

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 21/00 (2006.01)

H01L 21/027 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200310100255.7

[45] 授权公告日 2008 年 4 月 30 日

[11] 授权公告号 CN 100385610C

[22] 申请日 2003. 10. 13

[21] 申请号 200310100255.7

[30] 优先权

[32] 2002. 10. 11 [33] JP [31] 299576/2002

[73] 专利权人 株式会社东芝

地址 日本东京都

[72] 发明人 川野健二 伊藤信一 盐原英志

[56] 参考文献

CN1367407A 2002. 9. 4

US6376806B2 2002. 4. 23

US6222990B1 2001. 4. 24

审查员 戴永超

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 陈海红 段承恩

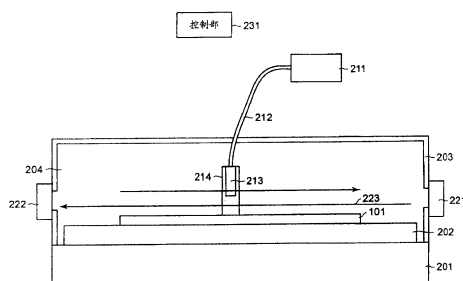
权利要求书 4 页 说明书 21 页 附图 18 页

[54] 发明名称

衬底处理方法和加热处理装置

[57] 摘要

本发明的课题是抑制 PEB 处理中的酸对于抗蚀剂膜的再次附着。包含：在衬底上形成化学放大型抗蚀剂膜的工序；对上述化学放大型抗蚀剂膜照射能量线以形成潜像的工序；以及对上述化学放大型抗蚀剂膜进行加热处理的工序，一边使加热上述化学放大型抗蚀剂膜的加热部和上述衬底相对地移动，一边在上述加热部下表面与上述化学放大型抗蚀剂膜之间形成相对于上述加热部的相对的移动方向在反方向上流动的气流来进行上述加热处理。



1. 一种衬底处理方法，其特征在于：

包含：

在衬底上形成化学放大型抗蚀剂膜的工序；

对上述化学放大型抗蚀剂膜照射能量线以形成潜像的工序；以及

对上述化学放大型抗蚀剂膜进行加热处理的工序。

一边使加热上述化学放大型抗蚀剂膜的加热部和上述衬底相对地移动，一边在上述加热部下表面与上述化学放大型抗蚀剂膜之间形成相对于上述加热部的相对的移动方向在反方向上流动的气流来进行上述加热处理。

2. 一种衬底处理方法，其特征在于：

包含：

在衬底上形成化学放大型抗蚀剂膜的工序；

对上述化学放大型抗蚀剂膜照射能量线以形成潜像的工序；以及

对上述化学放大型抗蚀剂膜进行加热处理的工序。

一边使加热上述化学放大型抗蚀剂膜的加热部和上述衬底相对地移动，一边在上述加热部下表面与上述化学放大型抗蚀剂膜之间形成液流来进行上述加热处理。

3. 一种衬底处理方法，其特征在于：

包含：

在衬底上形成包含溶剂和固体成分的液膜的工序；以及

进行使上述液膜中的溶剂挥发以形成由上述固体成分构成的固体膜的加热处理的工序，

一边使加热上述液膜的加热部和上述衬底相对地移动，一边在上述液膜与上述加热部之间形成气流或液流来进行上述加热处理。

4. 如权利要求1~3的任一项中所述的衬底处理方法，其特征在于：

上述加热部呈狭缝状。

5. 如权利要求 1 或 3 中所述的衬底处理方法, 其特征在于:
冷却由上述加热部进行了加热的状态的加热区域以外的区域。
6. 如权利要求 2 中所述的衬底处理方法, 其特征在于:
冷却由上述加热部进行了加热的状态的加热区域以外的区域。
7. 如权利要求 5 中所述的衬底处理方法, 其特征在于:
控制放置了上述衬底的台的温度来进行上述冷却。
8. 如权利要求 6 中所述的衬底处理方法, 其特征在于:
控制放置了上述衬底的台的温度来进行上述冷却。
9. 如权利要求 5 中所述的衬底处理方法, 其特征在于:
在上述加热区域周围的区域中形成上述气流来进行上述冷却。
10. 如权利要求 6 中所述的衬底处理方法, 其特征在于:
在上述加热区域周围的区域中形成上述液流来进行上述冷却。
11. 如权利要求 2 或 3 中所述的衬底处理方法, 其特征在于:
使用水来形成上述液流。
12. 如权利要求 1 或 3 中所述的衬底处理方法, 其特征在于:
控制上述加热部与上述衬底的相对移动速度、由上述加热部产生的加热温度、上述气流的温度和上述气流的速度的至少一种, 以便能在面内均匀地进行上述加热处理。
13. 如权利要求 2 或 3 中所述的衬底处理方法, 其特征在于:
控制上述加热部与上述衬底的相对移动速度、由上述加热部产生的加热温度、上述液流的温度和上述液流的速度的至少一种, 以便能在面内均匀地进行上述加热处理。
14. 如权利要求 12 中所述的衬底处理方法, 其特征在于:
还控制上述衬底的温度。
15. 如权利要求 13 中所述的衬底处理方法, 其特征在于:
还控制上述衬底的温度。
16. 如权利要求 1 或 2 中所述的衬底处理方法, 其特征在于:
上述能量线是紫外线、电子线、X 射线的某一种。

17. 如权利要求 2 中所述的衬底处理方法, 其特征在于:

在上述化学放大型抗蚀剂膜上存在上述液流的形成中使用的液体的状态下在上述衬底上供给显影液来进行显影。

18. 一种加热处理装置, 其特征在于, 具备:

保持装置, 保持衬底;

加热部, 与被上述保持装置保持的衬底表面相对地配置, 加热上述衬底的一部分区域;

移动装置, 使上述加热部和上述衬底相对于上述衬底主表面平行地相对地移动;

流动形成装置, 在上述加热部下表面与上述衬底之间形成气流或液流;

处理状况检测装置, 检测上述加热部加热了的加热区域的处理状况;

以及

控制装置, 根据上述处理状况检测装置的检测信息使上述衬底面内均匀地加热。

19. 如权利要求 18 中所述的加热处理装置, 其特征在于:

上述流动形成装置具备沿上述加热部和上述衬底的相对的移动方向配置的供给部和吸引部,

上述供给部朝向上述吸引部供给气体或液体, 上述吸引部吸引从上述供给部供给了的气体或液体。

20. 如权利要求 19 中所述的加热处理装置, 其特征在于:

与上述加热部邻接地设置了上述供给部和吸引部。

21. 如权利要求 18 中所述的加热处理装置, 其特征在于:

上述处理状况检测装置具备测定上述加热区域的温度的测定装置, 上述处理状况检测装置根据上述测定装置的测定结果来检测上述加热区域的处理状况。

22. 如权利要求 18 中所述的加热处理装置, 其特征在于:

上述处理状况检测装置具备对上述加热区域照射监视光并检测来自该加热区域的反射光的强度的检测装置, 上述处理状况检测装置根据上述检

测装置的检测结果来检测上述加热区域的处理状况。

23. 如权利要求 18 中所述的加热处理装置, 其特征在于:

上述加热部利用来自加热器的热传导或来自光源的辐射来加热上述衬底。

24. 如权利要求 23 中所述的加热处理装置, 其特征在于:

上述光源是灯、发光二极管、激光器的某一种。

25. 如权利要求 24 中所述的加热处理装置, 其特征在于:

上述加热部对衬底照射来自上述光源的发射光。

26. 如权利要求 24 中所述的加热处理装置, 其特征在于:

还具备连接上述光源与上述加热部, 将来自上述光源的光引导到上述加热部上的光纤。

27. 如权利要求 24 中所述的加热处理装置, 其特征在于:

上述光源的照射波长包含红外线区域。

28. 如权利要求 18 中所述的加热处理装置, 其特征在于:

上述保持装置具备温度控制装置。

29. 如权利要求 28 中所述的加热处理装置, 其特征在于:

上述温度控制装置根据上述处理状况检测装置的检测信息来控制衬底的温度。

30. 如权利要求 18 中所述的加热处理装置, 其特征在于:

上述流动形成装置根据上述处理状况检测装置的检测信息来控制上述气流或液流的速度和气流或液流的温度的至少一种。

31. 如权利要求 18 中所述的加热处理装置, 其特征在于:

还具备设置在上述加热部的相对移动方向的后方一侧并一边对上述衬底供给显影液一边相对于上述衬底相对地可移动的显影液供给部。

衬底处理方法和加热处理装置

技术领域

本发明涉及进行衬底的加热处理的衬底处理方法和衬底处理装置以及在衬底上形成感光性膜或化学放大型抗蚀剂膜的图形的图形形成方法。

背景技术

在半导体器件的制造中，在形成元件区域、加工电极布线等时使用抗蚀剂图形。一般来说如下所述那样形成该抗蚀剂图形。首先，在半导体晶片上形成了抗蚀剂涂敷膜后，进行被称为预烘烤的加热处理。该预烘烤是为了使抗蚀剂内的溶剂挥发而进行的。其次，利用曝光在该抗蚀剂膜上复制规定的图形。

伴随半导体元件的微细化，在光刻工序中要求高的析像性。针对该要求，所使用的曝光的光的波长正越来越短。在光刻中，广泛地将 KrF 受激准分子激光器（波长：248nm）作为曝光光源来使用。

另一方面，伴随曝光的光的波长的缩短，对于被复制图形的感光性树脂（光致抗蚀剂）材料来说，已研究开发了被称为化学放大型抗蚀剂的光致抗蚀剂，这种光致抗蚀剂正在实现实用化。化学放大型抗蚀剂包含其中因曝光的缘故而发生酸的酸发生剂。因曝光的缘故而发生的酸或是分解树脂（正型）、或是使树脂发生交联反应（负型）。在其后的显影工序中利用对于显影液的溶解性变化的性质。

该化学放大型抗蚀剂具有在析像性方面良好的优点，另一方面，该化学放大型抗蚀剂对于环境来说是敏感的。即，酸与大气中的碱性物质发生反应而失活，引起图形形状或析像度的恶化等。为了防止该恶化而进行环境控制。一般来说，在曝光装置和进行抗蚀剂涂敷或显影等的处理的涂敷

显影器内设置化学过滤器等来进行环境控制。

另一方面，在该化学放大型抗蚀剂中，在曝光工序后大多需要进行被称为 PEB（曝光后烘烤）的加热处理工序。为了使曝光工序中发生的酸扩散而进行 PEB。在 PEB 处理工序后对化学放大型抗蚀剂进行显影，形成抗蚀剂图形。

除了上述酸的失活外，还已知在 PEB 处理中化学放大型抗蚀剂因酸蒸发而消失的情况。作为减少 PEB 处理中的因酸的蒸发而导致的化学放大型抗蚀剂的消失的方法，迄今为止提出了几种方法。例如，可举出通过使在抗蚀剂涂敷后以使溶剂挥发的目的进行的预烘烤的温度比通常的高、使 PEB 温度比通常的低来使酸的蒸发减少的方法（非专利文献 1）。或者可举出通过在比通常的气压高的压力下进行 PEB 处理来使酸的蒸发减少的方法（专利文献 1）。

按照非专利文献 1，可减少 PEB 时的酸的蒸发量。但是，由于在较大地偏离最佳的温度条件（通常条件）的条件下进行预烘烤处理和 PEB 处理，故不能充分地获得原来抗蚀剂所具有的曝光量或聚焦裕量（margin）的性能。

此外，在 PEB 处理中，必须有能防止加热时产生的气体或微粒子附着于反应室内而成为粒子的发生源的加热装置。因此，一般在加热装置的反应室内形成了吹洗气流。但是，在 PEB 时蒸发的酸因该气流而被运送到下流一侧，再次附着于晶片上。因而，相对于气流位于最上流一侧的芯片与位于其下流一侧的芯片的抗蚀剂表面的酸浓度不同。因此，在显影处理后的晶片面内的抗蚀剂尺寸方面产生离散性。

此外，在上述专利文献 1 中，虽然可减少酸的蒸发，但关于已蒸发的酸的再次附着则没有任何对策。由于已蒸发的酸再次附着于半导体晶片上，故难以消除显影处理后的晶片面内的抗蚀剂尺寸变动。

【专利文献 1】

特开平 11-38644 号公报

【非专利文献 1】

“化学放大型抗蚀剂中的酸蒸发对可溶层形成的效应”，*Journal of Photopolymer Science and Technology*, Vol.8, Number 4(1995), P.561-570.

如上所述，存在PEB处理工序中已蒸发的酸再次附着于抗蚀剂膜上、在抗蚀剂膜的图形尺寸中产生离散性的问题。

发明内容

本发明的目的在于提供在加热处理工序中，可抑制抗蚀剂膜的图形尺寸的离散性的衬底处理方法、衬底处理装置和图形形成方法。

(1) 本发明的一例的衬底处理方法的特征在于，包含：在衬底上形成化学放大型抗蚀剂膜的工序；对上述化学放大型抗蚀剂膜照射能量线以形成潜像的工序；以及对上述化学放大型抗蚀剂膜进行加热处理的工序，一边使加热上述化学放大型抗蚀剂膜的加热部和上述衬底相对地移动，一边在上述加热部下表面与上述化学放大型抗蚀剂膜之间形成相对于上述加热部的相对的移动方向在反方向上流动的气流来进行上述加热处理。

(2) 本发明的一例的衬底处理方法的特征在于，包含：在衬底上形成化学放大型抗蚀剂膜的工序；对上述化学放大型抗蚀剂膜照射能量线以形成潜像的工序；以及对上述化学放大型抗蚀剂膜进行加热处理的工序，一边使加热上述化学放大型抗蚀剂膜的加热部和上述衬底相对地移动，一边在上述加热部下表面与上述化学放大型抗蚀剂膜之间形成液流来进行上述加热处理。

(3) 本发明的一例的衬底处理方法的特征在于，包含：在衬底上形成包含溶剂和固体部分的液膜的工序；以及进行使上述液膜中的溶剂挥发以形成由上述固体部分构成的固体膜的加热处理的工序，一边使加热上述液膜的加热部和上述衬底相对地移动，一边在上述液膜与上述加热部之间形成气流或液流来进行上述加热处理。

(4) 本发明的一例的加热处理装置的特征在于，具备：保持装置，保持衬底；加热部，与被上述保持装置保持了的衬底表面相对地配置，加热上述衬底的一部分区域；移动装置，使上述加热部和上述衬底相对于上述

衬底主表面平行地相对地移动；流动形成装置，在上述加热部下表面与上述衬底之间形成气流或液流；处理状况检测装置，检测上述加热部加热了的加热区域的处理状况；以及控制装置，根据上述处理状况检测装置的检测信息使上述衬底面内均匀地加热。

(5) 本发明的一例的图形形成方法的特征在于，包含：在衬底上形成感光性膜的工序；在上述感光性膜的表面上形成液膜的工序；经上述液膜对上述感光性膜照射能量线以形成潜像的工序；以及进行被形成了上述潜像的上述感光性膜的显影处理的工序，在形成了上述液膜之后到进行上述显影处理为止的期间内，不使上述感光性膜的表面干燥。

(6) 本发明的一例的图形形成方法的特征在于，包含：在衬底上形成化学放大型抗蚀剂膜的工序；在上述化学放大型抗蚀剂膜的表面上形成液膜的工序；经上述液膜对上述化学放大型抗蚀剂膜照射能量线以形成潜像的工序；对被形成了上述潜像的上述化学放大型抗蚀剂膜进行曝光后加热处理的工序；以及进行上述被进行了曝光后加热处理的化学放大型抗蚀剂膜的显影处理的工序，在形成了上述液膜之后到进行上述显影处理为止的期间内，不使上述化学放大型抗蚀剂膜的表面干燥。

附图说明

图 1 是示出第 1 实施例的衬底处理方法的流程图。

图 2 是示出第 1 实施例的半导体器件的制造方法的剖面图。

图 3 (a) 是示出晶片整体的平面图，图 3 (b) 是示出在晶片的各芯片区域中形成的图形的概略的平面图，图 3 (c) 是示出在芯片区域中的线图形区域的概略的平面图。

图 4 是示出第 1 实施例的加热处理装置的概略结构的剖面图。

图 5 是示出第 1 实施例的加热处理装置的概略结构的立体图。

图 6 是说明第 1 实施例的加热处理的平面图。

图 7 是示出对于晶片的位置的加热量的特性图。

图 8 是示出对于晶片位置的扫描速度、处理温度的特性图。

图 9 是示意性地示出第 2 实施例的加热处理装置的图。

图 10 是示出第 3 实施例的衬底处理方法的流程图。

图 11 是示出被复制到晶片上的曝光区域的位置的概略的平面图。

图 12 是示意性地示出第 3 实施例的加热处理装置的 PEB 的工序的图。

图 13 是示意性地示出第 3 实施例的加热处理装置的 PEB 的工序的图。

图 14 是示意性地示出第 4 实施例的加热处理装置的 PEB 的工序的图。

图 15 是示出第 5 实施例的处理装置的结构图。

图 16 是示出第 5 实施例的 PEB 头的结构的图。

图 17 是示出使用了第 5 实施例的处理装置的处理的平面图。

图 18 是示意性地示出第 6 实施例的加热处理装置的图。

图 19 是示出第 7 实施例的抗蚀剂膜的形成方法的流程图。

图 20 是示出第 7 实施例的半导体器件的制造方法的剖面图。

图 21 是示出第 7 实施例的加热处理装置的概略结构的图。

具体实施方式

以下参照附图说明本发明的实施例。

(第 1 实施例)

图 1 是示出本发明的第 1 实施例的衬底处理方法的流程图。图 2 是示出本发明的第 1 实施例的半导体器件的制造方法的剖面图。参照图 1、2 说明第 1 实施例。

(步骤 S101)

首先,如图 2(a)中所示,在直径 200mm 的半导体衬底(以下称为晶片)101 上形成膜厚 60nm 的反射防止膜 102。例如在利用旋转涂敷法形成了包含反射防止材料和溶剂的液膜后,在 190℃、60 秒的条件下进行烘烤处理来形成反射防止膜 102。

(步骤 S102)

其次,如图 2(b)中所示,在晶片 101 上涂敷在溶剂中添加了正型的化学放大型抗蚀剂材料的化学放大型抗蚀剂溶液,形成液膜 103。再有,

在本实施例中使用的化学放大型抗蚀剂溶液以酚醛类树脂为基体聚合物，用乳酸乙酯和3-乙氧基丙酸乙酯的混合溶剂来构成。

(步骤 S103)

其次，如图2(c)中所示，进行曝光前加热(预烘烤)，使液膜103中的溶剂挥发，形成膜厚300nm的正型化学放大型抗蚀剂膜104。预烘烤处理的条件是130℃、60秒的条件。

(步骤 S104)

在预烘烤后，将晶片101冷却到室温后，运送到以KrF受激准分子激光器(波长：248nm)为光源的曝光装置中。其次，经曝光用掩模进行缩小投影曝光。如图3(a)中所示，将在原版上形成的图形复制到晶片上的纵11×横13的已被设定的各芯片区域110上以形成潜像。在图3(b)中示出被复制到各芯片区域110上的图形的概略。1个曝光区域(以下称曝光区域)用左半部分的线图形区域111和在显影工序后抗蚀剂完全不留下的区域112来构成。在图3(c)中示出线图形区域111的放大图。以300nm的间距配置了宽度150nm的线部121和宽度150nm的间隔部122的重复图形。

作为上述曝光的波长，只要是紫外线、远紫外线、真空紫外线、电子线、X线的某一种的波长即可。

(步骤 S105)

其次，运送到加热处理装置，进行曝光后加热(PEB)处理。在此，使用图4、5说明进行PEB处理的加热处理装置的结构。图4、5是示出本发明的第1实施例的加热处理装置的概略结构的图。图4是示出加热处理装置的概略结构的剖面图。图5是示出加热处理装置的概略结构的立体图。

如图4、5中所示，在基座201上的温度控制板202上放置晶片101。以覆盖晶片101的方式设置了盖203。最好在盖203和温度控制板202覆盖了的区域204内进行气氛控制。

经多条光纤212将来自卤素灯光源211的光导入到多个加热头213上。在晶片101的上方设置了加热头213。来自卤素灯光源211的光经在加热

头 213 内设置的物镜有选择地照射到晶片 101 上。在本装置中,有选择地被照射光的照射区域为长度 220mm、宽度 5mm 的狭缝状。

加热头 213 用移动机构 214 来支撑。利用移动机构 214 的移动,加热头 213 能在一个方向上移动。通过加热头 213 从晶片 101 的一端朝向另一端移动,对晶片 101 进行所希望的加热处理。

在盖 203 上连接了送风部 221 和吸气部 222。连结送风部 221 与吸气部 222 的线与加热头 213 的移动方向大致并行。从送风部 221 导入到空间 204 内的气流 223 相对于加热头 213 的移动方向是反方向的。气流 223 在加热头 213 与晶片 101 之间流动,从吸气部 222 起被吸引。

此外,设置了控制卤素灯光源 211、移动机构 214、送风部 221 和吸气部 222 的控制部 231。

说明使用该装置进行了化学放大型抗蚀剂膜的 PEB 处理的情况。

在温度控制板 202 上放置晶片 101。然后,设置盖 203。其后,如图 6 中所示,使加热头 213 移动,从纸面的左至右使照射区域 240 移动。此时,使送风部 221 和吸气部 222 工作以形成从右至左流动的气流 223。此时,将温度控制板 202 的温度调整为 23℃,构成为只有由加热头 213 产生的光照射区域被加热。

由于因光照射产生的加热处理的缘故,在曝光时在抗蚀剂膜中生成的酸蒸发,因气流的缘故而运送到下流一侧,有时再次附着于抗蚀剂膜的表面上。但是,再次附着的区域是已经结束了加热的区域,而且该区域的温度被控制为低温。因此,可大幅度地抑制再次附着的酸与抗蚀剂膜的反应。

从显影后的晶片面内的抗蚀剂尺寸的均匀性的观点来看,在 PEB 工序中必须在晶片面内供给均匀的加热量。如图 6 所示,在晶片 101 的端部,由于晶片边缘对于照射面积的所占的比例比中心部大,故热容易散逸。因此,在以同一扫描速度进行了照射加热的情况下,如图 7 所示,晶片端部处加热量变小,作为结果,使抗蚀剂尺寸的均匀性恶化了。为了使加热量在晶片面内变得均匀,通过在晶片端部使扫描速度变慢(图 8(a))、在晶片端部提高处理温度(图 8(b)),可实现这一点。再有,作为控制处

理温度的方法，有控制光源的照度的方法或控制气流的流速的方法。

再有，加热部不限于照射来自光源的光来加热的结构。例如，也可在内部将加热器（包含光源）发出的热传递给抗蚀剂膜。此外，作为光源，可使用灯、发光二极管、激光器的某一种，利用光的辐射来加热抗蚀剂膜。

（步骤 S106）

其次，将晶片冷却到室温。再者，运送到显影单元中进行 60 秒的碱性显影处理。在显影处理结束后，进行漂洗处理、旋转干燥处理，如图 2（d）中所示，形成抗蚀剂图形。

以下，说明用本实施例得到的抗蚀剂图形尺寸的面内分布与用现有的加热处理装置进行了 PEB 处理的结果的比较。

首先，作为现有的加热处理装置的一例，说明形成了一个方向的气流的装置。在该装置中，在存在一个方向上流动的气流的状态下，以面内的温度分布变得均匀的方式加热，进行了 PEB 处理。

使用该加热处理装置形成了抗蚀剂图形。由于已复制的抗蚀剂图形和抗蚀剂图形形成的工序与上述已记载的工序是同样的，故在此将其省略。

在用现有的加热处理装置中进行 PEB 处理并进行了显影后，从上表面起用 SEM（扫描电子显微镜）观察抗蚀剂图形，研究了各曝光区域的是否合格。对于加热处理时的气流来说，位于最上流一侧的曝光芯片是不合格的。再有，判定了抗蚀剂图形未析像的芯片是不合格的。

同样地评价了使用与本实施例有关的加热处理装置的情况下得到的图形复制结果的是否合格的结果，在晶片面内未观察到被判定为不合格的曝光芯片，得到了良好的图形复制结果。

通过进行上述那样的加热处理，可大幅度地抑制再次附着的酸的热反应。于是，在由再次附着的酸产生的有效的曝光量不在晶片面内变动的情情况下，可提高抗蚀剂尺寸的均匀性。

在本实施例中，从能简单地进行评价的优点考虑，使用了图 3 中示出的图形作为评价用图形，但不限定于该图形，即使用其它的配置的图形也可得到同样的效果。

在本实施例中，用多条光纤将处于加热处理装置外的光源的光导入到装置内，但不限定于此，也可在装置内设置灯直接使光照射到晶片上。

在本实施例中，使用了卤素灯作为光源，但不限定于此，只要能用具具有抗蚀剂不感光的波长区域的灯加热即可。

此外，在本实施例中，利用灯照射进行了加热，但不限定于此，也可以是利用加热器作为热源并利用了其热传导的加热方法。

在本实施例中，将照射区域定为长度220mm、宽度5mm的狭缝状，但不限定于此。这里所谓的狭缝状，是对形状为长方形、椭圆形等的细长形状的全部形状的总称。

此外，在本实施例中，通过使作为加热源的加热头扫描来使选择加热区域在晶片内移动，但即使通过固定加热头而使保持晶片的台移动，也可得到同样的效果。

此外，在本实施例中，将台的温度定为23℃，但不限定于此，只要是有有效的曝光量不因再次附着的酸的热反应而变动的温度以下即可。

此外，在不脱离本实施例中示出的要旨的范围内可作各种变形。

(第2实施例)

其次，说明与第1实施例不同的加热装置。

图9是示意性地示出本发明的加热处理装置的剖视图。由于装置整体的结构与第1实施例是同样的，故在此予以省略。

处理头250具备加热部251、送风部252和吸气部253。加热部251对化学放大型抗蚀剂膜104照射从1个卤素灯光源(未图示)经光纤(未图示)送来的光255。将送风部252配置在处理头250的移动方向的前方一侧。将吸气部253配置在处理头250的移动方向的后方一侧。

从送风部252将气体导入到晶片101上，从吸气部253起被吸引，形成气流254。关于气流254的方向，从处理头250的移动方向的前方一侧朝向后方一侧流动。将晶片101放置在台(未图示)上，将台的温度调整为23℃。由此，构成为只有被光255照射的区域有选择地被加热。

由于因光255的照射产生的加热处理的缘故，在曝光时生成的酸蒸发，

因气流 254 的缘故而运送到下流一侧。由于吸气部 253 与加热部 251 邻接地被设置，故减少了在抗蚀剂膜 104 的表面上再次附着的酸的量。即使酸再次附着于抗蚀剂膜 104 的表面上，由于再次附着的区域的温度被控制为低温，故也几乎没有影响。

与第 1 实施例同样，在形成了反射防止膜和抗蚀剂膜后，进行了曝光前烘烤、曝光。其后，使用图 9 中示出的装置，进行了 PEB 处理。其后，冷却了晶片后，与第 1 实施例同样地进行漂洗处理、干燥处理，形成了由 110nm “线和间隔” 图形构成的抗蚀剂图形。

在晶片面内测定了已被形成的线尺寸的结果，110nm “线和间隔” 图形的面内尺寸离散性与用现有的加热处理装置进行了加热处理的情况的 9.5nm (3σ) 相比，可大幅度地减少为 4.1nm。

在本实施例中，说明了 110nm “线和间隔” 图形，但不限定于此，即使是其它的图形，也可得到同样的效果。

在本实施例中，说明了 1 个加热头的情况，但不限定于此。如果用多个加热头和气流形成机构来进行，则可大幅度地减少处理时间。

此外，在本实施例中说明了应用于在曝光后进行的加热处理 (PEB) 的工序的情况，但也可应用于其它的工序、例如涂敷膜形成后的加热处理工序。

(第 3 实施例)

图 10 是示出本发明的第 3 实施例的衬底处理方法的流程图。

(步骤 S201)

与第 1 实施例同样，在半导体衬底上形成反射防止膜、化学放大型抗蚀剂膜。

(步骤 S202)

预烘烤后，在将晶片冷却到室温后，将其运送到以 KrF 受激准分子激光器 (波长: 248nm) 为光源的液浸式曝光装置中，在将晶片浸在纯水中的状态下，经曝光用掩模进行缩小投影曝光。使用了在 1 个曝光区域内存在以间距 = 260nm 配置了线尺寸 = 130nm、间隔尺寸 = 130nm 的重复图形

的区域的的评价图形。如图 11 中所示,以纵 5×横 7 的配置将该曝光区域 110 复制到晶片 101 上,在正型化学放大型抗蚀剂中形成了潜像。在此,关于液浸式曝光装置,使用例如在特开平 6-124873 的图 1 中公开的装置等即可。

在上述光源的波长大致是比 193nm 长的波长时,上述液膜最好使用纯水。此外,在上述光源的波长大致是 157nm 时,上述液膜最好是含氟油。

(步骤 S203)

在液浸式曝光装置中的潜像形成后,在抗蚀剂膜的表面上形成了纯水的液膜的状态下从液浸式曝光装置运出,再在抗蚀剂膜的表面上形成了纯水的液膜的状态下运送到加热处理装置,进行曝光后烘烤(PEB)处理。PEB 处理是在抗蚀剂膜的表面上形成了纯水的液膜的状态下进行的。

PEB 处理是为了使因曝光而生成的酸扩散的目的而进行的。在半导体光刻工艺中,一般通过以规定的时间将晶片放置在被进行了温度管理的热板上来进行加热处理。通常,大多在 PEB 的处理温度为 90℃ 以上来进行。在本实施例中,为了使在抗蚀剂膜的表面上形成了纯水的液膜的状态下的 PEB 处理得以实现,使用了一边在纯水不蒸发的温度下保持晶片、一边施加电压以使酸扩散的 PEB 方法。在此,之所以在使之加热了的状态下施加电压,是为了更有效地进行扩散。

以下,一边参照附图,一边说明其细节。图 12、13 是示意性地示出用本发明的第 3 实施例的加热处理装置进行的 PEB 的工序的图。

如图 12 中所示,在温度控制板 321 上放置了晶片 101。在晶片 101 上形成了反射防止膜 102 和化学放大型抗蚀剂膜 104。在化学放大型抗蚀剂膜 104 的表面上形成了纯水 301 的液膜。利用未图示的流水形成装置保持了在处理中在化学放大型抗蚀剂膜 104 上纯水常时地流动的状态。将衬底 101 接地。再有,纯水的流动方向可以是任何的方向。但是,纯水的流动方向最好是与移动方向大致相反的方向。

说明在晶片 101 上配置的电压施加头 310 的结构。在接近于抗蚀剂膜上部的位置上配置了被绝缘体 313 覆盖的电极 312。电极 312 经电线 311

连接到电源 331 上。利用来自电源 331 的电源的供给，对晶片 101 与电极 312 之间的抗蚀剂膜 105 施加电场 316。在本实施例中，将电极 312 的形状作成了长度 220nm、宽度 5nm 的狭缝状（长方形）。

如图 13 中所示，利用移动机构 341 使电压施加头 310 在晶片 101 上并能在一个方向上移动。移动机构 341，可调整电压施加头 310 下表面与抗蚀剂膜 104 的表面的距离。电压施加头 310 具备距离传感器 314。移动机构 341 根据距离传感器 314 的测定结果，一边将电压施加头 310 下表面与抗蚀剂膜 104 的表面的距离保持为恒定、一边使电压施加头 310 从晶片 101 的一端朝向另一端扫描地移动。

为了更有效地进行由电场 316 引起的抗蚀剂膜 105 中的酸的朝向膜厚方向的扩散，构成为用在晶片 101 的背面上设置的温度控制板 321 进行加热。在此，以 0.1mm 的距离与温度控制板 321 分离地配置了晶片 101。

此外，用在电压施加头 310 上设置的温度传感器 315 来监视处理后的抗蚀剂的温度。控制在抗蚀剂膜 104 上流动的纯水 301 的流速，使得温度传感器 315 的测定温度为恒定。用流水形成装置（未图示）来进行纯水 301 的流速控制。

将在本实施例中使用的抗蚀剂的处理条件定为：施加电压为正 2kV、抗蚀剂膜表面与电极 312 的距离为 100 微米、加热温度为 70℃。

（步骤 S204）

在使用该加热处理装置在晶片面内进行了均匀的 PEB 处理后，在抗蚀剂膜的表面上形成了纯水的液膜的状态下从加热处理装置运出，再在抗蚀剂膜的表面上形成了纯水的液膜的状态下运送到显影装置中，进行了由碱性显影液进行的显影处理。

此时，必须高效地将抗蚀剂膜的表面上存在的纯水置换为碱性显影液。在此，关于显影装置，使用例如在特开 2002-252167 中公开的显影装置即可。

在结束了显影处理后，进行干燥处理，形成抗蚀剂图形。

这样，在使用了液浸式曝光的光刻工艺中，由于在曝光工序后在不使

抗蚀剂膜表面上形成的液膜干燥的情况下进行到显影工序，故可提供简化了工序的光刻工艺。

此外，由于在水中进行PEB处理，故从抗蚀剂膜表面放出的酸被纯水所吸收，可显著地减少对于抗蚀剂膜表面的再次附着。因此，在由再次附着的酸导致的有效的曝光量不在晶片面内变动的情况下，可提高抗蚀剂尺寸的均匀性。更具体地说，可使线尺寸 = 130nm、间隔尺寸 = 130nm的重复图形的线尺寸的晶片面内的尺寸变动量在 3σ 的情况下从7.8nm减少为4.7nm。

在本实施例的PEB工序中，根据所使用的抗蚀剂的特性，将施加电压定为正2kV、抗蚀剂膜表面与电极312的距离定为100微米、加热温度定为70℃，但不限定于此。重要的是适当地设定成适合于所使用的抗蚀剂的PEB处理的条件。

此外，在本实施例中，通过对电压施加头进行扫描，使电压施加区域在晶片内移动，但即使通过固定电压施加头而使晶片移动来进行，也可得到同样的效果。

此外，在本实施例中，说明了线尺寸 = 130nm、间隔尺寸 = 130nm的重复图形，但不限定于此，即使是其它的图形，也可得到同样的效果。

此外，在本实施例中，说明了进行PEB处理的光刻工艺，但不限定于此。根据所使用的抗蚀剂，也有不需要PEB处理的情况，但此时从本实施例中记载的工艺中省略PEB处理即可。

此外，在本实施例中，在形成了液膜的状态下进行到显影，但不限于此。例如，通过将工序中的湿度控制为80%以上的高湿度的状态，可在不使抗蚀剂膜表面的液体干燥的情况下进行处理。此时，由于没有必要在显影时高效地置换为显影液，故可应用一般的显影装置。除此以外，在不脱离本发明的要旨的范围内可作各种变形。

(第4实施例)

以下说明本实施例的衬底处理方法。由于处理次序与第3实施例是同样的，故省略流程图的图示。

在直径 300mm 的半导体衬底（以下称为晶片）上形成膜厚 100nm 的反射防止膜。例如在利用旋转涂敷法形成了包含反射防止材料和溶剂的液膜后，在 190℃、60 秒的条件下进行烘烤处理来形成反射防止膜。

其次，在反射防止膜上形成膜厚 400nm 的正型的化学放大型抗蚀剂膜。在反射防止膜上利用旋转涂敷法形成了由化学放大型抗蚀剂和溶剂构成的液膜后，在 130℃、90 秒的加热条件下进行被称为预烘烤的使抗蚀剂中的溶剂挥发用的加热处理形成了抗蚀剂膜。

在预烘烤后将晶片冷却到室温后，运送到以 ArF 受激准分子激光器（波长：193nm）为光源的液浸式曝光装置中。在将晶片浸在纯水中的状态下，经曝光用掩模进行缩小投影曝光。使用了在 1 个曝光区域内存在以间距 = 200nm 配置了线尺寸 = 100nm、间隔尺寸 = 100nm 的重复图形的区域的评价图形。在晶片上复制多个该曝光区域，在正型化学放大型抗蚀剂中形成了潜像。在此，关于液浸式曝光装置，使用例如在特开平 6-124873 的图 1 中公开的装置等即可。

在液浸式曝光装置中的潜像形成后，在抗蚀剂膜的表面上形成了纯水的液膜的状态下从液浸式曝光装置运出，再在抗蚀剂膜的表面上形成了纯水的液膜的状态下运送到加热处理装置中，进行曝光后烘烤（PEB）处理。在抗蚀剂膜的表面上形成了纯水的液膜的状态下开始 PEB 处理。

图 14 是示意性地示出本实施例的加热处理装置的 PEB 的工序的图。在图 14 中，对于与图 4 为同一的部位附以同一标号，省略详细的说明。

在抗蚀剂膜 104 上形成了纯水 301 的液流。在抗蚀剂膜 104 的上部设置了对于照射光为透明的透明板 302，在透明板 302 与抗蚀剂膜 104 的表面之间充填纯水 301。

用光纤 212 引导来自处于加热头 213 外的卤素灯光源（未图示）的光，从加热头 213 照射到抗蚀剂膜 104 的表面上。利用未图示的滤波器将所照射的光的波长截止为纯水具有吸收的 2.2 μ m ~ 3.5 μ m 的波长。

在由光照射进行的加热中，利用未图示的流水形成装置和温度控制装置，构成为在抗蚀剂膜的表面上形成温度和流速被控制了了的液流。加热部

(加热头)能从晶片端部至端部进行扫描,以便能在晶片面内进行所希望的加热处理。在本实施例中,使用了在扫描方向上并在垂直方向上被分割为多个且各自的照度被独立地控制了的结构加热头。在本实施例中,将用多个加热头构成的加热头组的形状作成了长度320nm、宽度6nm的狭缝状(长方形)。纯水301的液流的方向与加热部的移动方向相反。但是,也可形成任意的方向的液流。

从显影后的晶片面内的抗蚀剂尺寸的均匀性的观点来看,必须在PEB工序中在晶片面内供给均匀的加热量。与第1实施例同样,进行了加热量的控制。

在使用该加热处理装置在晶片面内进行了均匀的PEB处理后,在抗蚀剂膜的表面上形成了纯水的液膜的状态下从加热处理装置运出,再在抗蚀剂膜的表面上形成了纯水的液膜的状态下运送到显影装置中,进行了由碱性显影液进行的显影处理。此时,必须高效地将抗蚀剂膜的表面上存在的纯水置换为碱性显影液。在此,关于显影装置,使用例如在特开2002-252167中公开的显影装置即可。在结束了显影处理后,进行干燥处理,形成了抗蚀剂图形。

如以上已说明的那样,在使用了液浸式曝光的光刻工艺中,由于在曝光工序后在不使抗蚀剂膜表面上形成的液膜干燥的情况下进行到显影工序,故可提供简化了工序的光刻工艺。

由于在水中进行PEB处理,故从抗蚀剂膜表面放出的酸被纯水所吸收,可显著地减少对于抗蚀剂膜表面的再次附着。因此,在由再次附着的酸导致的有效的曝光量不在晶片面内变动的情况下,可提高抗蚀剂尺寸的均匀性。更具体地说,可使线尺寸=100nm、间隔尺寸=100nm的重复图形的线尺寸的晶片面内的尺寸变动量在 3σ 的情况下从6.7nm减少为4.1nm。

在本实施例中,用多条光纤将光源的光导入到装置内,但不仅限于此,也可直接照射来自灯的光。此外,在本实施例中,将卤素灯用作光源,但不仅限于此,只要能用具有抗蚀剂不感光的波长区域的灯加热即可。希望

选择对于抗蚀剂膜表面的液不吸收的波长的光。

此外，在本实施例中，通过使作为加热源的加热头扫描来使选择加热区域在晶片内移动，但即使通过固定加热头而使保持晶片的台移动，也可得到同样的效果。

此外，在本实施例中，说明了线尺寸 = 100nm、间隔尺寸 = 100nm 的重复图形，但不限于于此，即使是其它的图形，也可得到同样的效果。

再有，在本实施例中，在形成了液膜的状态下进行到显影，但不限于于此。例如，通过将工序中的湿度控制为 80% 以上的高湿度的状态，可在不使抗蚀剂膜表面的液体干燥的情况下进行处理。此时，由于没有必要在显影时高效地置换为碱性显影液，故可应用一般的显影装置。除此以外，在不脱离本发明的要旨的范围内可作各种变形。

(第 5 实施例)

图 15 是示出本发明的第 5 实施例的处理装置的结构图。

如图 15 中所示，本处理装置具备进行由灯照射导致的 PEB 处理的 PEB 头 410 和进行显影处理的显影头 420。PEB 头 410 与第 1 实施例同样，一边对在表面上存在液膜 401 的状态的抗蚀剂膜 104 进行光照射、一边利用移动机构（未图示）在一个方向上移动。此外，同样，显影头 420 一边进行显影处理、一边利用移动机构（未图示）在一个方向上移动。

参照图 16 说明 PEB 头的结构。图 16 是示出本发明的第 5 实施例的 PEB 头的结构的图。如图 16 中所示，PEB 头具备光加热部 411、供给部 412 和吸引部 413。从 PEB 头 410 的移动方向前方一侧起，依次排列了供给部 412、光加热部 411 和吸引部 413。

关于光加热部 411，例如如本实施例 1 中记载的那样，用光纤将来自 PEB 头 410 外设置的卤素灯光源的光引导到光加热部 411 上，使光 414 照射到抗蚀剂膜 104 的表面上。再有，也可在光加热部 411 内设置卤素灯光源。

供给部 412 对抗蚀剂表面供给纯水。然后，吸引部 413 吸引抗蚀剂膜 104 上的纯水。利用供给部 412 和吸引部 413 的工作，在光 414 的加热部

中产生液流 415。

此外，关于显影头 420 的结构，例如应用在特开 2002 - 252167 公报的图 5 中公开的显影液和漂洗液供给单元即可。

其次，说明使用了本处理装置的抗蚀剂图形形成方法。

与第 3 实施例同样，在反射防止膜和抗蚀剂膜的形成后，使用液浸式曝光装置进行曝光。

在液浸式曝光装置中的潜像形成后，在抗蚀剂膜的表面上形成了纯水的液膜的状态下从液浸式曝光装置运出，再在抗蚀剂膜的表面上形成了纯水的液膜的状态下运送到图 15 的处理装置中。参照图 17 说明由处理装置进行的处理。图 17 是示出使用了本发明的第 5 实施例的处理装置的处理的平面图。

在抗蚀剂膜 104 上形成了纯水的液膜的状态下，如图 17 (a) 中所示，使 PEB 头 410 扫描，进行 PEB 处理。在 PEB 处理后，保持形成了纯水的液膜的状态。根据 PEB 头 410 的扫描速度，控制来自供给部 412 的纯水供给速度和吸引部 413 的纯水吸引速度，来实现该状态。

在 PEB 处理后，在抗蚀剂膜 104 上形成了纯水的液膜的状态下，如图 17 (b) 中所示，使显影头 420 扫描，进行抗蚀剂膜的显影处理。在结束了显影处理后，进行干燥处理，形成了抗蚀剂图形。

这样，在使用了液浸式曝光的光刻工艺中，由于在曝光工序后在不使抗蚀剂膜表面上形成的液膜干燥的情况下进行到显影工序，故可提供简化了工序的光刻工艺。

由于在水中进行 PEB 处理，从抗蚀剂膜表面放出的酸以纯水吸收并被吸引部所吸引，故可显著地减少对于抗蚀剂膜表面的再次附着。因此，在由再次附着的酸导致的有效的曝光量不在晶片面内变动的情况下，可提高抗蚀剂尺寸的均匀性。更具体地说，可使线尺寸 = 120nm、间隔尺寸 = 150nm 的重复图形的线尺寸的晶片面内的尺寸变动量在 3σ 的情况下从 7.2nm 减少为 4.1nm。

此外，通过使用本实施例记载的处理装置，由于可在同一装置内进行

PEB 处理和显影处理，故可使 PEB 和显影处理装置变得紧凑。此外，通过在同一装置内进行 PEB 处理和显影处理，可谋求处理时间的缩短。再有，在 PEB 头 410 的扫描速度比显影头 420 的扫描速度快的情况下，也可使 PEB 头 410 和显影头同时扫描。此外，在 PEB 头 410 的扫描速度与显影头 420 的扫描速度大致相同的情况下，也可用使 PEB 头 410 与显影头 420 一体化了的头进行处理。

此外，在本实施例中，说明了线尺寸 = 120nm、间隔尺寸 = 150nm 的重复图形，但不限于于此，即使是其它的图形，也可得到同样的效果。

再有，根据抗蚀剂的种类，也有不需要 PEB 处理的情况。此时，可在不进行 PEB 处理的情况下进行显影处理。此时，也最好在液浸式曝光装置中不使抗蚀剂膜上的液体干燥的情况下进行显影处理。因在不除去曝光处理中形成的液膜的情况下进行显影处理的缘故，就不需要液膜的干燥处理。在使液膜干燥时，有时在抗蚀剂膜的表面上形成液体污染。由于不需要干燥处理，故不会形成液体污染。如果形成了液体污染，则显影液对于抗蚀剂膜的润湿性发生变化。其结果，在显影处理后形成的抗蚀剂图形有时变得不均匀。但是，由于不进行干燥处理，故可抑制因液体污染产生的抗蚀剂图形的不均匀的发生。

(第 6 实施例)

由于关于反射防止膜和抗蚀剂膜的涂敷工序、曝光工序和显影工序与本实施例 1 重复，故在此予以省略。只说明 PEB 处理工序。

图 18 是示意性地示出本发明的第 6 实施例的加热处理装置的图。在图 18 中，对于与图 4 为同一的部位附以同一标号，省略其说明。

在本装置中，一边观察被照射了来自加热头 213 的光的照射区域中的抗蚀剂膜的处理状况，一边进行 PEB 处理。利用监视光加热头 215、监视光受光头 216 和控制部 231 来观察处理状况。监视光加热头 215 在被照射了光的区域的抗蚀剂膜 104 上照射监视光。监视光受光头 216 接受被抗蚀剂膜 104 反射了的监视光，测定光强度分布。对于光强度分布来说，最好测定加热区域的移动方向的分布。监视光受光头 216 将光强度分布传递给

控制部 231。更具体地说，例如使用在特开 2000-82661 公报中记载的加热处理的监视法即可。

控制部 231 从光强度分布检测加热区域的处理状况。在加热区域的处理较慢地进行的情况下，控制部 231 使气流 223 的流速下降，抑制加热区域的冷却。相反，在处理过快地进行的情况下，控制部 231 加快气流 223 的流速，促进加热区域的冷却。这样，既取得了加热处理信息，又通过加热可在晶片面内以良好的均匀性进行加热处理。

再有，加热区域的处理的控制不限于只控制气流 233 的速度的方法。例如，控制气流 233 的速度、气流 233 的温度、由温度控制板 202 产生的衬底温度、由加热部 213 得到的加热温度、加热部 213 的扫描速度的至少一种即可。此外，本控制也可应用于一边形成液流而不是气流、一边进行加热处理的加热处理装置。

也可设置测定监视光加热头 215、监视光受光头 216 和测定加热区域发出的红外区域的光以测定温度的装置。此外，也可在与被放置了衬底 101 的温度控制板 202 在热的方面分离了的加热区域中沿加热区域的移动方向配置多个热电偶等的温度测定装置。然后，控制部 231 也可根据这些测定装置的测定结果来进行控制。

(第 7 实施例)

图 19 是示出本发明的第 7 实施例的抗蚀剂膜的形成方法的流程图。图 20 是示出本发明的第 7 实施例的半导体器件的制造工序的剖面图。

(步骤 S301)

首先，如图 20 (a) 中所示，在直径 200mm 的半导体衬底（以下称为晶片）101 上形成膜厚 60nm 的反射防止膜 102。例如在利用旋转涂敷法形成了包含反射防止材料和溶剂的液膜后，在 190℃、60 秒的条件下进行烘烤处理来形成反射防止膜 102。

(步骤 S302)

其次，如图 20 (b) 中所示，在晶片 101 上涂敷在溶剂中添加了正型的抗蚀剂材料的抗蚀剂溶液，形成液膜 403。

关于抗蚀剂溶液的涂敷，利用在特开平 7-163929 号公报中公开的利用了毛细管现象的弯月面涂敷或在特开 2000-188251 公报中公开的在衬底上使极细喷嘴往复运动进行涂敷的方法来作成即可。此外，也可以是对药液进行喷雾那样的喷射涂敷。在本实施例中，使用在特开 2000-188251 公报中公开的在衬底上使极细喷嘴往复运动来涂敷的方法，形成了液膜。

(步骤 S303)

其次，将晶片运送到图 21 中示出的加热处理装置中进行加热处理。利用加热处理，进行使液膜 403 中包含的溶剂挥发的液膜的干燥处理。然后，如图 20(c) 中所示，形成抗蚀剂膜 404。以下，说明其细节。

图 21 是示出本发明的第 7 实施例的加热处理装置的概略结构的图。再有，由于装置整体的结构与第 1 实施例相同，故在此予以省略。

处理头 450 具备加热部 451、送风部 452 和吸气部 453。加热部 451 对液膜 403 照射从 1 个卤素灯光源（未图示）经光纤（未图示）送来的光 455。将送风部 452 配置在处理头 450 的移动方向的后方一侧。将吸气部 453 配置在处理头 450 的移动方向的前方一侧。

从送风部 452 将气体导入到晶片 101 上，从吸气部 453 被吸引，形成气流 454。关于气流 454 的方向，从处理头 450 的移动方向的后方一侧朝向前方一侧流动。将晶片 101 放置在台（未图示）上，将台的温度调整为 23℃。由此，构成为只有被光 455 照射的区域有选择地被加热。

由于因光 455 的照射产生的加热处理的缘故，液膜 403 中的溶剂挥发。已挥发的溶剂因气流 454 的缘故而运送到下流一侧。由于吸气部 453 与加热部 451 邻接地被设置，故减少了在抗蚀剂膜 404 的表面上再次附着的溶剂的量。

对液膜照射来自加热部 451 的光 455，利用被照射了的光加热而进行干燥。处理头 450 被构成为利用未图示的移动机构能从图中的左至右的方向上进行扫描移动。处理头 450 从晶片 101 的一端朝向另一端扫描移动，在晶片的整个面上进行由加热处理导致的抗蚀剂的干燥。

这样，通过在相对于作为加热部的加热头的扫描方向从下流一侧朝向

上流一侧的气氛下进行处理，可进行高精度的干燥处理而不对已进行了干燥处理的区域带来影响。

(步骤 S304、S305)

其次，用曝光装置进行曝光。然后，如图 20(d) 中所示，进行显影、干燥处理，形成抗蚀剂图形 404。再有，在抗蚀剂膜 404 是化学放大型的情况下，必须进行 PEB 处理。可使用前面的实施例中示出的装置、方法进行 PEB 处理。

再有，在本实施例中，说明了相对于加热头的扫描方向从下流一侧朝向上流一侧的气流的情况，但不限于此。根据液膜的种类，也可改变气流方向来进行。再有，在本实施例中，使用于抗蚀剂膜的形成工序，但也可使用于绝缘膜或金属膜的形成。

再有，本发明不限于上述各实施例，在实施阶段中在不脱离本实施例中示出的要旨的范围内可作各种变形。再者，在上述实施例中包含了各种阶段的发明，利用所公开的多个构成要素中的适当的组合，可抽出各种发明。例如，即使从实施例中示出的全部构成要素中删除几个构成要素，也可解决发明打算解决的课题的一栏中已叙述的课题，在可得到发明的效果的一栏中已叙述的效果的情况下，可将该构成要素被删除了的构成作为发明来抽出。

如以上已说明的那样，按照本发明，关于加热处理，通过一边使加热上述化学放大型抗蚀剂膜的加热部和上述衬底相对地移动、一边在上述加热部的下表面与上述化学放大型抗蚀剂膜之间形成气流或液流来进行加热处理，可抑制酸的再次附着，可提高抗蚀剂膜的图形均匀性。

图1

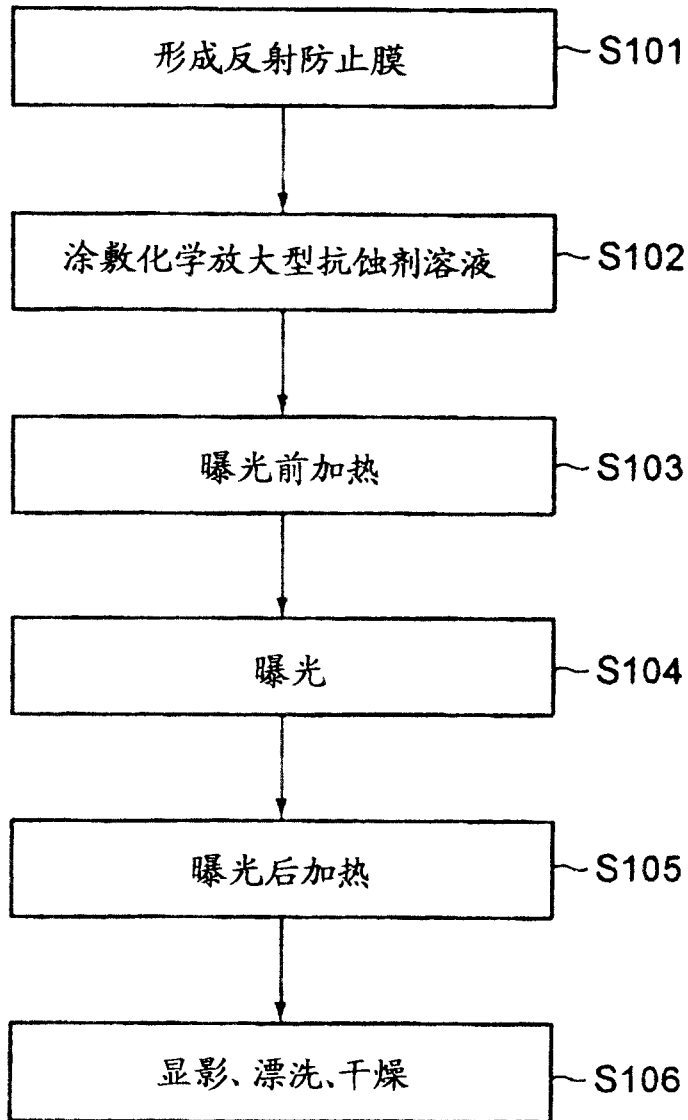
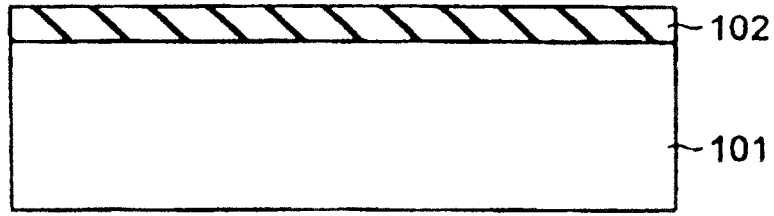
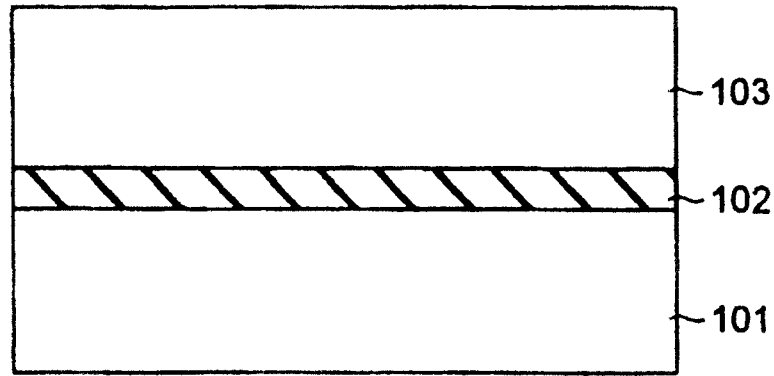


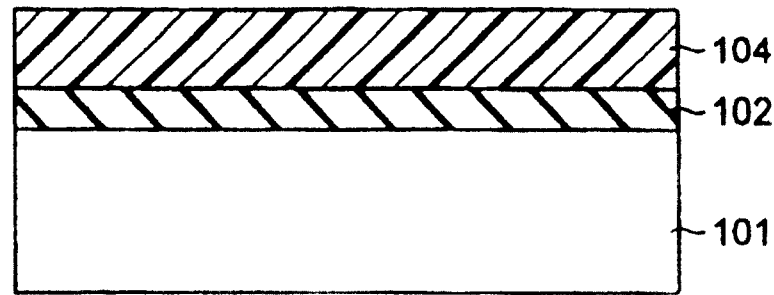
图2



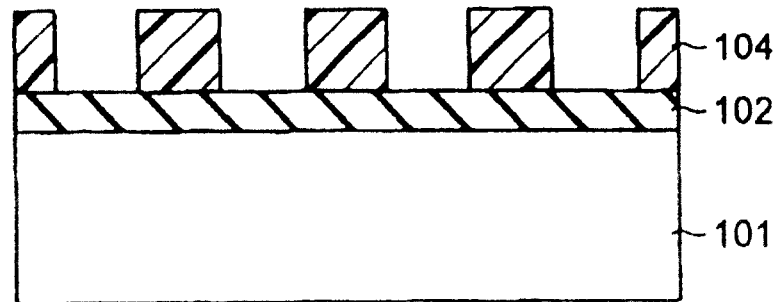
(a)



(b)

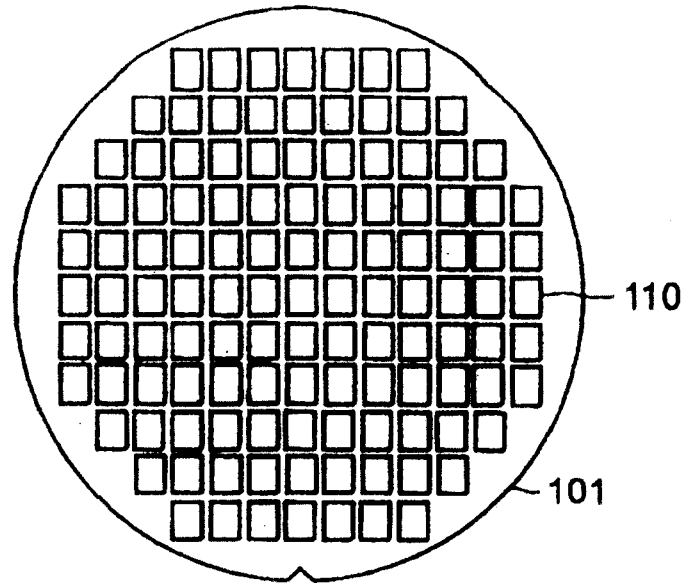


(c)

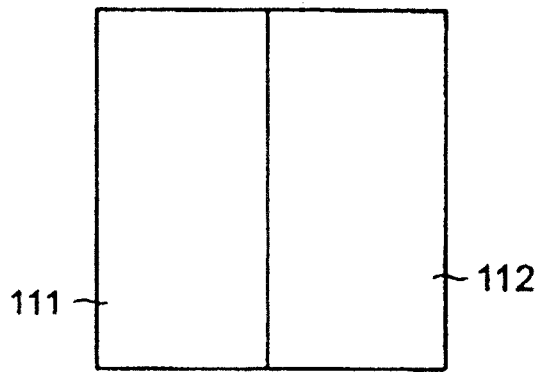


(d)

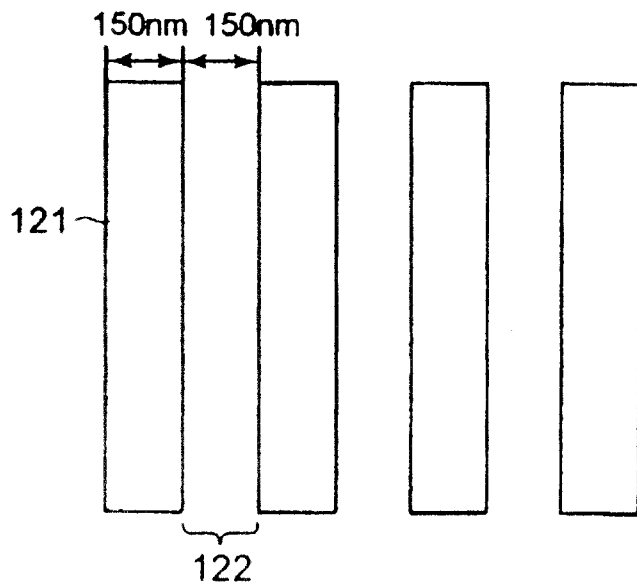
图3



(a)



(b)



(c)

图4

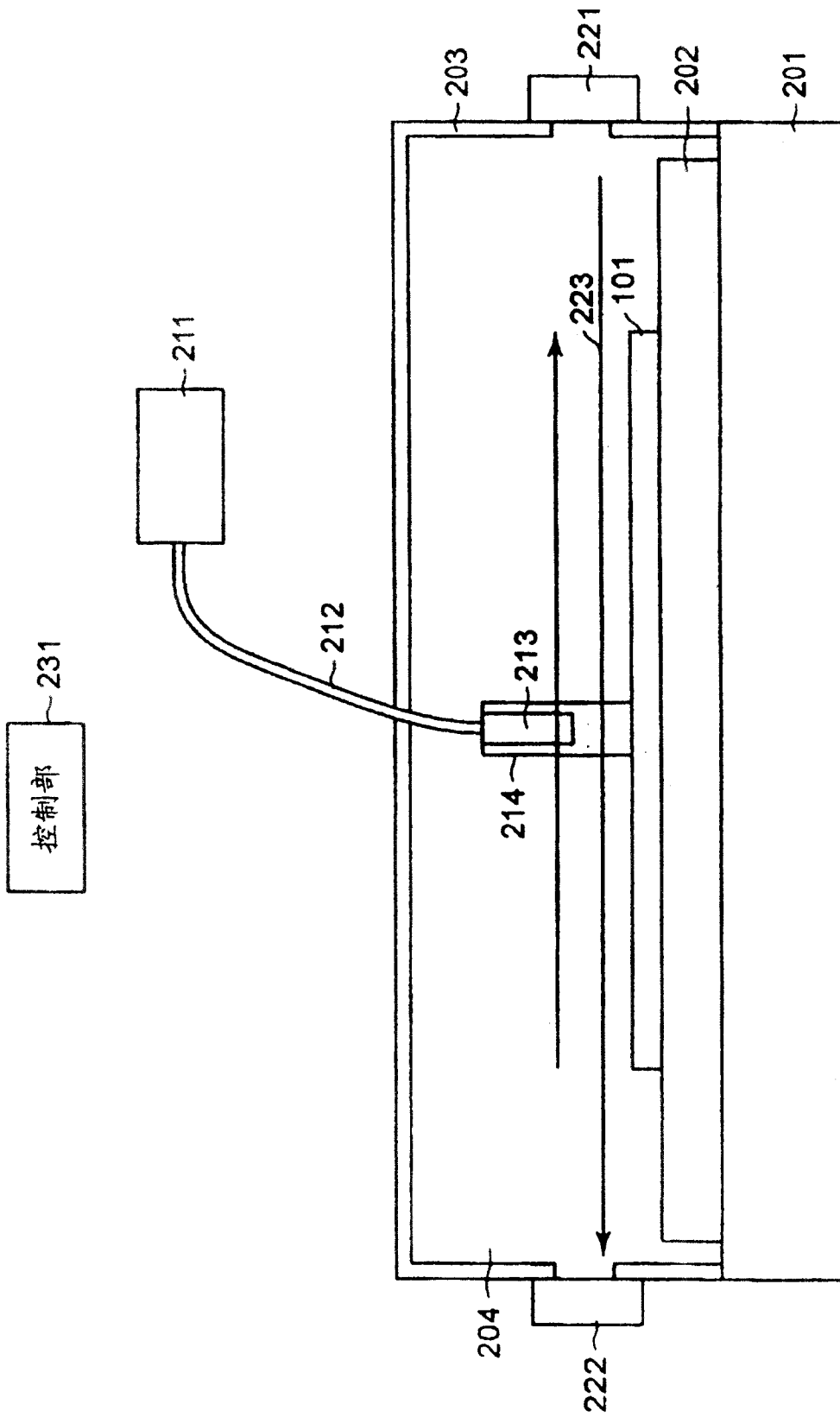


图5

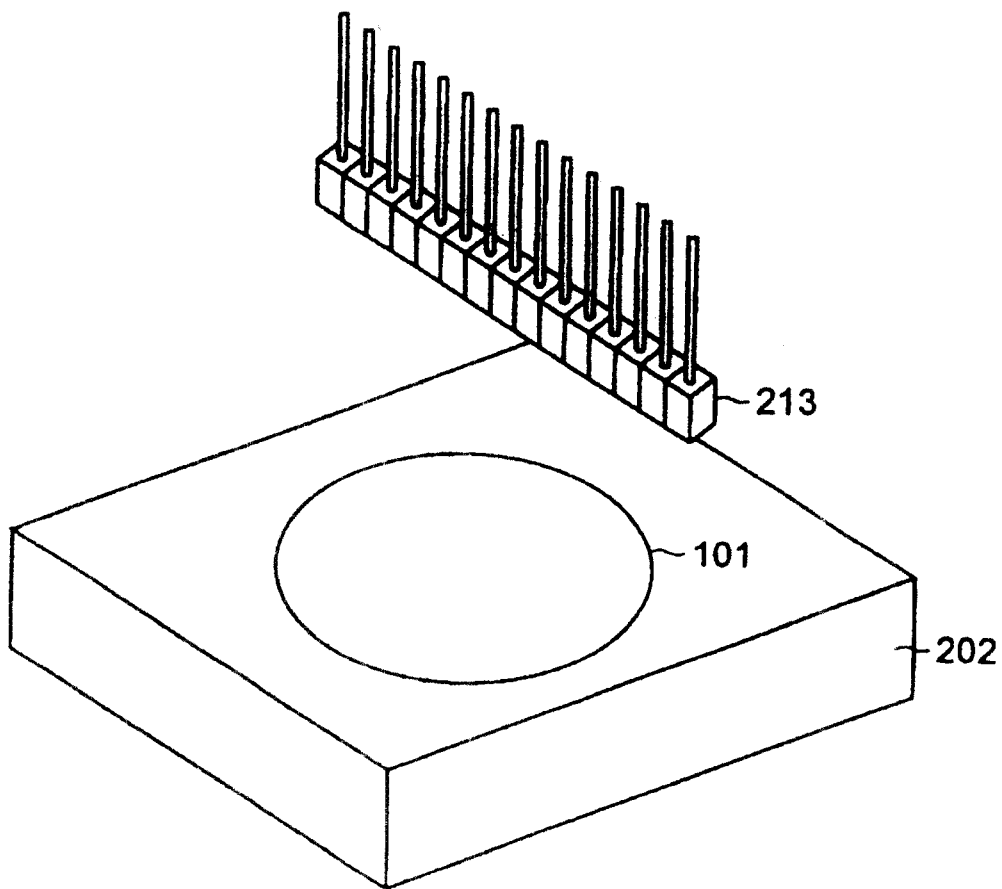


图6

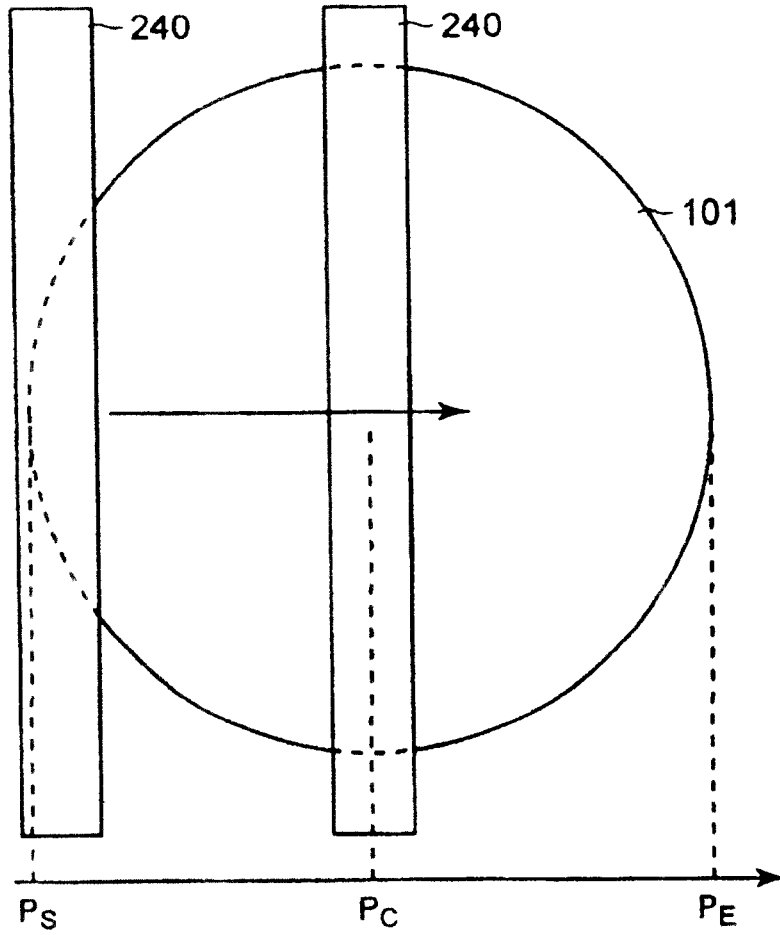


图7

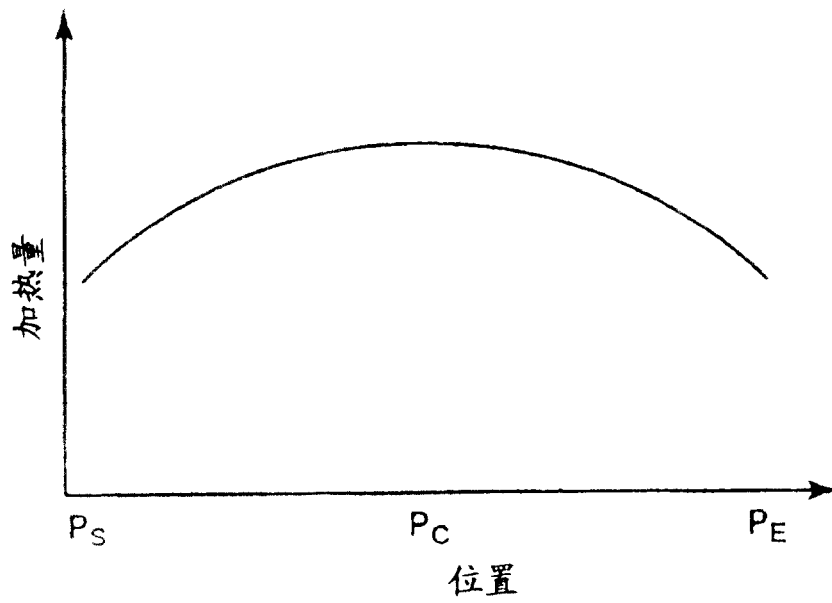
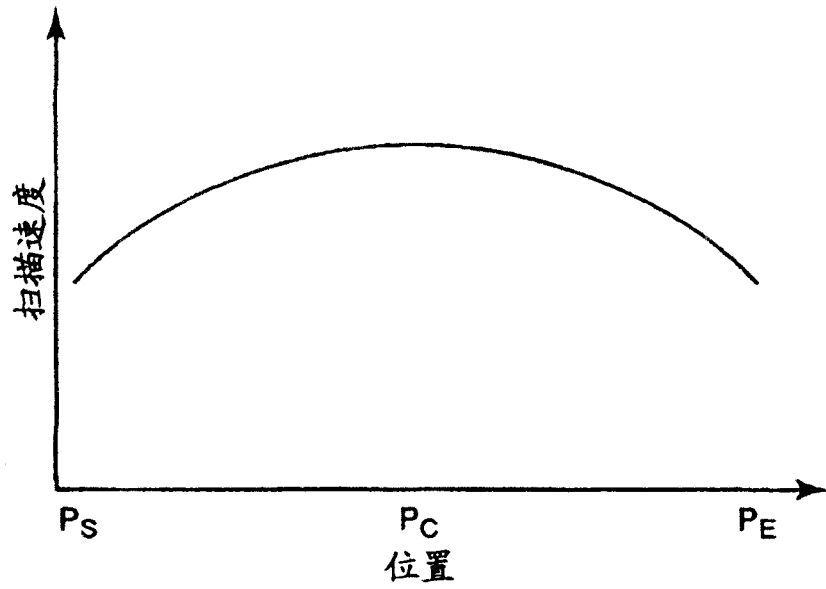
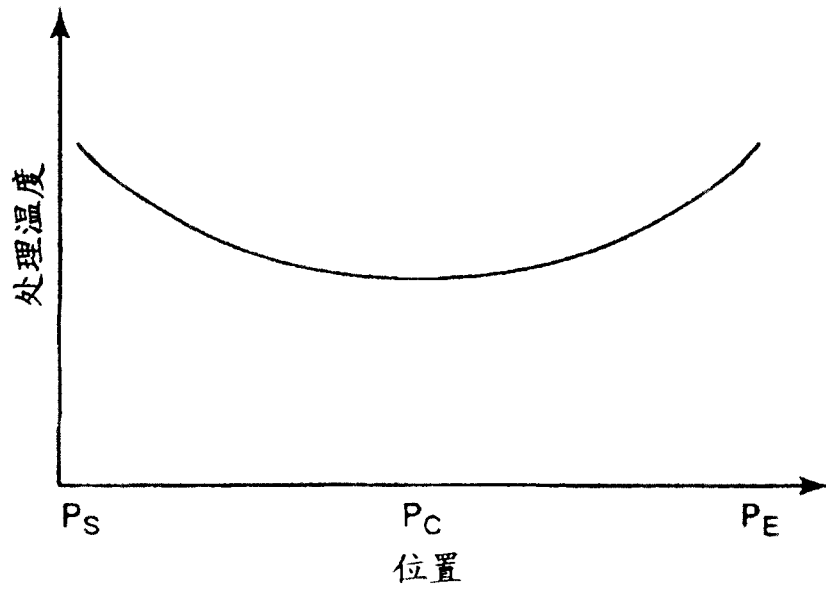


图8



(a)



(b)

图9

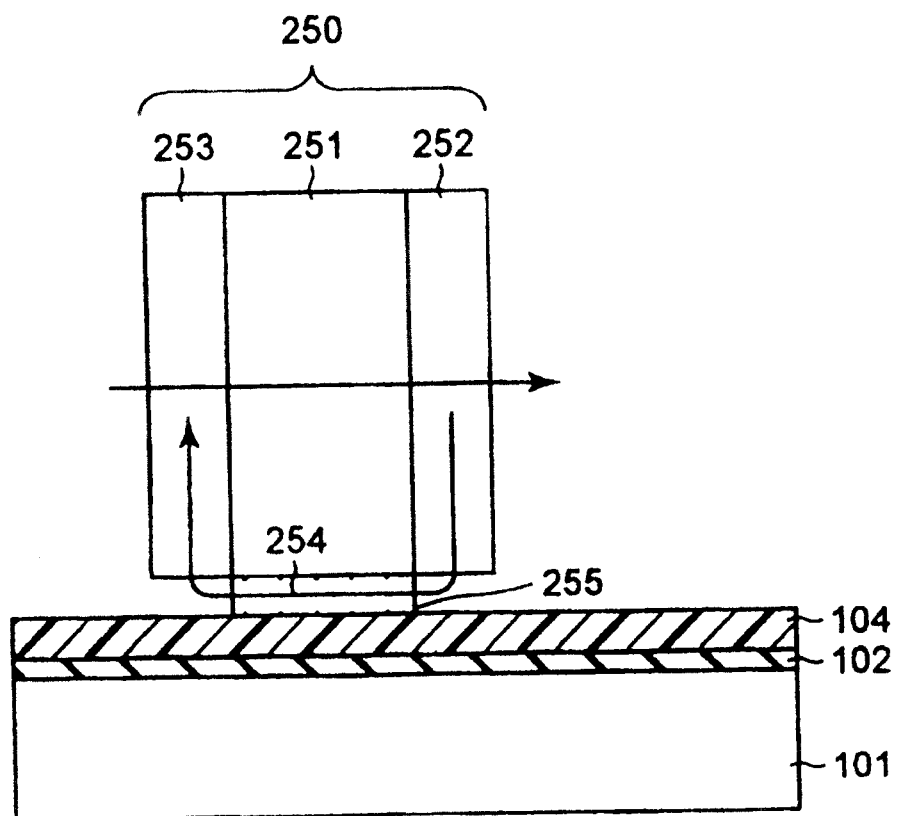


图10

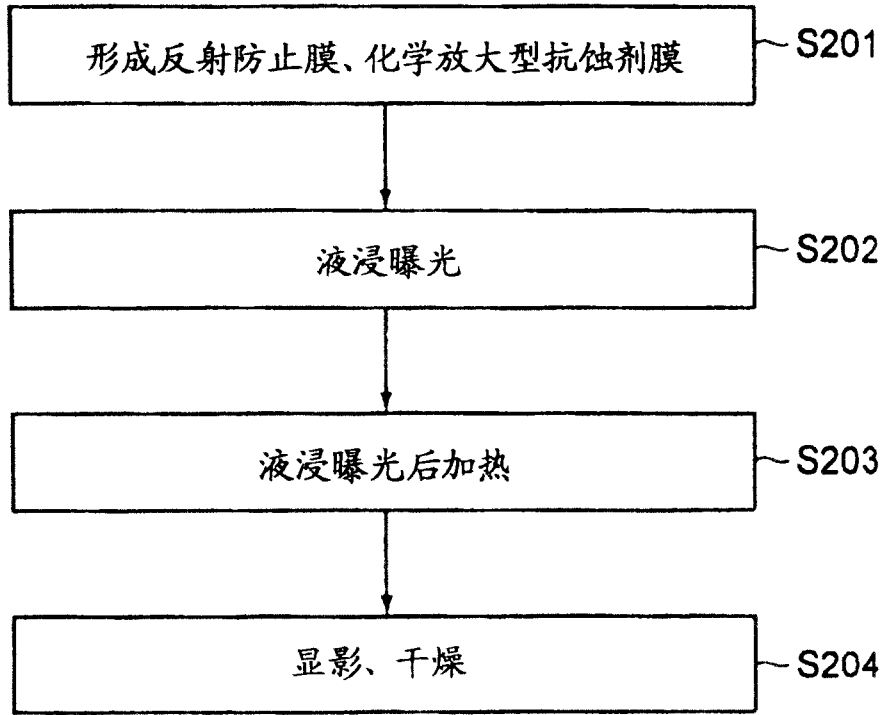


图11

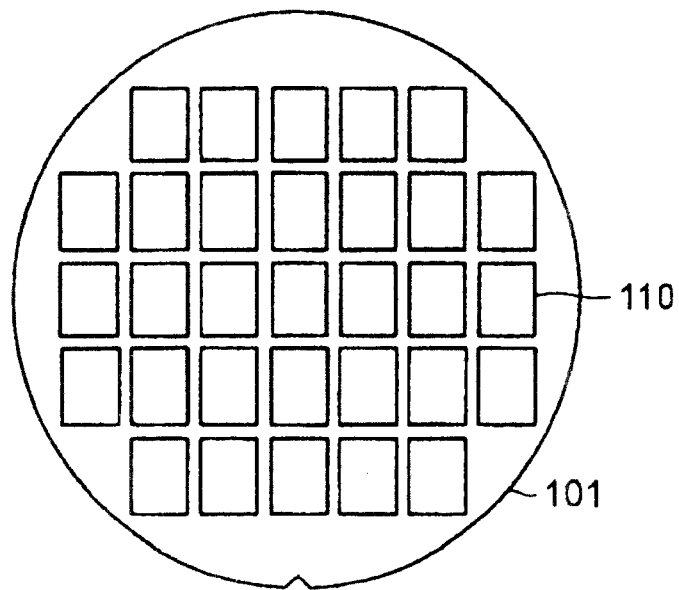


图12

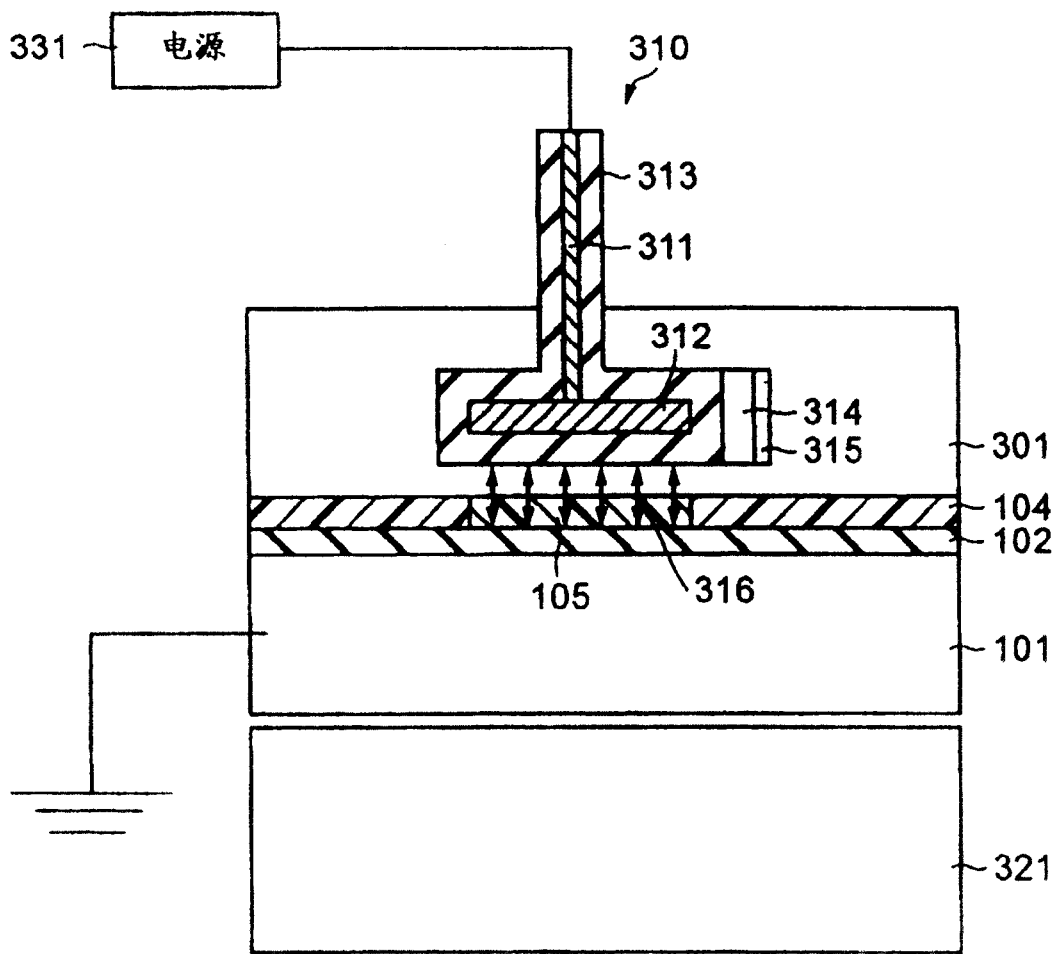


图13

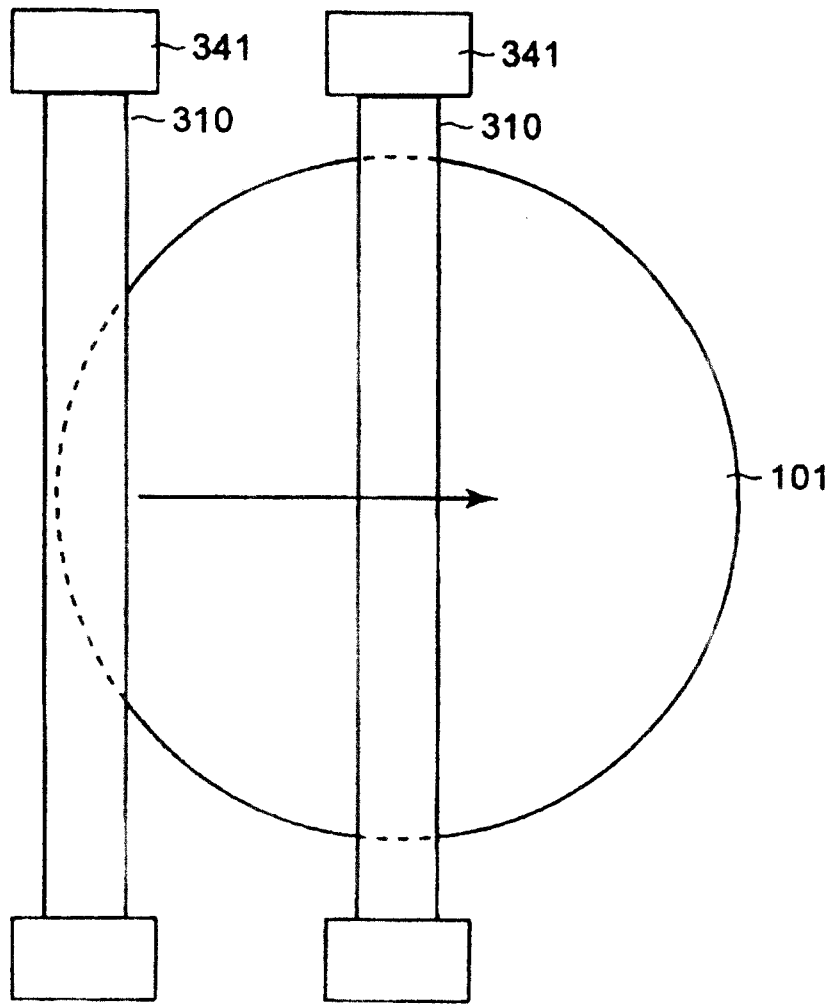


图14

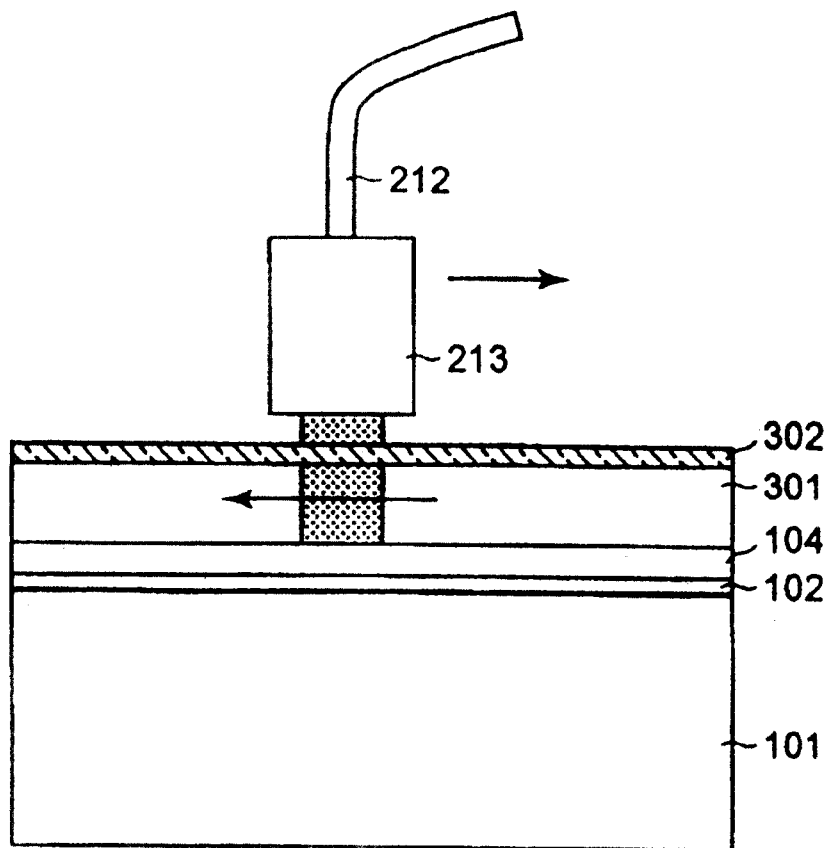


图15

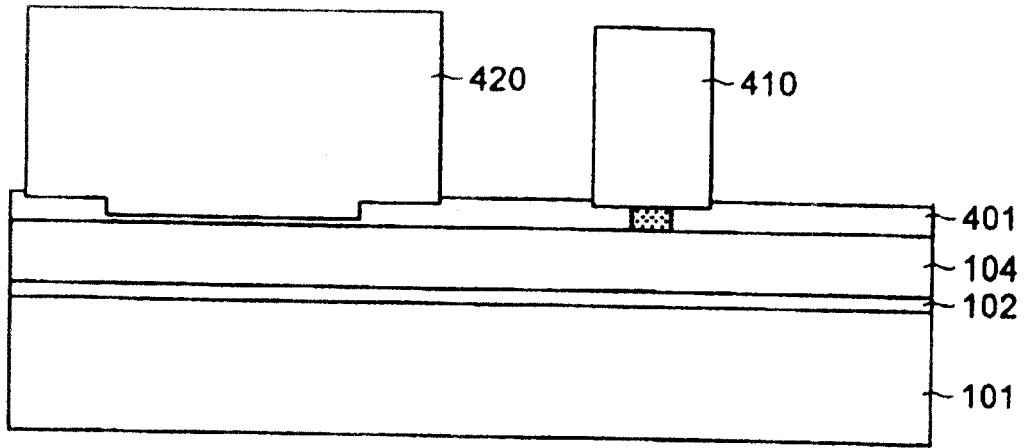


图16

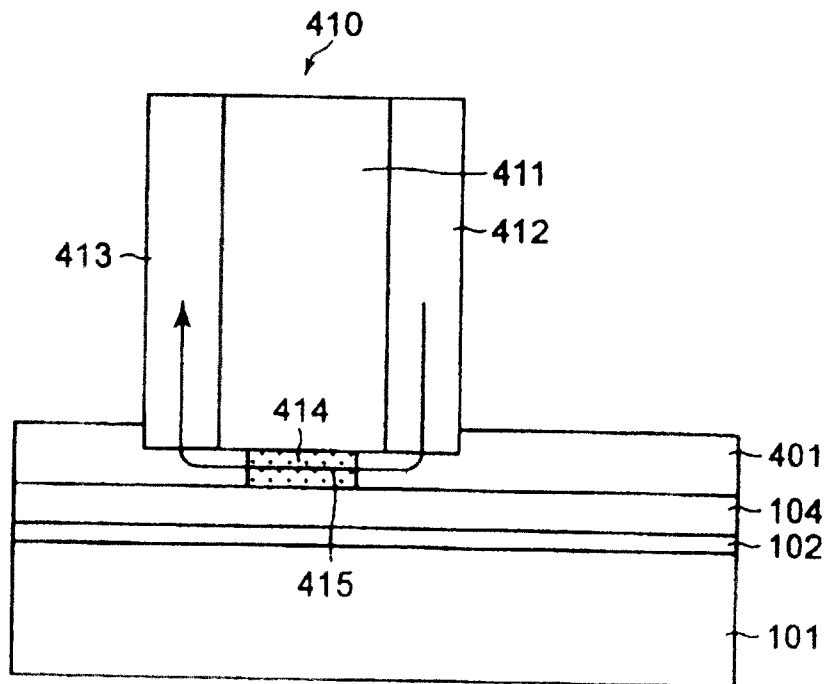
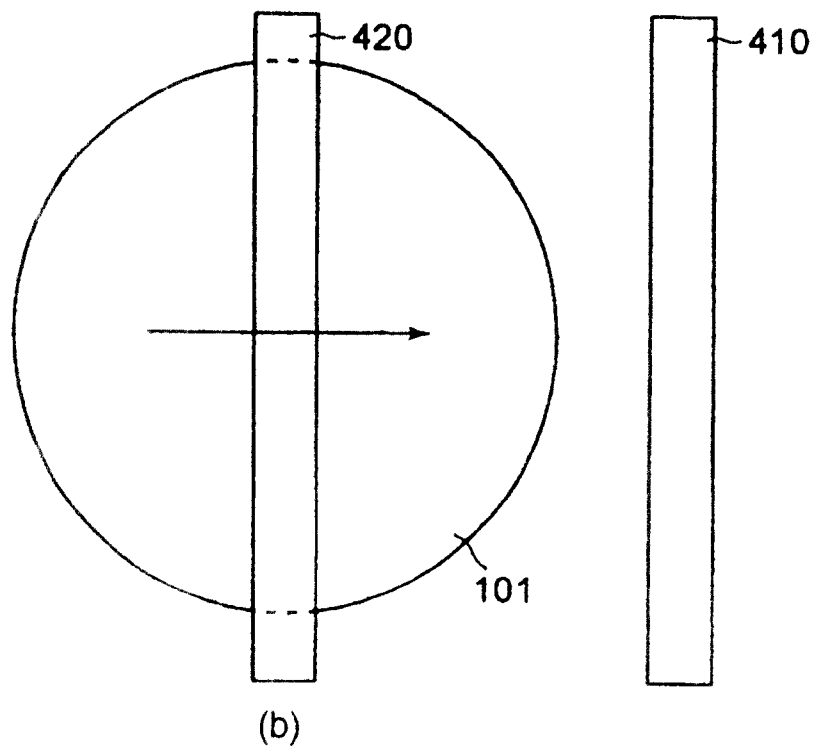
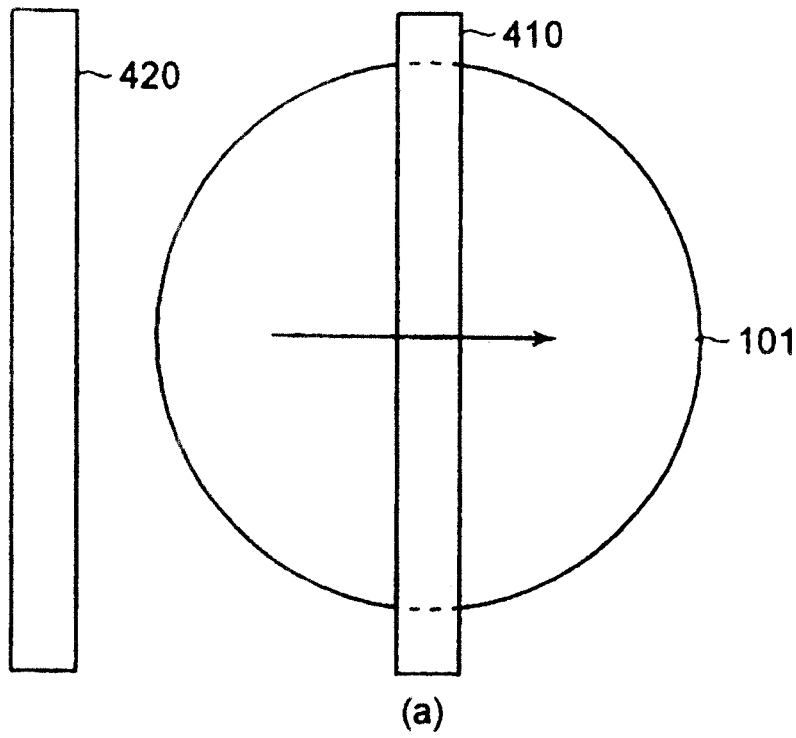


图17



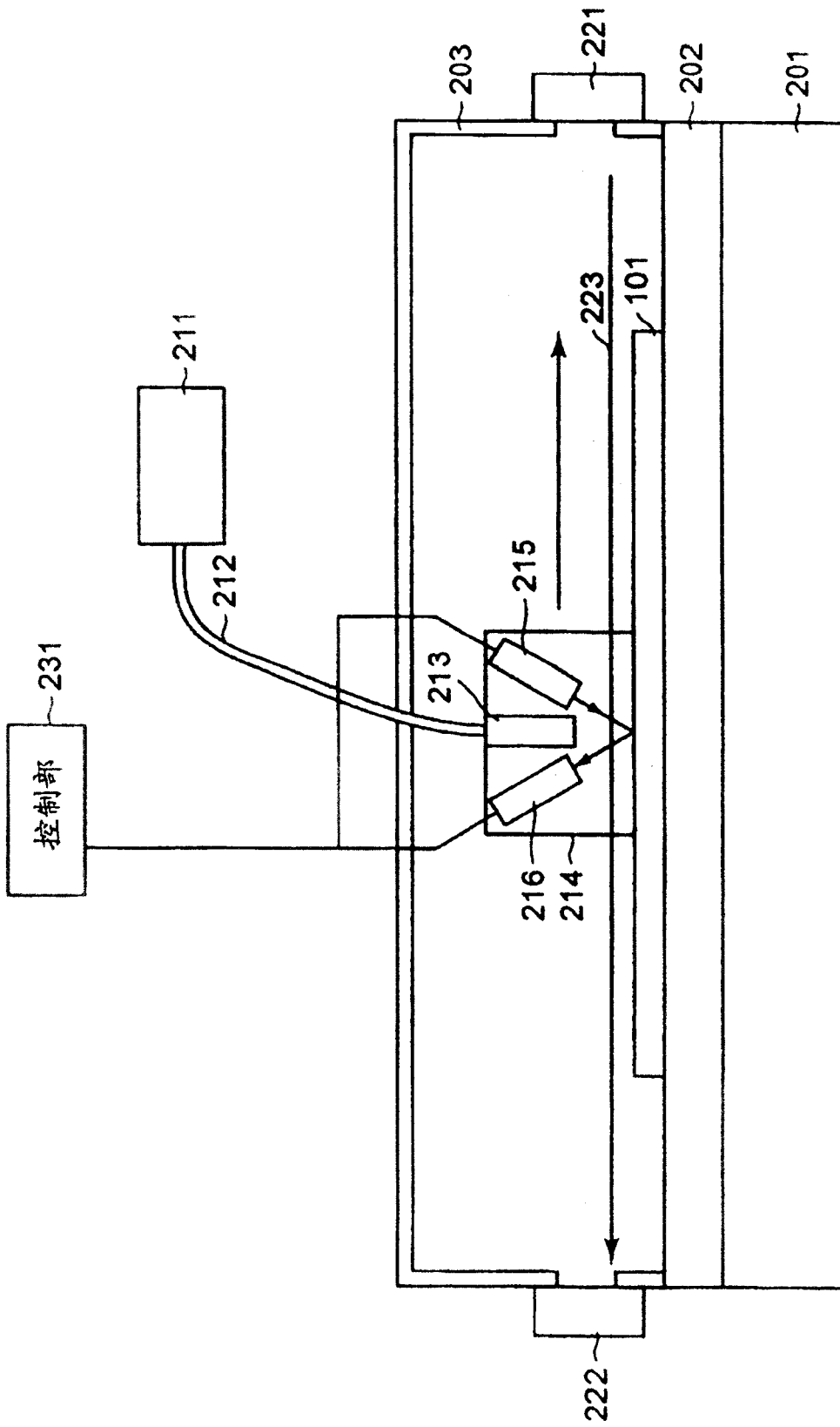


图18

图19

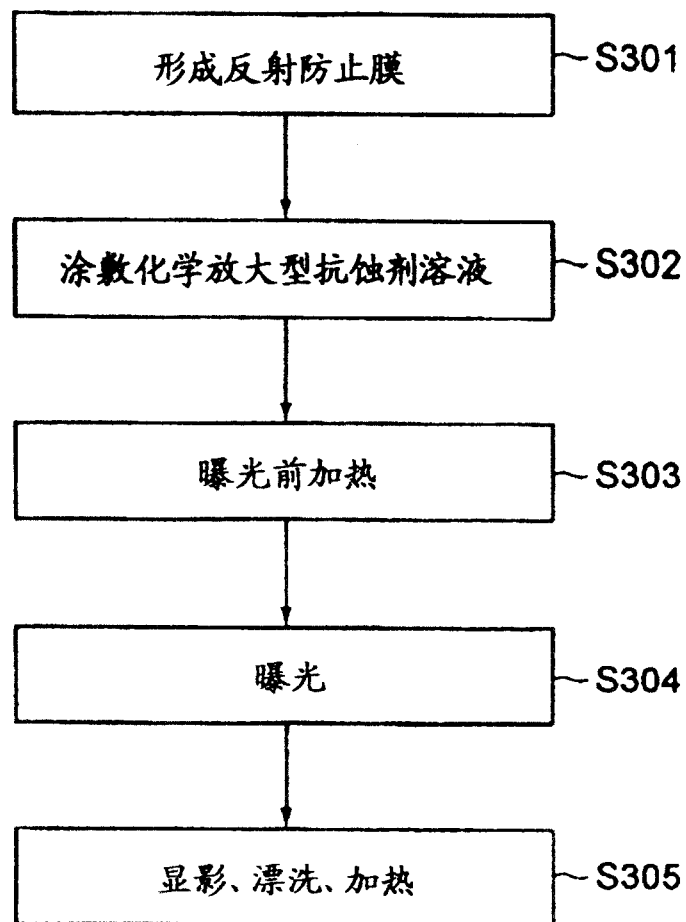
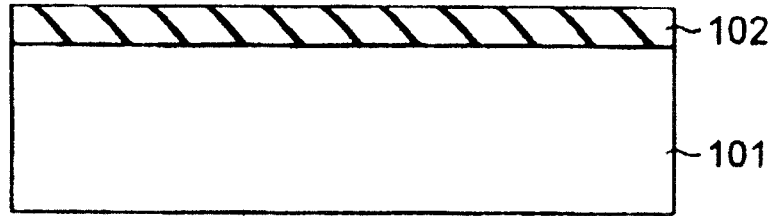
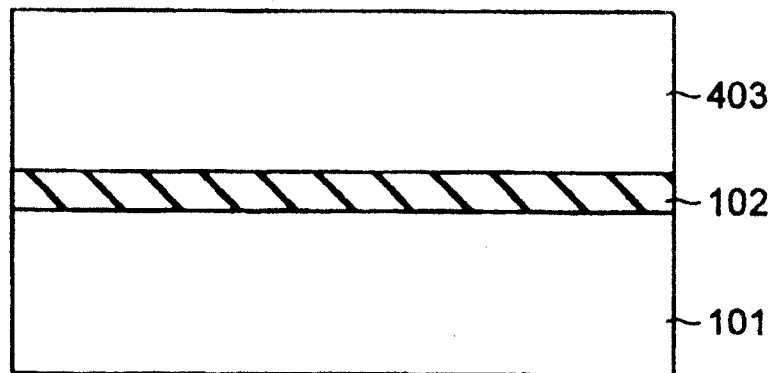


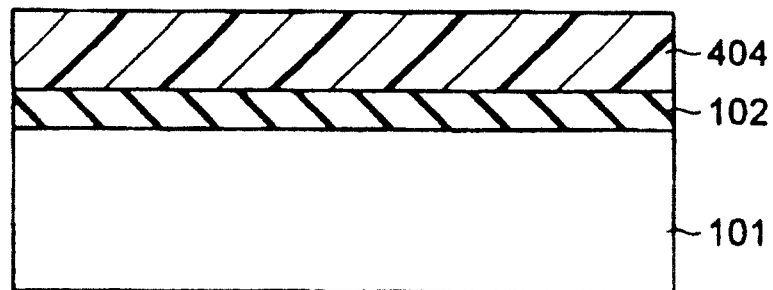
图20



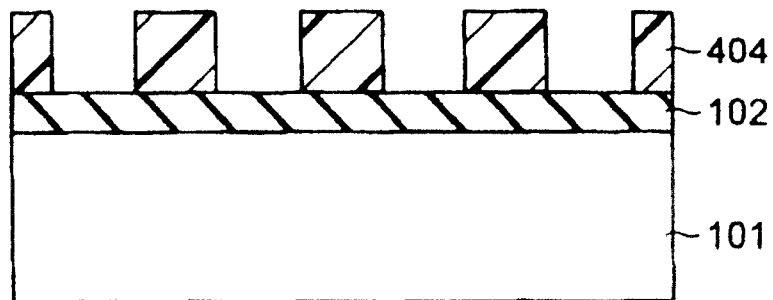
(a)



(b)



(c)



(d)

图21

