

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B08B 3/00

B08B 5/04



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03806577.0

[43] 公开日 2005 年 7 月 20 日

[11] 公开号 CN 1642665A

[22] 申请日 2003.3.21 [21] 申请号 03806577.0

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 韦欣华 赵苏林

[30] 优先权

[32] 2002. 3. 22 [33] US [31] 60/367,537

[86] 国际申请 PCT/US2003/008696 2003. 3. 21

[87] 国际公布 WO2003/082486 英 2003. 10. 9

[85] 进入国家阶段日期 2004. 9. 21

[71] 申请人 东京毅力科创株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 C · J · 阿雷纳 - 福斯特

A · W · 奥特雷 P · 施林

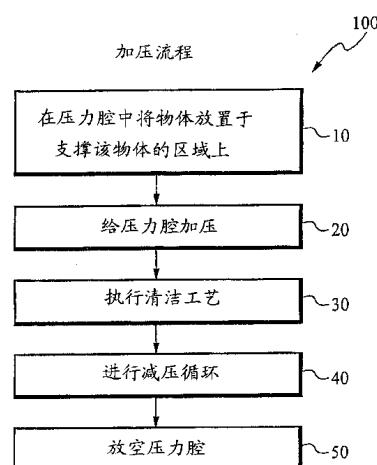
N · A · 赖扎

权利要求书 5 页 说明书 8 页 附图 3 页

[54] 发明名称 用超临界工艺清除杂质

[57] 摘要

公开了一种清洁物体表面的方法。该物体放在压力腔的支撑区上(10)，然后给压力腔加压(20)，执行清洁工艺(30)，执行一系列的减压循环(40)，然后放空压力腔(50)。



1. 一种清洁物体表面的方法，包括：
 - a. 将物体放在压力腔的支撑区上；
 - b. 给上述压力腔加压；
 - c. 执行清洁工艺；
 - d. 执行一系列的减压循环；并且
 - e. 放空压力腔。
- 5 2. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述物体是选自金属、陶瓷、玻璃或它们的复合混合物的基片。
- 10 3. 如权利要求 1 所述的方法，其中在所述压力腔中支撑区的温度使物体保持最小冷凝。
- 15 4. 如权利要求 3 所述的方法，其中向所述压力腔加压包括通过气态、液态、超临界或接近超临界二氧化碳向所述压力腔加压，并且其中在所述压力腔中支撑区的温度高于所述二氧化碳的温度。
- 5 5. 如权利要求 3 所述的方法，其中在所述压力腔中支撑区的温度保持在 65 °C 左右。
- 20 6. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述物体的表面支撑有光致抗蚀剂残余物。
7. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述物体的表面支撑有蚀刻反应物/副产物的残余物。
- 25 8. 如权利要求 1 所述的方法，其中向所述压力腔加压包括通过气态、液态、超临界或接近超临界二氧化碳向所述压力腔加压。
9. 如权利要求 8 所述的方法，其中通过二氧化碳向压力腔加压包括通过二
25 氧化碳将压力腔加压至 2500psi。
10. 如权利要求 1 所述的方法，其中执行清洁工艺包括：
 - a. 向所述压力腔注入清洁化学药品；
 - b. 给所述压力腔加压；并且
 - c. 使清洁化学药品在所述压力腔中循环流动。
- 30 11. 如权利要求 10 所述的方法，其中向所述压力腔加压包括通过气态、液

态、超临界或接近超临界二氧化碳向所述压力腔加压。

12. 如权利要求 10 所述的方法，其中通过二氧化碳向压力腔加压包括通过二氧化碳将压力腔加压至 2800psi。

13. 如权利要求 10 所述的方法，其中在所述压力腔中循环流动清洁化学药品包括将清洁化学药品在压力腔中循环流动一段时间来清除物体表面上的杂质。
5

14. 如权利要求 13 所述的方法，其中所述一段时间约等于三分钟。

15. 如权利要求 13 所述的方法，其中所述一段时间约等于两分钟。

16. 如权利要求 10 所述的方法，其中执行清洁工艺进一步包括向压力腔中
10 加压致使清洁化学药品从压力腔中被推出。

17. 如权利要求 16 所述的方法，其中向压力腔中加压致使清洁化学药品从
压力腔中被推出包括通过气态、液态、超临界或接近超临界二氧化碳向所述压
力腔加压致使清洁化学药品从压力腔中被推出。

18. 如权利要求 17 所述的方法，其中通过二氧化碳向压力腔加压包括通过
15 二氧化碳将压力腔加压至 3000psi。

19. 如权利要求 1 所述的方法，其中执行一系列的减压循环包括执行至少
两次减压循环。

20. 如权利要求 1 所述的方法，其中执行一系列的减压循环包括执行一系
列的减压循环以致于在每次减压循环中压强从约 2900psi 开始降至 2500psi 左
20 右。

21. 如权利要求 1 所述的方法，其中执行一系列的减压循环包括执行一系
列的减压循环以致于压力腔中的压强高于超临界压强。

22. 一种清除物体表面上至少一部分材料的方法，所述材料是选自光致抗
蚀剂、光致抗蚀剂残渣、蚀刻反应物/副产物的残余物及其结合的材料，包括：

- 25 a. 将物体放在压力腔的支撑区上；
 b. 给上述压力腔加压；
 c. 执行清洁工艺；
 d. 执行一系列的减压循环；并且
 e. 放空压力腔。

30 23. 一种清除物体表面上杂质的方法，包括：

-
- a. 将物体放在压力腔的支撑区上;
 - b. 给上述压力腔加压;
 - c. 执行清洁工艺;
 - d. 向压力腔加压使清洁化学药品从压力腔中被推出
- 5 e. 执行一系列的减压循环; 并且
- f. 放空压力腔。
24. 一种清除半导体晶片表面上杂质的方法, 包括步骤如下:
- a. 将物体放在压力腔的支撑区上;
 - b. 给压力腔加压至足够形成一种超临界流体的第一压强;
- 10 c. 向压力腔注入清洁化学药品;
- d. 压力腔中的压强增至第二压强;
 - e. 使清洁化学药品在压力腔中循环流动;
 - f. 向压力腔加压使清洁化学药品从压力腔中被推出
- 15 g. 执行一系列的减压循环; 并且
- h. 放空压力腔。
25. 如权利要求 24 所述的方法, 其中执行一系列的减压循环以致于压力腔中的压强高于一种超临界压强。
26. 一种清除物体表面上杂质的装置, 包括:
- a. 包含有物体支撑件的压力腔;
 - b. 向压力腔加压的装置;
- 20 c. 执行清洁工艺的装置;
- d. 执行一系列减压循环的装置; 并且
 - e. 放空压力腔的装置。
27. 如权利要求 26 所述的装置, 其中所述物体是选自金属、陶瓷、玻璃或
- 25 它们的复合混合物的基片。
28. 如权利要求 26 所述的装置, 其中用于支撑物体的装置温度使物体保持最小冷凝。
29. 如权利要求 26 所述的装置, 其中向所述压力腔加压的装置包括通过气态、液态、超临界或接近超临界二氧化碳向所述压力腔加压的装置, 并且其中
- 30 在所述压力腔中支撑物体的装置温度高于所述二氧化碳的温度。

30. 如权利要求 26 所述的装置，其中所述杂质是光致抗蚀剂残渣。
31. 如权利要求 26 所述的装置，其中所述杂质是蚀刻反应物/副产物的残余物。
32. 如权利要求 26 所述的装置，其中向所述压力腔加压的装置包括通过气态、液态、超临界或接近超临界二氧化碳向所述压力腔加压的装置。
5 33. 如权利要求 32 所述的装置，其中通过二氧化碳向压力腔加压的装置包括通过二氧化碳将压力腔加压至 2500psi 的装置。
34. 如权利要求 26 所述的装置，其中用于执行清洁工艺的装置包括：
 - a. 向压力腔注入清洁化学药品的装置；
 - b. 向压力腔加压的装置；并且
 - c. 使清洁化学药品在压力腔中循环流动的装置。
10 35. 如权利要求 34 所述的装置，其中向压力腔加压的装置包括通过气态、液态、超临界或接近超临界二氧化碳向所述压力腔加压的装置。
36. 如权利要求 35 所述的装置，其中通过二氧化碳向压力腔加压的装置包括通过二氧化碳将压力腔加压至 2800psi 的装置。
15 37. 如权利要求 34 所述的装置，其中在所述压力腔中循环流动清洁化学药品的装置包括将清洁化学药品在压力腔中循环流动一段时间来清除物体表面上杂质的装置。
38. 如权利要求 37 所述的装置，其中所述一段时间约等于三分钟。
20 39. 如权利要求 37 所述的装置，其中所述一段时间约等于两分钟。
40. 如权利要求 34 所述的装置，其中执行清洁工艺的装置进一步包括向压力腔中加压致使清洁化学药品从压力腔中被推出的装置。
25 41. 如权利要求 40 所述的装置，其中向压力腔中加压致使清洁化学药品从压力腔中被推出的装置包括通过气态、液态、超临界或接近超临界二氧化碳向所述压力腔加压致使清洁化学药品从压力腔中被推出的装置。
42. 如权利要求 41 所述的装置，其中通过二氧化碳向压力腔加压的装置包括压力腔通过二氧化碳加压至 3000psi 的装置。
43. 如权利要求 26 所述的装置，其中执行一系列的减压循环的装置包括执行至少两次减压循环的装置。
30 44. 如权利要求 26 所述的装置，其中执行一系列的减压循环的装置包括执

行一系列的减压循环以致于在每次减压循环中压强从约 2900psi 开始降至 2500psi 左右的装置。

45. 如权利要求 26 所述的装置，其中执行一系列的减压循环的装置包括执行一系列的减压循环以致于压力腔中的压强高于超临界压强的装置。

用超临界工艺清除杂质

5 相关申请

本申请要求根据 U.S.C119 (e) 35 的共同拥有和待批的美国临时专利申请的优先权，上述临时申请是序列号为 60/367537，于 2002 年 3 月 22 日提交，名为“超临界二氧化碳处理后避免产生工件的杂质的方法”的申请，在此处全文引为参考。

10 技术领域

本发明涉及在半导体器件或其它物体的加工过程中清除残余物和杂质的领域。更加特别地，本发明涉及利用超临界二氧化碳从半导体晶片、基片和要求低杂质标准的其它平面介质上清除光致抗蚀剂、光致抗蚀剂残渣、以及其它残余物和杂质。

15 背景技术

集成电路的制造包括在晶片表面上和其中形成电活性区的半导体晶片上构成图案层。作为加工工艺的一部分，使用被称为光刻法和光掩模的掩模工艺将某一图案转印到晶片上。掩模包括通过各种适当的方法将光致反应聚合物或光致抗蚀剂应用于晶片上，比如通过旋转晶片将液态光致抗蚀剂统一散布在其表面上的方法。在典型的半导体加工工艺中，反复多次应用掩模工艺。在同一晶片上可能以各种组合应用于阳性和阴性的光致抗蚀剂层。

典型地，涂于晶片上的光致抗蚀剂被加热或“轻烤”来提高光致抗蚀剂对基片表面的粘附力。光校准器将晶片对准光掩模，以使涂于晶片上的一部分光致抗蚀剂暴露于高能光下，因此潜图像的图案形成于光致抗蚀剂层中。然后用显影剂显影光致抗蚀剂的曝光部分。当使用阳性光致抗蚀剂时，光致抗蚀剂的显影部分因在高能光下曝光而被溶解。相反地，当使用阴性光致抗蚀剂时，那么光致抗蚀剂的未显影部分被溶解。执行洗涤和清洗步骤有选择地清除被溶解的光致抗蚀剂。执行干燥步骤。典型地，通过紫外线辐射硬化保留有光致抗蚀剂的表面。然后实施蚀刻工艺，其中未受保护（即未涂光致抗蚀剂的）的基片、介电或传导层通过各种适当的方法被清除，比如通过等离子灰化/蚀刻或湿性化

学蚀刻的方法。

当在半导体器件加工中实施蚀刻工艺时，为了获取高产量，期望从蚀刻表面上清除残余物和杂质。一般通过公知的剥离方法来清除光致抗蚀剂、光致抗蚀剂残渣、其它残余物和诸如残余的蚀刻反应物及其副产物的杂质。当前的剥离方法包括干性化学清除方法和湿性化学清除方法。干性化学清除方法通常指用干性化学药品在气态等离子状态下与某一表面接触，从而清除残余的蚀刻工艺材料。湿性化学清除方法通常指液态化学溶液与某一表面接触的方法。

例如，当前的湿性清除技术包括要求将半导体晶片浸入到公知作为剥离器的化学混合物池槽中的方法。所述池槽可增加加热和超声功能。典型地，池槽实施浸泡时间二十到三十分钟可完全清除光致抗蚀剂和光致抗蚀剂残渣。在其它的湿性清除方法中，当已搅拌的液体或喷射液在晶片表面上经过时，残余物被清除。当前方法也可通过旋转半导体晶片，同时喷射清洁溶液到晶片上清洗表面，然后旋转甩干晶片来实施。另外，例如名为“在半导体表面上清洗蚀刻反应物/生成物的方法”的美国专利申请 No. 09/816956 中所述，当喷射清洁溶液时旋转晶片然后旋转甩干晶片的技术也包括带有氮净化的旋转甩干晶片。

令人遗憾的是，干性和湿性清除方法不能足够地清除具有高纵横比开口特征的半导体器件结构上的残余物和杂质，特别是当临界尺寸在亚微米范围，比如低于 0.25 微米时。例如，正如于 2001 年 6 月 5 日授权给 Vaartstra 的名为“清除有机材料的超临界混合物及其使用方法”的美国专利 No.6242165 所讨论的那样，传统的剥离技术不能足够地清除硬化的光致抗蚀剂和/或侧壁上沉积的抗蚀剂或残余物，或者不能足够地清除具有低于 0.25 微米的临界尺寸的器件结构上难以触及的缝隙或沟槽中的残余物。由于表面张力和毛细管作用，清除抗蚀剂或残余物的溶解方法是有限的，因此不能有效地对沟槽和缝隙实施湿性化学方法。正如 6242165 专利所描述，因为利用等离子灰化工艺不能轻易地清除等离子蚀刻副产物和结构侧壁相互作用而形成的侧壁聚合物，所以干性技术也不能完全清除在缝隙或沟槽中的抗蚀剂或残余物。

半导体加工中多种工艺步骤逐渐增大了清除光致抗蚀剂的难度。例如，通过活性离子蚀刻或离子注入方法进行光致抗蚀剂表面硬化增大了清除抗蚀剂或残余物的难度。另外，例如，轻烤和紫外线辐射的硬化步骤可能引起光致抗蚀剂的化学变化，从而增大了利用当前剥离技术清除残余物和杂质的难度。

有关当前剥离技术的其它问题包括水和化学药品的成本，环境保护团体对半导体工业的压力，以及清洁房工作引起健康问题的雇员诉讼。因此，开发更加有效和不妨害生态环境的剥离方法，从而减少安全事故的发生，以及减小半导体器件加工中使用化学药品和水的用量，这在半导体加工领域中具有相当大的吸引力。

超临界流体

在超临界状态下的流体被称为超临界流体。流体在压力和温度的混合作用下进入超临界状态，此时流体的密度接近于液体的密度。超临界流体与合成物在液体状态下混合时具有典型的高溶剂化和溶解特性，超临界流体也具有合成物在气体状态下低粘度的特性。

使用超临界流体能从表面上清除残余物或从多种材料中萃取杂质。例如，正如于 2002 年 4 月 9 日授权给 Marshall 等的名为“利用自然对流和由温度引起溶解浓度变化而清除杂质的装置”的美国专利 No.6367491 所描述，超临界和接近超临界流体作为溶剂从物件中清除杂质，例如，在 NASA 技术摘要 MFS-29611 (1990 年 12 月) 中描述了利用超临界二氧化碳作为传统地被用于洗涤金属部件表面上有机和无机杂质的碳氢化合物溶剂的替代物。

超临界流体已被用于清洁半导体晶片。例如，在 1990 年 7 月 31 日授权给 Nishikawa 等的名为“在超临界气体中加工物件的方法”的美国专利 No.4944837 中披露了使用超临界二氧化碳清除曝光的有机光致抗蚀剂膜层的方法。在半导体器件和其它物体的加工过程中需要更加有效且具有成本效益的剥离方法，该方法使用超临界二氧化碳清除广义范围的有机和无机材料，比如随同离子化合物的高分子极性和非极性化合物。

需要具有更好效益和效率的清除方法，该方法从半导体晶片、基片和要求低杂质标准的其它平面介质上清除光致抗蚀剂、光致抗蚀剂残渣、以及其它残余物和杂质。

发明内容

本发明的第一实施例是用于清除某一物体表面上杂质的一种方法。该物体被放在压力腔的支撑区上，然后给压力腔加压，执行清洁工艺，执行一系列的减压循环，然后放空压力腔。

本发明的第二实施例是用于清除某一物体表面上杂质的一种方法。该物体

被放在压力腔的支撑区上，然后给压力腔加压，执行清洁工艺，然后向压力腔加压使清洁化学药品从压力腔中被推出，执行一系列的减压循环，然后放空压力腔。

本发明的第三实施例是用于清除半导体晶片表面上杂质的一种方法。晶片
5 被放在压力腔的支撑区上，然后给压力腔加压至足够形成超临界流体的第一压
强。向压力腔注入清洁化学药品，压力腔中的压强增至第二压强，使清洁化学
药品在压力腔中循环流动，压力腔中的压强增加致使清洁化学药品从压力腔中
被推出，执行一系列的减压循环，然后放空压力腔。

本发明的第四实施例是用于清除某一物体表面上杂质的装置。压力腔包含
10 一物体支撑件。向压力腔加压的装置。执行清洁工艺的装置。执行一系列减压
循环的装置。放空压力腔的装置。

附图说明

参考附图可更好地理解本发明，其中：

图 1 是一幅显示按照本发明清洁物体表面的一种方法的工艺流程的流程
15 图。

图 2 是一幅描述与图 1 所示工艺流程 (100) 中执行清洁工艺 (30) 步骤
相应的清洁工艺 (30a) 的流程图。

图 3 也是一幅描述与图 1 所示执行清洁工艺 (30) 步骤相应的清洁工艺
(30b) 的流程图。

20 图 4 是为了描述本发明的一种方法的压强/时间曲线图。

具体实施方式

参考附图进一步详细直观地描述了本发明的各种实施例。本发明的阐述范
围并不局限于此处提出的实施例。因此，进一步详细的描述不包含限制的意思，
而且本发明的范围通过附属的权利要求来限定。

25 本发明旨在提出一种清洁物体表面的工艺，比如该物体是用于在半导体器
件加工领域中公知的蚀刻工艺的半导体基片。

一般通过公知的剥离方法来清除光致抗蚀剂、光致抗蚀剂残渣、以及其它
30 残余物和诸如残余的蚀刻反应物及其副产物的杂质。特别是当临界尺寸在亚微
米级范围之内时，当前的剥离技术不能足够地清除硬化的光致抗蚀剂和/或侧壁
上沉积的抗蚀剂或残余物，或者不能足够地清除位于器件结构上难以触及的缝

隙或沟槽中的残余物和杂质。例如，由于表面张力和毛细管作用，清除抗蚀剂或残余物的溶解方法是有限的，因此不能有效地对沟槽和缝隙实施湿性化学方法。诸如通过紫外线辐射，活性离子蚀刻或离子注入方法进行表面硬化光致抗蚀剂的半导体加工工艺逐渐增大了利用当前剥离方法清除残余物和杂质的难度。
5 度。

为了克服在现有技术中面临的清除光致抗蚀剂、光致抗蚀剂残渣、以及其它残余物和诸如残余的蚀刻反应物及其副产物的杂质所存在的问题，开发了更加有效和不妨害生态环境的清洁工艺和装置，其能减少安全事故的发生，以及减小在半导体器件和其它物体的加工过程中使用化学物品和水的用量。按照本
10 发明中所述的方法和装置，在清洁工艺中使用低粘度、高溶性和增溶性的超临界二氧化碳。

根据本发明的目的，“二氧化碳”应被理解在液态、气态或超临界（包括接近超临界）状态作为流体使用的二氧化碳（CO₂）。“液态二氧化碳”是指在气一液均衡条件下的 CO₂。如果使用液态 CO₂，那么应用温度优选低于
15 30.5°C。此处的“超临界二氧化碳”是指高于临界温度（30.5°C）和临界压强（7.38MPa）条件下的 CO₂。当 CO₂ 承受的压强和温度分别高于 7.38MPa 和 30.5°C 时，相应来说，它就被规定为处于超临界状态。“接近超临界二氧化碳”是指在大约 85% 的绝对临界温度和临界压力条件下的 CO₂。

在优选实施例中，液态或超临界二氧化碳可作为合成物被提供。优先用于
20 本发明方法和装置的液态或超临界 CO₂ 可包括超临界 CO₂ 和清洁化学药品。优先地，清洁化学药品提高了超临界 CO₂ 促使两性分子物种和杂质混合的特性，同时提高了其在充满化学药品的超临界 CO₂ 中清除杂质的特性。应该认识到，在提供合成物的实施例中，本发明中该合成物的主要成份是液态或超临界 CO₂。
25

利用本发明的工艺和装置能清洁各种物体，比如基片和其它平面介质。根据本发明目的，“清洁”应该被理解为与本领域中传统的清洁方法一致。正如在此处应用的“基片”，其包括各种各样的结构，比如带有沉积光致抗蚀剂或残余物的半导体器件结构。基片可以是单层材料，比如硅晶片，或者包含多层。基片可由包括金属、陶瓷、玻璃或它们的混合物的多种材料组成。
30

利用本发明的方法和装置可有效地清除各种各样的材料，例如，根据本发

明能清除光致抗蚀剂、光致抗蚀剂的残余物、包含由氧化蚀刻工艺或等离子蚀刻工艺产生的聚合物的碳化氟，以及其它残余物和诸如残余的蚀刻反应物及其副产物的杂质。尤其是本发明能很好地清除紫外线辐射的硬化光致抗蚀剂，活性离子蚀刻或离子注入的硬化抗蚀剂，以及位于具有低于 0.25 微米临界尺寸的 5 器件结构上缝隙或沟槽中残余物和杂质。

图 1 显示按照本发明清洁物体表面的一种方法的工艺流程（100）。该物体被放在压力腔的支撑区上（10），然后给压力腔加压（20），执行清洁工艺（30），执行一系列的减压循环（40），然后压力腔被通风至大气压强（50）。

10 压力腔可通过气态、液态、超临界或接近超临界 CO₂ 加压。优选地，压力腔通过 CO₂ 加压至 2500psi。

优选地，用于工艺流程（100）的温度范围在大约 30 °C 到 250 °C 之间。在一优选的实施例中，在压力腔中支撑区的温度使物体保持于最小冷凝状态，为了使物体达到最小冷凝状态，支撑区的温度优选地高于压力腔中 CO₂ 的温度。更优选地，在压力腔中支撑区的温度保持在 65 °C 左右。

15 图 2 是一幅描述与图 1 所示工艺流程（100）中执行清洁工艺（30）步骤相应的清洁工艺（30a）的流程图。所述清洁工艺（30a）包括向压力腔注入清洁化学药品（31），向压力腔加压（32），并且使清洁化学药品在压力腔中循环流动（33）。

20 压力腔可通过气态、液态、超临界或接近超临界二氧化碳加压（32）。优选地，压力腔通过 CO₂ 加压（32）至 2800psi。在优选实施例中，清洁化学药品在压力腔中循环流动（33）一段时间来清除杂质。根据本发明的目的，“杂质”是指广义范围的有机和无机材料，比如高分子极性和非极性化合物，随同离子化合物、光致抗蚀剂、光致抗蚀剂残渣以及诸如残余的蚀刻反应物及其副产物的其它残余物，或者它们的混合物。优选地，清除杂质的时间大约为三分 25 钟。更优选地，这段清除杂质的时间大约为两分钟。应该认识到，在实施例中，清洁化学药品在压力腔中循环流动一段时间来清除杂质，所述的“杂质” 至少是杂质的一部分。

如图 1 所示，执行一系列的减压循环（40），优选地包括执行至少两次减压循环。更优选地，执行一系列的减压循环（40）包括执行一系列的减压循环 30 （40）以至于使压力腔中的压强高于超临界压强。进一步更优选地，执行一系

列的减压循环 (40) 包括执行一系列的减压循环以致于在每次减压循环中压强从约 2900psi 开始降至 2500psi 左右。应该认识到，在实施减压循环的实施例中，所述的“减压循环”是指减压和增压循环。

图 3 也是一幅描述与图 1 所示工艺流程 (100) 中执行清洁工艺 (30) 步骤相应的清洁工艺 (30b) 的流程图。所述清洁工艺 (30b) 包括向压力腔注入清洁化学药品 (34)，向压力腔加压 (35)，使清洁化学药品在压力腔中循环流动 (36)，并且向压力腔加压使清洁化学药品从压力腔中被推出 (37)。压力腔可通过气态、液态、超临界或接近超临界二氧化碳加压。优选地，压力腔通过 CO₂ 被加压至 3000psi 来将清洁化学药品从压力腔中推出 (37)。

按照本发明，图 4 描述了从半导体晶片的表面上清除杂质的方法。晶片被放在压力腔的支撑区上，然后给压力腔加压至足够形成超临界流体的第一压强。向压力腔注入清洁化学药品，压力腔中的压强增至第二压强，使清洁化学药品在压力腔中循环流动，压力腔中的压强增加致使清洁化学药品从压力腔中被推出，执行一系列的减压循环，然后放空压力腔。

另一优选实施例是用于从物体的表面上清除杂质的装置。该装置包括含有物体支撑件的高压工艺腔（“压力腔”）。有关压力腔的细节已在共同拥有和待批的美国专利申请中公开，其中序列号为 09/912844，于 2001 年 7 月 24 日提交，名为“用于半导体基片的高压工艺腔”的申请，以及序列号为 09/970309，于 2001 年 10 月 3 日提交的，名为“用于多层半导体基片的高压工艺腔”的申请，在此处全文引为参考。液态或超临界 CO₂ 供应容器借助 CO₂ 泵和管道系统与压力腔连接，使液态或超临界二氧化碳输入压力腔中。液态或超临界 CO₂ 可预先加压。应该认识到，在提供合成物的实施例中，使用其它部件来提供清洁化学药品。提供向压力腔加压的装置，比如泵。提供执行清洁工艺的装置，提供执行一系列减压循环的装置，提供放空压力腔的装置。在实施例中，液态或超临界 CO₂ 的循环用于提供一封闭系统。

本发明的方法和装置是用于从物体表面上清除杂质的更加有效和不妨害生态环境的清洁工艺和装置，其能减少安全事故的发生，以及减小在半导体器件的加工过程中使用化学药品和水的用量，并且绝对适合于用作传导层和基片的镀金晶片。

尽管通过实例已详细描述了本发明工艺和装置，然而本发明工艺和装置并

不局限于此。那些没有脱离被附属权利要求限定的本发明宗旨和范围的前述优选实施例的各种变形对于本领域技术人员来说是显而易见的。

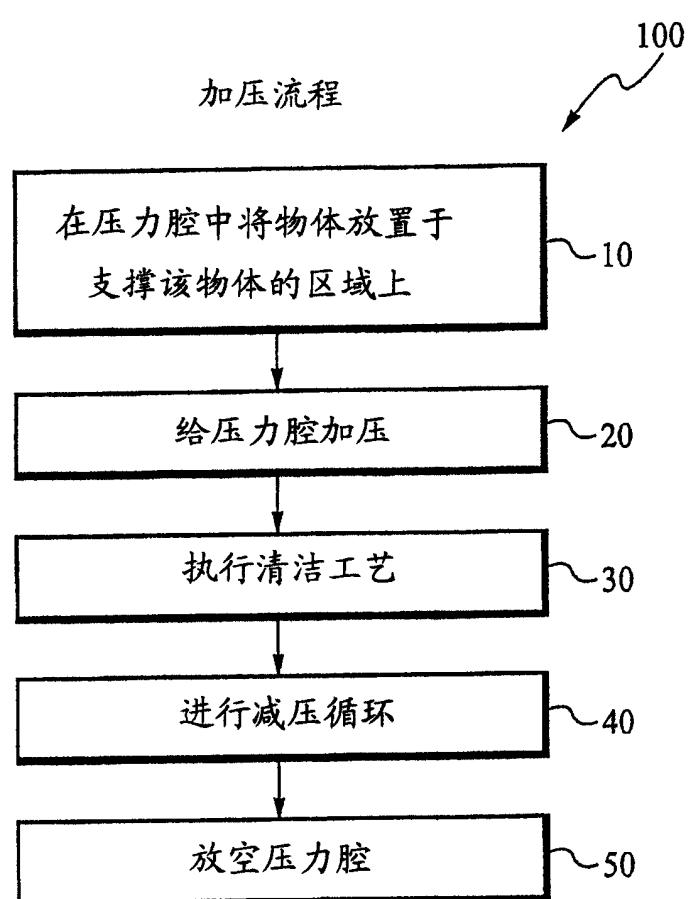


图 1

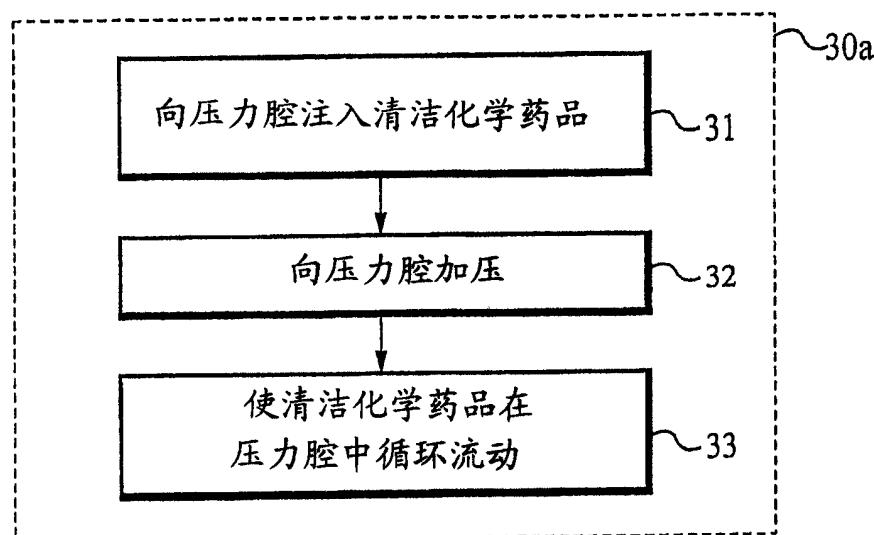


图 2

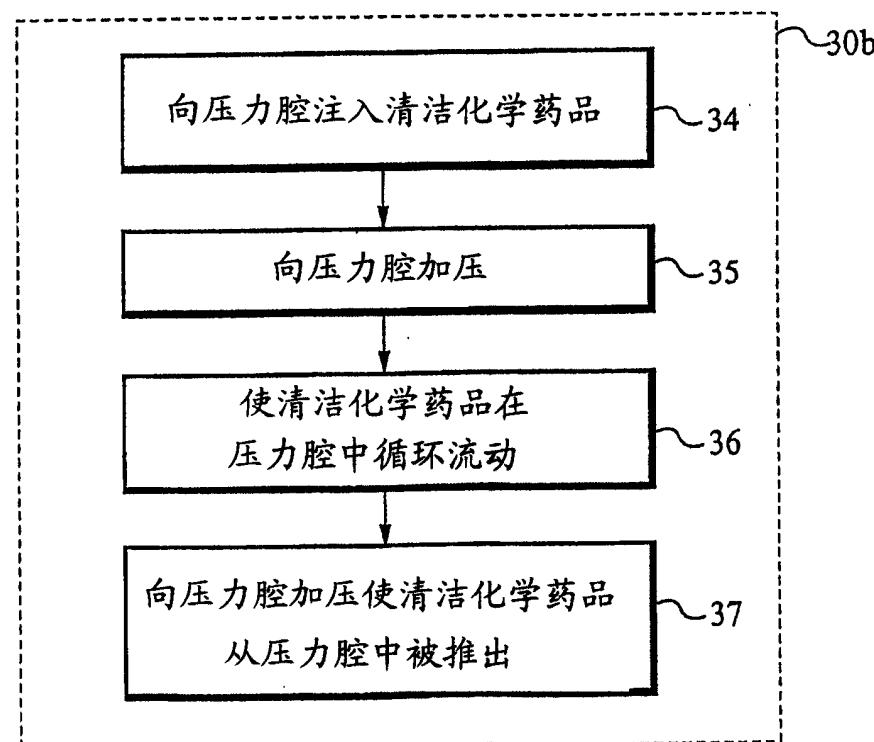


图 3

