15

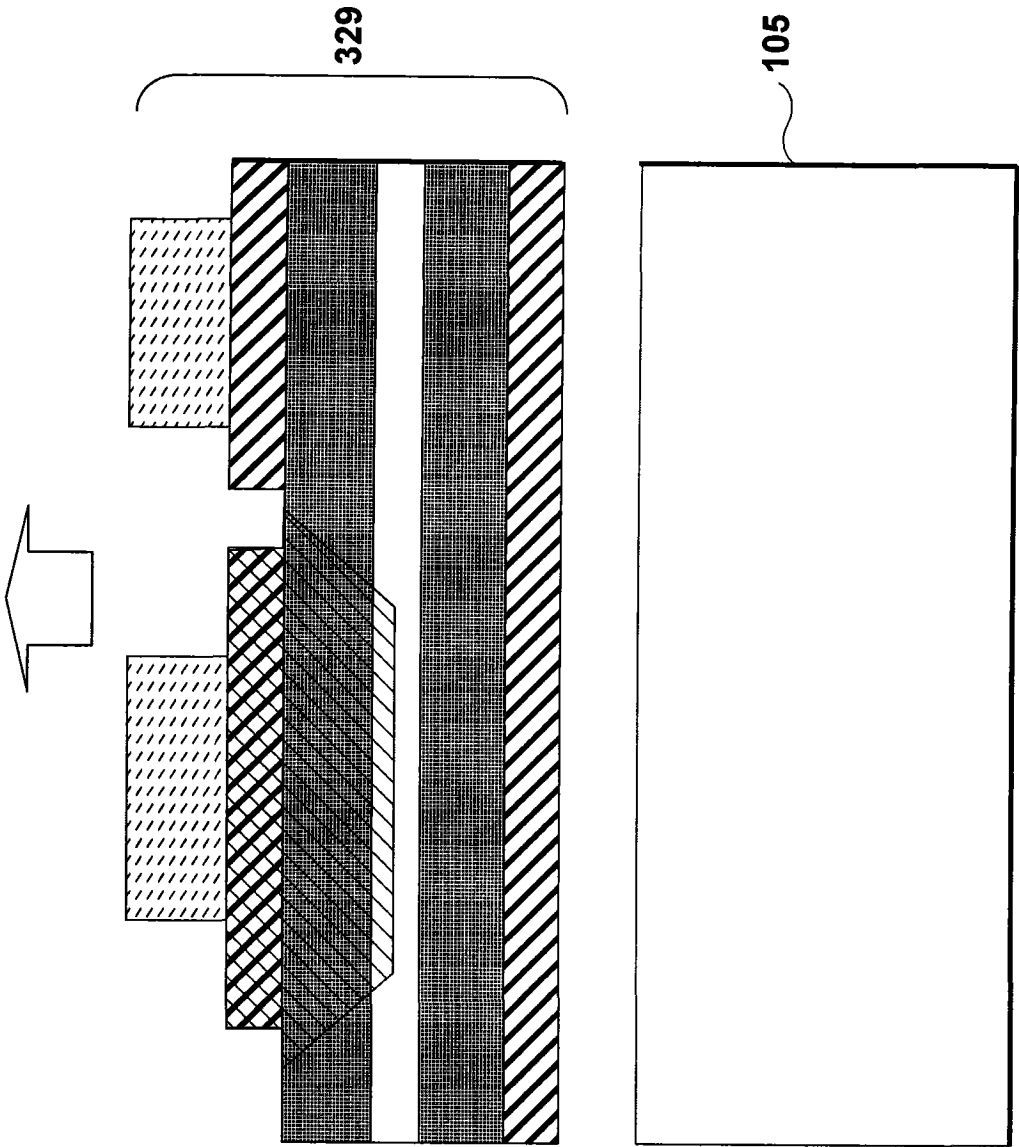


图 16

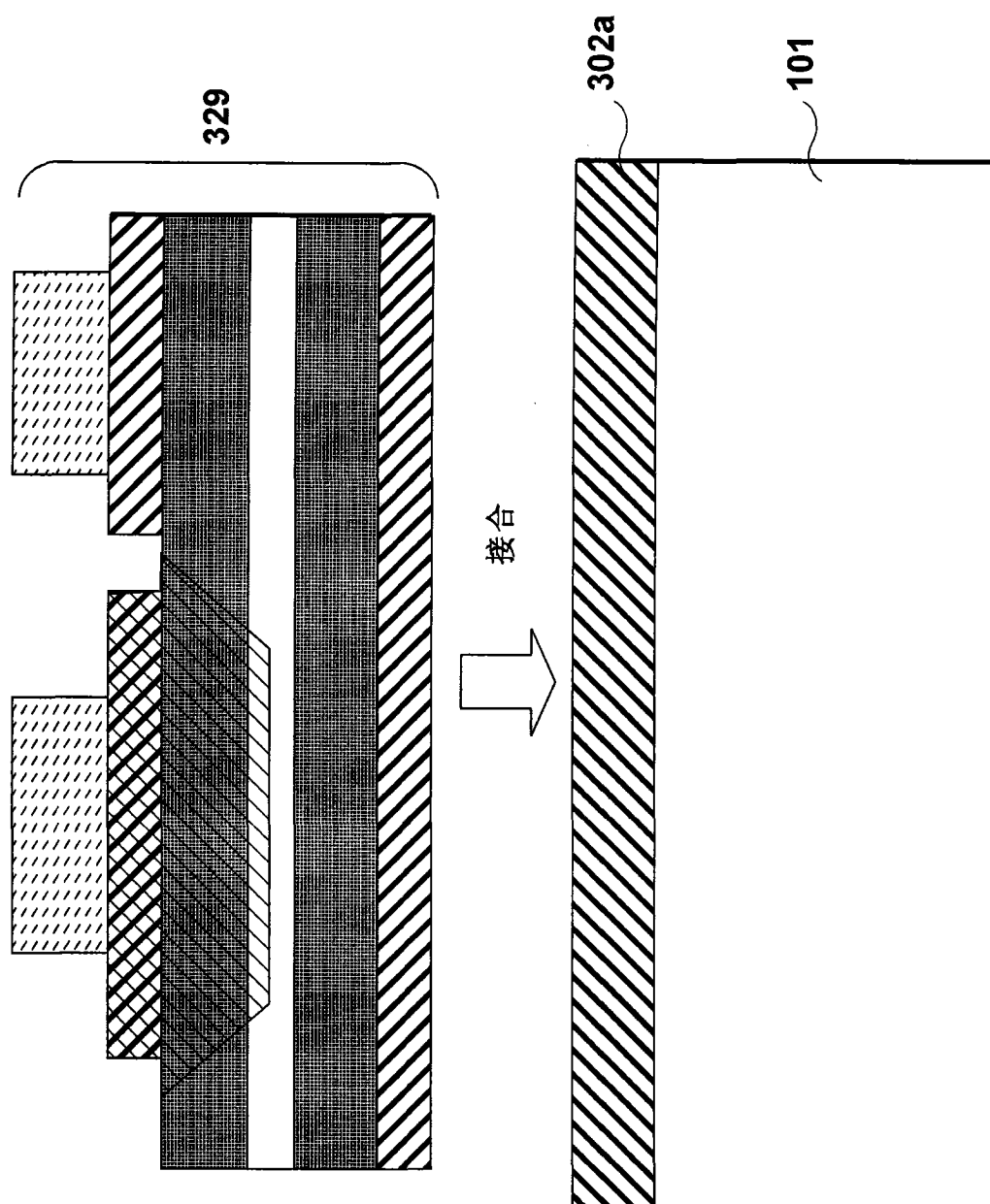
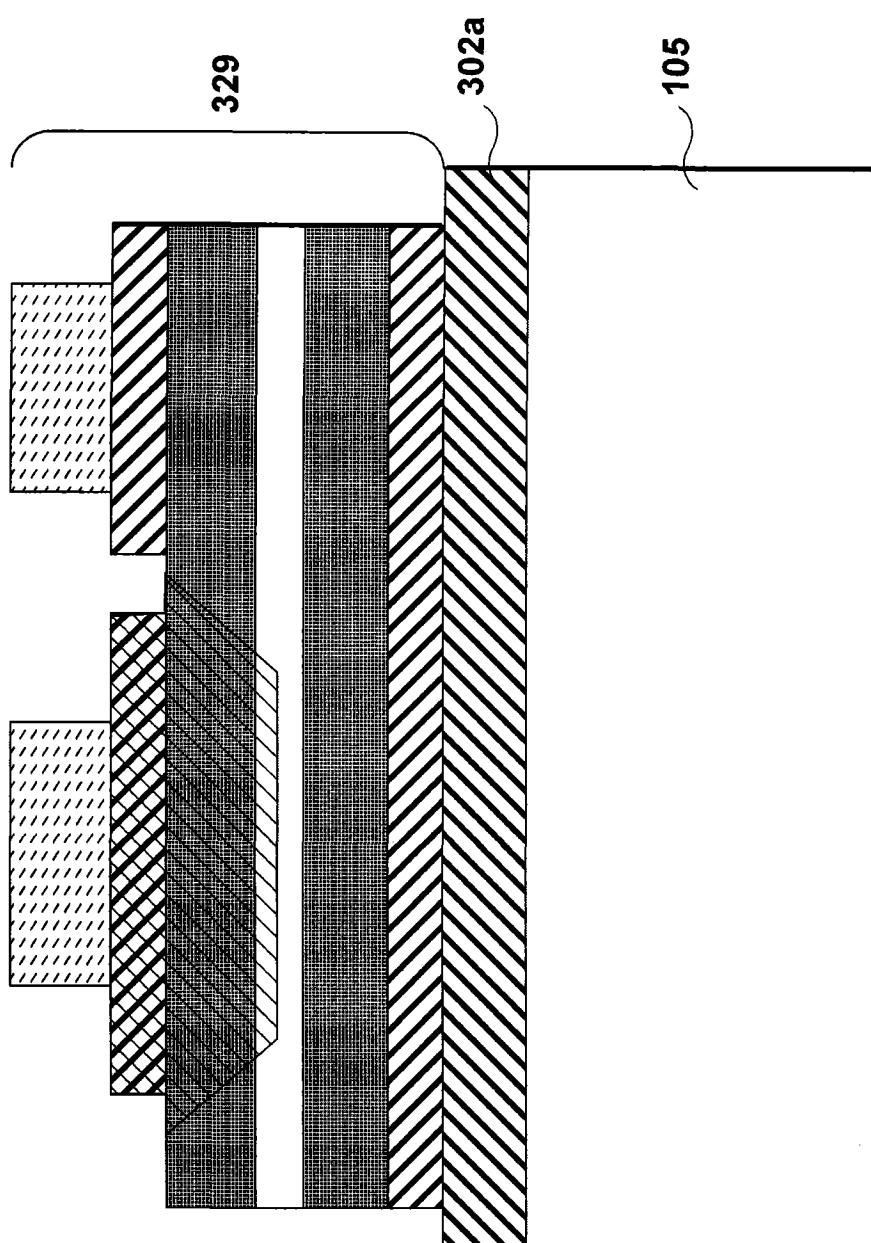


图 17

18

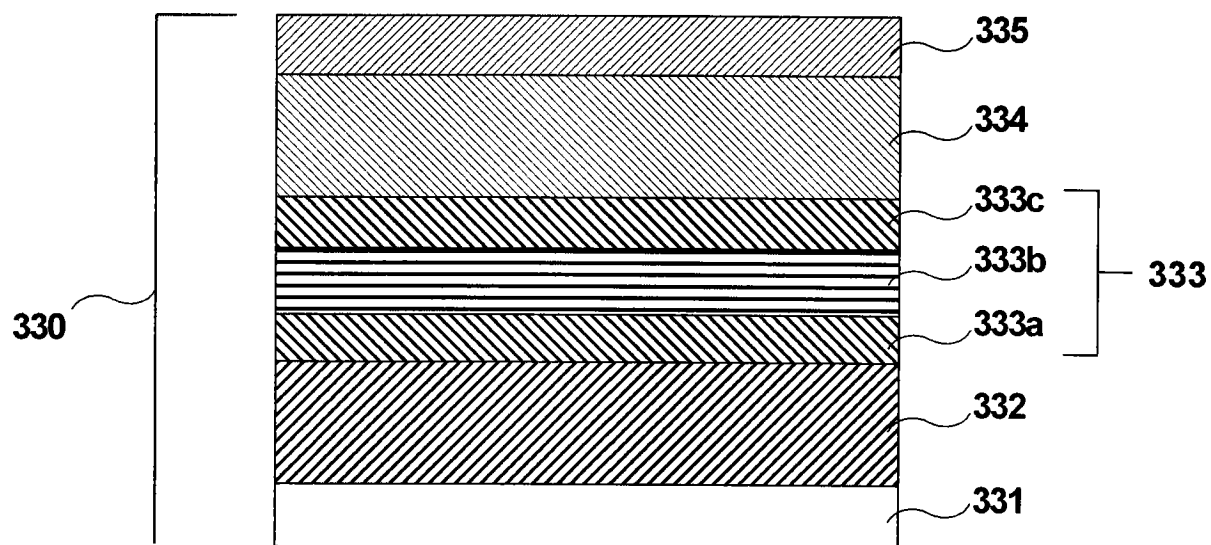



图 19

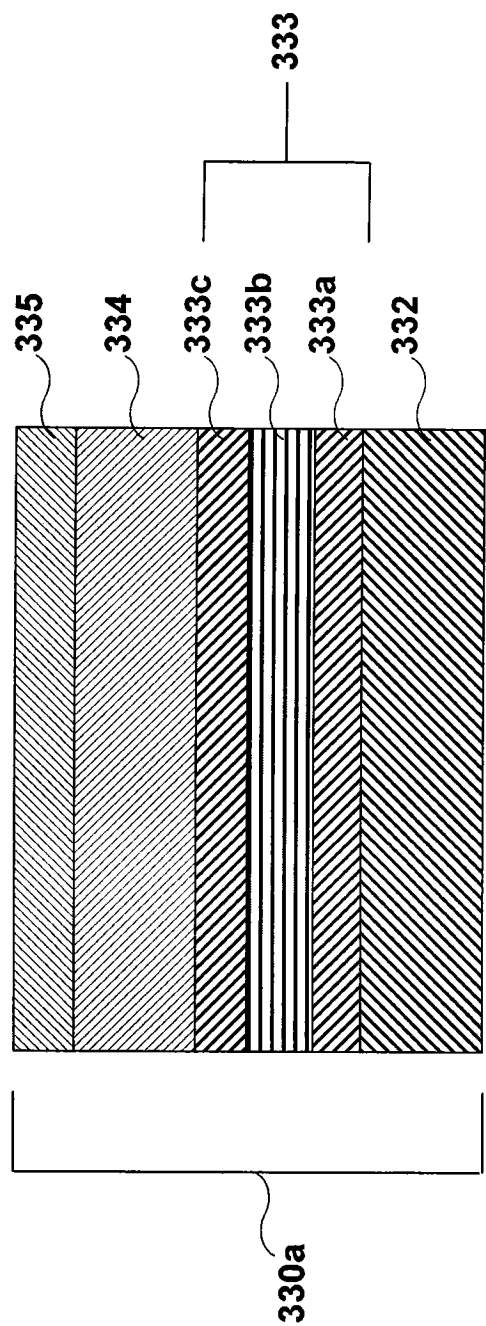


图 20

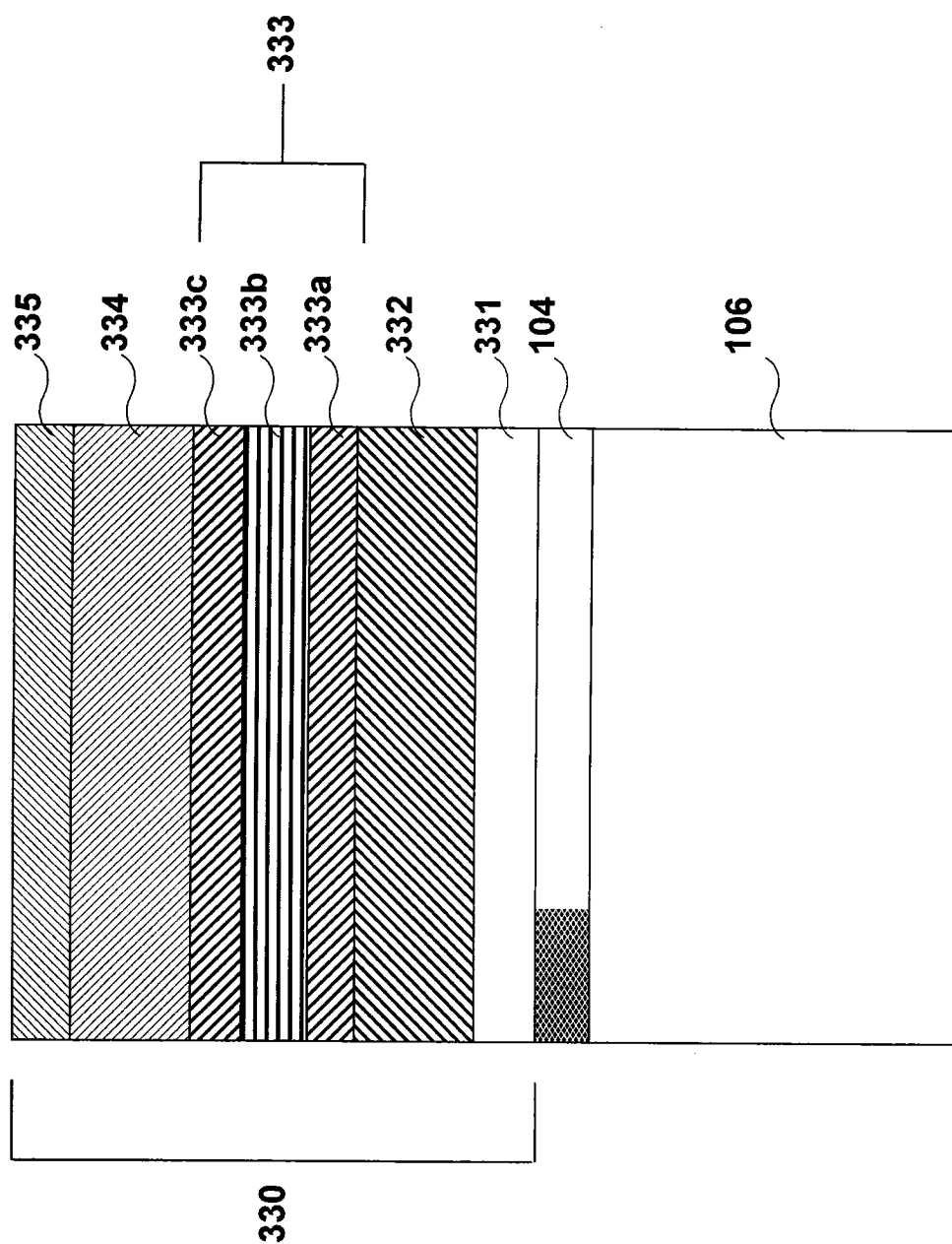


图 21

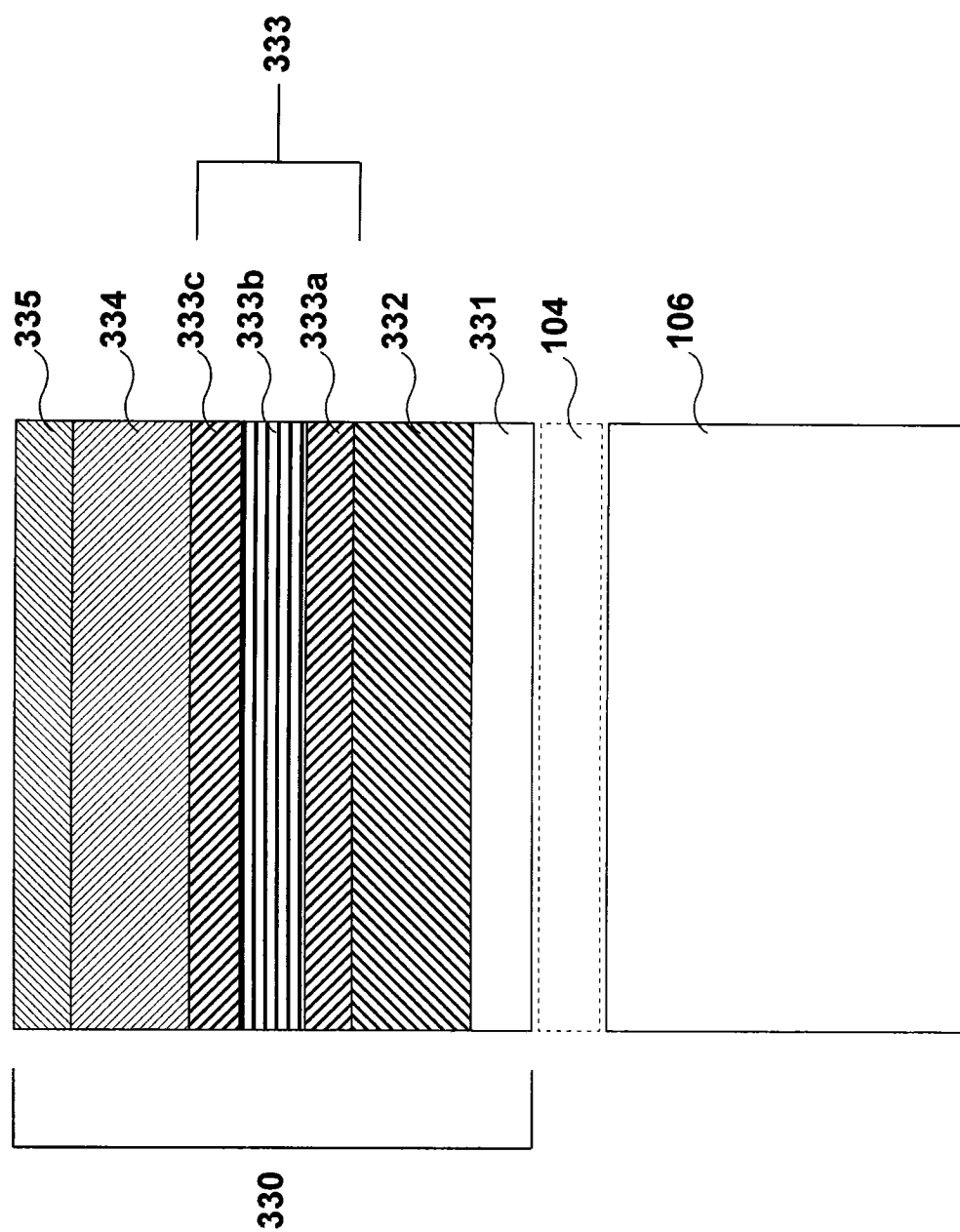


图 22

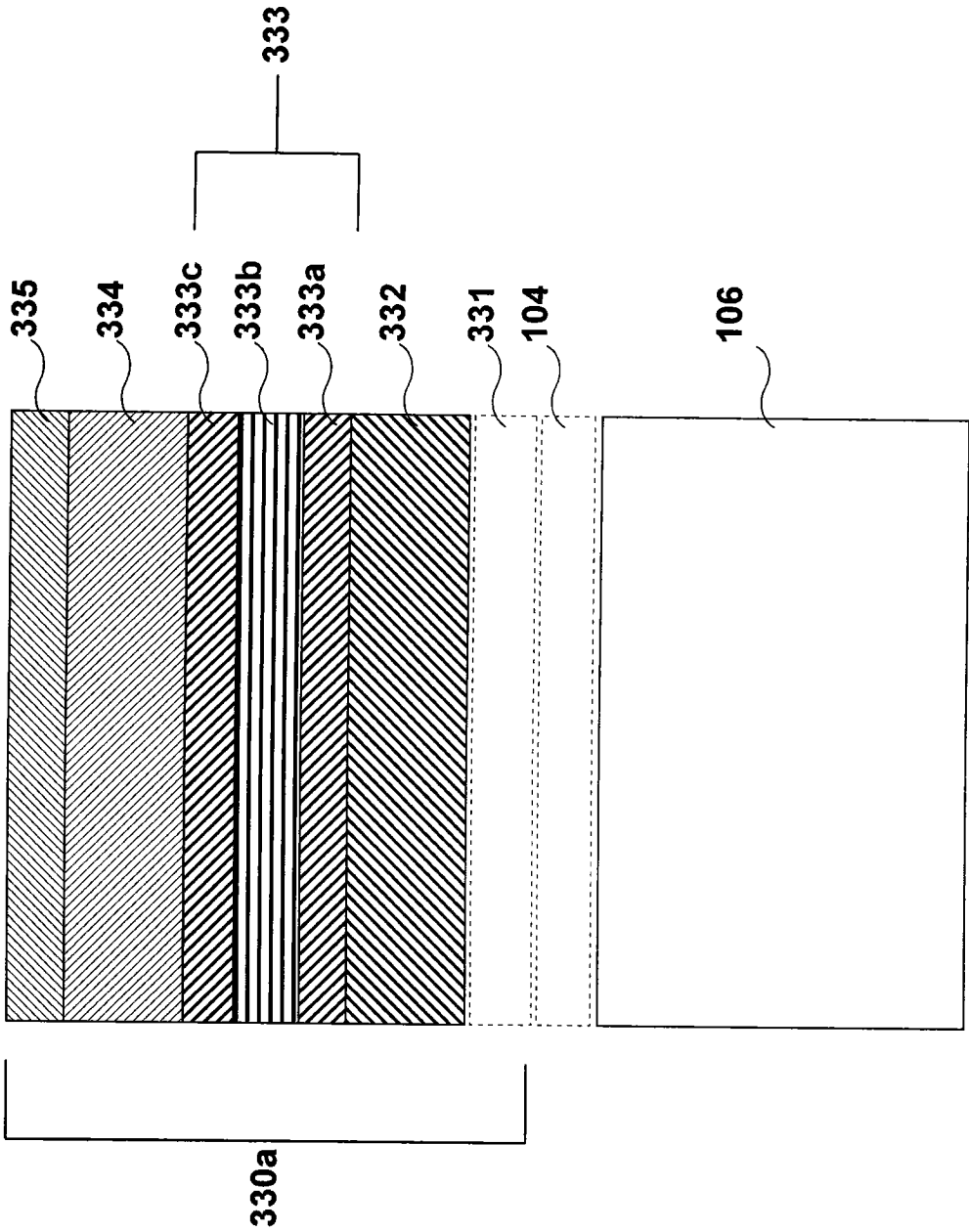


图 23

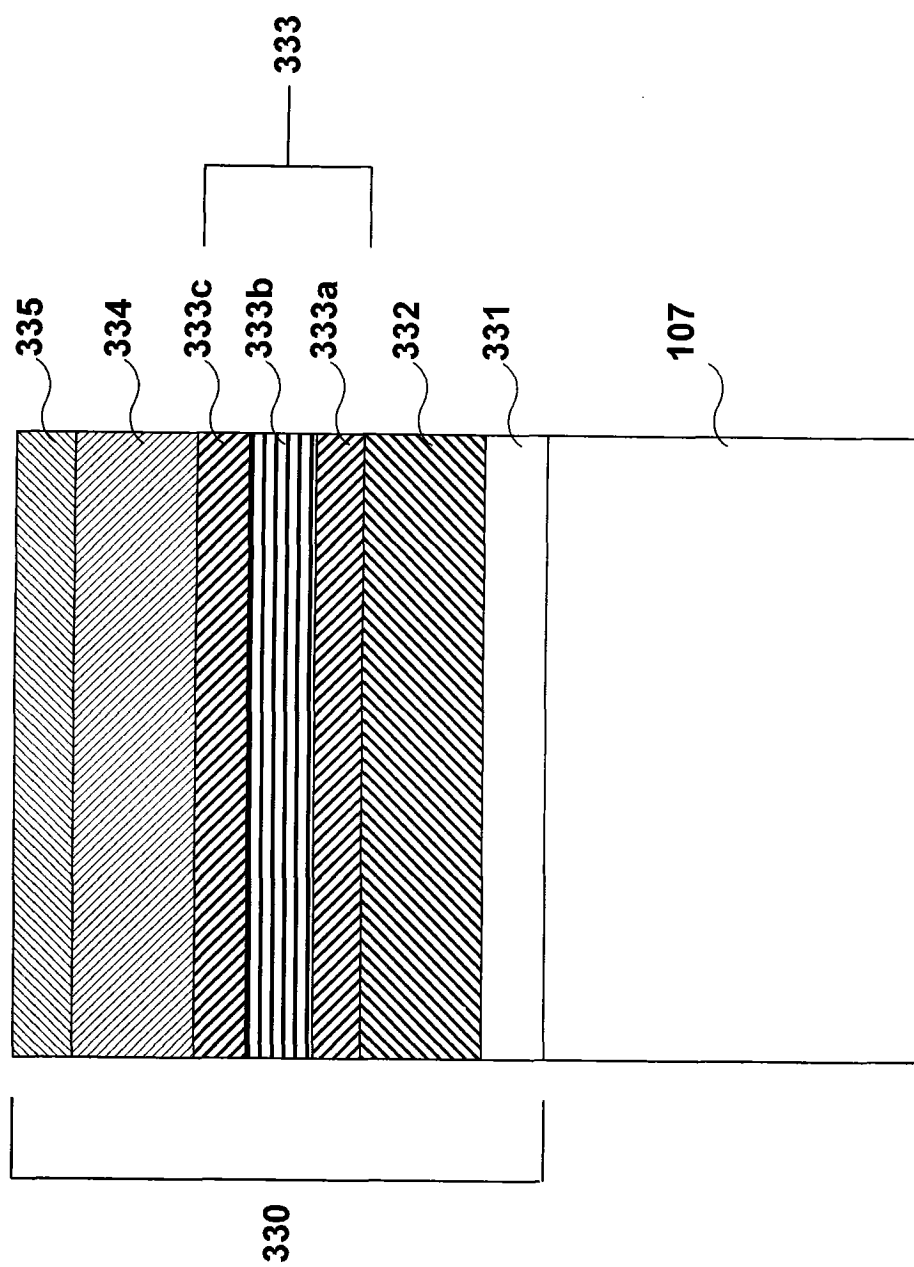


图 24

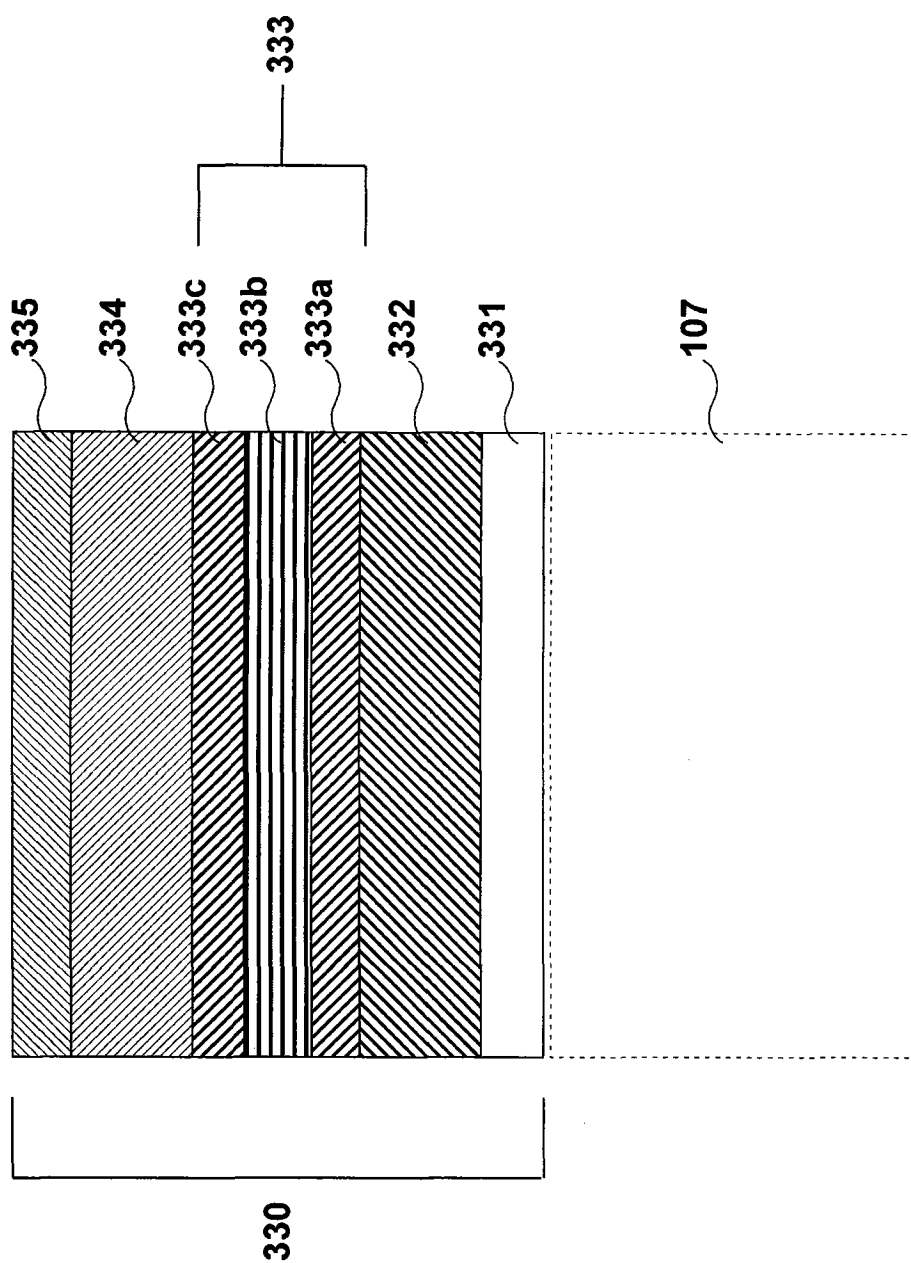


图 25

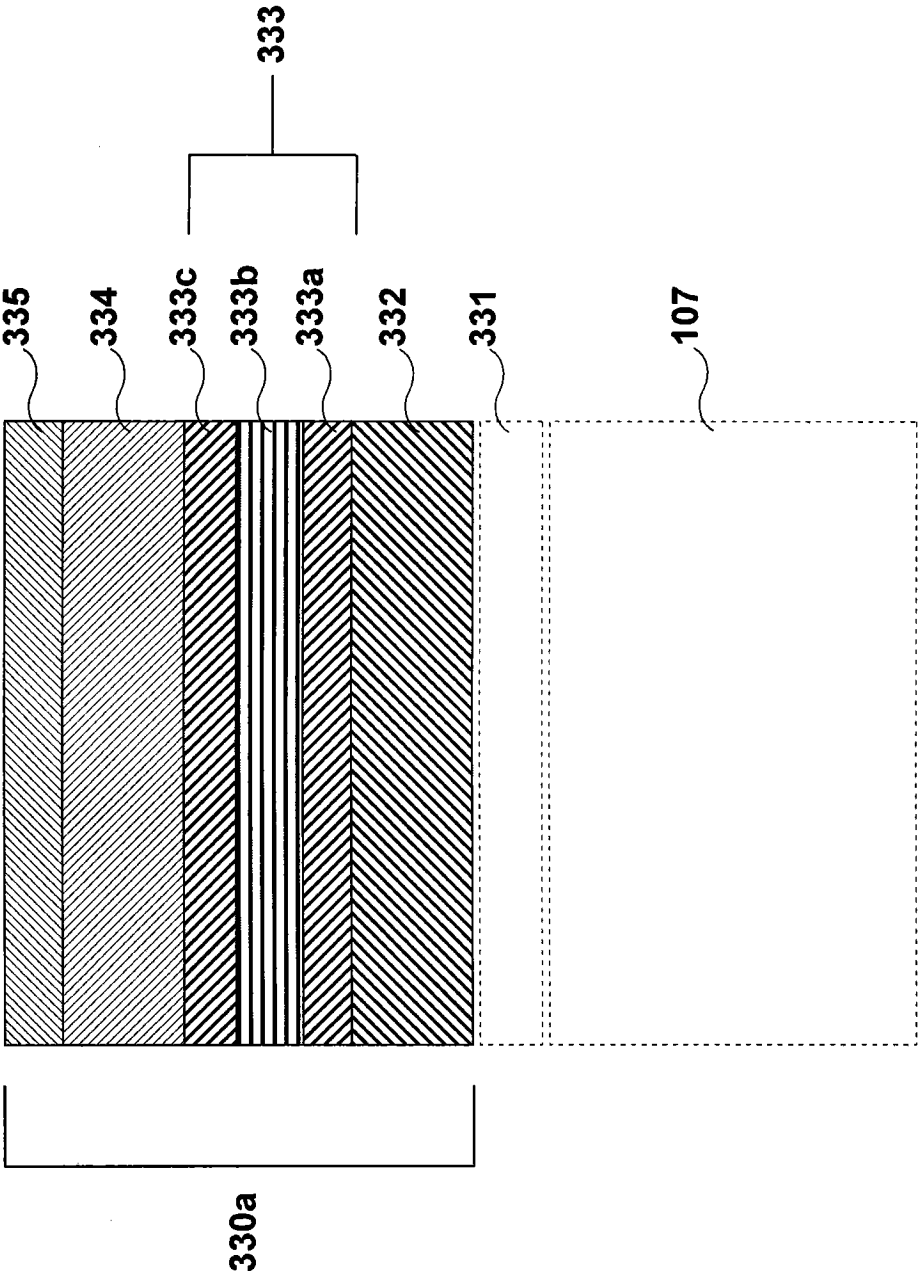


图 26

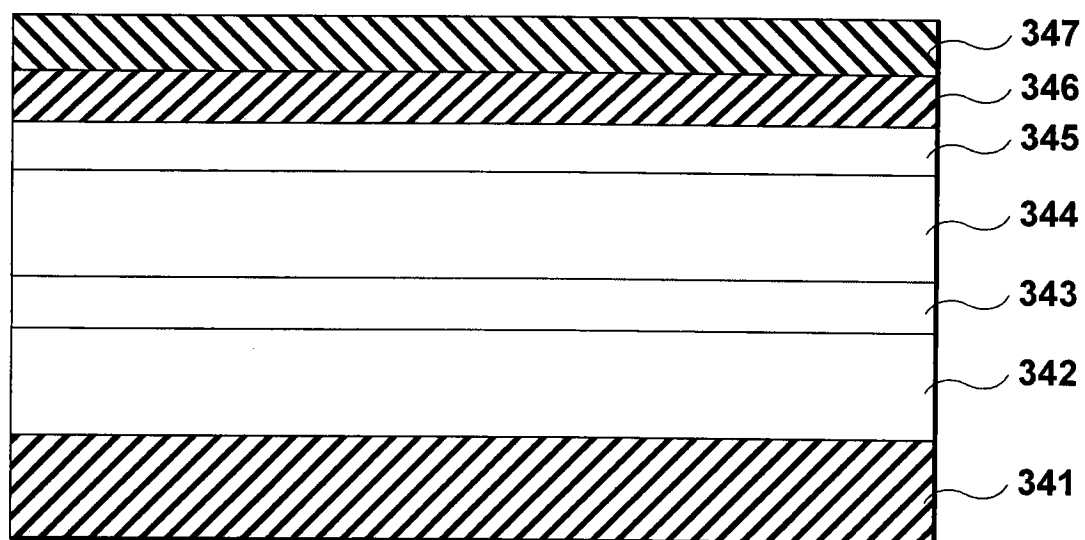


图 27

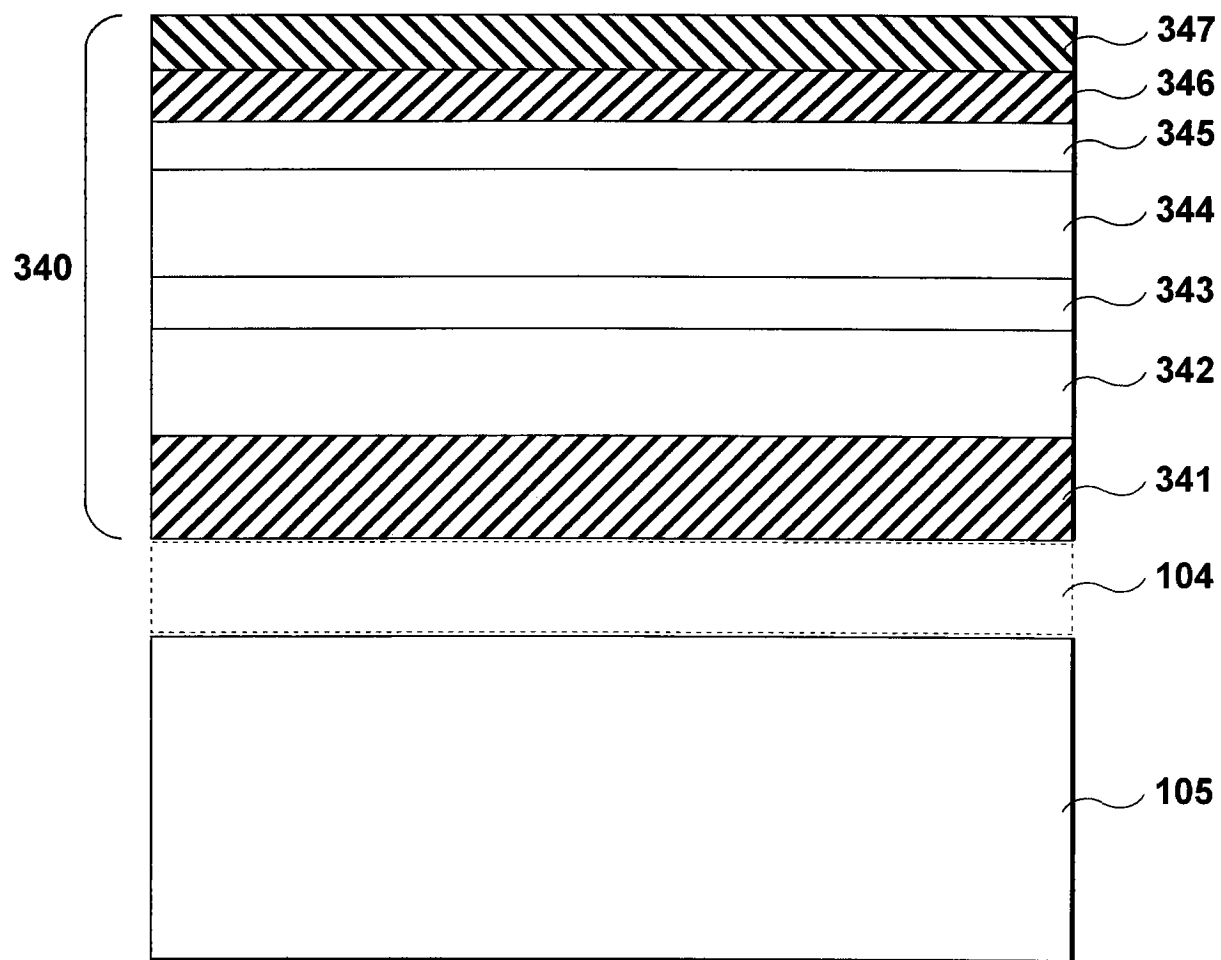


图 28

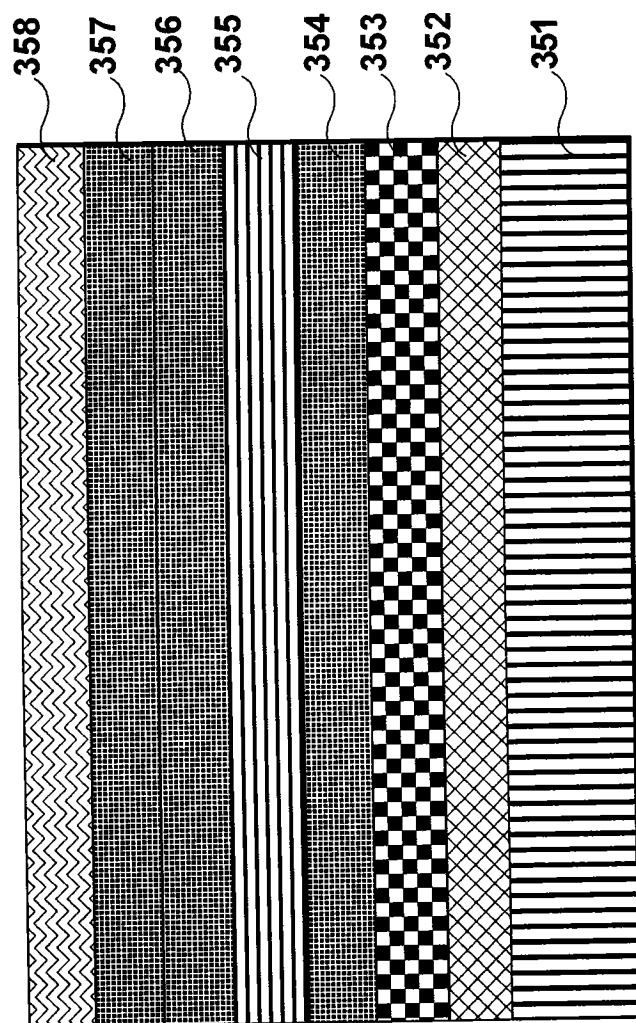


图 29

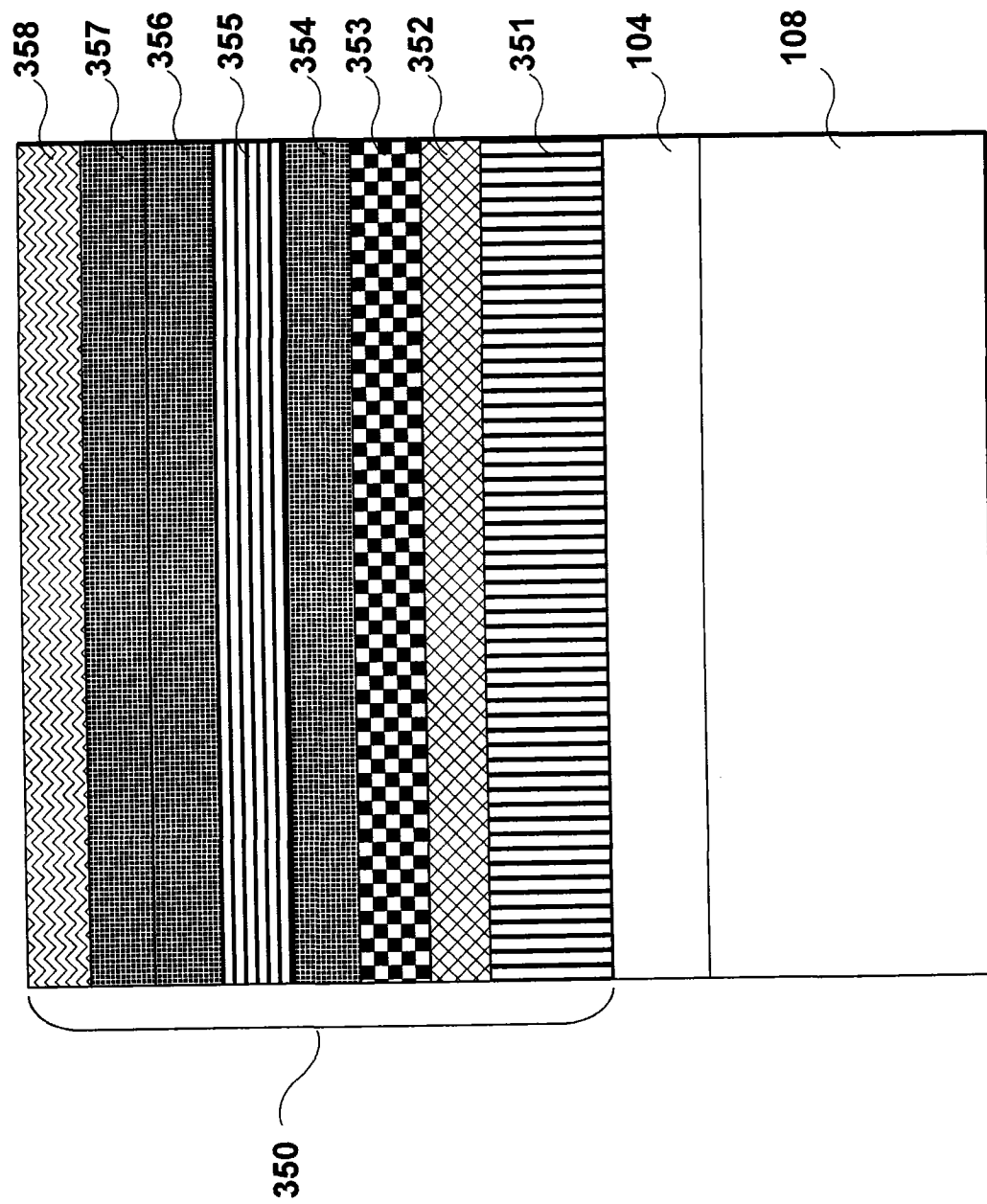


图 30

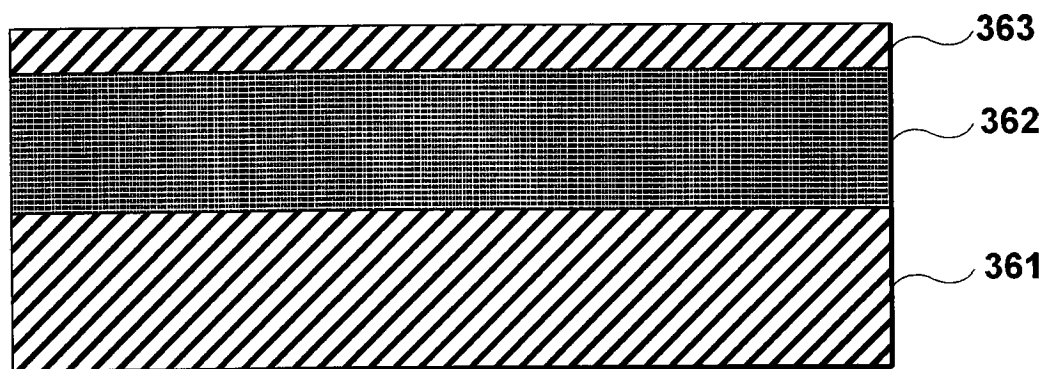


图 31

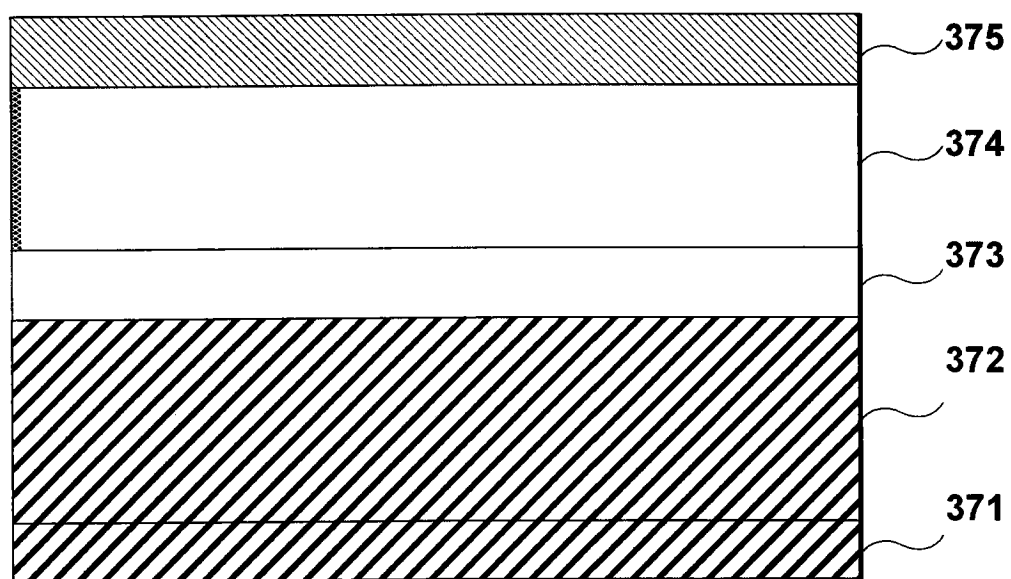


图 32

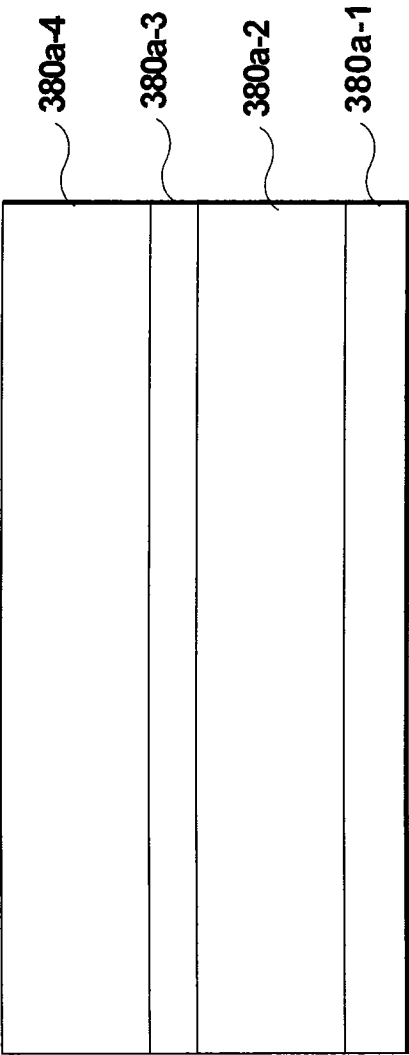


图 33

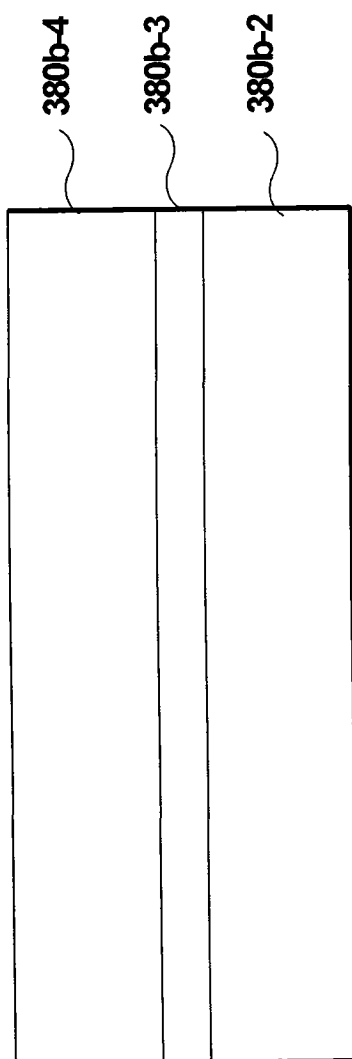


图 34

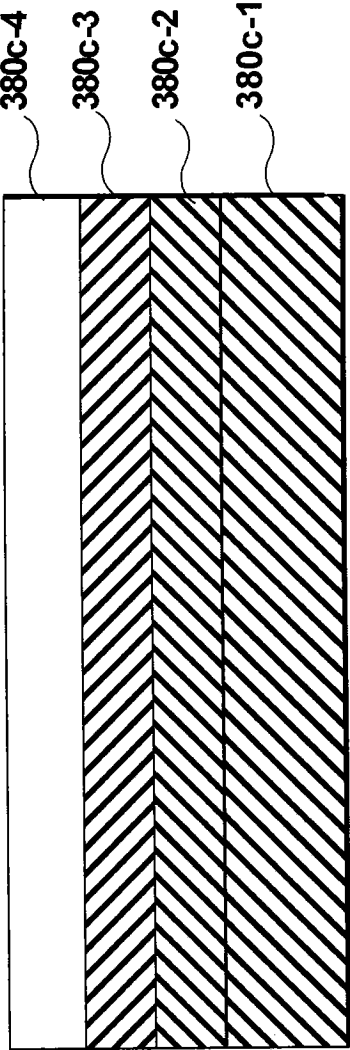


图 35

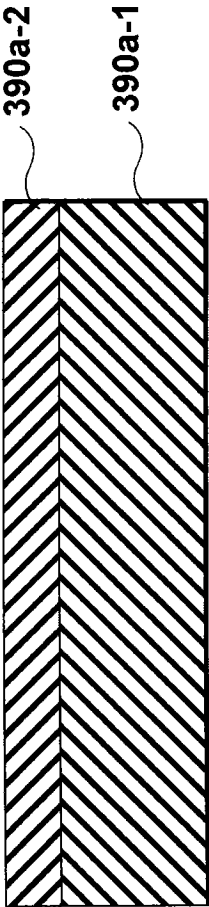


图 36

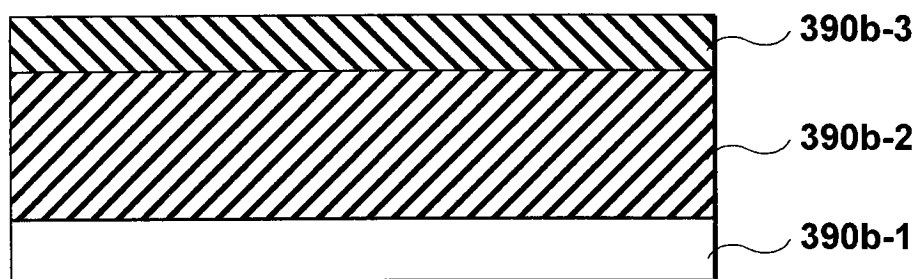


图 37

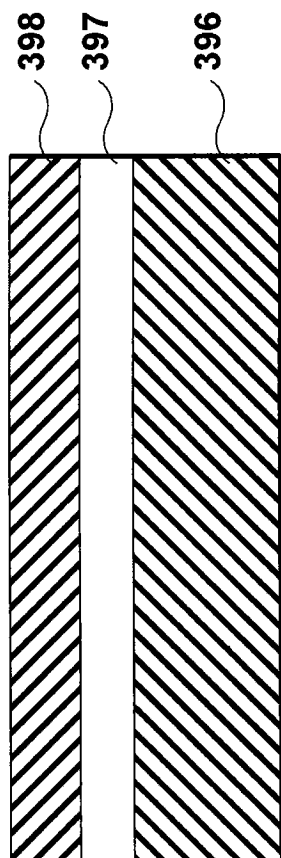


图 38

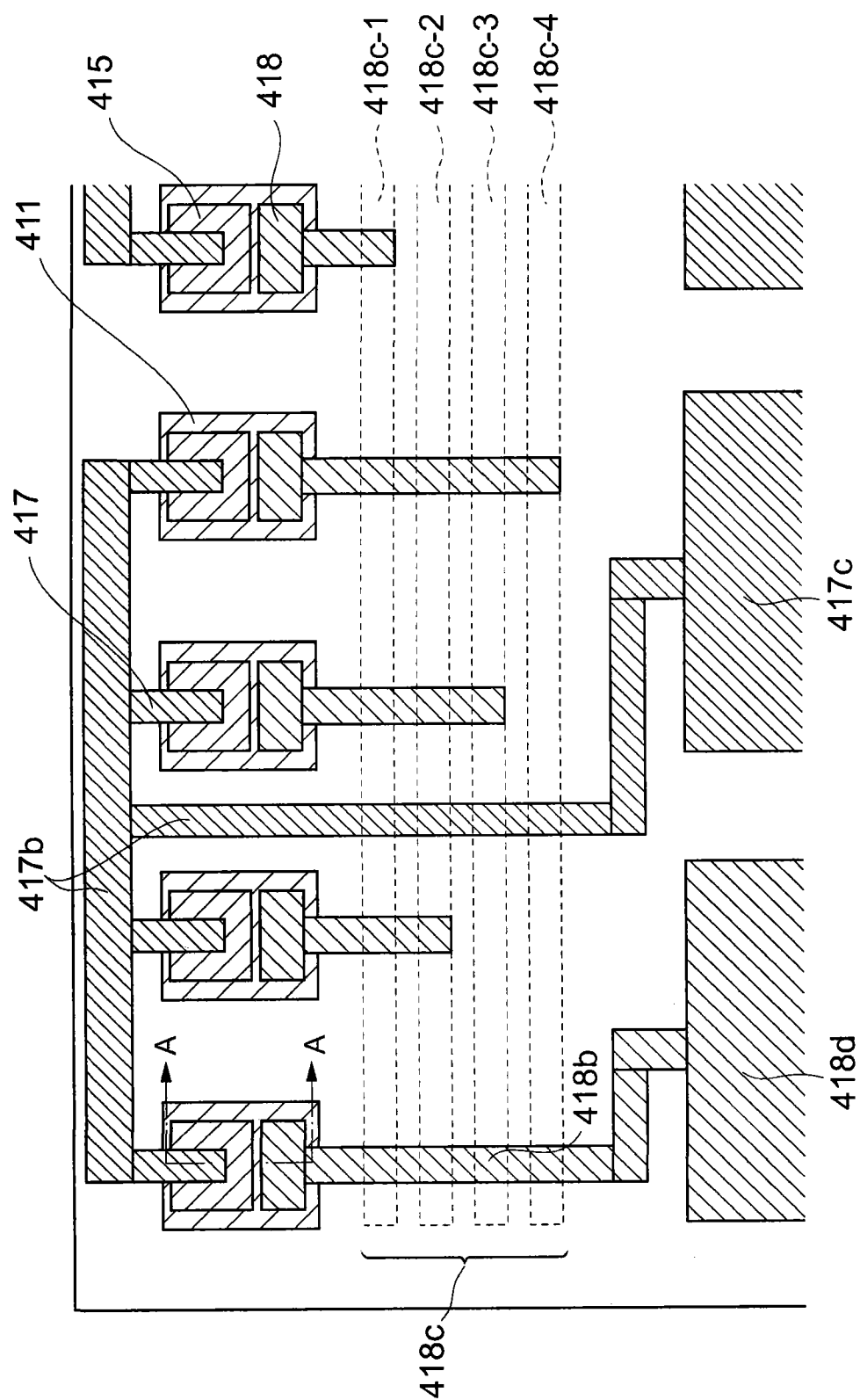


图 39

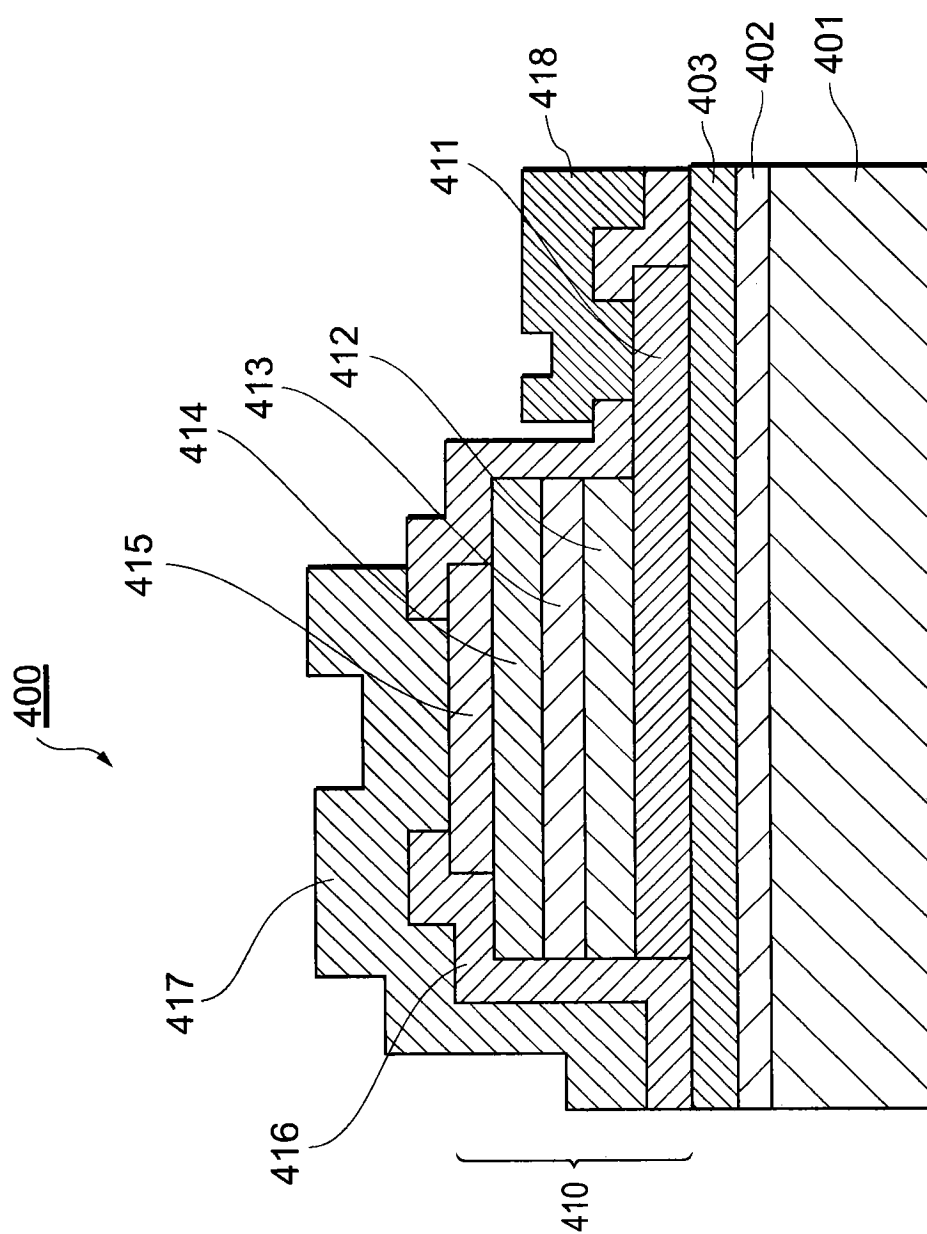


图 40

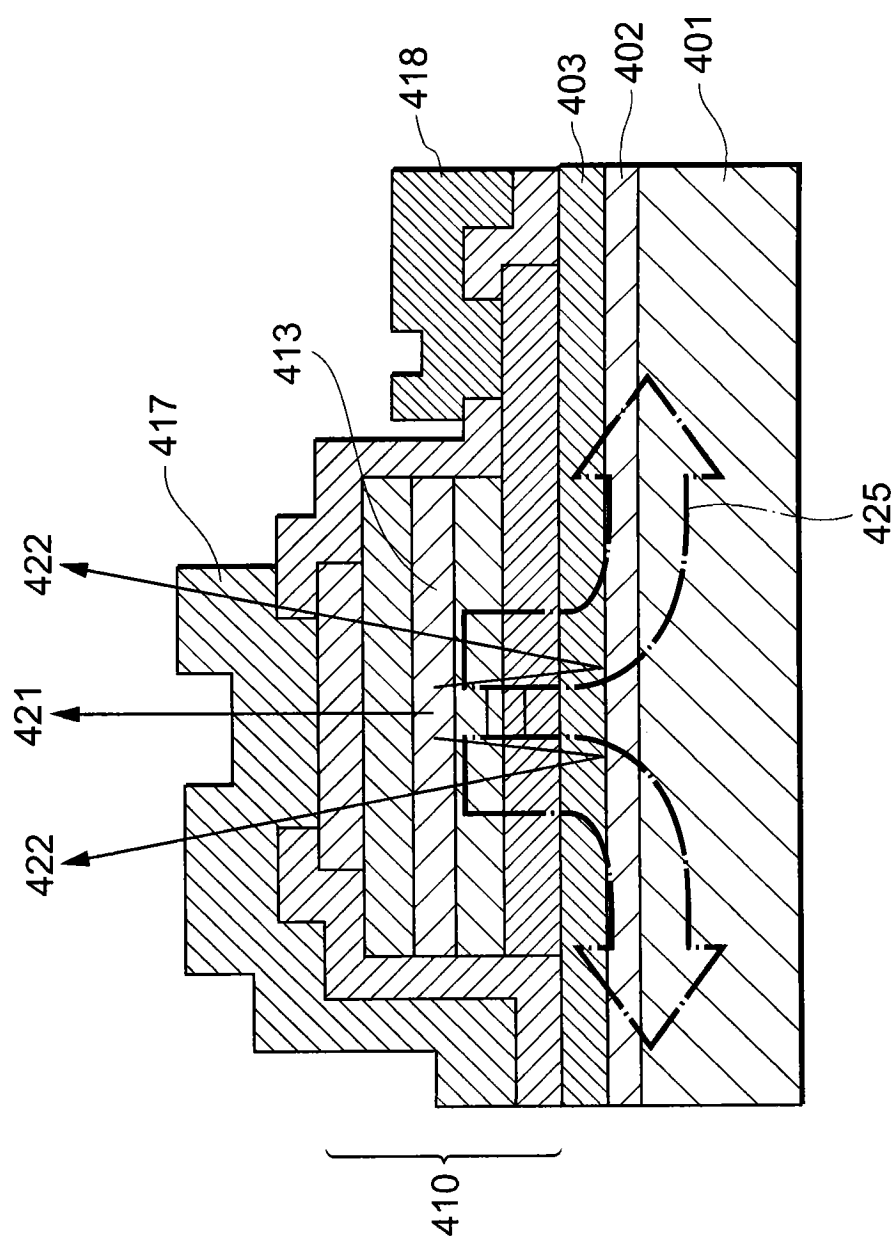


图 41

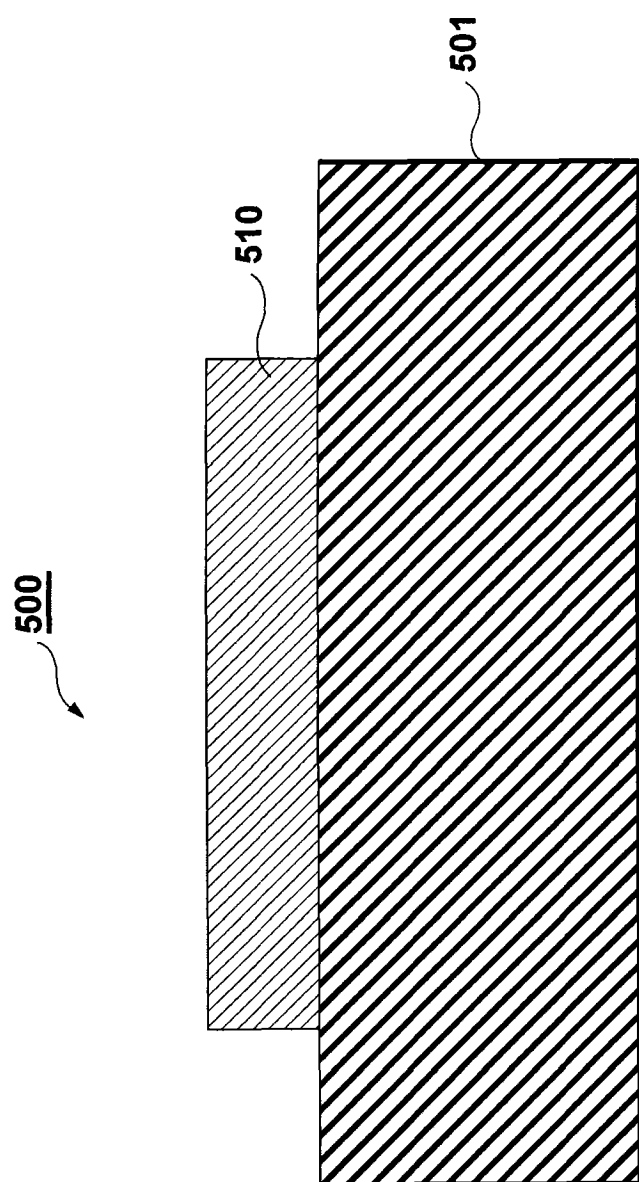


图 42

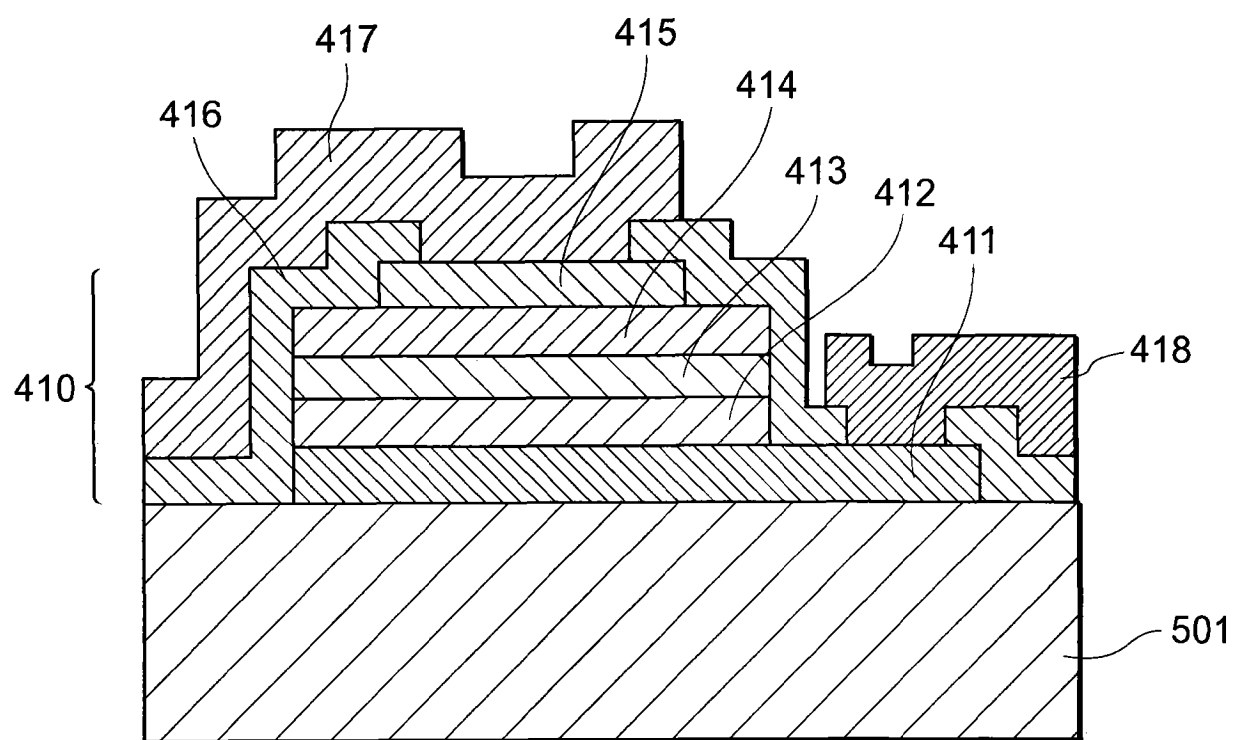


图 43

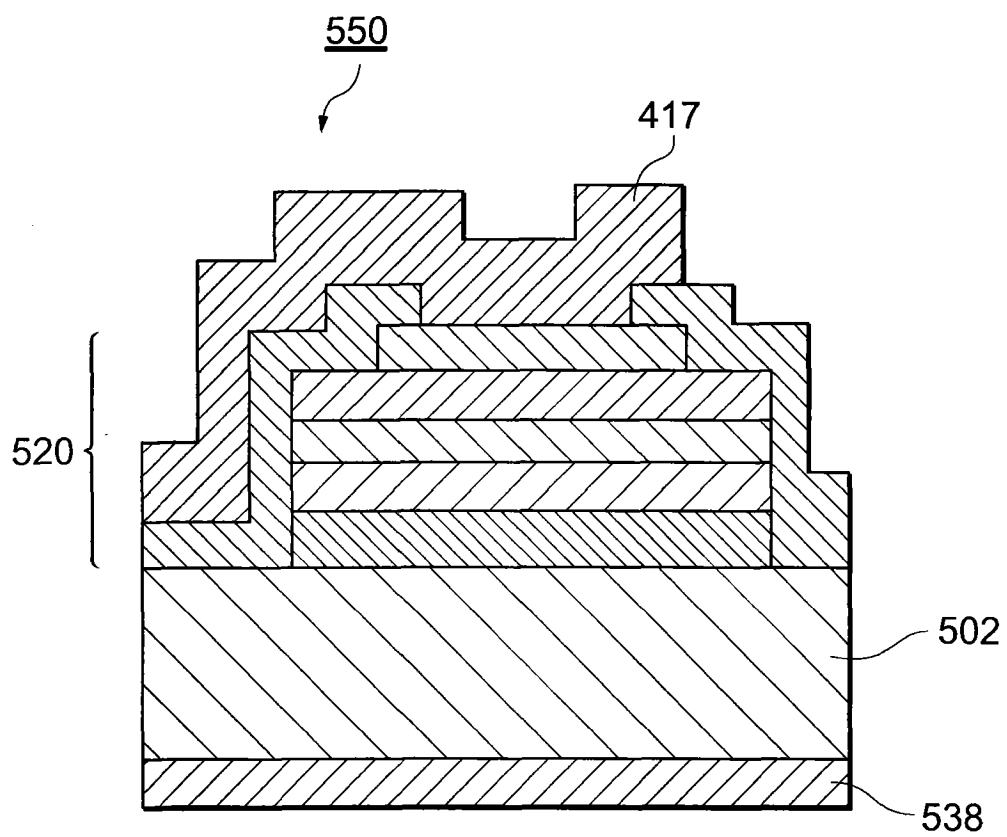


图 44

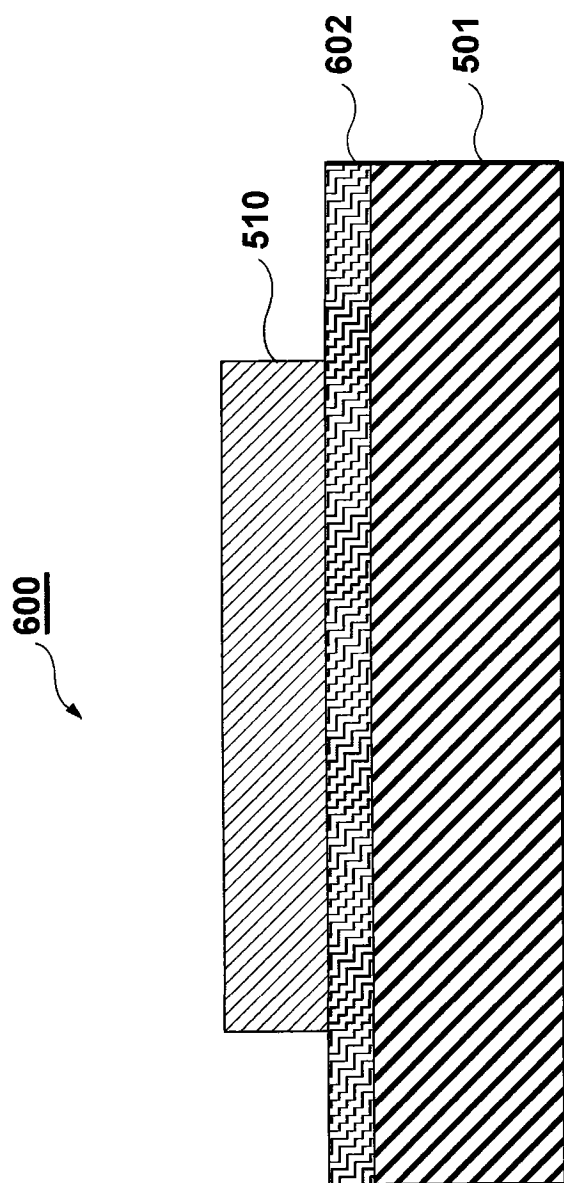


图 45

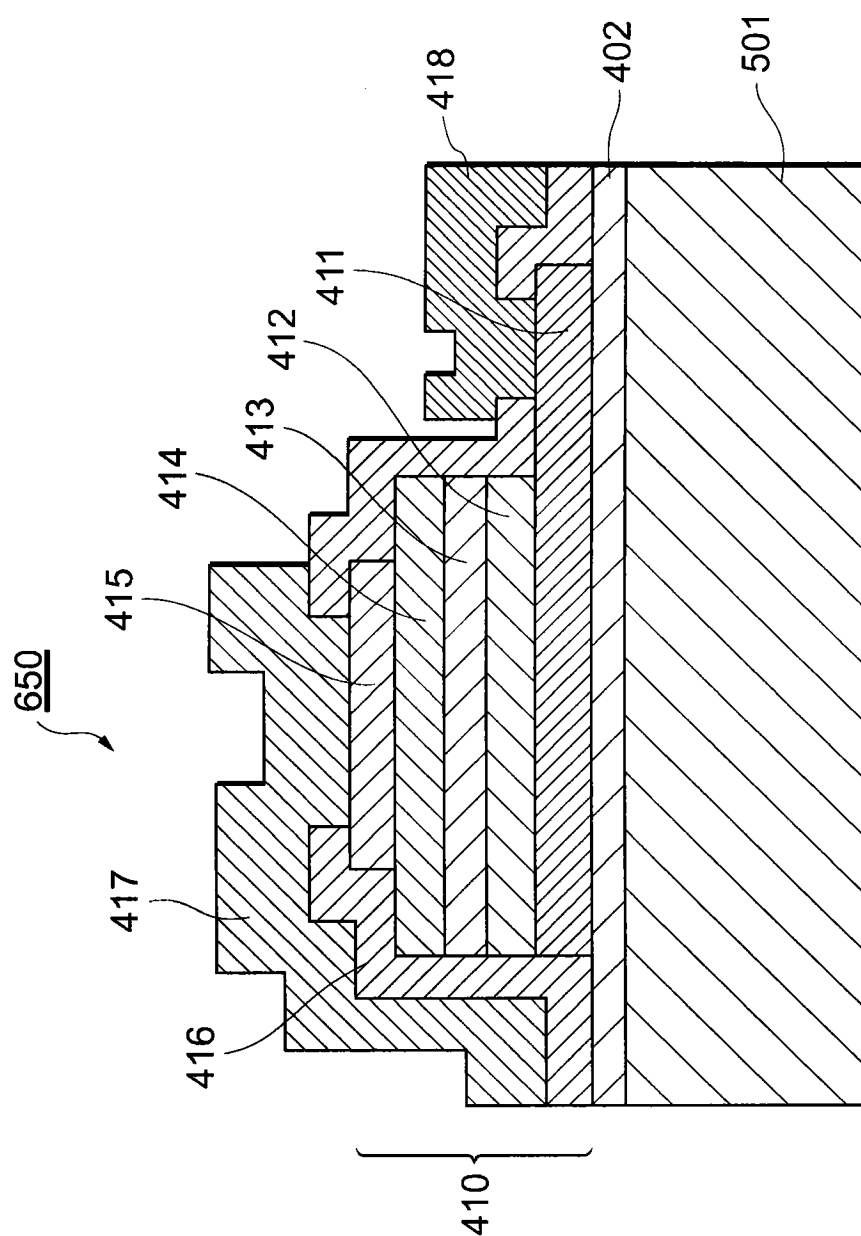


图 46

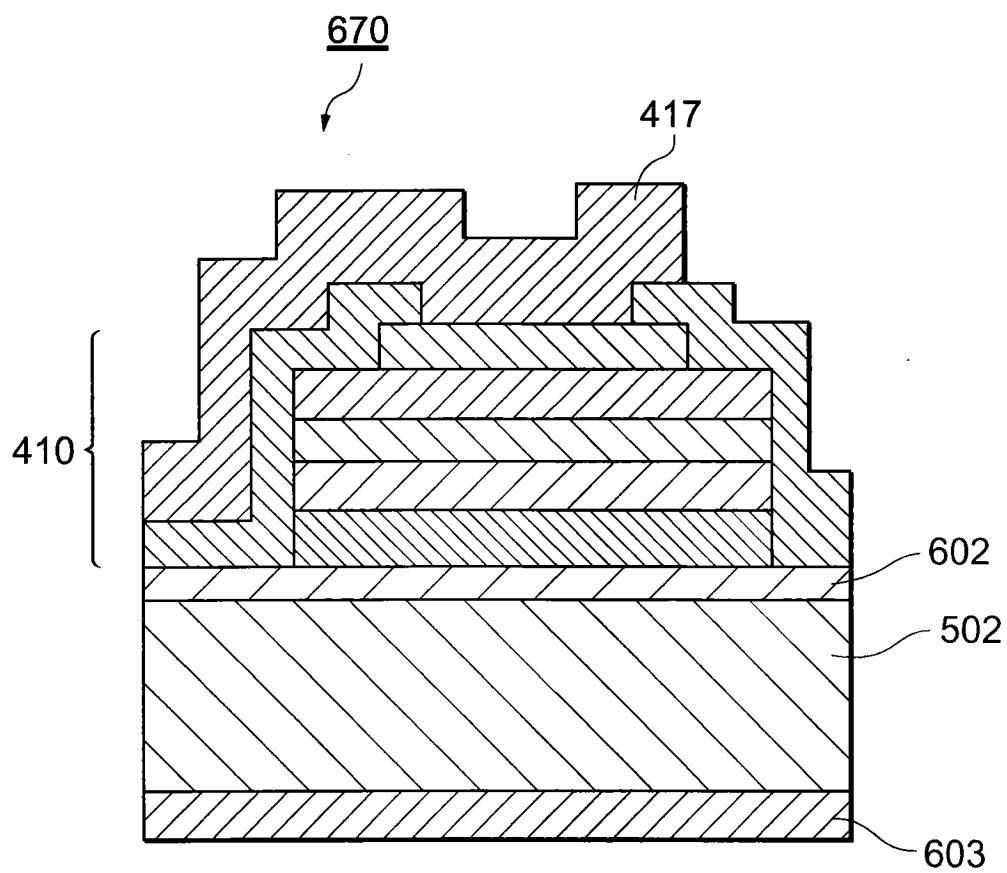


图 47

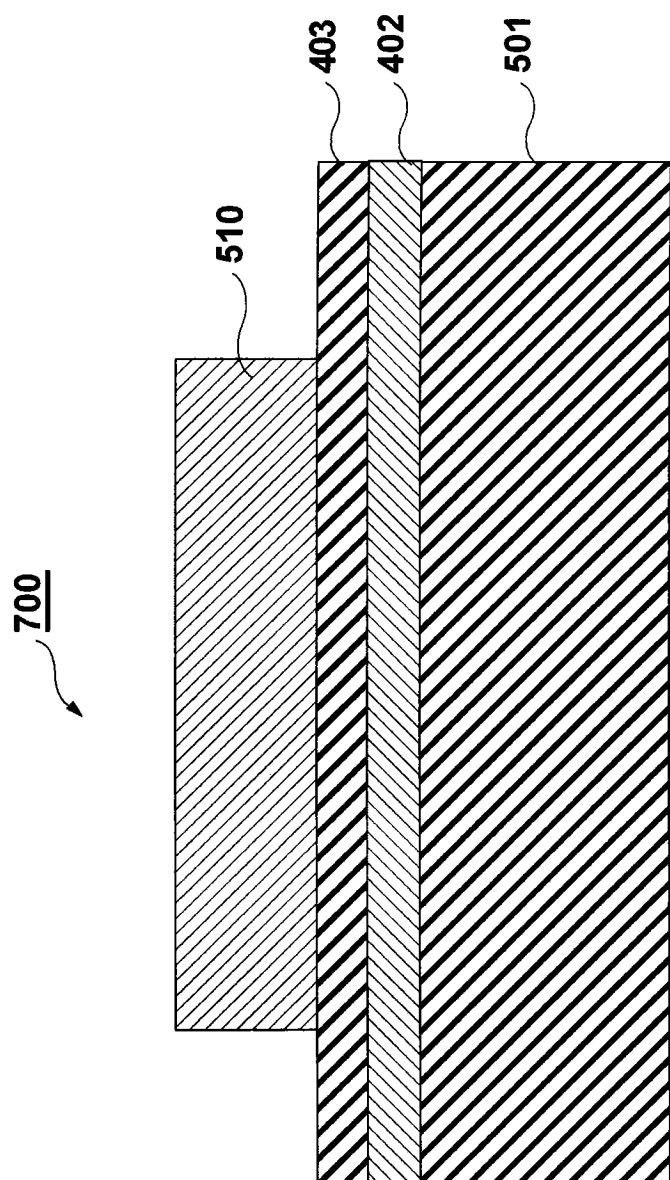


图 48

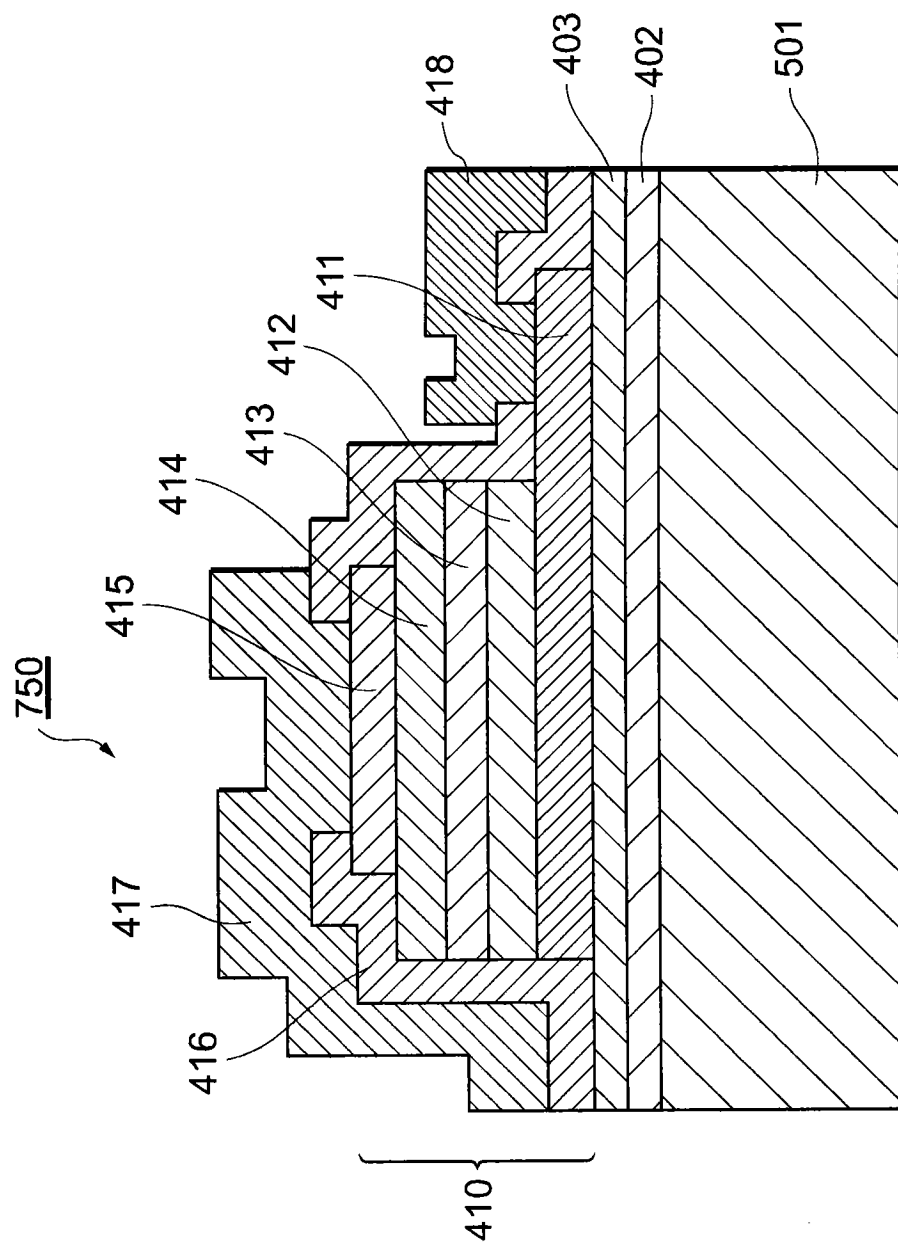


图 49

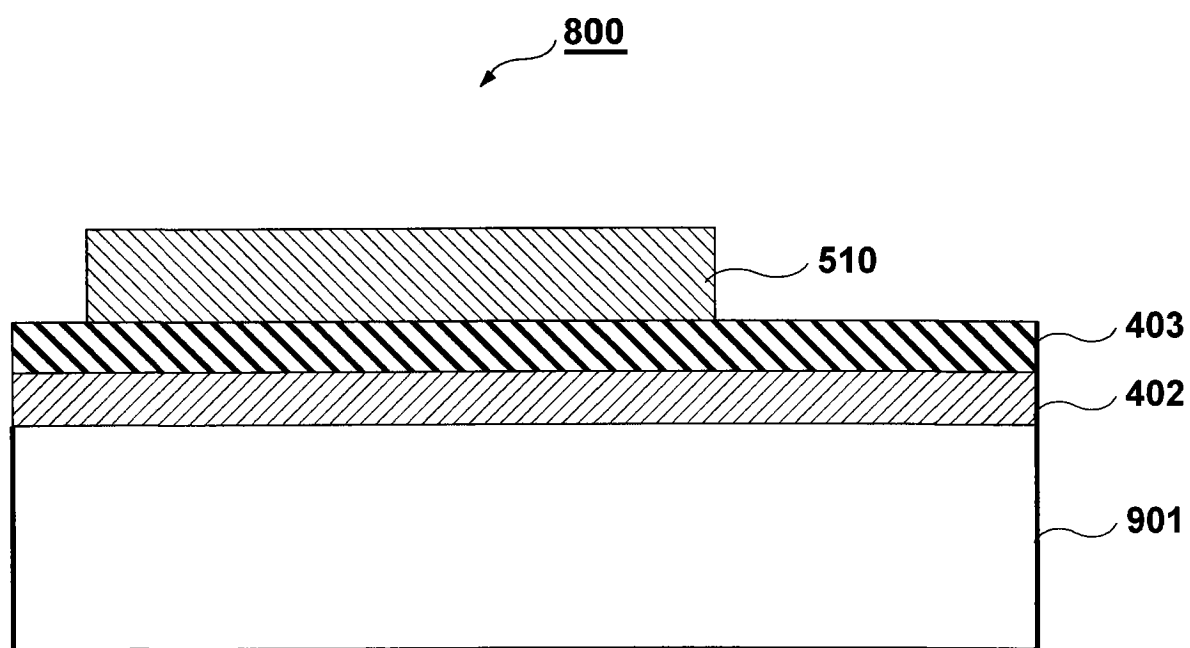


图 50

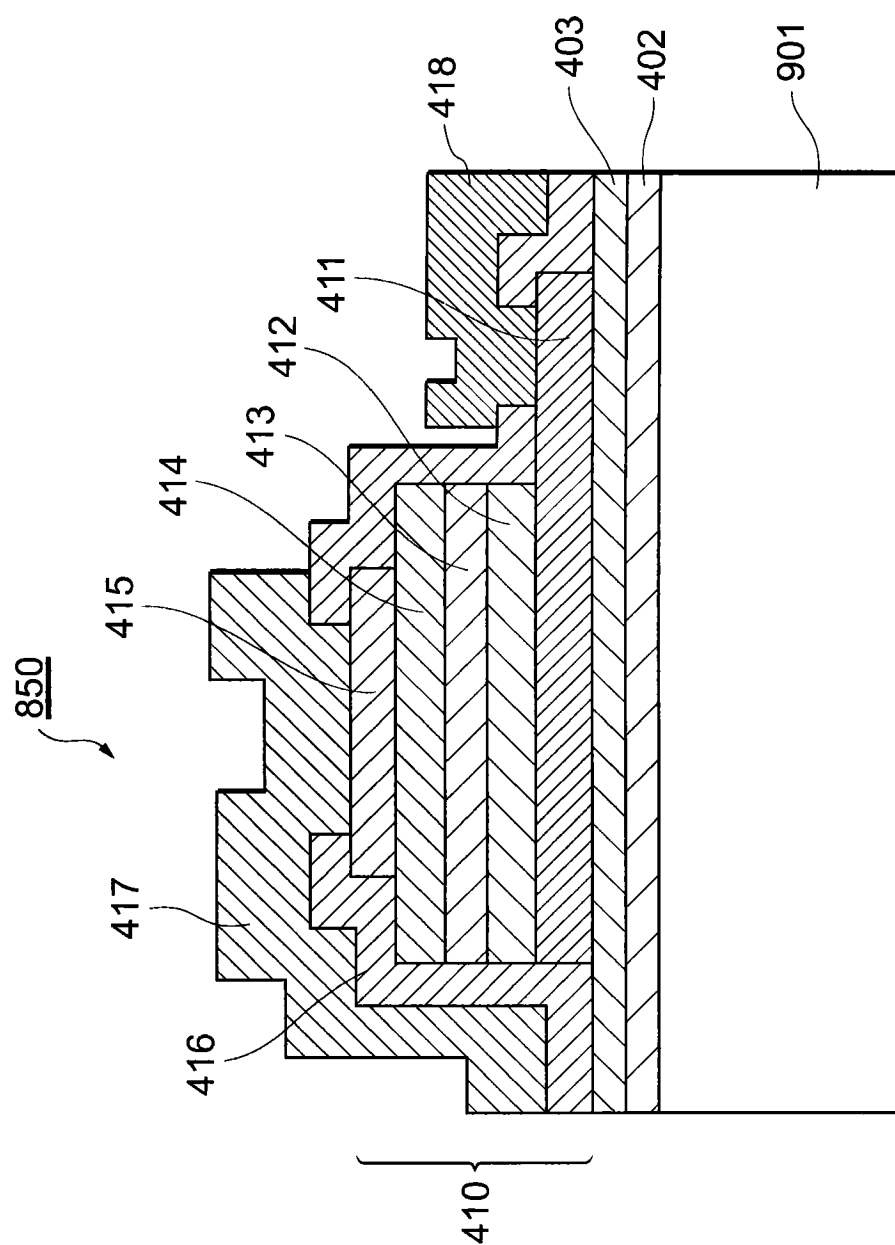


图 51

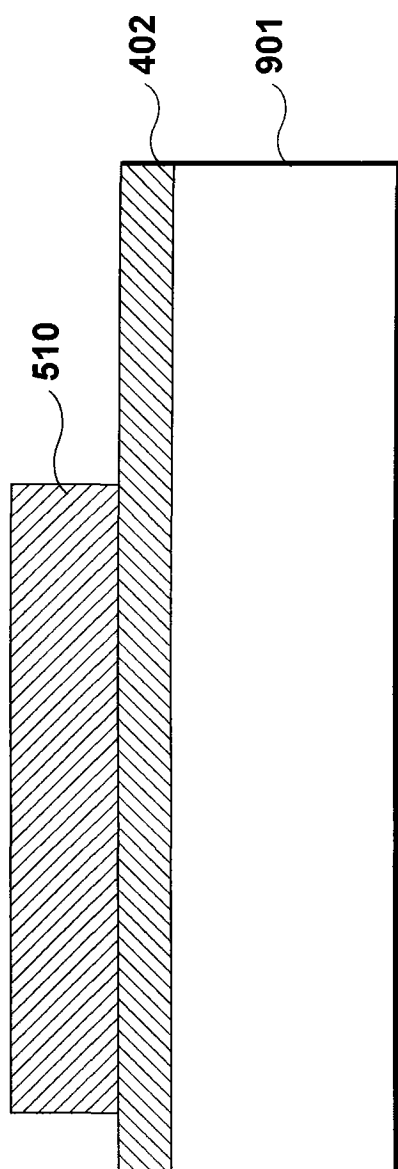


图 52

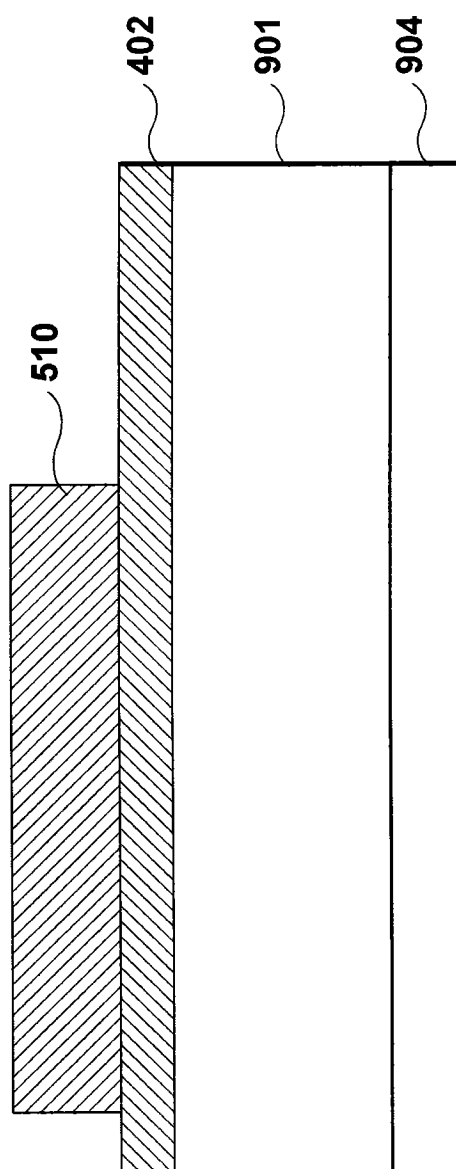


图 53

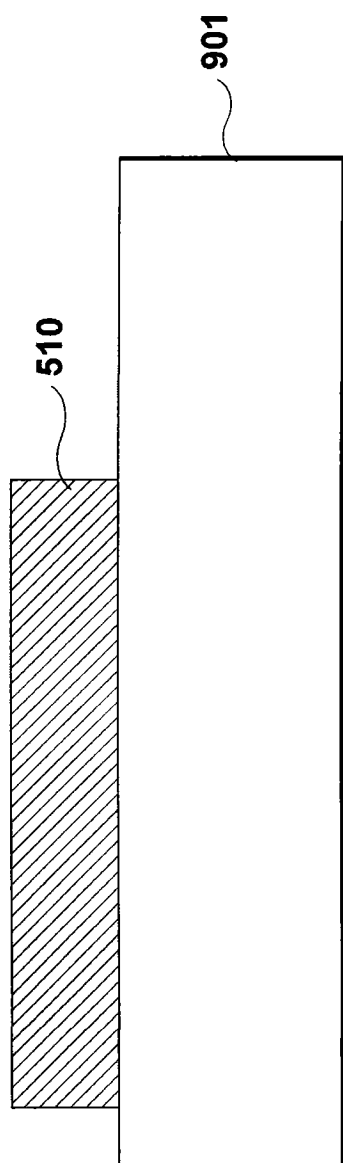


图 54

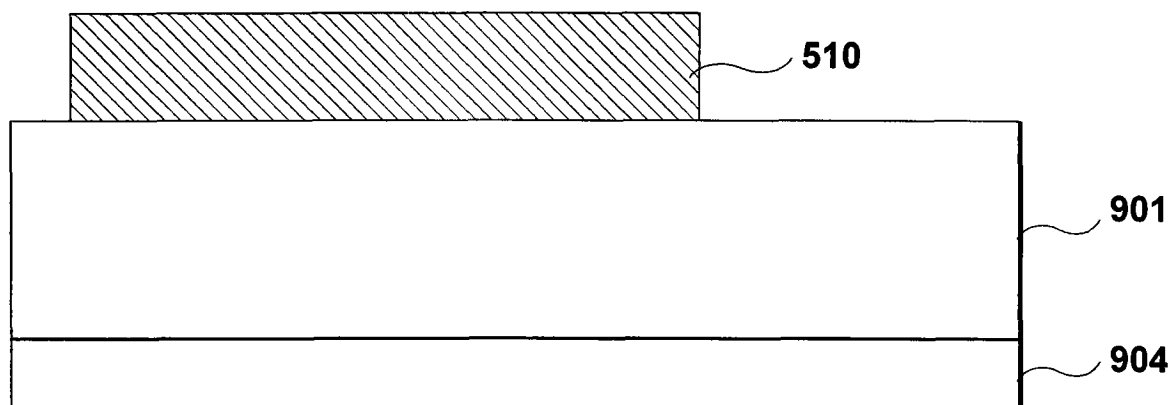


图 55

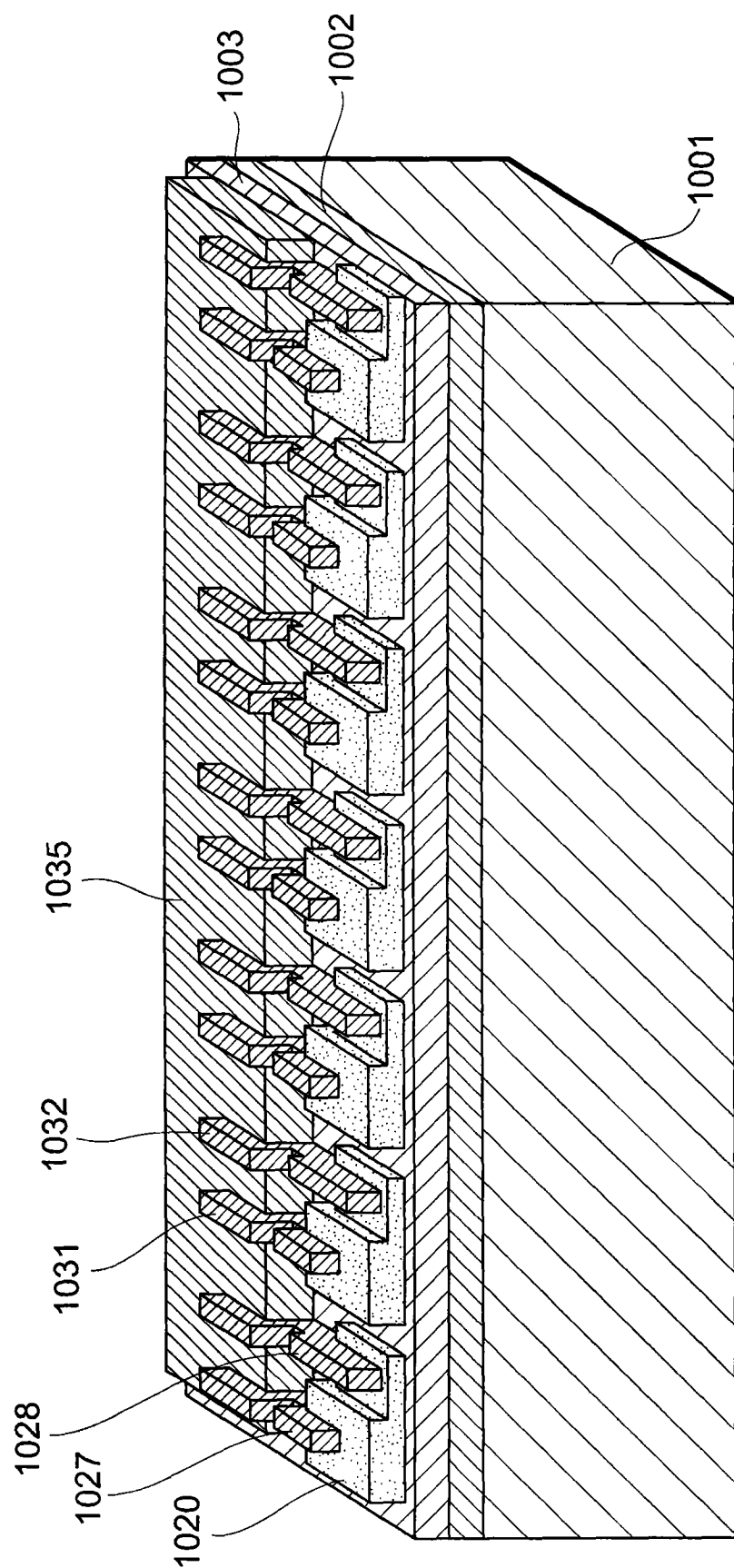


图 56

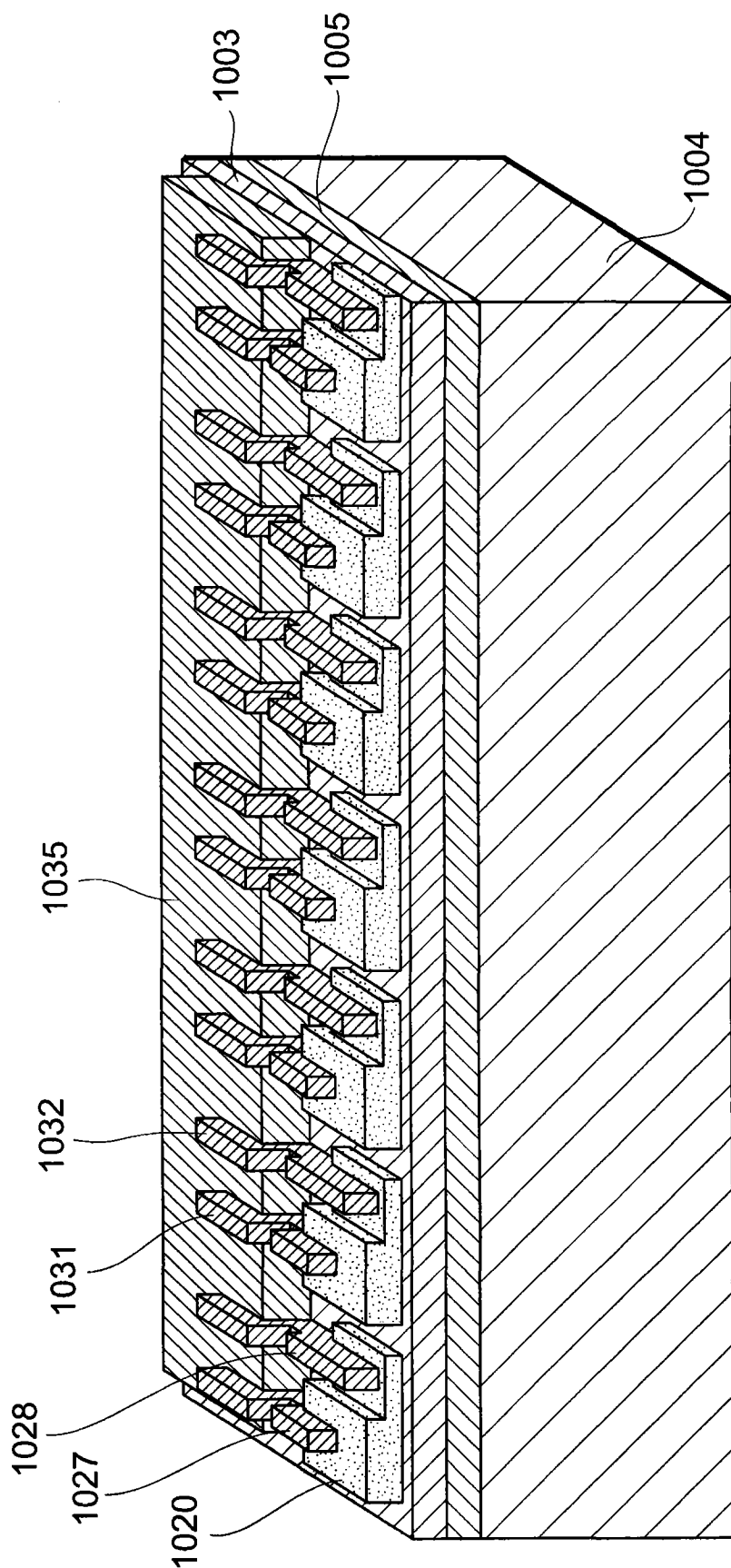


图 57

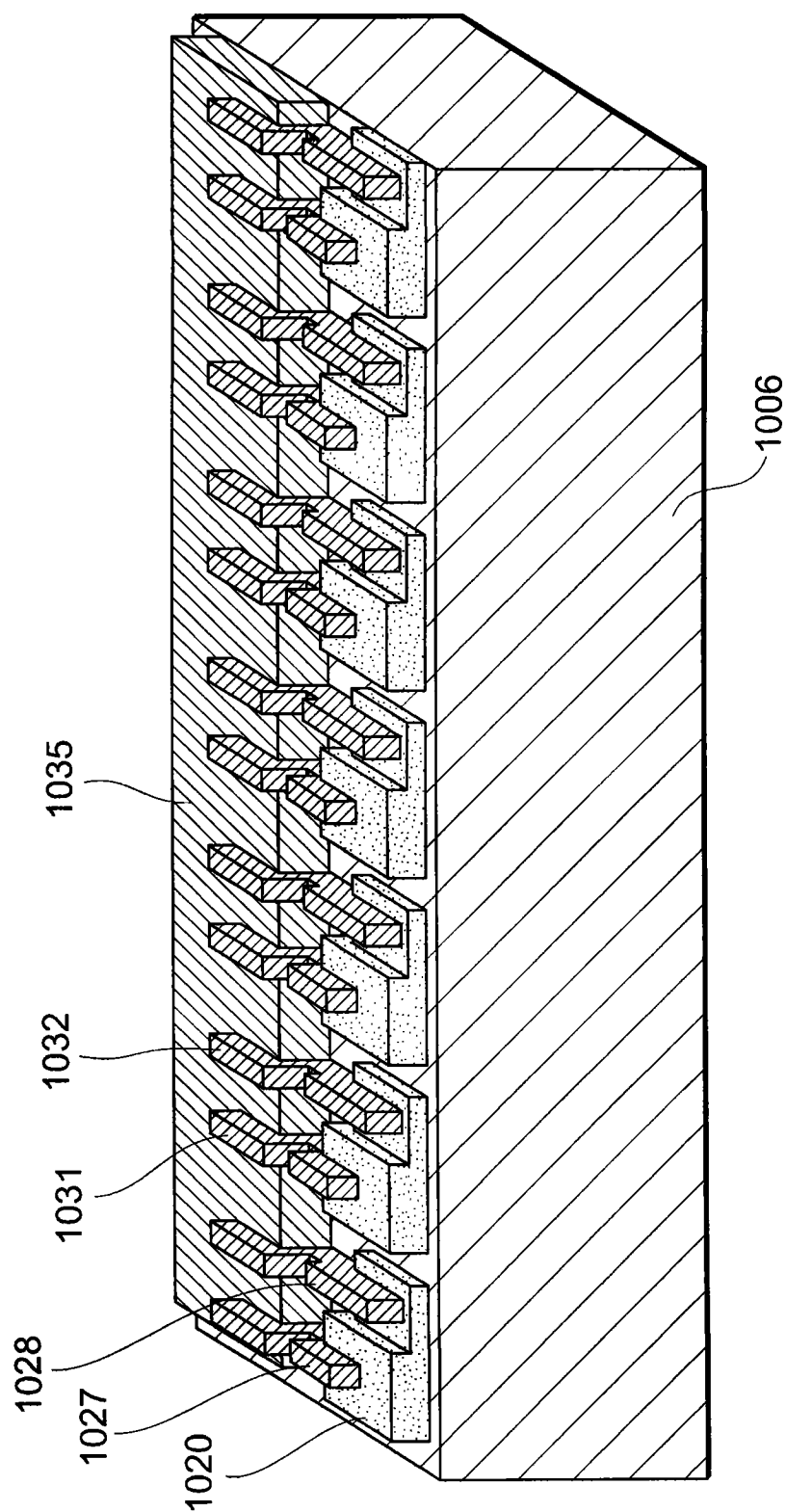


图 58

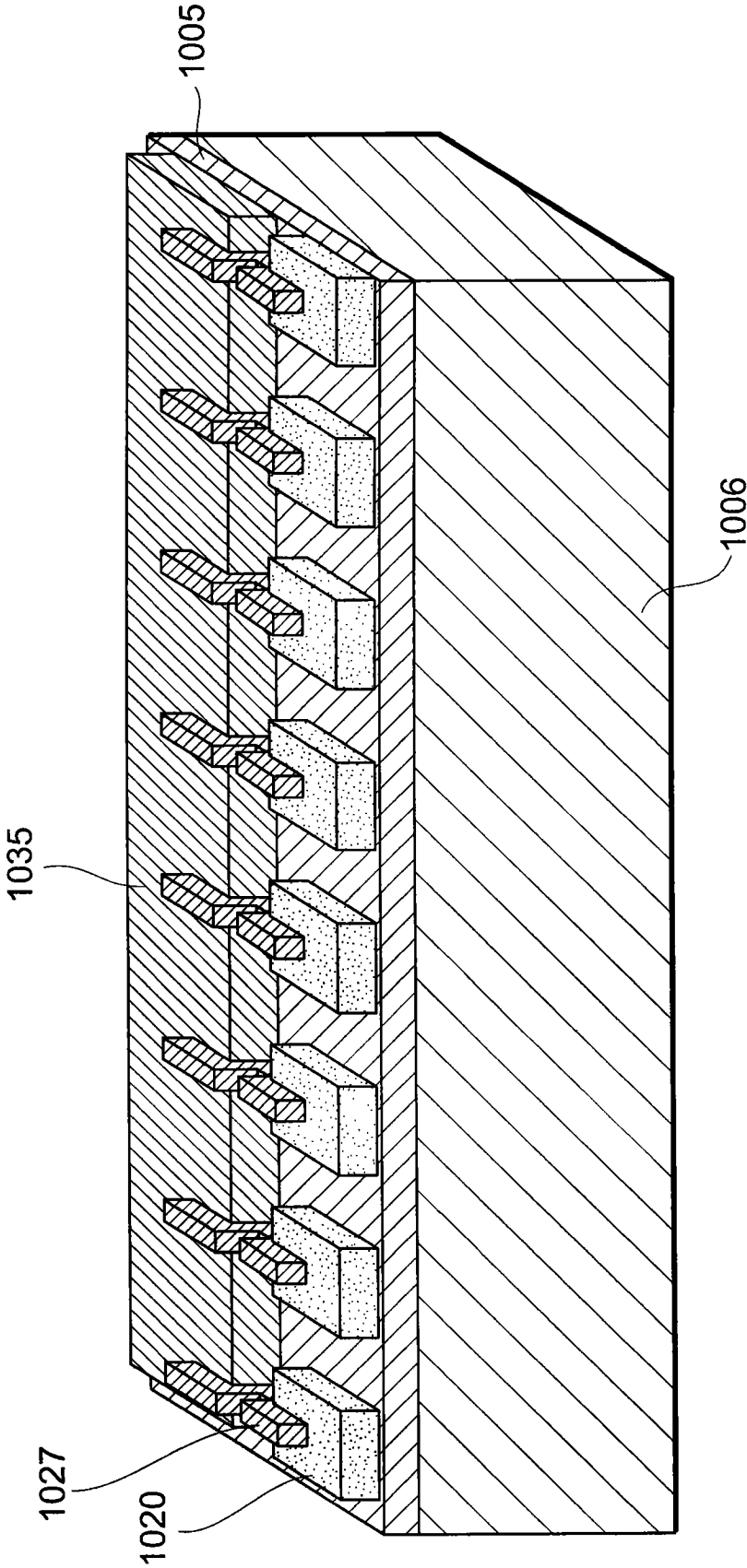


图 59

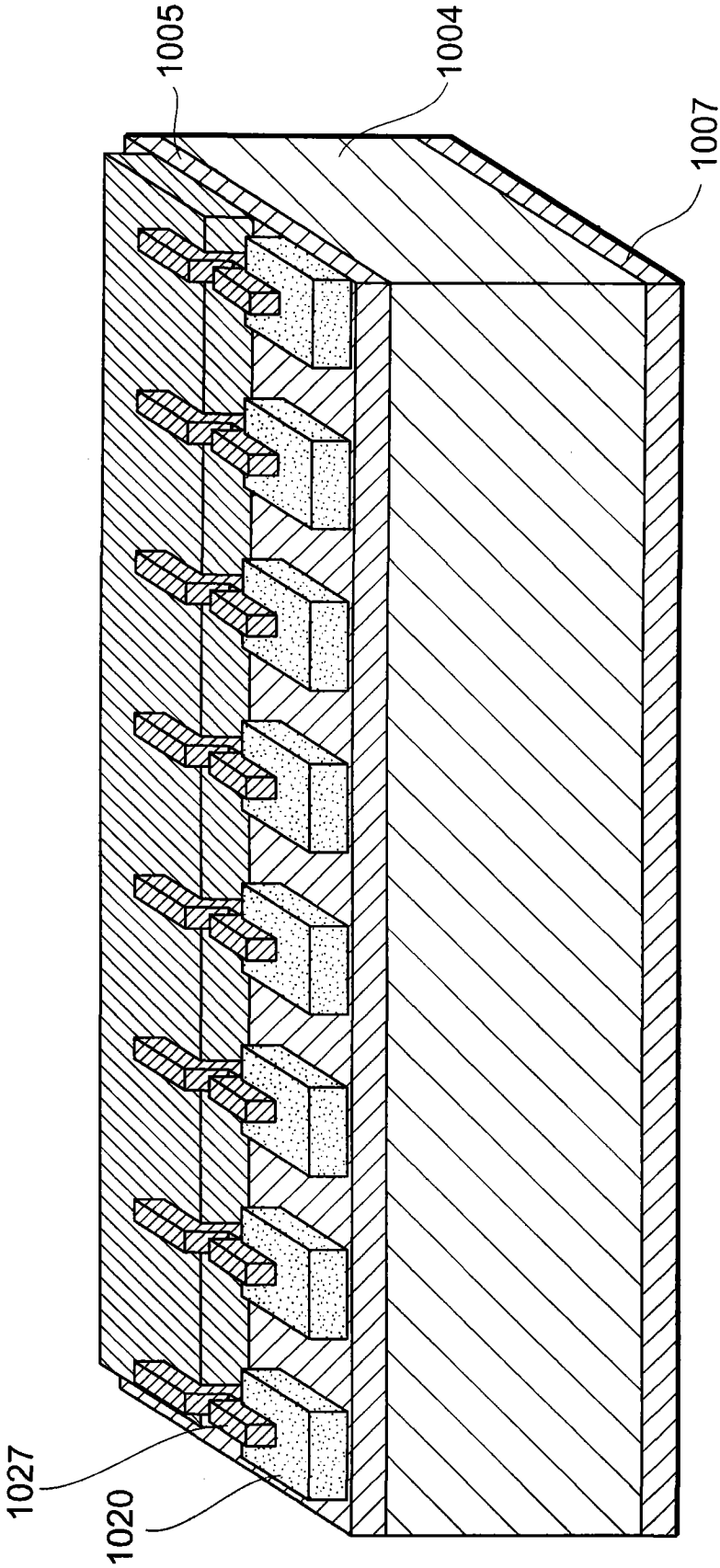


图 60

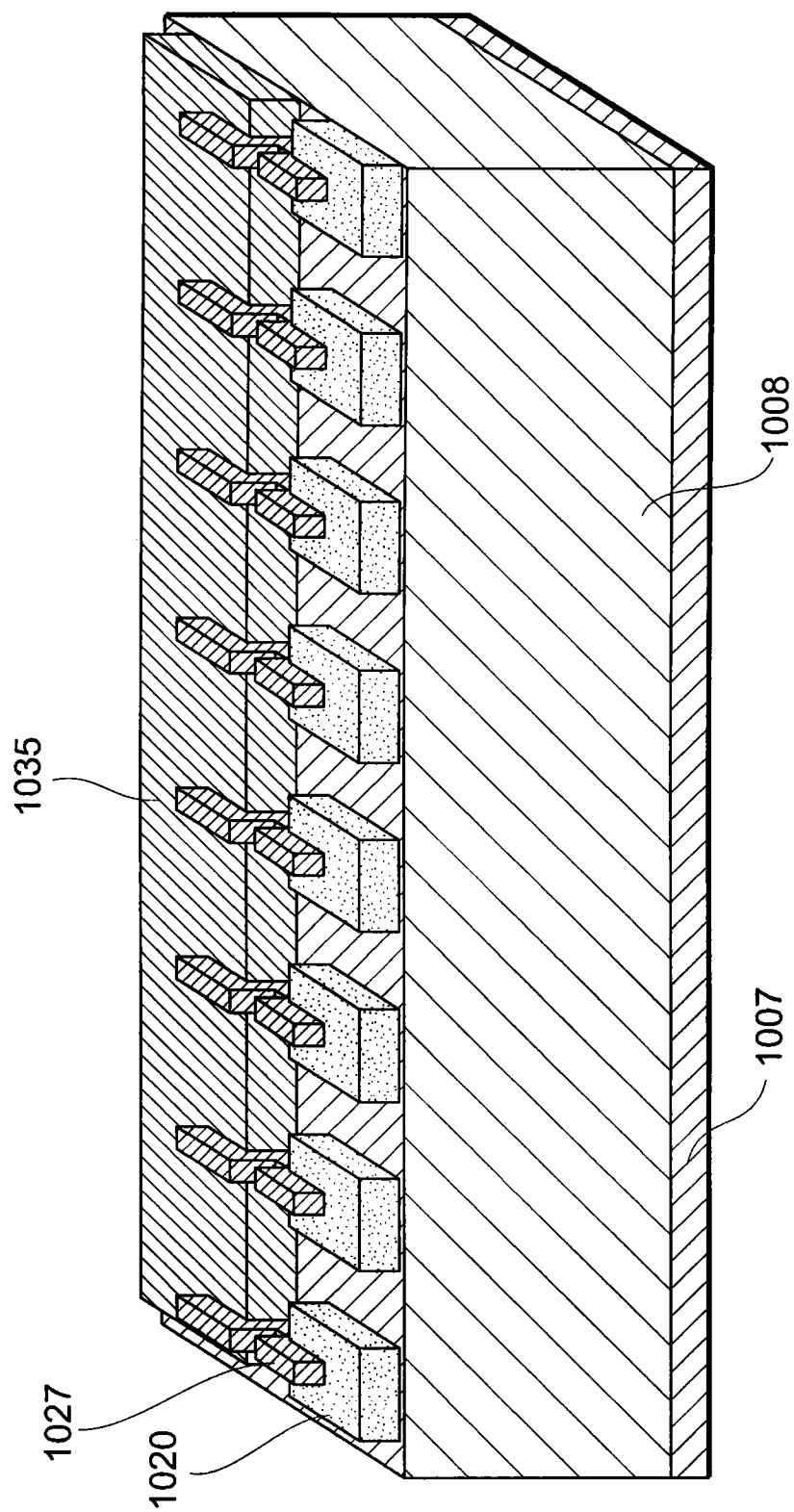
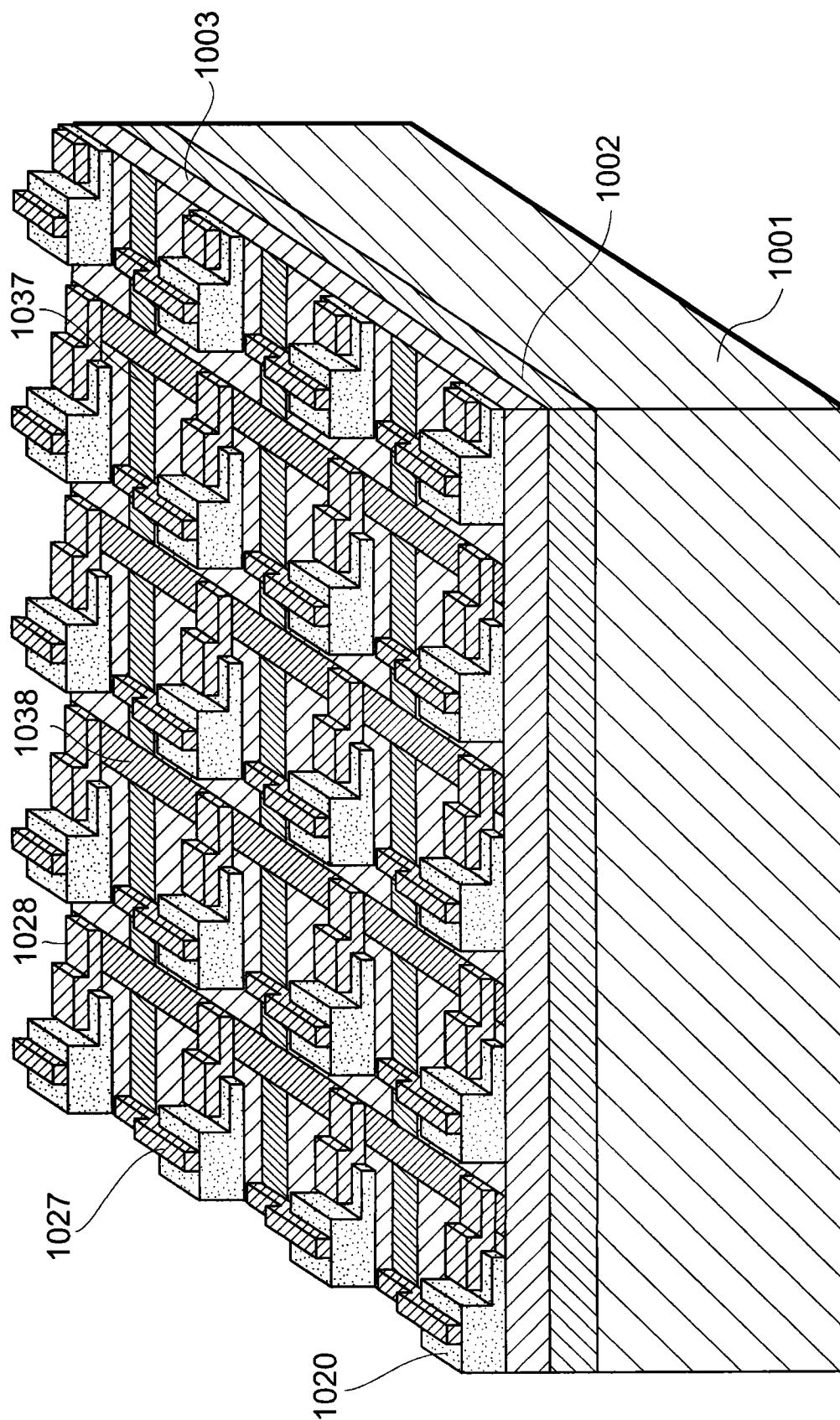


图 61



62

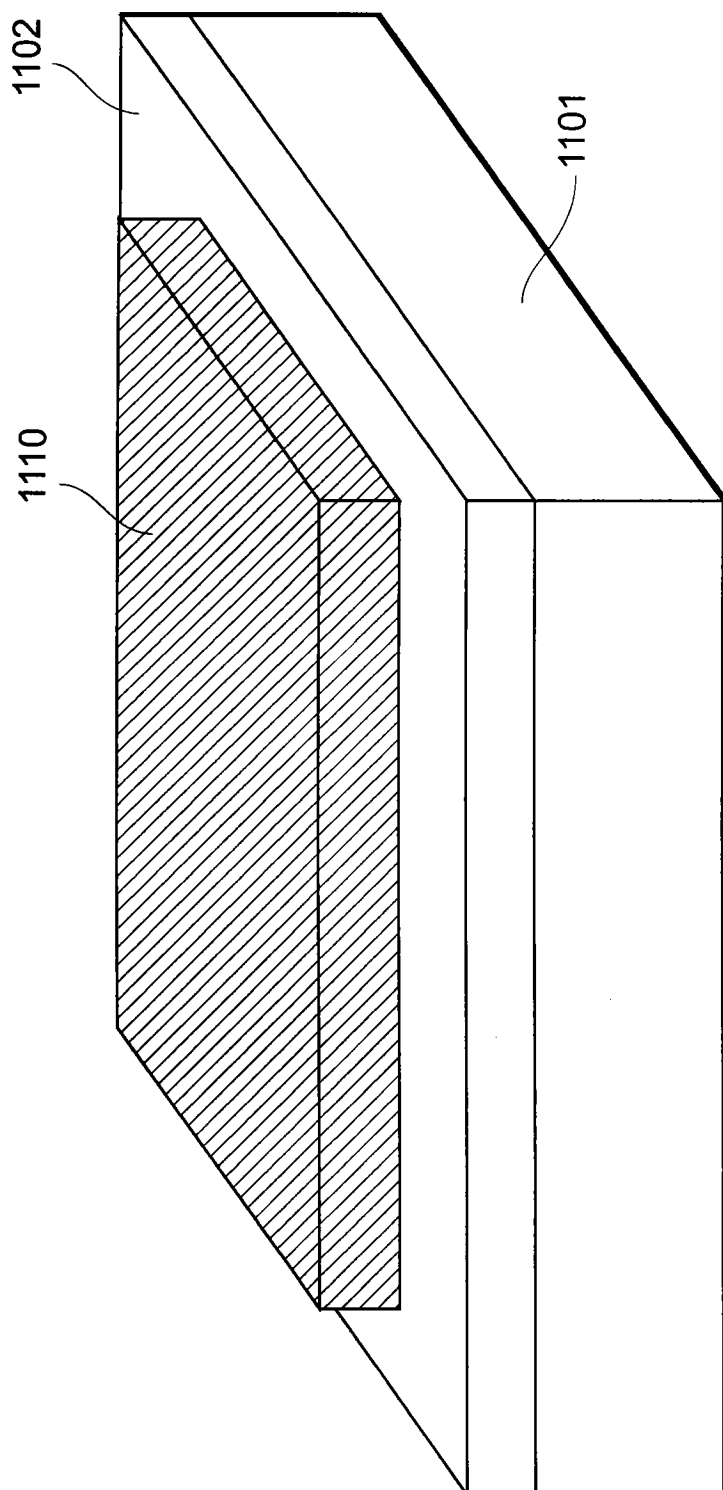


图 63

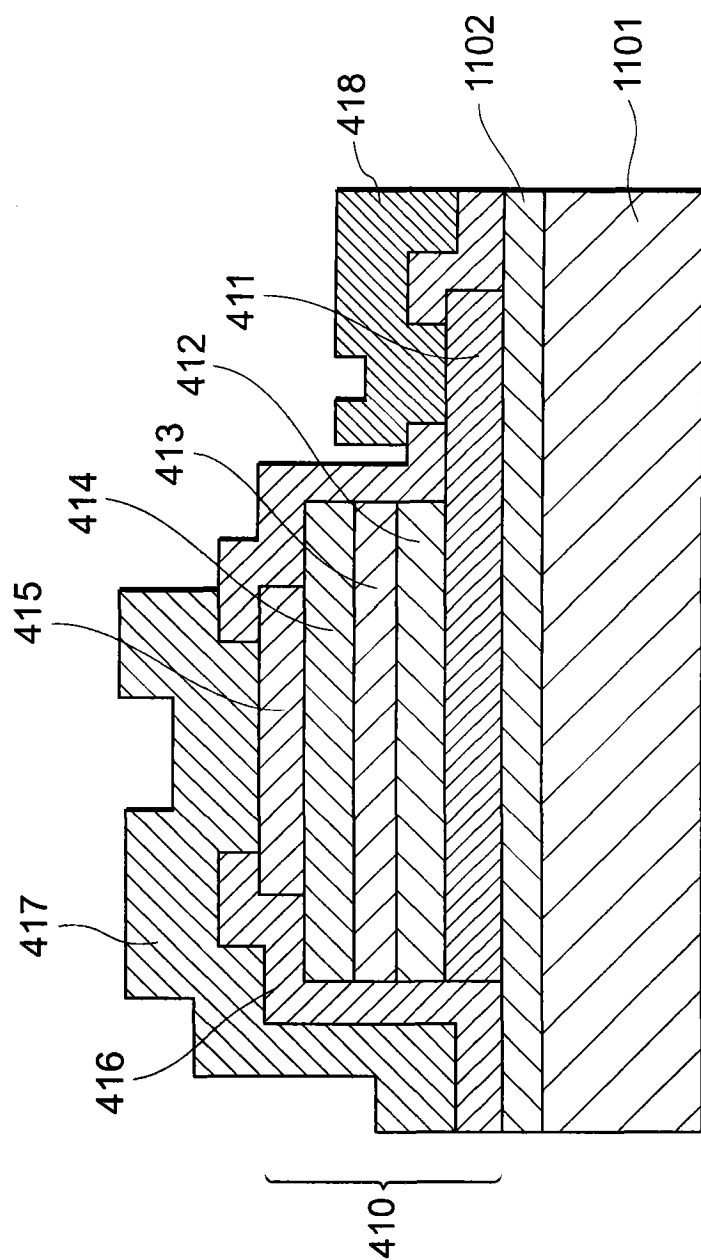


图 64

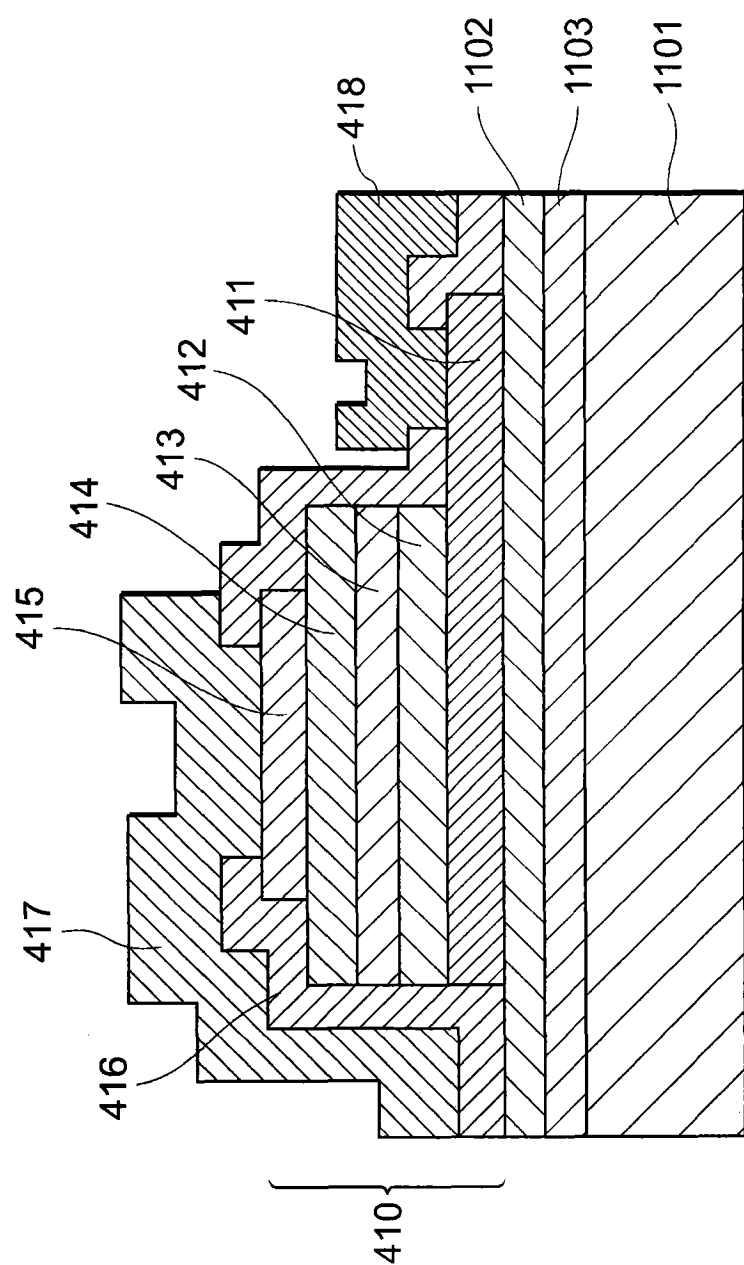


图 65

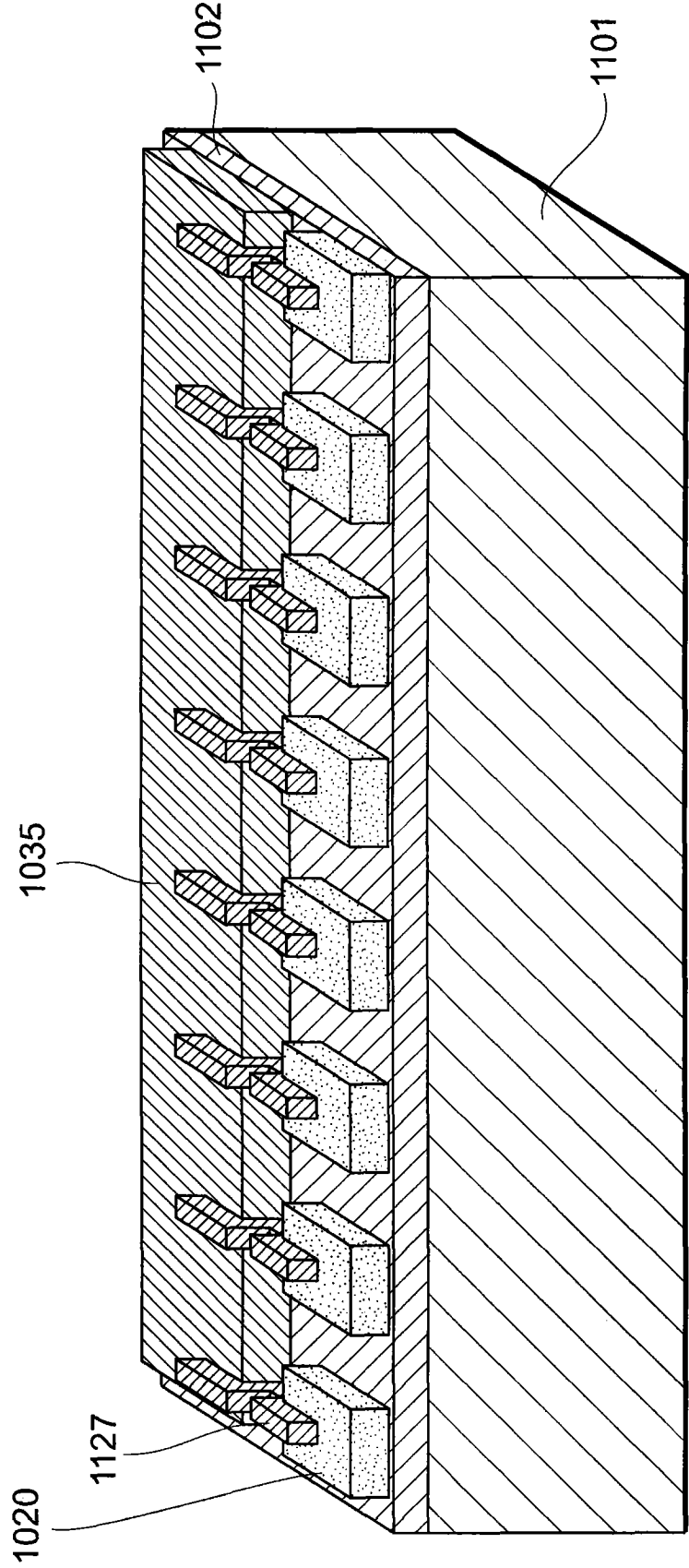


图 66

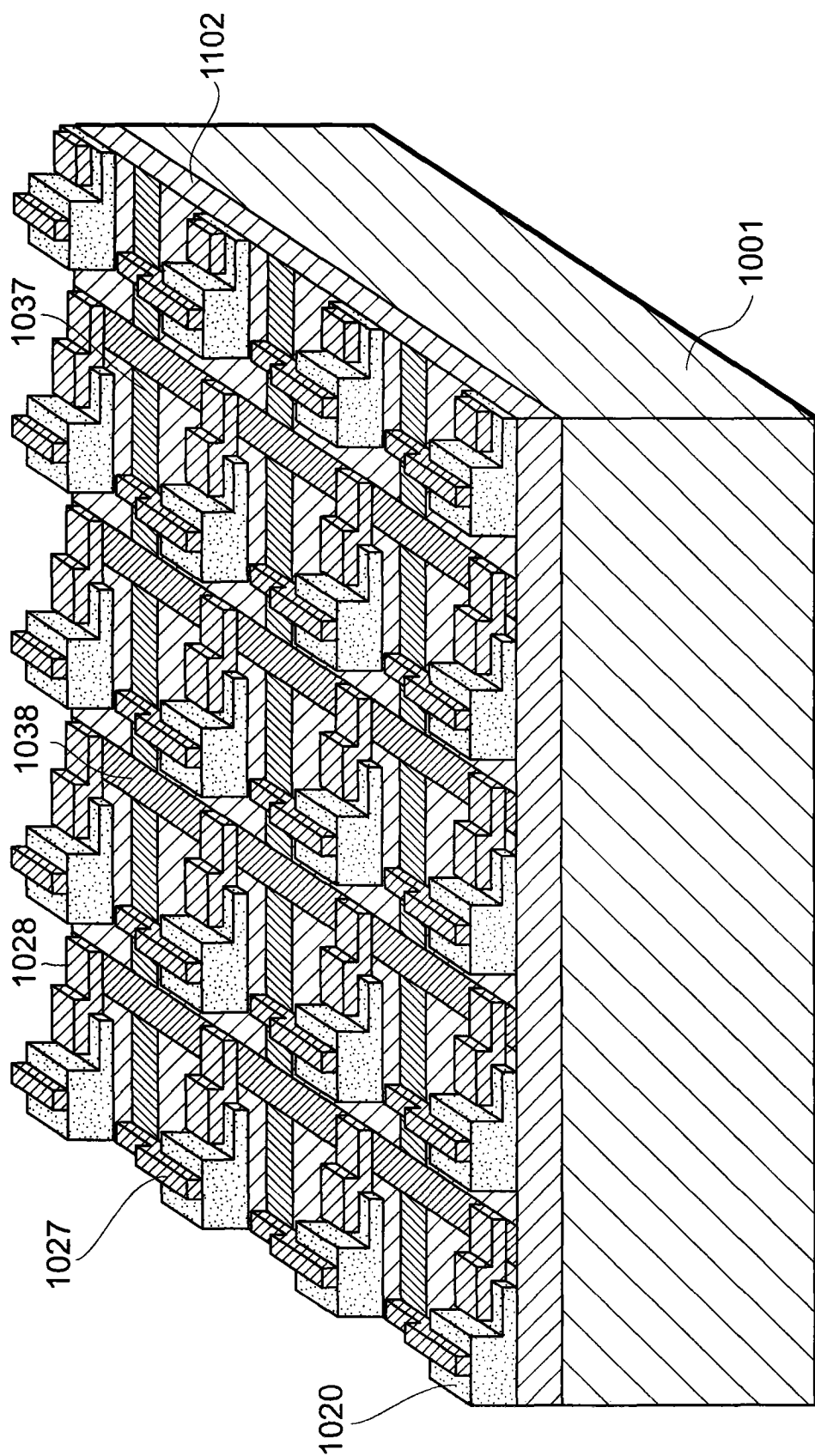


图 67

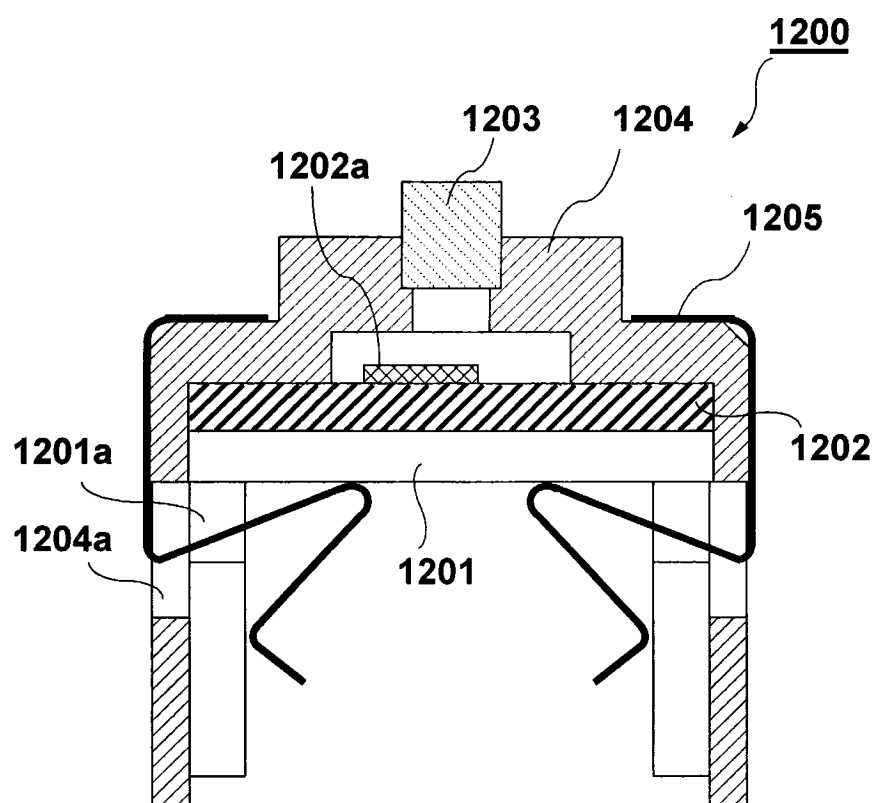


图 68

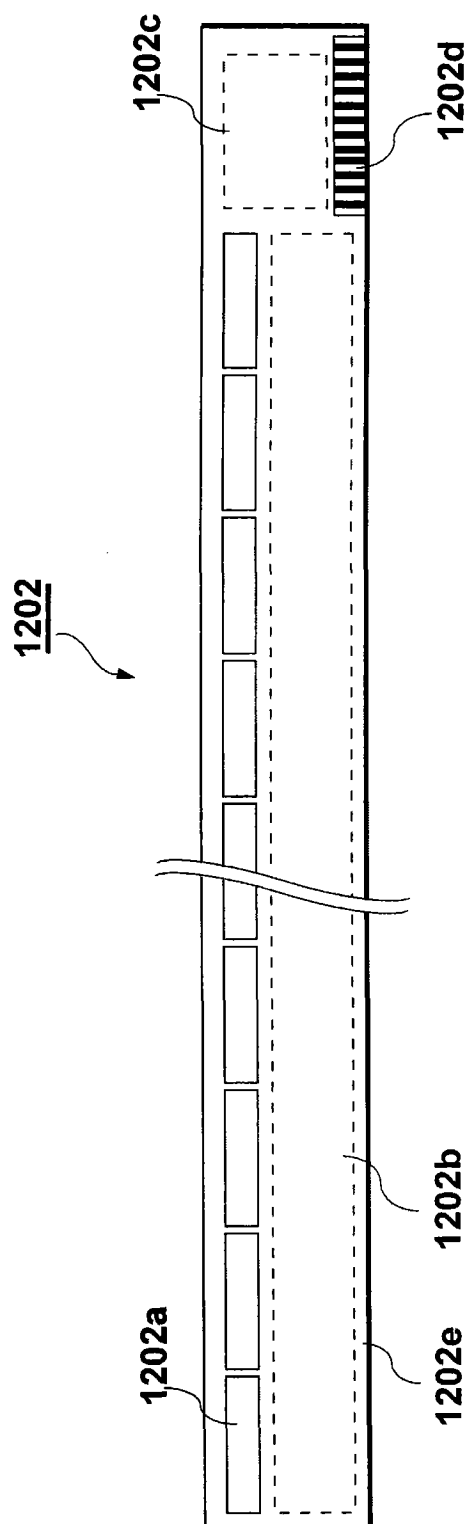


图 69

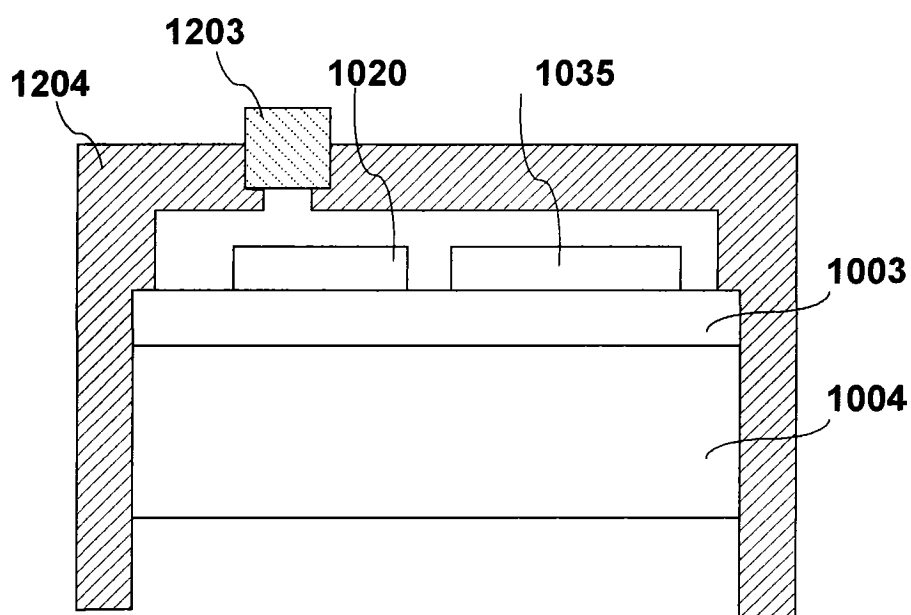


图 70

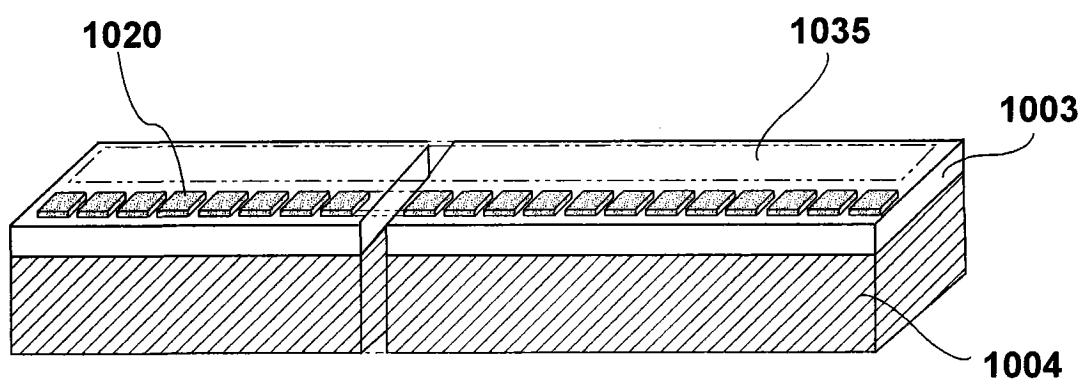
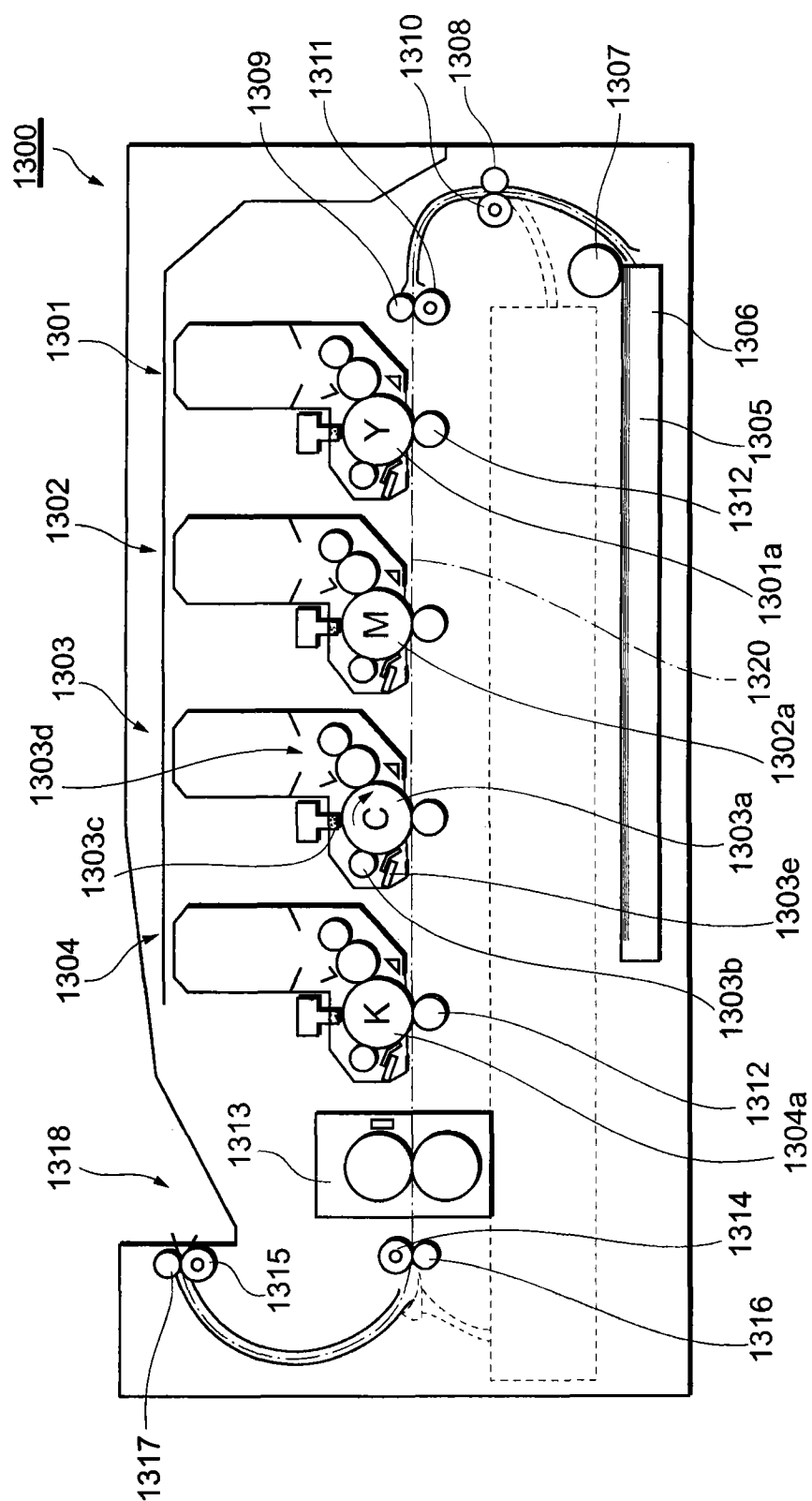


图 71



72 图

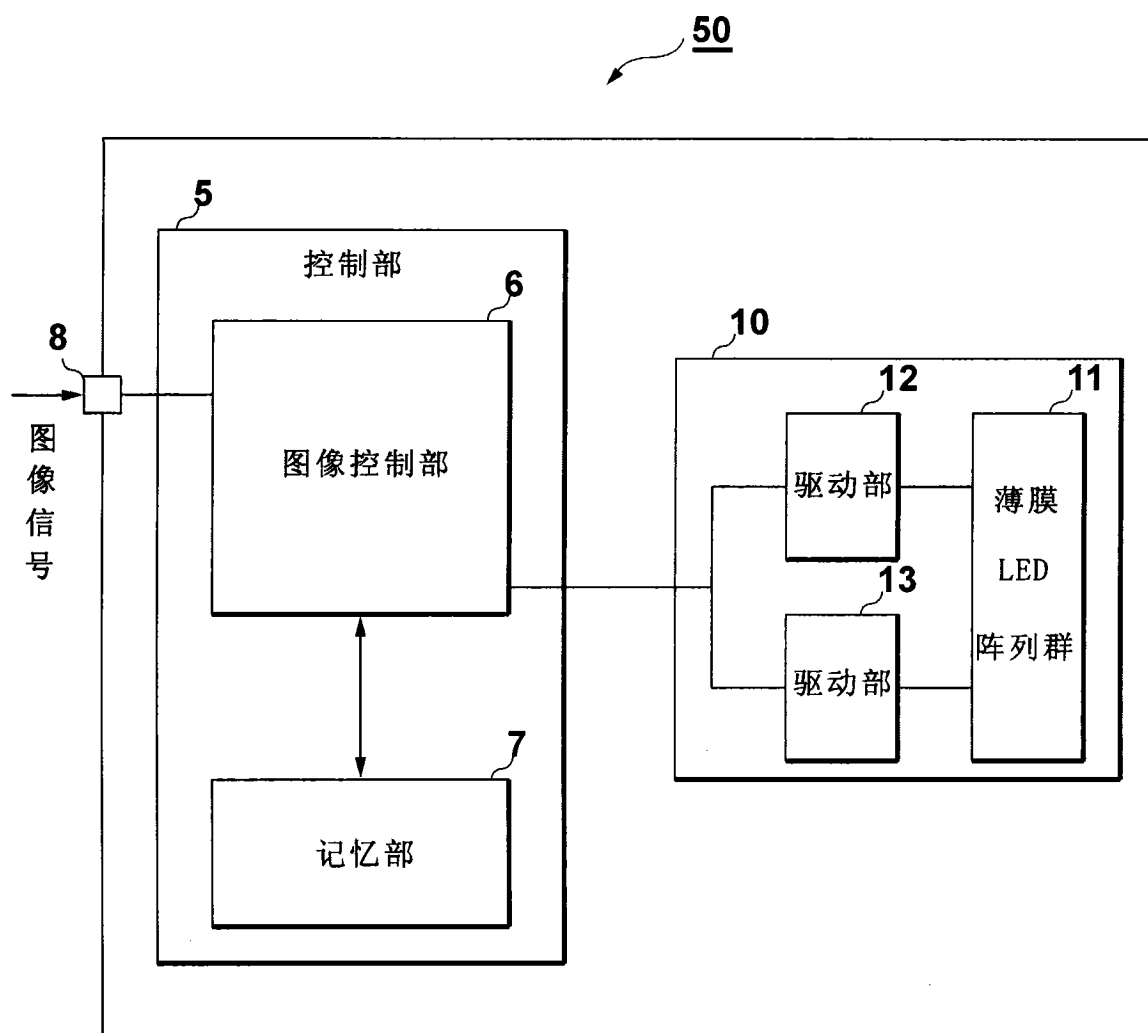


图 73