



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101410760 B

(45) 授权公告日 2011. 09. 21

(21) 申请号 200780011533. 8

约翰·E·皮莱恩

(22) 申请日 2007. 03. 28

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

(30) 优先权数据

11/396, 823 2006. 04. 03 US

代理人 许静

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 09. 27

(51) Int. Cl.

G03F 7/20 (2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2007/007901 2007. 03. 28

(56) 对比文件

W0 2005/010619 A1, 2005. 02. 03,

W0 2005/010619 A1, 2005. 02. 03,

US 6582496 B1, 2003. 06. 24, 全文.

(87) PCT申请的公布数据

W02007/120451 EN 2007. 10. 25

审查员 赵强

(73) 专利权人 恩特格林斯公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 罗瑟·J·霍姆斯

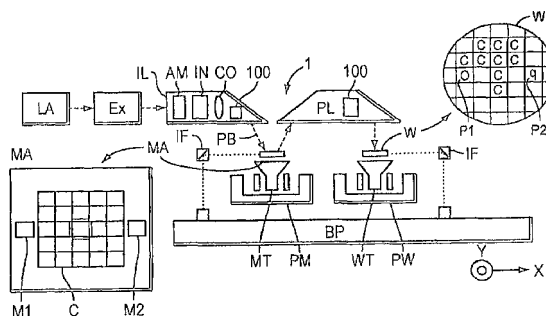
权利要求书 3 页 说明书 26 页 附图 14 页

(54) 发明名称

微影投射设备、气体洗涤方法、装置制造方法及洗涤气体的供应系统

(57) 摘要

一种微影投射设备,其包括:一个支撑件,其被建构来支撑一个图案成形装置 (patterning device),该图案成形装置则被建构以依据一个想要的图案而使一道投射光束形成图案。该设备具有一个基板平台 (substrate table) 与一个投射系统,该基板平台被建构成托住一个基板,而该投射系统则被建构成投射被图案成形过的光束到该基板的目标区域之上。该装置也具有一种洗涤气体供应系统,其被建构来将一种洗涤气体提供到靠近该微影投射设备的一个组件的表面。该洗涤气体供应系统包括:一个洗涤气体混合物产生器,其被建构来产生一种洗涤气体混合物,其包括至少一种洗涤气体与雾气。该洗涤气体混合物产生器具有:一个雾化器 (moisturizer),而该雾化器则被建构来将雾气加入到该洗涤气体中、以及一个洗涤气体混合物出口,而该洗涤气体混合物出口被连接到该洗涤气体混合物产生器,该洗涤气体混合物产生器则被建构来将该洗涤气体提供到靠近该表面。



1. 一种用于将蒸气加到洗涤气体中的设备,该设备包括:

一个气体入口,该气体入口与一个或更多的可再生净化器以流体相连通,可再生净化器具有与一气体源以流体相连通的一气体入口及一与一蒸发器的洗涤气体入口以流体相连通的洗涤气体出口,这些净化器从到达这些净化器的一气体入口移除污染物,以形成一洗涤气体;

该蒸发器包括一个外罩与一个或更多的微孔中空纤维薄膜;该外罩包含一洗涤气体入口与一洗涤气体混合物出口,该洗涤气体混合物出口与该微孔中空纤维的一第一侧以流体相连通,并且该外罩包括一可蒸发液体入口与可蒸发液体出口,该可蒸发液体出口与该微孔中空纤维的一第二侧边以流体相连通,这些微孔中空纤维薄膜被处理以移除会劣化在一微影投射系统中的光学元件的光学特性的污染物,这些微孔中空纤维可以抵抗一可蒸发液体的液体侵入;

一温度调节系统,该温度调节系统将该蒸发器的温度、该洗涤气体混合物出口的温度或上述这些的组合的温度维持在一个或更多的设定点范围内;以及

一压力调节系统,该压力调节系统维持可蒸发液体与洗涤气体的压力,以防止在有些微孔中空纤维中在该可蒸发液体中形成洗涤气体的气泡。

2. 如权利要求1所述的设备,其中,该温度调节系统进一步包括:一个温度控制器、一个加热器、冷凝器或是上述的一组合。

3. 如权利要求1所述的设备,其中,该压力调节系统包括:一个压力控制器与一个背压调整器。

4. 如权利要求1所述的设备,其中,该压力调节系统将该可蒸发液体的压力维持在大约 5psi,或是较高于该洗涤气体压力。

5. 如权利要求1所述的设备,其中,该温度调节系统将该洗涤气体混合物出口的温度维持在高于蒸气的凝结点。

6. 如权利要求1所述的设备,其中,该温度调节系统独立于该洗涤气体的流率而维持该洗涤气体混合物的温度。

7. 如权利要求1所述的设备,其进一步包括:一洗涤气体出口,该洗涤气体出口与该洗涤气体混合物出口以流体相连通。

8. 如权利要求1所述的设备,其进一步包括:一液体收集器。

9. 如权利要求1所述的设备,其包括:一个或更多的蒸发器。

10. 如权利要求1所述的设备,其中,该洗涤气体混合物具有小于 1ppb 的会劣化在一微影投射系统中光学元件的光学特性的污染物。

11. 一种用于将蒸气加到洗涤气体中的方法,该方法包括:

利用一个温度调节系统将一蒸发器的温度、该蒸发器的一洗涤气体入口的温度或是上述的组合的温度控制在一个或更多的设定点范围内;

利用一个压力调节系统控制在该蒸发器中被一个或更多的微孔中空纤维所隔开的一种可蒸发液体与一种洗涤气体的压力,用以降低在有些微孔中空纤维中的可蒸发液体中形成洗涤气体气泡;以及

将一洗涤气体与在该蒸发器中的可蒸发液体相接触,该蒸发器包括一个外罩与该一个或更多的微孔中空纤维薄膜,该外罩包括一洗涤气体入口与一洗涤气体混合物出口,该洗

涤气体混合物出口与该一个或更多的微孔中空纤维的一第一侧以流体相连通,该外罩包括一个可蒸发液体入口与可蒸发液体出口,该可蒸发式液体出口与这些微孔中空纤维的第二侧以流体相连通,这些微孔型中空纤维薄膜被处理,以移除会劣化在一微影投射系统中光学元件的光学特性的可蒸发污染物,以及这些微孔中空纤维可以抵抗藉由一可蒸发液体的液体侵入。

12. 如权利要求 11 所述的方法,其中,该压力调节系统将该可蒸发液体的压力维持在大约 5psi,或是更高于该洗涤气体压力。

13. 如权利要求 11 所述的方法,其中,该温度调节系统将该洗涤气体混合物出口的温度维持在高于蒸气的凝结点。

14. 如权利要求 11 所述的方法,其中,该温度调节系统独立于该洗涤气体的流率而维持该洗涤气体混合物的温度。

15. 如权利要求 11 所述的方法,其进一步包括:利用来自该蒸发器的洗涤气体混合物出口的洗涤气体混合物来混合该洗涤气体的动作。

16. 如权利要求 11 所述的方法,其进一步包括:将该洗涤气体混合物通过一个液体捕获器并且移除液体的动作。

17. 如权利要求 11 所述的方法,其进一步包括:将该可蒸发液体进给到该蒸发器的动作,该可蒸发液体以一种再循环的方式流动。

18. 如权利要求 11 所述的方法,其中,该洗涤气体混合物具有小于 1ppb 的杂质。

19. 如权利要求 11 所述的方法,其中,该可蒸发液体产生一洗涤气体混合物,该洗涤气体混合物包括:一在一微影制程中所利用的蒸气。

20. 一种用于将蒸气加到洗涤气体中的设备,该设备包括:

一个气体入口,该气体入口与一个或更多的可再生净化器以流体相连通,可再生净化器具有与一气体源以流体相连通的一气体入口及一与一蒸发器的洗涤气体入口以流体相连通的洗涤气体出口,该或这些净化器从到达这些净化器的一气体入口移除污染物,以形成一洗涤气体;

该蒸发器包括一个外罩与一个或更多的微孔中空纤维薄膜;该外罩包含一洗涤气体入口与一洗涤气体混合物出口,该洗涤气体混合物出口与该微孔中空纤维的一第一侧以流体相连通,并且该外罩包括一可蒸发液体入口与可蒸发液体出口,该可蒸发液体出口与该微孔中空纤维的一第二侧边以流体相连通,这些微孔中空纤维薄膜被处理以移除会劣化在一微影投射系统中的光学元件的光学特性的污染物,这些微孔中空纤维可以抵抗一可蒸发液体的液体侵入;

一温度调节系统,该温度调节系统将该蒸发器的温度、该洗涤气体混合物出口的温度或上述这些的组合的温度维持在一个或更多的设定点范围内;以及

一个或多个蒸气传感器和一控制器,其修改或维持在该洗涤气体中的蒸气的浓度。

21. 如权利要求 20 所述的设备,其中,该温度调节系统进一步包括:一个热交换器、一个温度受到控制的环境或是上述的一组合。

22. 如权利要求 20 所述的设备,其中,该温度调节系统将洗涤气体混合物出口的温度维持在高于蒸气的凝结点。

23. 如权利要求 20 所述的设备,其中,该温度调节系统独立于该洗涤气体的流率而维

持该洗涤气体混合物的温度。

24. 如权利要求 20 所述的设备,其中,该控制器接收该一个或多个蒸气浓度传感器的输出以及通过一个质量流动控制器修改洗涤气体的流动,以修改或维持蒸气的浓度。

25. 如权利要求 20 所述的设备,其中,该一个或多个蒸气浓度传感器是一雾化器。

26. 如权利要求 25 所述的设备,其中,该洗涤气体混合物具有小于 1ppb 的会劣化在一微影投射系统中光学元件的光学特性的污染物。

27. 一种用于将蒸气加到洗涤气体中的方法,该方法包括:

利用一个温度调节系统将一蒸发器的温度、该蒸发器的一洗涤气体入口的温度或是上述的组合控制在一个或更多的设定点范围内;

将一洗涤气体与在该蒸发器中的可蒸发液体相接触,该蒸发器包括一个外罩与该一个或更多的微孔中空纤维薄膜,该外罩包括一洗涤气体入口与一洗涤气体混合物出口,该洗涤气体混合物出口与该一个或更多的微孔中空纤维的第一侧以流体相连通,该外罩包括一个可蒸发液体入口与可蒸发液体出口,该可蒸发液体出口与这些微孔中空纤维的第二侧以流体相连通,这些微孔型中空纤维薄膜被处理,以移除会劣化在一微影投射系统中光学元件的光学特性的可蒸发污染物,以及这些微孔中空纤维可以抵抗藉由一可蒸发液体的液体侵入;以及

使用一个或多个蒸气传感器和一控制器来修改或维持在该洗涤气体中的蒸气的浓度。

28. 如权利要求 27 所述的方法,其中,该温度调节系统将洗涤气体混合物出口的温度维持在高于蒸气的凝结点。

29. 如权利要求 27 所述的方法,其中,该温度调节系统独立于该洗涤气体的流率而维持该洗涤气体混合物的温度。

30. 如权利要求 27 所述的方法,其进一步包括:将该洗涤气体与来自该蒸发器的洗涤气体混合物出口的洗涤气体混合物加以混合的动作。

31. 如权利要求 27 所述的方法,其中,该控制器接收该一个或多个蒸气浓度传感器的输出,并且通过一质量流动控制器来修改洗涤气体的流率,用以修改或维持在洗涤气体中的蒸气的浓度。

32. 如权利要求 27 所述的方法,其中,该洗涤气体混合物具有小于 1ppb 的杂质。

33. 如权利要求 27 所述的方法,其中,该可蒸发液体产生一洗涤气体混合物,该洗涤气体混合物包括:一在一微影制程中所利用的蒸气。

微影投射设备、气体洗涤方法、装置制造方法及洗涤气体的供应系统

[0001] 本申请案主张 2006 年 4 月 3 日提出申请的美国专利申请案第 11/396,823 号的利益,且为此美国申请案的连续案;本申请案主张 2003 年 7 月 21 日提出申请的美国专利申请案第 10/623,180 号的利益,且为此美国申请案的部分连续申请案;且本申请案主张 2004 年 7 月 21 日提出申请的国际专利申请案第 PCT/US2004/023490 号的利益,且为该国际申请案的部分连续申请案;且本申请案主张 2004 年 7 月 21 日提出申请的美国专利申请案第 10/565,486 号的利益,且为该美国申请案的部分连续申请案;这些申请案的内容整体以参考的方式加入本文之中。

背景技术

[0002] 出现在一种微影投射设备的组件的表面于使用期间会逐渐受到污染,即使该设备大部分是在真空下操作也是如此。特别是,在微影投射设备中例如反射镜的光学元件的污染对于该设备的操作方面会有不利的影响,因为此种污染影响到光学元件的光学特性。

[0003] 微影投射设备的光学元件污染已知会藉由用一种超高纯度的气体洗涤微影投射设备的空间而降低,此种光学元件位在该空间中,该超高纯度的气体被称为洗涤气体。该洗涤气体防止表面的污染,例如,受到碳氢化合物的分子污染。

[0004] 这种方法的其中一项缺点是:洗涤气体对用于微影制程的化学活性方面会有不利的影响。因此,需要一种修改的洗涤气体,其能够降低在微影投射系统中光学元件的污染,但是却不会对用于微影制程的化学活性方面有不利的影晌。

发明内容

[0005] 本发明含有一个微影投射设备,其可以包括:一个照明器与一个支撑结构,该照明器被建构来提供一道辐射束,而该支撑结构则被建构来支撑一个图案成形装置。图案成形装置被建构来依据一个想要的图案使一道投射束形成图案。一个基板平台被建构来握持一个基板。一个投射系统被建构来投射被图案成形过的光束到该基板的目标部分上。至少一个洗涤气体供应系统被建构来将一种洗涤气体提供到至少部分的微影投射设备。该至少一个洗涤气体供应系统具有一个洗涤气体混合物产生器,而该洗涤气体混合物产生器则包括:一个蒸发器,其被建构来将蒸气加入到一种洗涤气体中,以形成一种洗涤气体混合物。在某些变化形式中,该洗涤气体主要由该洗涤气体与一种来自可蒸发液体的蒸气所组成。在某些实施例中,该洗涤气体混合物能够包括:一种洗涤气体与一种来自可蒸发液体的蒸气。该可蒸发液体形成一种在该洗涤气体中未受到污染的蒸气,而该混合物被用来降低或减少在微影投射设备中的光学元件的污染,同时维持在一个基板的上的披覆物的化学活性。一个洗涤气体混合物出口被连接到洗涤气体混合物产生器,并且能够被建构来将洗涤气体混合物供应到至少部分的微影投射设备。在该洗涤气体混合物产生器中的蒸发器是在高流率下将蒸气加入到洗涤气体中,而不会对该洗涤气体造成超过 1ppt(每兆分之一)的污染物。在某些实施例中,在洗涤气体混合物产生器中的蒸发器是在高流率下将蒸气加入

到洗涤气体中,而不会对该洗涤气体造成超过 1ppb(每十亿分之一)的污染物,1ppb 的污染物降低在微影投射系统中光学元件的光学特性。

[0006] 本发明的一个方面是提供一种改良式微影投射设备,特别是使用某种洗涤气体就能够降低污染物,而不会影响光阻剂显影的一种微影投射设备。

[0007] 依据本发明的一个方面,一种微影投射设备包括:一个照明器与一个支撑结构,该照明器被建构来提供一道辐射束,而该支撑结构被建构来支撑一个图案成形装置。该图案成形装置被建构以依据一个想要的图案来使一道投射束形成图案。一个基板平台被建构来握持一个基板。一个投射系统被建构来投射被图案成形过的光束到该基板的目标部分的上。至少一个洗涤气体供应系统被建构来将一种洗涤气体提供到至少部分的微影投射设备。该至少一个洗涤气体供应系统具有一个洗涤气体混合物产生器,而该洗涤气体混合物产生器则包括:一个蒸发器,或者该蒸发器被建构来将湿气加入到一种洗涤气体中。该洗涤气体混合物产生器被建构来产生一种洗涤气体混合物。该洗涤气体混合物包括:至少一种洗涤气体与该湿气。一个洗涤气体混合物出口被连接到洗涤气体混合物产生器,并且能够被建构来将该洗涤气体混合物供应到至少部分的微影投射设备。因此,存在着湿气,而化学活性,例如,阻剂的显影,并不会受到洗涤气体混合物的影响。

[0008] 依据本发明另一个方面,一种洗涤气体供应系统,其包含一个洗涤气体混合物产生器,而该洗涤气体混合物产生器包括:一个雾化器,其被建构来将雾气增加到一种洗涤气体中。该洗涤气体混合物产生器被建构来产生一种洗涤气体混合物且包括一个洗涤气体出口,而该洗涤气体混合物包括:至少一种洗涤气体与雾气。在某一个实例中,洗涤气体出口被建构来将洗涤气体混合物供应到至少一部分的微影投射设备。在本发明的某一型式中,该洗涤气体混合物是一种由洗涤气体与雾气组成的成分,该种成分包含:小于大约 1ppb 的对于光学元件的光学特性方面会有不利影响的污染物,该等光学元件则与辐射交互作用,以在微影投射设备中的基板形成一个图案。

[0009] 在一个较佳实施例中,该洗涤气体混合物供应系统包括:一个洗涤气体源、一个水源、与一个洗涤气体混合物产生器,而该洗涤气体混合物产生器具有一个雾化器,其被建构来将雾气增加到一种洗涤气体中。选择上,该供应系统也包括:一个用于水的加热装置,使得水在进入雾化器时或在进入雾化器前被加热。

[0010] 在本发明的某个型式中,该蒸发器是用于洗涤气体供应系统的一种雾化器,而微影投射设备较佳包括:一个包含一洗涤气体流的第一区域与一个包含水的第二区域,第一区域与第二区域是被蒸发器的一个气体可渗透式薄膜在洗涤气体供应系统处隔开,该蒸发器实质上可以抵抗可蒸发液体的液体侵入。更佳地,雾化器包含:具有一个第一端部与一个第二端部的一束全氟化气体可渗透式塑料中空纤维薄膜,该等薄膜具有一个外表面与一个内表面,而该内表面包括:一个内腔(lumen),而每一个纤维束的端部是以一个液密式全氟化热塑性密封件封住(potted),而形成单件式端部结构,而该单件式端部结构具有一个环绕的全氟化热塑性外罩,纤维端部则对于流体流动开放。该外罩具有一个内壁与一个外壁,而该内壁界定一个在该内壁与该等中空纤维薄膜之间的流量容积;该外罩包括:一个洗涤气体入口,而该洗涤气体入口被连接到该洗涤气体源与一个洗涤气体混合出口。该外罩包括:一个被连接到该水源的水入口及一个水出口,该洗涤气体入口不是被连接到该纤维束的第一端部且该洗涤气体混合物出口被连接到该纤维束的第二端部,就是该水入口

被连接到该纤维束的第一端部且该水出口被连接到该纤维束的第二端部,其中,该洗涤气体混合物包含至少一种洗涤气体与湿气。

[0011] 依据本发明的另一个方面,一种用于将蒸气加入洗涤气体的方法包括:将该洗涤气体输送通过上述的蒸发器一段足以将蒸气加入洗涤气体的时间。含有蒸气的洗涤气体被提供到至少一部分的微影投射设备。在一个实施例中,该蒸气是水蒸气,且包括藉由将湿气加入到一种洗涤气体中的方式来产生一种洗涤气体混合物的动作,而该洗涤气体混合物具有至少一种洗涤气体与湿气,以及将该洗涤气体混合物供给到至少一部分的微影投射设备,而该洗涤气体混合物包括:一种洗涤气体与湿气。因此,用于该微影投射设备中的化学品并不会受到洗涤气体的影响。

[0012] 依据本发明进一步的一方面,一种装置制造的方法包括:将上述方法运用到至少部分的基板,而该基板至少部分被一层辐射敏感性材料所覆盖;投射一个被图案成形过的辐射光束到该层辐射敏感性材料的一个目标部分上;以及将该洗涤气体混合物供应到靠近在该装置制造方法中使用的组件的表面。

[0013] 本发明进一步的细节、该些方面与实施例将仅藉由实例参照附图来描述。

附图说明

[0014] 图 1 概略地显示依据本发明某一型式的微影投射设备实施例的实例。

[0015] 图 2 显示依据本发明 EUV 照射系统与一种微影投射设备的投射用光学元件的侧视图。

[0016] 图 3 概略地指示说明依据本发明实施例的洗涤气体混合物供给系统的一个实例。

[0017] 图 4 概略地显示适用于图 3 实例的雾化器装置。

[0018] 图 5 是能够使用于图 3 实例中的中空纤维薄膜式蒸发器或雾化器的图示。

[0019] 图 6 显示使用于图 1 中薄膜接触器的测试分歧管线。

[0020] 图 7 显示用于超洁净干空气 (XCDA) 的气相色谱分析 / 火焰离子侦测器 (GC/FID) 的读数。

[0021] 图 8 显示用于如实例 1 所示, XCDA 的 GC/FID 的读数,该 XCDA 通过一个雾化器。

[0022] 图 9 显示用于 XCDA 的气相色谱分析 / 脉冲式火焰离子侦测器 (GC/PFID) 的读数。

[0023] 图 10 显示用于如实例 1 所示, XCDA 的 GC/PFID 的读数,该 XCDA 通过一个雾化器。

[0024] 图 11(A) 图标说明一种型式的洗涤气体供给系统,其具有用于稀释洗涤气体混合物的一个洗涤气体源;也同时显示一个光学收集器。

[0025] 图 11(B) 图标说明一种型式的洗涤气体供给系统,其具有用于稀释洗涤气体混合物的一个洗涤气体源与一个用以维持来自蒸发器或雾化器的洗涤气体混合物的温度的热交换器区域。

[0026] 图 12 说明相对于在来自一个蒸发器的两种不同气体出口压力下的饱和状态的蒸气输出图形,其中在 18psig 下的水是可蒸发的液体。

[0027] 图 13(A) 说明相对于在来自一个蒸发器的数种不同流率下的饱和状态以及用于在 59psig 下于蒸发器中像是水的可蒸发液体的蒸气输出图形。

[0028] 图 13(B) 是在蒸发器中于数种不同气体压力下的洗涤气体混合物中所计算出来的蒸气浓度的图形。

[0029] 图 14 是用于产生洗涤气体混合物的设备的图示,而该设备利用一个或更多连接在一起的中空纤维式蒸发器。

[0030] 图 15 说明在洗涤气体中的蒸气浓度的图示,该洗涤气体流过一个中空纤维式蒸发器,而该中空纤维式蒸发器可以被控制在一个基本上与流过该蒸发器的洗涤气体流率无关的范围内。

[0031] 主要元部件符号说明

[0032]	I	微影投射设备
[0033]	LA	辐射源
[0034]	MT	光罩台
[0035]	MA	光罩
[0036]	PM	定位装置
[0037]	PL	投射透镜
[0038]	C	目标位置
[0039]	W	基板
[0040]	LA	光源
[0041]	IL	照明器
[0042]	EX	光束扩展器
[0043]	AM	调整装置
[0044]	IN	积光器
[0045]	CO	冷凝器
[0046]	PB	光束
[0047]	IF	干涉仪
[0048]	WT	基板台
[0049]	PW	定位装置
[0050]	M1	光罩对准标记
[0051]	M2	光罩对准标记
[0052]	X	X 轴
[0053]	Y	Y 轴
[0054]	P1	基板对准标记
[0055]	P2	基板对准标记
[0056]	BP	底板
[0057]	100	洗涤气体供给系统

具体实施方式

[0058] 在描述本发明的构成与方法前,应该了解到,本发明并未受限于所描述的特定分子、构成、方法或规则,因为这些是会改变的。也应该了解到,用于本发明说明书中的术语仅是为了描述特定的型式与实施例的目的,并且并未意图限定本发明的范围,而本发明则仅由申请专利范围所限定。

[0059] 也必须注意到,除非内文明确地指出,如在本文中与在申请专利范围所使用的,单

数形式“一个 (a、an)”与“该 (the)”是包括复数型式。因此,例如提及一“中空纤维”是指一个或更多的中空纤维与熟悉此项技术的人士所知道的均等物等等。除非以其它方式界定,否则使用于本文中的所有技术与科学术语皆具有为一般熟悉此项技术的人士所共同了解的相同意义。虽然任何类似或均等于本文中所描述的方法与材料能够使来实施或测试本发明的实施例,但是现在要描述的是较佳的方法、装置与材料。本文中所有提到的公开文件皆被并入于本文中作为参考。本文中并无任何事物被建构成承认:可藉由早于本发明的揭示内容使本发明不具有专利要件。

[0060] 本发明的数种型式提供用于将蒸气加到洗涤气体中的一种设备与一种方法。虽然此种由蒸气所组成的洗涤气体或包括蒸气的洗涤气体特别有利于微影系统,但是它们的用途并非仅限于此种系统。藉由本发明的一种方法将蒸气引入到一个系统中以避免引入可能污染该洗涤气体的蒸气的方法。本发明的某些型式提供用于将水蒸气加入一洗涤气体的一种设备与一种方法。虽然此种增湿过的洗涤气体特别有利于微影系统,但是它们的用途并未受限于此种系统。藉由本发明的方法将水引入一个系统中避免引入可能污染该洗涤气体的水的方法。

[0061] 本文中所用的图案成形装置一词应该被广泛地解释成:一种能够被用来赋予进来的辐射光束以一种形成图案的横剖面,该横剖面对应于要被建立在基板的目标部分中的图案。用语“光阀 (light valve)”也能够被使用在内文中。通常,该图案将对应于在一种将在目标区域中要被建立起来的装置中的某一种特殊功能层 (functional layer),该装置例如是集成电路或其它的装置 (请参照下文)。此种图案成形装置的实例是光罩。光罩的概念在微影技术方面是众所熟知的,而光罩类型包括:二元 (binary) 光罩、交替式相改变 (alternating phase-shift) 光罩与衰减式相移光罩,以及数种混合式光罩类型。此种光罩在辐射依据在光罩的上的图案,光束中的摆置会造成照射在光罩上辐射光束的选择性穿透 (在穿透式光罩 (transmissive mask) 的情况下) 或反射 (在反射式光罩 (reflective mask) 的情况下)。在光罩的情况中,支撑件通常将是一个光罩台,其确保光罩能够被保持在进来的辐射光束中的所需位置处,并且如果需要的话,其能够相对于辐射光束移动。

[0062] 另一个图案成形装置的实例是可编程的镜片数组。此种数组的实例是具有一个黏弹体控制层与一个反射表面的矩阵式可寻址表面。支持着此种设备的基本原理是:例如,反射表面的被寻址的区域将入射光反射成绕射光,而未寻址的区域则将入射光反射成非绕射光。利用一种合适的过滤器,非绕射光能够过滤出被反射的光束,而仅留下绕射的光。以这种方式,依据矩阵式可寻址表面的寻址图案,光束逐渐形成图案。替代实施例的一种可编程镜片数组是利用极小的镜片 (tiny mirror) 的一种矩阵配置方式,藉由施加一种合适的局部化电场或藉由利用数个压电致动器,每个微镜片均能够分别地对着一个轴倾斜。再次地,该等镜片是矩阵可寻址式的,使得寻址的镜片能够以不同的方向将进来的辐射光束反射到未寻址的镜片。以这种方式,反射的光束依据矩阵式可寻址镜片的寻址图案被形成图案。使用合适的电子组件,能够进行所要的矩阵寻址。在上述的两种情况中,该图案成形装置可以包括:一个或更多的可编程镜片数组。更多在本文中所提及的镜片数组方面的信息能够见于例如美国专利 5,296,891 与 5,523,193 以及 PCT 公开的 W098/38597 与 W098/33096。在一种可编程镜片数组的情况中,结构可以被实施成一种例如是固定式或移动式的框架或台桌。

[0063] 一种图案成形装置的实例是可编程 LCD 数组。此种结构的实例揭示在美国专利 5, 229, 872 中。如上述, 在这个情况中的支撑结构可以被实施成一种可以是固定式或移动式的框架或台桌。

[0064] 为了简化的目的, 本文的其它部分在某些位置处特别针对数种微影设备 (例如, 光罩或光罩台) 的实例。然而, 在这些实例中讨论的一般原则应该会在加入蒸气到洗涤气体的更广的内容中看见, 例如本文中所讨论的, 使用一种洗涤气体产生器加入水蒸气以湿润洗涤气体。

[0065] 例如, 可以在集成电路 (IC's) 的制造中使用微影投射设备。在此情况中, 图案成形装置可以对应于 IC 的个别层来产生一种电路图案, 而这个图案能够被映像到在一个基板 (硅晶圆) 上的一个目标区域 (例如, 包括一个或更多的压模) 上, 该基板已被涂布一层辐射敏感材料 (光阻剂)。在本发明的某些型式中, 单一的晶圆将包括: 相邻目标区域的一整个网状结构, 而此等目标区域一次一个地经由投射系统而被相继地辐照。在目前的设备中, 藉由一个在光罩台上的光罩来形成图案的方式, 在两个不同机器类型间能作出一种区别。在一种类型的微影投射设备中, 每个目标区域都是藉由将整个光罩图案立刻曝光到目标区域上的方式而被辐照。此种设备通常称为晶圆步进机。在通常称为步进扫描设备 (step-and-scan apparatus) 的替代设备中, 藉由在辐射光束下以一个给定参考方向 (“扫描”方向) 渐进地扫描光罩图案来辐照每个目标区域, 同时平行于或反向平行于这个方向而同步地扫描基板台。一般来说, 因为投射系统会具有放大倍率系数 M (通常小于 1), 所以扫描基板台的速度将会是系数 M 乘以扫描光罩台的速度。更多关于本文所述的微影装置的信息可以从美国专利 6, 046, 792 中看到。

[0066] 在一种使用微影投射设备的已知制程中, 一个图案 (例如是在一个光罩中) 被映像到一个至少部分由一层辐射敏感材料 (光阻剂) 所覆盖的基板上。在这种映像作用前, 该基板会经历数种不同的程序, 例如, 涂底 (priming)、光阻涂布与软烘烤。在曝光完后, 基板会经历其它制程, 例如, 曝光后烘烤 (PEB)、显影、硬烤与映射特性方面的量测 / 检视。这些使用到的制程序列是当做以图案成形于一装置 (例如是 IC) 的一个别层的基础使用。接着, 此图案成形层会经历各种制程, 例如, 蚀刻、离子布植 (掺杂作业)、金属化、氧化、化学机械研磨等等, 所有的制程均为了完成个别层的加工。如果需要数层的话, 那么对于每一新的层来说均必须重复整个程序或该程序的变化。各种相迭的层的重迭 (并列) 容许多层装置的结构能够被制造出来。为了这个目的, 会在晶圆上的一个或更多位置处提供小参考标记, 从而界定在该晶圆上的坐标系统的原点。利用光学与电子装置并结合基板支托座定位装置 (以下称为 “对准系统”), 每一次有新的层必须被并置在既存的层上时, 这个光罩能够接着被重新定位。最后, 这些装置数组将呈现在基板 (晶圆) 上。然后, 这些装置藉由一种例如切块或锯切的技术而彼此分开, 因此, 个别的装置能够被装设在一个载体 (carrier) 上、被连接到销件上等等。关于这些制程的进一步信息例如从 “微芯片制造: 半导体制程实务导览” 一书 (由 McGraw Hill 出版公司, Peter vanZant 于 1997 年所著, ISBN0-07-067250-4 第三版) 中可以获知。

[0067] 为了简化的目的, 投射系统于下文可以称为 “透镜 (lens)”。然而, 这个术语应该被广泛地解释成含括数种不同的投射系统例如包括: 折射式光学、反射式光学与反射折射式系统。辐射系统也可以包括: 依据用于导引、修整或控制辐射光束的任何设计类型而运作

的数个组件,并且这些组件在下文中也可以共同或特定地称为“透镜”。此外,微影设备可以是一种具有两个或更多基板台(及/或两个或更多的光罩台)的类型。在此种“多平台(multiple stage)”装置中,额外的台桌可以被使用于可以在一个或更多台桌上实施的平行或准备步骤中,而一个或更多的其它台桌将使用于曝光制程。双平台型微影设备被描述于例如美国专利 5,969,441 与 6,262,796 中。

[0068] 虽然可以特别参照在本文中依据本发明在 ICs 制造中使用的设备,但是应该明白此种设备具有许多其它可能运用。

[0069] 例如,该设备可以被运用在积体光学系统的制造、用于磁域内存的导引与侦测图案(guidance and detection patterns for magnetic domain memory)、液晶显示器面板、薄膜式磁头等等。一般熟习此技术领域的人士将体认到,在此种替代应用的内文中,在文中任何使用“标线片”、“晶圆”或“模具”的术语应该被视为可以分别由更通用的术语“光罩”、“基板”与“目标区域”来取代。

[0070] 在本文件中,“辐射”与“光束”被用来涵盖被用来使光阻剂在一个基板上形成图案的所有类型的电磁辐射。上述这些包括:X 射线、紫外线(UV)(例如,具有 365 奈米、248 奈米、193 奈米、157 奈米或 126 奈米的波长)、与极紫外线(EUV)(例如,具有 5 奈米到 20 奈米范围中的波长)以及粒子射束,例如,离子束或电子束。

[0071] 图 1 概略地图示描述依据本发明实施例的微影投射设备 1。该微影投射设备 1 包括一个基座板(base plate)BP。该设备也可以包括一个辐射源 LA(例如,EITV 辐射线)。第一物件(光罩)台 MT 设有一个被建构以握持一个光罩 MA(例如,一个标线片)的光罩支托座(mask holder),并且被连接到一个相对于一个投射系统或透镜 PL 准确地定位光罩的第一定位装置 PM。第二物件(基板)台 WT 设有一个被建构以握持一个基板 W(例如,涂布光阻剂的硅晶圆)的基板支托座,并且被连接到一个相对于投射系统或透镜 PL 准确地定位基板的第二定位装置 PW。该投射系统或透镜 PL(例如,一组镜片)被建构以将光罩 MA 的一个辐照部分映射到基板 W 上的一个目标部分 C(例如,包括一个或更多的模具)上。

[0072] 如本文所描述的,该设备属于一种反射型(也就是说,其具有一个反射式光罩)。然而,一般而言,该设备也可以属于一种穿透式,例如具有穿透式光罩。再者,该设备可以运用另一种图案成形装置,例如上述类型的可编程镜片数组。该辐射源 LA(例如,一个放电或雷射产生的电浆源)产生辐射。该辐射直接地或是在横越例如一个扩束器(beam expander)EX 的调节装置(conditioning device)之后被供应到一个照明系统(照明器)IL 中。该照明器 IL 可以包括一个调整装置 AM,该调整装置 AM 设定在光束中强度分布的外部及/或内部径向范围(通常分别称为 s-outer 与 s-inner)。此外,其通常将包括各种其它组件,例如积分器(integrator)IN 与冷凝器 CO。以这种方式,入射到光罩 MA 上的光束 PB 具有一种所需的均匀性与在其横剖面上的强度分布。

[0073] 应该注意到针对图 1,辐射源 LA 可以在微影投射设备的框罩内,虽然当辐射源 LA 是例如一个汞灯时,通常是上述的情况,但是该辐射源 LA 也可以远离微影投射设备。辐射源 LA 所产生的辐射线被导入到设备中。后来的情况通常是当辐射源 LA 是一种准分子雷射(excimer laser)时的情形。本发明包含这两种情况。

[0074] 光束 PB 随后截住被握持在一个光罩台 MT 上的光罩 MA。在已经横过光罩 MA 之后,光束 PB 通过透镜 PL,透镜 PL 将光束 PB 聚焦在基板 W 的一个目标部分 C 上。由于第二定位

装置 PW 与干涉仪 IF 的辅助,基板台 WT 能够被精确地移动,以例如在光束 PB 的路径上定位不同目标区域 C。同样地,例如,在从一个光罩库(mask library)中机械式取出光罩 MA 后,或在扫描期间,能够使用第一定位装置 PM 以相对于光束 PB 的路径准确定位光罩 MA。一般而言,对象台(MT, WT)的移动将藉由一个长行程模块(粗定位)与一个短行程模块(细定位)的辅助来实现,该等模块没有被明确地描述在图 1 中。然而,在一种晶圆步进机(相反于步进扫描设备)的情况下,光罩台 MT 可以正好被连接到一个短行程致动器,或者是可以被固定。光罩 MA 与基板 W 可以使用光罩对准标记(M1, M2)与基板对准标记(P1, P2)而被对准。

[0075] 所描述的设备可以使用在两种不同模式中:(1)在步进模式中,基本上光罩台 MT 被保持固定,且一整个光罩影像立刻地、也就是以单次“闪光”、被投射到一个目标区域 C 上。基板台 WT 接着在 X 以及 / 或 Y 方向上被变换,使得一个不同的目标区域 C 能够被光束 PB 所辐照。(2)在扫描模式中,除了一个给定的目标区域 C 不会在单次“闪光”中被曝光,基本上应用相同的方案。取代地,光罩台 MT 可在一个给定方向上(所谓的“扫描方向”,例如是 Y 方向)以一个速度 v 移动,使得引起辐射 PB 的光束以扫描过一个光罩影像。同时,基板台 WT 同时在相同或相反的方向上以速度 $V = Mv$ 移动,其中, M 是透镜 PL 的放大倍数(典型上, $M = 1/4$ 或 $1/5$)。以这种方式,能够曝光一个相当大的目标区域 C,而不用放弃分辨率。

[0076] 图 2 显示能够使用在图 1 微影投射设备 1 中的投射系统 PL 与一个辐射系统 2。辐射系统 2 包括一个照明光学单元 4。辐射系统 2 也能够包括一个光源聚集器模块(source-collector module)或辐射单元 3。辐射单元 3 设有一个由一种放电电浆形成的辐射源 LA。辐射源 LA 可以利用一种气体或蒸气,例如氙气或锂蒸气,其中,可以产生一种非常热的电浆,以发射出在 EUV 范围中的电磁频谱的辐射。藉由导致一种电气放电的部分离子化电浆崩溃在光学轴 0 上,可以产生非常热的电浆。对于有效率地产生辐射,需要分压 0.1mbar 的氙气体、锂蒸气或其它合适的气体或蒸气。由辐射源 LA 所发射出的辐射从来源腔(source chamber)7,经由一个气体障壁结构或“箔片捕获器(foil trap)9”,通过进入到聚光腔(collector chamber)8。气体障壁结构 9 包括一个信道结构,该信道结构是例如在美国专利 6,862,75 与 6,359,969 中所详细描述。

[0077] 聚光腔 8 包括一个辐射聚光器 10,其可以是一种掠角射聚光器(grazing incidence collector)。由聚光器 10 所传递的辐射被反射离开一个光栅光谱滤波器(grating spectral filter)11,以被聚焦在聚光腔 8 中的一孔隙处的虚拟源点(virtual source point)12。从聚光腔 8 处,投射光束 16 通过法线入射反射镜 13 与 14 在照明光学单元 4 中被反射到一个标线片或定位在标线片或光罩台 MT 上的光罩上。有图案的光束 17 被形成,该光束通过反射式组件 18 与 19 而在投射系统 PL 中被映像到一个晶圆平台或基板台 WT 上。在照明光学单元 4 与投射系统 PL 中通常可以存在比所示出的更多的组件。

[0078] 如图 2 所示,微影投射设备 1 包括一个洗涤气体供应系统 100。如图 2 所示,洗涤气体供应系统 100 的洗涤气体出口 130 到 133 被定位在投射系统 PL 及照明光学单元 4 中靠近反射器 13 与 14 与反射式组件 18 与 19 处。然而,如果需要的话,设备的其它部件同样可以设有一个洗涤气体供应系统。例如,微影投射设备的一个标线片与一个或多个传感器可以设有一个洗涤气体供应系统。

[0079] 在图 1 与图 2 中,洗涤气体供应系统 100 定位在微影投射设备 1 内。洗涤气体供

应系统 100 能够利用在微影投射设备 1 外部的任何装置、以任何适用于特定实施的方式受到控制。然而,同样可能将洗涤气体供应系统 100 的至少一些组件定位在微影投射设备 1 外侧,例如洗涤气体混合物产生器 120。

[0080] 图 3 显示洗涤气体供应系统 100 的实施例。一个洗涤气体入口 110 被连接到一个供应一种实质上没有湿气的干燥气体的洗涤气体供应设备(未显示),该洗涤气体供应设备例如是一个加压的气体供应回路、一个具有压缩干空气、氮气、氦气或其它气体的汽缸。干燥气体被进给通过洗涤气体混合物产生器 120。如于下文中解释的,干燥气体在洗涤气体混合物产生器 120 中被进一步纯化。此外,洗涤气体混合物产生器 120 包括一个蒸发器 150,该蒸发器 150 将蒸气添加到洗涤气体中,以形成一种洗涤气体混合物。例如在本发明的一种型式中,蒸发器是一个雾化器 150,其将湿气添加到用于该洗涤气体混合物出口 130 的干燥气体。如在这个实施例所示的其它洗涤气体出口 131 与 132 并未连接到雾化器 150。在洗涤气体产生器的实施例中可以存在有洗涤气体出口与洗涤气体混合物出口的数种不同的组合。因此,在洗涤气体混合物出口 130 处存在有一种包含洗涤气体与湿气的洗涤气体混合物,且在其它洗涤气体出口 131 以及 132 处则仅存在干燥的洗涤气体。藉以,可以仅在靠近被提供有需要一种蒸气(例如水蒸气)的化学品的表面(例如晶圆台 WT)附近提供洗涤气体混合物,而微影投射设备 1 的其它部分则能够被提供有一种干燥洗涤气体,也就是说,没有类似湿气的一种蒸气。然而,本发明并未被限制成产生器仅有一个出口供应洗涤气体混合物的洗涤气体混合物产生器。

[0081] 此外,因为类似湿气的蒸气被添加到一种洗涤气体中,所以能够以优良的准确度控制该洗涤气体混合物的特性,蒸气的浓度或纯度。例如,优良的准确度可以是在洗涤气体中的蒸气浓度,用以形成藉由将洗涤气体、可蒸发液体或前述两种的组合的温度控制于大约 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 或 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以下的方式来达成的一种洗涤气体混合物。在洗涤气体中的蒸气浓度能够藉由维持在气体与液体间的压力使得气体并不会侵入到液体中而受到控制,且在洗涤气体中的蒸气浓度实质上是恒定在大约 5% 或更小的范围之内。洗涤气体中的蒸气浓度藉由控制温度、压力、洗涤气体流率或是上述条件的任意组合而被维持,使得洗涤气体中的蒸气浓度实质上是稳定的,例如,在制造洗涤气体混合物期间,洗涤气体混合物中的蒸气浓度变动大约 5% 或更少,在某些型式中,其变动大约在 1% 或更少,而在又另外的型式中,洗涤气体混合物中的蒸气浓度小于大约 0.5%。

[0082] 洗涤气体混合物中的湿气浓度可以是藉由控制洗涤气体进入蒸发器中的流率、混合有洗涤气体混合物的稀释洗涤气体的流率、或是上述条件的任何组合所达成的,以达成变化在 5% 或更少的蒸气浓度。

[0083] 在某些型式中,洗涤气体中的湿气浓度能够藉由一种可蒸发液体的压力而受到控制,该可蒸发液体的压力大约为超过洗涤气体的压力 5psig 或更高。在洗涤气体与液体间的压力差能够藉由一个或更多的压力调节器而受到控制,压力调节器具有大约 5% 或更少的重复性,且在某些模式中具有大约小于 $\pm 0.5\%$ 的重复性。

[0084] 来自雾化器下游处的一个湿气探针的输出讯号可以与在一个控制回路中的一个控制器一起使用,以调节在蒸发器中的洗涤气体或可蒸发液体的压力、调节在蒸发器中的可蒸发液体或洗涤气体的温度、调节添加到洗涤气体混合物的稀释洗涤气体量、或是上述的任何组合,用以在洗涤气体中达成一蒸气量,以形成一种洗涤气体混合物,在本发明

的某些型式中该混合物提供一种变动小于 5% 的蒸气浓度,在本发明的某些型式中,其变动小于 1%,而在其它的型式中,其变动小于 0.5%。有利的是,将洗涤气体的温度或洗涤气体混合物的温度维持在微影制程公差内的一温度范围内,用以将微影投射设备中光学元件的热膨胀与热收缩减少到最小程度,且降低折射率的变动。有利的是,将在洗涤气体混合物中的蒸气浓度维持在这些范围内,用以最小化在折射率以及在干涉量测装置的输出的变动。有利的是,系统的蒸发器是有弹性的,且例如在水的情况中,该蒸发器容许出现在该洗涤气体混合物中的水蒸气的量可以容易地藉由添加更多或更少的水蒸气到洗涤气体中而被调整。

[0085] 如其中蒸气是水蒸气的图 15 所示的,藉由修改蒸发器的温度与流率,蒸气浓度能够被控制在实质与通过蒸发器的洗涤气体流率无关的范围内。在某些型式中,蒸气浓度能够被控制在小于在洗涤气体混合物中的蒸气浓度大约 5% 的范围内,而在某些实施例中,小于大约 1% 的范围内,在其它实施例中,则小于大约 0.5% 的范围内。如图 15 所示,本发明型式的蒸发器所能够提供的一种洗涤气体混合物具有:在 40slm 的流量下大约 6314ppm 的水蒸气浓度、在 80slm 的流量下大约 6255ppm 的湿气浓度以及在 120slm 的流量下大约 6286ppm 的湿气浓度。在洗涤气体通过蒸发器的整个流率中,实质固定的湿气浓度的变动是小于大约 0.5%。

[0086] 在某些型式的洗涤气体混合物产生器 120 中,该产生器在一个流动方向上能够包括:一个净化器装置 128、一个流量计量器 127、一个阀件 125、一个减量器 (reducer) 129、一个热交换器 126 与该雾化器 150。

[0087] 用于洗涤气体的一个气体源通过洗涤气体入口 110 而被供应到净化器装置 128。例如,一种来自 CDA 源 (未显示) 的压缩干燥空气 (CDA) 通过洗涤气体入口 110 被供应到净化器装置 128。CDA 则受到净化器 128 净化。净化器 128 包括:两个平行的流动分歧管线 128A 与 128B,每个流动分歧管线在流动方向上包括:一自动阀件 1281 或 1282 与一个可再生式净化器装置 1283 或 1284。每个可再生式净化器装置 1283 与 1284 设有一个加热组件,用以加热并藉此分别且独立地再生个别的可再生式净化器装置 1283 与 1284。例如,一个净化器能够被用来制作洗涤气体,而其它净化器则是离线被再生的。该等流动分歧管线被在净化器装置 1283 与 1284 下游处被连接到一个能够被一个气体净化度传感器 1286 所控制的关断阀 1285。

[0088] 因为净化器是可再生的,藉由将该等净化器在它们变得充满着从洗涤气体处被移除的化合物的情况下分开地加以再生,该系统能够使用一段长时间。可再生式净化器可以是任何合适的类型,例如与发生在一种木炭过滤器中的非可再生式化学制程相反的可再生式过滤器,该可再生式过滤器是从某一种气体中、藉由一种例如吸附作用、触媒或其它方式的物理程序移除污染的化合物或颗粒的。一般而言,可再生式净化器并不含有有机材料,且可再生式净化器典型上包含一种适合用来以物理方式结合洗涤气体的污染物的材料,例如包含有沸石、氧化钛、镓或钼化合物等等的金属。较佳的净化器是惰性气体与氧兼容式净化器,例如是可从 Mykrolis 公司 (现在为 Entegris 公司) 购得的 Aeronex Inert 或 XCDA 的净化器 (CE-70KF-I、氧或氮)。在本发明的某些型式中,合适的净化器提供一种具有小于 1ppt 的例如碳氢化合物、氮氧化物等等的污染物的洗涤气体。

[0089] 净化器装置 1283 与 1284 能够交替地处于一种净化状态与一种再生状态,干净的

干燥空气 (CDA) 或其它气体在净化状态下被净化。在再生状态中,净化器装置被个别的加热组件所再生。因此,例如,净化器装置 1283 在净化 CDA 时,净化器装置 1284 则被分开地且独立地再生。净化器装置 128 因此能够连续地操作,同时维持一种气体净化度的稳定位置。

[0090] 自动阀件 1281 或 1282 以与净化器装置 1283 与 1284 的操作一致的方式来操作。因此,当一个净化器装置 1283 或 1284 被再生时,对应的阀件 1281 或 1282 会被关闭。当一个净化器装置 1283 或 1284 被用来净化时,对应的阀件 1281 或 1282 是打开的。

[0091] 在一个实施例中,例如净化的 CDA 的净化气体通过关断阀 1285 被馈入,该关断阀 1285 受到纯度传感器 1286 的控制。当净化的 CDA 的纯度低于预定的界限值时,纯度传感器 1286 会自动关闭关断阀 1285。因此,自动地防止微影投射设备 1 有具有 \ 过低的纯度程度的洗涤气体的污染。

[0092] 净化的 CDA 的流动能够通过流动计量器 127 来监控。阀件 125 能够被用来手动地关掉该流动。减量器 129 在该减量器的出口处提供稳定的压力,因此一种稳定洗涤气体的压力能够 (通过热交换器 126) 被提供给限流装置 (restriction) 143 到 145。

[0093] 热交换器 126 提供一种在实质固定的温度下的净化 CDA。热交换器 126 吸收热能或将热能添加到净化过的气体,例如净化过的 CDA,以达成适合于特定实施方式的气体温度。在微影投射设备中,例如,使用稳定的处理条件,并且热交换器因此可以稳定净化过的 CDA 的温度,以具有经过一段时间是不变的或是在预定狭窄温度范围内的气体温度。对于在微影投射设备中洗涤气体出口处的洗涤气体的合适条件可以例如是每分钟 20 到 30 标准升的流量及 / 或大约 22℃ 的洗涤气体温度及 / 或在 30% 到 60% 范围内的相对湿度。然而,本发明并未被限定于这些条件,并且这些参数的其它数值同样也可以被使用在依据本发明的系统中。可以使用热交换器以调整洗涤气体的温度,以修改来自一个蒸发器中的可蒸发式液体的蒸气的摄入 (uptake)。

[0094] 热交换器 126 可以通过限流装置 143 到 145 被连接到洗涤气体出口 130 到 132。限流装置 143 到 145 能够被用来限制气体的流动,使得在每个洗涤气体出口 130 到 132 处可以获得所需要的、固定的洗涤气体流动与压力。在洗涤气体出口处用于洗涤气体压力的合适的数值可以例如是 100mbar。同样可能使用可调整式限流装置,用以在每个洗涤气体出口 131 到 132 与洗涤气体混合物出口处 130 处提供可调整的气体流动。

[0095] 蒸发器,例如雾化器 150,被连接到在限流装置 143 与洗涤气体出口 130 间的热交换器的下游。洗涤气体混合物出口 130 在图 1 与图 2 的实例中设在靠近晶圆台 WT 处。雾化器 150 添加湿气或水蒸气到净化过的 CDA,并因此提供一种洗涤气体混合物到出口 130。在这个实施例中,只会在单一出口处排放洗涤气体混合物。然而,同样可能的是例如藉由连接多个洗涤气体出口到个别的雾化器,或连接两个或更多的出口到相同的雾化器,而将洗涤气体混合物排放到两个或更多的洗涤气体出口。同样可能在除了图 3 所示之外的洗涤气体混合物产生器中的不同的位置处提供一个例如雾化器的蒸发器。例如,雾化器 150 可以放置在洗涤气体混合物产生器 120 与阀体 143 间,而不是在阀体 143 与洗涤气体出口 130 间。雾化器或其它蒸发器 150 也能够当作或操作成一种流量限流装置,并且如果需要的话,也可以省略连接到雾化器 150 的限流装置 130。

[0096] 雾化器 150 可以被实施成例如如图 4 所示的。然而,雾化器 150 同样可以用不同

方式实施,且例如包括将液体蒸发成洗涤气体流的蒸发器。

[0097] 显示于图 4 中的雾化器 150 包括一个液体槽 151,该液体槽 151 以一种例如高纯度水的可蒸发式液体 154 装满到液体位准 A。一个气体入口 1521(以下称为“湿气体入口 1521”)被放置成使端部没入可蒸发式液体 154 中,也就是低于液体位准 A。另一个气体入口 1522(以下称为“干气体入口 1522”)被放置成使其端部高于液体位准 A,也就是在液体槽 151 中未充填可蒸发式液体 154 的部分。一个气体出口 153 将液体槽 151 在液体 154 上方的部分与洗涤气体供给系统 100 的其它部份相连接。在这种型式的蒸发器中,例如净化过的压缩干空气的洗涤气体通过湿气体入口 1521 被馈送到液体槽 151 中。因此,在液体 154 中产生洗涤气体的气泡 159。因此,如图 4 中由箭头 B 所指出的,由于浮力的关系,将湿气体入口 1521 放入可蒸发式液体 154 后气泡 159 会向上行进。在不希望被理论所限制下,在此向上行进期间,来自可蒸发式液体 154 的湿气会由于例如扩散过程而进入气泡 159。因此,在气泡 159 内的洗涤气体会与湿气相混合。在液体表面处,也就是液体位准 A 处,气泡 159 会将其气态内容物供应到存在液体槽 151 中在液体 154 上方的该或该等气体。所产生的洗涤气体混合物通过气体出口 153 而从槽排出。

[0098] 湿气体入口 1521 可以是具有一个外端部的管件组件,该外端部被连接到液体槽 151 外侧的一个洗涤气体供给装置(未显示),该洗涤气体供给装置例如是图 3 的洗涤气体混合物产生器 120。含有蒸气或湿气体入口 1521 在一个定位在液体槽 151 内侧中的内端部处设有过滤器组件 1525,该过滤器组件 1525 具有例如大约 0.5 微米的小通道。在这整个实施例中,过滤器组件 1525 至少部分地被放置在液体 154 中。因此,湿气体入口 1521 产生大量的非常小的洗涤气体气泡。因为它们的尺寸小(例如大约 0.5 微米),该等气泡 159 在一段相当短的时间内,也就是气泡 159 在通过液体 154 的一段相当短的移动距离,被增加水分到饱和。

[0099] 干气体入口 1522 设有一个过滤器组件 1524,该过滤器组件 1524 类似于湿气体入口 1521 的过滤器组件。从而,通过湿气体入口 1521 与干气体入口 1522 的气体流实质上是相似的,且在气泡 159 离开液体 154 时,在洗涤气体混合物中的湿气量实质上是在气泡 159 中的湿气量的一半。也就是说,如果气泡 159 中的湿气是饱和的话,也就是 100%的相对湿度(Rh),洗涤气体混合物具有 50%的相对湿度。然而,同样也可能分别通过该湿气体入口 1521 与该干气体入口 1522 提供不同比率的气体流到液体槽中,并且从而在大约 0%到大约 100%间调整相对湿度。

[0100] 该气体出口 1530.003 微米的细网状过滤器 1526,该细网过滤器 1526 能够被用来将颗粒与小液滴从流出液体槽 151 的气体中过滤出来。因此,此等颗粒对被供应有洗涤气体混合物的表面所造成的污染会被降低。

[0101] 在洗涤气体混合物中的湿气的相对量能够以不同方式受到控制。举例而言,例如气泡所行进的液体高度的液体槽 151 的参数能够受到控制。而且,举例而言,通过干气体入口 1522 被带到液体槽 151 中无湿气的洗涤气体的量相对于透过湿气体入口 1521 所产生的有湿气的洗涤气体的量能够受到控制。液体槽 151 的控制参数可以例如是在液体中洗涤气体的内部温度、流量、压力与停留时间中的其中一个或更多个。

[0102] 温度已知具有一种在类似湿气的蒸气的饱和量上的影响,该蒸气例如能够存在于一种气体中。为了控制温度,液体槽 151 可以设有一个加热组件,该加热组件则响应一个温

度讯号而受到一个控制装置或控制器的控制,该温度讯号表示在液体槽内侧例如由温度量测装置所提供的温度。

[0103] 藉由通过湿气体入口 1521 来调整气泡被置入液体中的位置的方式,可以改变气泡在可蒸发式液体 154 中的停留时间。例如,当过滤器 1525 被进一步定位到液体 154 中时,气泡必须行进到液体位准 A 的距离会增加,因此停留时间也会增加。气泡出现在液体 154 中的时间愈长,就有越多的蒸气(例如水蒸气)能够被吸收到气体中。因此,藉由改变停留时间能够调整气体的蒸气内容物,例如湿气。

[0104] 雾化器装置 150 进一步设有一个控制装置 157,在洗涤气体混合物中例如是水蒸气的蒸气的量能够透过此控制装置 157 受到控制。例如,控制装置 157 能够利用一个湿气控制接触器 1571 被连接到在干气体入口 1522 中的一个控制阀件 1523,通过该控制阀件 1523,被供给到干气体入口 1522 的洗涤气体的流率能够受到控制,并且因此相对于湿润气体的量控制干燥的洗涤气体的量。

[0105] 控制装置 157 进一步控制存在于液体槽 151 中的液体 154 的量。控制装置 157 使用一个液体控制接触器 1572 而被连接到一个液体供给装置 156 的控制阀 1561,并且利用一个溢流接触器 1573 而被连接到气体出口 153 的控制阀 1531。一个液位量测装置 158 被连通地连接到控制装置 157。液位量测装置 158 提供一个液体位准讯号到控制装置 157,该液体位准讯号代表在液体槽 151 中的液体位准的特性。控制装置 157 响应该可蒸发式的液位讯号而操作控制阀 1561 及控制阀 1561。

[0106] 在这个实例中,液位量测装置 158 包括三个浮控开关 1581 到 1583,这些开关相对于液体槽 151 的底部而被定位在适合的、不同的高度处。最低的浮控开关 1581 定位最靠近于底部。当液体位准 A 系在或低于最低的浮控开关 1581 时,最低的浮控开关 1581 提供空的讯号给控制装置 157。响应该空的讯号,控制装置 157 会打开控制阀 1561,并且自动地将液体供给到槽。

[0107] 在液体位准 A 到达这个浮控开关 1582 的高度的情况下,在中间位置的浮控开关 1582 则会提供满的讯号。该控制装置 157 则响应该满的讯号而关闭控制阀 1561,并藉以关闭液体的供应。

[0108] 一个顶部的浮控开关 1583 是定位在最远离底部处。在液体位准 A 是在或高于顶部的浮控开关 1583 的情况下,顶部的浮控开关 1583 会提供满溢讯号给控制装置 157。响应该满溢讯号,控制装置 157 会关掉气体出口 153 的控制阀 1531,以防止液体泄漏到微影投射设备 1 的其它部份。

[0109] 一种具有高于或等于 20% (例如等于或高于 25%) 的相对湿度的洗涤气体混合物特别能够提供优良的结果。此外,具有高于 25% 且低于 70% (例如是,60%) 的相对湿度的洗涤气体混合物对于在微影投射设备中的量测系统的准确度方面具有良好的防护效果。此外,也发现到例如大约 40% 的湿度,其类似于在微影投射设备周围的例如无尘室的空间中的湿度,提供最理想的结果。

[0110] 在本发明的某些实施例中,例如,当较高的气体流率、改良的蒸气浓度控制,或简化的操作是相当有利的,一个蒸发器能够包括:一个外罩、一个含有一洗涤气体流的第一区域及一个含有一可蒸发液体的第二区域,其中第一区域与第二区域是由一种气体可渗透的中空纤维薄膜所隔开,该纤维薄膜实质上可抵抗液体的侵入。此种蒸发器能够被利用来将

液体蒸气提供到一种洗涤气体中,以形成一种洗涤气体混合物。在某些实施例中,该蒸发器是一种雾化器,该雾化器包括一个外罩、一个含有一洗涤气体流的第一区域及一个含有水份的第二区域,其中该第一区域与该第二区域由一气体可渗透薄膜所隔开,该薄膜实质上可以抵抗水份的侵入。

[0111] 用于该等蒸发器薄膜的合适的材质包括:热塑性聚合物,例如聚合物(四氟乙烯-共聚-全氟-3,6-二恶-4-甲基-7-辛烯-磺酸(tetrafluoroethylene-co-perfluoro-3,6-dioxo-4-methyl-7-octene sulfonic acid))与全氟化聚合物(例如聚四氟乙烯(polytetrafluoroethylene))。例如全氟化聚合物的非可润湿性聚合物(non-wettable polymer)是特佳的,特别是适合与高压流体一起使用且大致上没有无机氧化物(例如硫化物(SO_x)与氮化物(NO_x),x为从1到3的整数)的聚合物。薄膜可以是一种能够折迭或打褶或能够在相对的侧边处被接合的薄片,用以形成中空的纤维。在本发明的某些型式中,中空纤维薄膜可以是挤制的多孔中空纤维。与任何用来将薄膜接合到一个外罩的密封剂、罐封树脂或接着剂结合的薄膜在正常的操作条件下(例如,30psig或更少的压力)可以防止液体渗透到洗涤气体中,且减少或消除气体逸出。该薄膜较佳被建构成将薄膜与洗涤气体及一种例如水的可蒸发液体相接触的面积增加到最大,且将薄膜体积减到最小。如下文所述,每个装置中,一个雾化器能够包括一个以上的薄膜。

[0112] 可以使用一种具有形成管子的中空纤维与壳体结构的蒸发器。在某些实施例中,蒸发器被用来将水蒸气增加到某一种载体气体中,并且可以被称为雾化器。例如,具有中空纤维薄膜的蒸发器或雾化器典型上包括:a)一束有复数个气体可渗透中空纤维薄膜,该束气体可渗透中空纤维薄膜具有第一端部与第二端部,而该等薄膜具有外表面与内表面,且该内表面包围该第一与第二区域中的其中之一者;b)该束中空纤维薄膜的每个端部被罐封(potted)以一种液密密封剂,其形成一种端部结构,该端部结构具有一个环绕的外罩,而纤维端部则对于流体流动开放;c)该外罩具有内壁与外壁,该内壁在该内壁与该等中空纤维薄膜间界定第一与第二区域中的另一个区域;d)该外罩具有被连接到该洗涤气体源的一洗涤气体入口与一个洗涤气体混合物出口;以及e)该外罩具有被连接到可蒸发液体源的一个可蒸发液体入口与一个可蒸发液体出口,其中,该洗涤气体入口被连接到该束纤维薄膜的第一端部及该洗涤气体混合物出口被连接到该束纤维薄膜的第二端部,或者该可蒸发液体入口被连接到该束纤维薄膜的第一端部及该可蒸发液体出口被连接到该束纤维薄膜的第二端部。在某些实施例中,该可蒸发液体是水。

[0113] 典型上,具有一般而言适合当做蒸发器或雾化器使用的中空纤维薄膜的装置被称为薄膜接触器,且被描述在美国专利第6,149,817号、第6,235,641号、第6,309,550号、第6,402,818号、第6,474,628号、第6,616,841号、第6,669,177号与第6,702,941号中,这些专利的内容以参考的方式加入本文中。虽然描述在上述专利中的薄膜接触器有许多是有助于将气体添加到一种液体(例如水)中或是将气体从一种液体移除,但是申请人已经发现到薄膜接触器通常能够当做蒸发器操作,使得来自一种液体的蒸气可以被添加到具有降低的或小于大约1ppt的增加的污染物的洗涤气体流动。在洗涤气体混合物产生器中的蒸发器在高流率的下将蒸气添加到洗涤气体中,而不会对洗涤气体造成超过1ppt的污染物。蒸发器的流出物是例如包含小于1ppt的非甲烷碳氢化合物以及小于1ppt的硫化物。合适的薄膜蒸发器能够使用在一个净化器下游,而不会影响由净化器所形成的洗涤

气体的完整性。可以使用气相层析 / 脉冲火焰游离 (gaschromatography/pulsed flame ionization)、APMS 或其它微量技术 (tracetechniques), 以特征化多孔薄膜蒸发器的清洁性。能够被制造及 / 或处理来降低污染、且适合当做雾化器使用的薄膜接触器的特定实例包括 : 由 Pall 公司所贩卖的 Infuzor® 薄膜接触器模块、由 Membrana-Charlotte 公司所贩卖的 Liqui-Cel® 薄膜接触器模块及由 PermaPure 公司所贩卖的 Nafion® 薄膜燃料电池加湿器。

[0114] 特佳的蒸发器或雾化器概略地显示在图 5 中, 该蒸发器或雾化器的商业实施例是 pHasor® II 薄膜接触器, 其由美国麻萨诸塞州 Billerica 的 Mykrolis® 公司 (现在是 Entegris 公司) 所贩卖。如图 5 所说明的, 流体 1 通过纤维内腔 3 而进入雾化器 2 中, 在该纤维内腔 3 内时横越雾化器 2 内部, 在此处流体被薄膜而与流体 4 隔开, 且通过纤维内腔在连接件 40 处离开。流体 4 经由连接件 30 进入外罩, 并且实质充满在该外罩的内壁与该等纤维的外径的间的空间, 以及经由连接器 20 处离开。

[0115] 使用在本发明蒸发器或雾化器中的气体可渗透式中空纤维薄膜典型上是下列其中一个 : a) 具有一个多孔表层内表面、一个多孔外表面及一个介于该内表面与外表面间的多孔支撑结构的中空纤维薄膜 ; b) 具有一个表层非多孔表层内表面、一个多孔外表面以及一个介于该内表面与外表面间的多孔支撑结构的中空纤维薄膜 ; c) 具有一个多孔表层外表面、一个多孔内表面以及一个介于该内表面与外表面间的多孔支撑结构的中空纤维薄膜 ; 或 d) 具有一个非多孔表层外表面、一个多孔内表面及一个介于该内表面与外表面间的多孔支撑结构的中空纤维薄膜。这些中空纤维薄膜能够具有大约 350 微米到大约 1450 微米的外径。

[0116] 当这些中空纤维薄膜是具有一个多孔表层内表面、一个多孔外表面及一个介于该内表面与外表面间的多孔支撑结构的中空纤维薄膜、或是具有一个多孔表层外表面、一多孔内表面以及一个介于该内表面与外表面间的多孔型支撑结构的中空纤维薄膜时, 该多孔表面的孔的直径较佳是在从大约 0.001 微米到大约 0.005 微米或在它们最大的样式。在表层表面中的孔较佳的是面向流体的流动。

[0117] 用于这些中空纤维薄膜的合适材料包括 : 全氟化热塑性聚合物, 例如聚 (四氟乙烯 - 共聚 - 全氟) (烷基乙烯基乙醚 (alkylvinylether)) (聚 PTFE-CO-PFVAE)、聚 (四氟乙烯 - 共聚 - 六氟丙烯 (tetrafluoroethylene-co-hexafluoropropylene)) (FEP) 或其等的混合, 因为这些聚合物并不会因为严厉的使用条件而有不利的影响。PFA 铁氟龙® 是聚 PTFE-CO-PFVAE 的一个实例, 其中烷基主要或完全为丙烷基群。FEP 铁氟龙® 是聚 FEP 的一个实例。上述两者均由杜邦公司所制造。Neoflon™ 的 PFA (Daikin Industries) 是一种类似于杜邦公司的 PFA 铁氟龙® 的聚合物。一种其中烷基群主要为甲基的聚 PTFE-CO-PFVAE 描述于美国专利第 5,463,006 号中, 该专利的内容以参考的方式加入本文中。一种较佳的聚合物是 Hyflon® 的聚 PTFE-CO-PFVA620, 其可从美国新泽西 Thorofare 的 Ausimont USA, Inc. 购得。将这些聚合物形成为中空纤维薄膜的方法揭示在美国专利第 6,582,496 号与第 4,902,456 号中, 该等美国专利内容以参考的方式加入本文中。

[0118] 罐封作业 (potting) 是形成一种在每个纤维周围具有液密密封作用的管状薄板的程序。管状薄板或罐将雾化器的内部与外界环境隔离。罐以热结合到外罩容器, 以产生一个单一端部结构。当纤维与罐被结合到外罩以形成完全由全氟化热塑性材料所组成的

单一全体时,可以获得单一端部的结构。单一端部的结构包括纤维束被包围在一个罐封端部、该罐与全氟化热塑性外罩的端部部分中的部分,其内表面则与该罐一致且被结合到全氟化热塑性外罩的端部部分。藉由形成单一结构,可以制造出更坚固的蒸发器或雾化器,在该罐与该外罩的接面处较不可能发生泄漏或其它损坏。此外,形成单一结构避免使用例如环氧树脂的接着剂来将纤维结合在适当位置的需要。典型上,这些接着剂包括则会污染流过蒸发器或雾化器的洗涤气体的挥发性碳氢化合物。例如,使用由 Perma Pure 公司销售的 Liqui-cel 雾化器而被增湿的洗涤气体明显地有环氧树脂的味道,而清楚地显示在洗涤气体中有一种无法令人接受的例如像是数百个 ppm 的碳氢化合物内容物。该罐封与接合程序是描述在 1999 年 1 月 29 日提出申请的美国专利申请案第 60/117,853 号中的方法的改良,且被揭示于美国专利第 6,582,496 号中,该等专利文件的教示以参考的方式加入本文中。该等中空纤维薄膜束较佳地被制备成使得该束中空纤维薄膜的第一端部与第二端部以一种液密的全氟化热塑性密封见来封罐,而形成单一端部结构,该端部结构包括具有环绕的全氟化热塑性外罩的第一端部与第二端部两者,该等端部的纤维以分开方式对于流体流动开放。

[0119] 本发明的一种型式是将蒸气添加到洗涤气体中的设备。设备能够包括:一个气体源入口与一个来自净化器的洗涤气体出口,该气体源入口与一个或更多的可再生净化器以流体连通,该洗涤气体出口则与一个蒸发器的洗涤气体入口以流体连通。净化器能够被独立地再生,并且移除从气体源入口到净化器的污染物,以形成洗涤气体。蒸发器能够包括:一个外罩以及一个或更多的微孔中空纤维薄膜。外罩具有一个洗涤气体入口与一个洗涤气体混合物出口,洗涤气体混合物出口与微孔型中空纤维薄膜的第一侧以流体连通。外罩具有一个用于可蒸发液体的入口与一个与微孔中空纤维的第二侧边以流体连通的用于可蒸发液体的出口。微孔中空纤维薄膜会对一种来自蒸发器的可蒸发液体的蒸气造成小于 1ppb 的污染物,而该污染物会劣化在微影投射系统中的光学元件的光学特性,而在某些实施例中会有小于 100ppt 的这种挥发性污染物。蒸发器可以被清洁或处理,以降低或移除这些污染物。微孔中空纤维藉由可蒸发液体抵抗液体的侵入。

[0120] 该设备能够进一步包括一个温度调节系统,该温度调节系统将蒸发器的温度、洗涤气体入口的温度、洗涤气体混合物出口的温度或上述这些的组合的温度维持在一个或更多的设定点范围内。该温度调节系统能够包括一个或更多个温度量测装置、一个或更多个能够修改该设备的一个或更多个区段或区域的温度的热交换器及一个控制器。该控制器从温度量测装置接收温度的输入值,并且藉由控制一个或更多个热交换器的操作来修改设备的温度。热交换器可以包括、但是不会被限定于:加热器、冷激器、珀尔帖冷却器 (peltier cooler)、风扇或其它装置。该温度调节系统能够将蒸发器的温度、洗涤气体的温度、洗涤气体混合物的温度或上述的任意组合的温度维持在大约 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 或更小的设定点温度范围内,在某些实施例中,维持在大约 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 或更小的设定点温度范围内,而其它的实施例则维持在大约 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 或更小的设定点温度范围内。该温度调节系统能够将洗涤气体混合物维持在高于蒸气的凝结温度以上的温度,使得可以减少或消除蒸气的凝结。在某些实施例中,温度调节系统能够将在洗涤气体混合物中的蒸气温度维持在蒸气的凝结温度以上到大约 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 或更小的温度范围内。该温度调节系统能够维持设备的温度,使得在洗涤气体、洗涤气体混合物中的蒸气浓度浓度的变动小于 5% 的浓度,在某些实施例中,变动小于 1% 的浓度、而

在其它的型式中,变动小于 0.5% 的浓度。温度调节系统能够在该设备中维持一种温度梯度。藉由维持设备的温度,该温度调节系统提供一种实质固定的蒸气浓度。在某些型式中,该温度调节系统在不同的洗涤气体流率下将洗涤气体混合物的温度维持在一种实质固定的温度。

[0121] 该设备能够包括一个压力调节系统,该压力调节系统维持可蒸发式液体的压力、一洗涤气体的压力或是上述任何组合的压力,以防止在可蒸发式液体中的洗涤气体气泡形成在微孔中空纤维中,并且提供一种在洗涤气体混合物中浓度变动小于 5% 的蒸气,在某些实施例中,浓度变动小于 1% 的蒸气,在其它的实施例中,浓度变动小于 0.5% 的蒸气。压力调节系统能够包括可蒸发液体的加压源,该加压源的进给压力能够例如藉由加压气体或泵浦来修改。压力调节系统能够包括压力转换器、计量阀与一个控制器,用以量测或修改在蒸发器的中空纤维多孔薄膜的其中一侧上可蒸发液体的压力。压力调节系统能够包括一个或更多个压力转换器、计量阀与一个控制器,以量测或修改与蒸发器的多孔中空纤维的第二侧相接触的洗涤气体或洗涤气体混合物的压力。该压力调节系统能够维持洗涤气体或洗涤气体混合物的压力,并且避免洗涤气体气泡形成在该可蒸发液体中。在某些型式的设备中,压力调节系统将可蒸发液体的压力维持在大约 5psi 或高于洗涤气体的压力。该压力调节系统能够包括一个压力控制器与一个背压调节器。

[0122] 在本发明实施例中的设备能够包括一个流量控制系统,该流量控制系统维持洗涤气体的流率、一稀释气体的流率、来自该设备的洗涤气体混合物的流率、或上述的任何组合。该流量控制系统能够包括一个或更多的质量流控制器、一个或更多的蒸气浓度传感器与一个控制器。依据一蒸气浓度或蒸气饱和设定点的分压,该控制器能够从该等蒸气传感器取得浓度输出值,并且修改洗涤气体与洗涤气体混合物的混合物,以产生具有所需蒸气浓度或蒸气设定点浓度的稀释的洗涤气体混合物。流量控制系统能够在洗涤气体混合物中提供变动小于 5% 的蒸气浓度,在某些实施例中,变动小于 1%,而在其它的实施例中,变动小于 0.5%。

[0123] 该设备能够使一种洗涤气体混合物或是一种稀释的洗涤气体混合物有小于 1ppb 的挥发性杂质,而在某些型式中,小于 1ppt 的挥发性杂质。在本发明某些型式中,洗涤气体混合物能够在大于 20slm 的洗涤气体流率下形成,且在来自蒸发器的洗涤气体混合物中的液体蒸气量则比在微影投射设备或其它输送设定点的温度与压力下可以使洗涤气体饱和的量更多大约 20%。藉由控制在该设备中洗涤气体混合物中的蒸气温度、压力、流量或上述任何组合,在洗涤气体混合物中的蒸气浓度或组成能够被修改。藉由以另外的洗涤气体、利用将来自蒸发器的洗涤气体混合物出口的洗涤气体混合物与洗涤气体混合的步骤或动作来稀释,可以进一步修改在洗涤气体混合物中的蒸气浓度。藉由将含有洗涤气体的混合物通过一个液体收集器并且移除液体的动作,可以进一步处理洗涤气体混合物或稀释的洗涤气体混合物。

[0124] 可蒸发流体能够利用一个计量阀,从一个加压源被进给到中空纤维。或者,可蒸发流体能够被进给到蒸发器中,而该蒸发器具有以再循环的方式流动或是终端进给 (dead end feed) 的可蒸发液体。例如,可蒸发液体可以是在一个温控式槽内且由一个泵浦进给到蒸发器中,且任何残存的可蒸发液体则回到槽中进一步加热。在某些型式中,接触器液体侧的出口能够被关闭,当可蒸发液体由洗涤气体所蒸发时,该可蒸发液体从一个加压液体源被进给到蒸发器。

[0125] 图 11(A) 概略地说明一种洗涤气体混合物供应系统, 该系统进一步调节来自一个来源 (未显示, 但可以是一种外罩式氮气供应装置 (house nitrogensupply)、来自气瓶的电子级气体等等)、通过一个调节器 1104 且进入净化器 1108 的气体 1102, 用以产生能够由质量流控制器 1112 与 1116 控制的洗涤气体流 1110。该净化器 1108 能够包括一个或更多个独立且分开的可再生净化器。也可以存在选择性的压力转换器 1114、温度转换器 1106 与蒸气传感器 (未显示)。一种无污染的可蒸发液体 1130 能够从一个来源 (未显示) 被供应到蒸发器或接触器 1120, 该可蒸发液体 1130 的蒸气能够被用来控制、强化或修改光阻剂的活性、其它的微影化学涂布、或其它基板涂布。例如, 来自一个来源 (未显示) 的像是水的可蒸发液体 1130 可以流过压力调节器 1128、流过蒸发器或雾化器 1120 且流过选择性的流量控制阀 1124。相较于没有蒸气的洗涤气体, 在洗涤气体中的蒸气会强化光阻剂的活性; 藉由维持在洗涤气体中的蒸气浓度, 洗涤气体混合物能够被用来控制光阻剂的活性。亦显示有选择性的压力转换器 1126 与温度转换器 1122。水 1130 能够以与洗涤气体流 1110 的方向逆流的方向流动, 该洗涤气体流 1110 的方向被图示为从质量流控制器 1112 移动通过雾化器 1120。在某些型式中, 水与气体能够以相同的方向流动。来自质量流控制器 1112 的洗涤气体 1110 通过在雾化器 1120 中抵抗液体的侵入的多孔薄膜取得液体蒸气, 以形成洗涤气体混合物 1140。洗涤气体能够被进给, 且使用在连接到出口 1136 的微影投射系统中。洗涤气体混合物 1140 能够被选择性地与来自第二质量流控制器 1116 的洗涤气体相混合且被该洗涤气体稀释, 以形成稀释的洗涤气体混合物 1144, 该稀释的洗涤气体混合物 1144 能够被进给且被使用在连接到出口 1136 的微影投射系统中。这种稀释能够被用来将来自质量流控制器 1112 而通过蒸发器 1120 的洗涤气体保持固定的流动, 并且有助于蒸发器 1120 的温度控制。可以使用其在设备中的位置能够改变的选择的捕获器 1132, 用以移除雾化器 1120 的任何液滴或凝结。捕获器可以是一种粒子过滤器或液体收集器, 其位置被选择以提供在液体或微量颗粒的减少作用。一种蒸气传感器 1138 能够选择性地定位在蒸发器 1120 下游。选择地, 可以使用控制器来接收蒸气传感器 1138 的输出, 且通过质量流控制器 1116 来修改洗涤气体流 1110, 以修改或维持在稀释的洗涤气体混合物 1144 中的蒸气浓度。在某些实施例中, 蒸气传感器是一种湿气传感器。该洗涤气体混合物 1144 能够设在一个出口 1136 处, 用于使用在微影投射设备或是其它利用洗涤气体混合物来洗涤的系统中。

[0126] 图 11(B) 说明一个洗涤气体混合物供应系统, 该系统进一步调节通过一个调节器 1150 且进入净化器 1158 中的来自一个来源 (未显示, 但可以是外罩氮气供应装置、电子级气体瓶、气体产生器或类似者) 的气体 1102, 用以产生流到质量流控制器 1162 与 1166 的洗涤气体流 1160。该净化器 1158 能够包括一个或更多的独立且分开的可再生净化器。一个或更多个选择的压力转换器 1164、温度转换器 1156、蒸气传感器 (未显示) 也能够定位在蒸发器 1170 前。一种来自一来源 (未显示) 的无污染可蒸发液体 1180、例如水、可以流过压力调节器 1178、流过接触器或雾化器 1170、且通过选择性的流量控制阀 1174。也显示出选择的压力转换器 1176 与温度转换器 1172。如图所示, 可蒸发液体能够以相对于洗涤气体流 1160 方向的逆流方向, 从质量流控制器 1162 流过接触器 1170。来自质量流控制器 1162 的洗涤气体通过多孔薄膜取得液体蒸气, 以形成洗涤气体混合物 1190。洗涤气体混合物 1190 能够选择地与来自第二质量流控制器 1166 的洗涤气体 1160 相混合, 且被洗涤气体 1160 所稀释, 用以形成一种稀释的洗涤气体混合物 1194。这种稀释作用能够被用来将

流过蒸发器 1170 的洗涤气体维持在固定流动,且有助于蒸发器的温度控制。图 11(B) 说明一种热交换器或温控环境 1192,其能够用来将所产生的洗涤气体混合物 1194 的温度维持在避免洗涤气体混合物 1190 中的蒸气凝结的温度范围内。这种温度高于在洗涤气体混合物中的蒸气凝结点。例如,如果水的分压接近饱和压力的话,温度仅会在水蒸气转换成液态时稍微下降。温控环境 1192 也能够用来维持在接触器中的液体温度,并且从而将来自蒸发器 1170 的蒸气浓度维持在能够被用来提供光阻剂或其它在基板上形成图案的涂层的合适反应的范围内。例如,温度经调节的具有水蒸气的洗涤气体混合物能够被提供在洗涤气体混合物出口 1186 处,用于在图 2 的微影投射设备中的照明光学以及 / 或投射透镜 PL 中使用。洗涤气体混合物能够被提供在出口 1186 处,具有或不具有来自质量流控制器 1166 的洗涤气体 1160 的稀释作用。一个蒸气传感器 1184 能够选择性地定位在蒸发器 1170 下游处。一个个控制器可以选择性地被用来接收蒸气传感器 1184 的输出,并且修改通过质量流控制器 1166 的洗涤气体 1160,以修改或维持在稀释的洗涤气体混合物 1194 中的蒸气浓度。在某些型式中,蒸气传感器是一种湿气传感器。洗涤气体混合物 1194 能够被设在一个出口 1186 处,用于使用在微影投射系统或是其它利用洗涤气体混合物来洗涤的系统中。

[0127] 图 14 概略图示一个洗涤气体混合物供应系统,该系统进一步调节来自一个来源(未显示)而通过一个调节器 1404 且进入净化器 1408 的气体 1402,用以产生流进质量流控制器 1416 与 1440 的洗涤气体 1412。该净化器 1408 能够包括一个或更多的独立且分开的可再生净化器。也可以存在有选择性的压力转换器 1420、温度转换器 1424 与蒸气传感器(未显示)。一种能够被用来控制光阻剂活性的可蒸发液体成分 1464 或是其它微影用化学涂层也能够从一个来源(未显示)被供应到一个或更多的蒸发器 1428 与 1432。如图 14 所示,一个或更多个蒸发器 1428 与 1444 可以用并联的关系被建构。或者,该等接触器能够以串联构造连接。例如,一种来自一个来源的类似水的可蒸发液体 1464 可以流过压力调节器 1460,流过由导管 1432 互相连接的蒸发器或雾化器 1428 与 1444,并且通过选择的流量控制阀 1436。也能够使用选择的压力转换器 1456 与温度转换器 1452。通过蒸发器 1428 与 1444 的液体 1464 能够以来自质量流控制器 1416 的洗涤气体的方向逆向的方向流动。来自质量流控制器 1416 的洗涤气体 1412 通过在蒸发器 1428 与 1444 中的多孔薄膜取得来自可蒸发液体的蒸气,以形成洗涤气体混合物 1468。多孔薄膜抵抗液体的侵入。洗涤气体能够被进给并使用在被连接到出口 1488 的微影投射系统中。洗涤气体混合物 1468 能够选择地与来自一个第二质量流控制器 1440 的洗涤气体 1412 相混合或以该洗涤气体 1412 被稀释,以形成能够被进给通过压力调节器 1484 且被使用在被连接到出口 1488 的微影投射系统中的稀释的洗涤气体 1480。这种稀释被用来将来自质量流控制器 1412 的经过一个或更多个蒸发器 1428 与 1444 的洗涤气体保持在固定的流动,其能够有助于蒸发器的温度控制。一个在分歧管线中的位置能够改变的选择的捕获器 1488 可以被使用来移除来自蒸发器的任何液滴或凝结。该捕获器可以是一种颗粒过滤器或一种液体收集器。一个蒸气传感器 1476 能够选择地被定位在蒸发器下游处。或者,蒸气传感器 1476 的输出能够选择性地建构成具有质量流控制器 1440 与一个控制器,用以改变通过质量流控制器 1440 的洗涤气体流 1412,以修改或维持在稀释的洗涤气体混合物 1480 中的蒸气浓度。洗涤气体混合物 1480 能够在一个出口 1488 处提供,用以在微影投射系统或其它利用洗涤气体混合物来洗涤的系统中使用。

[0128] 洗涤气体混合物供应系统典型上能够以每分钟至少大约 30 标准升的洗涤气体流率下运作。能够选择设备的温度,使得可蒸发液体的温度具有在所需的操作压力下防止液体侵入薄膜的黏度,且具有一种在运作流率下提供用于洗涤气体混合物的足够蒸气的蒸气压力。在某些实施例中,设备的温度大约为室温,在某些实施例中,高于大约 25℃,在某些实施例中,至少大约 30℃,在某些实施例中,大约为 35℃,在某些实施例中,至少大约 50℃,在某些实施例中,至少大约 60℃,而在其它实施例中,则至少大约 90℃。通过蒸发器或雾化器的洗涤气体的流率可以是每分钟至少大约 20 标准升 (SLM),在某些实施例中,每分钟至少为大约 60 标准升,而在某些实施例中,每分钟至少为大约 120 标准升。

[0129] 在其中洗涤气体混合物含有离开蒸发器的水蒸气的本发明某些型式中,洗涤气体具有至少大约 20% 的相对湿度。依据雾化器的运作条件,至少大约 50%、至少大约 80%、至少大约 90%、至少大约 98% 或是大约 100% 的较高相对湿度 (用以产生实质上饱和的洗涤气体) 是可能的。例如,藉由加长洗涤气体停留在雾化器中的时间 (例如,藉由减少流率或是增加雾化器的尺寸大小)、或是加热雾化器抑或至少在雾化器中的水,可以达到较高的稳定相对湿度值。洗涤气体压力与越过蒸发器薄膜的水的流动能够被修改,以改变在洗涤气体中的水蒸气量。特别是,降低洗涤气体的压力导致洗涤气体湿度增加。当降低洗涤气体压力时,减少了需要加热水以获得高相对湿度的情况。

[0130] 如同以图 4 所示的雾化器,图 5 的雾化器装置能够设有一个控制装置,通过该控制装置,在洗涤气体混合物中的湿气量能够受到控制。控制装置利用一个湿气控制接触器被连接到一个控制阀, (例如直接从洗涤气体源) 被供应到一个具有离开图 5 雾化器的已湿润洗涤气体的混合腔室的未湿润的洗涤气体流率可通过该控制阀而被控制。这种情况说明于例如图 11(A) 之中。

[0131] 在某些实施例中,在洗涤气体混合物产生器中的蒸发器是在高流率下将蒸气添加到洗涤气体中,而不会对洗涤气体造成污染。污染物可以特征化成可能是会对与辐射线相互作用以形成在微影投射设备中的基板上的图案的光学元件的光学特性有不利的、或是造成光学元件的光学特性劣化或不受控制的改变的这些材料、原子或分子。本发明的型式提供具有小于 1ppb 的污染物的洗涤气体,该等污染物会与光学元件的光学特性相互作用且劣化或改变光学元件的光学特性,在其它型式中,洗涤气体含有小于大约 100ppt 的这些污染物,而其它型式中则含有小于 1ppt 的这些污染物。光学元件能够包括、但未限定于: 镜片、透镜、光束分离器、光栅、光掩膜 (pellicle)、标线片或是与图案成形光束互相作用的其它光学元件或是上述的组合。例如,藉由吸附作用、化学吸收作用 (chemisorption) 及 / 或物理吸收作用 (physisorption)、化学反应、与辐射束相互作用的化学反应或上述任何组合,污染物可以进一步特征化成形成一个或更多的次单层 (sub-monolayer)、一个或更多的单层、大约 10 到大约 50 个单层、或是是污染物与光学元件互相作用所产生的较厚薄膜者。薄膜会改变或劣化与光学元件相互作用的辐射的穿透性、反射性、折射性、聚焦深度或吸附性,而需要改变制程参数或替换光学元件,以维持微影程序的产量。藉由随着时间改变光学元件的光学特性或是藉由其它例如热吸附作用与气相色谱分析 / 质谱分析、二次离子质谱 (SIMs) 的飞行时间分析的方法可以决定这些污染物的量,或是这些污染物的累积可以藉由表面声波或其它的压电传感器来决定。

[0132] 本发明的洗涤气体混合物产生器能够被处理来减少挥发性污染物。例如,蒸发器、

雾化器与其它流体接触表面能够在足以实质上移除在大约 100°C 或更低的温度下挥发的化合物的温度下被加热一段足够长的时间。蒸发器可以与例如高纯度过氧化氢或臭氧气体的化学兼容的酸、盐基 (bases)、氧化剂或上述任何组合相接触,用以分解与移除来自蒸发器的残留物。这些处理容许蒸发器可以被使用在需要基本上无污染气体的应用中。为了本发明目的,洗涤气体被界定成一种不大于大约 1ppb 污染程度的气体或气体混合物。洗涤气体包括例如氮气与氩气的惰性气体连同例如压缩的干空气与干净的干空气的含氧气体。可以依据所需应用来决定合适的洗涤气体,以致于例如氧气的非惰性气体在某些应用中并非为污染物,然而在其它应用中被认为是污染物。较佳的是,洗涤气体混合物产生器(与蒸发器或雾化器)并不会对洗涤气体造成污染。污染物的实例包括碳氢化合物、氮氧化物 NO_x、硫化物 SO_x 等等。例如,含有不大于大约 1ppb(或是大约 1000ppt) 污染物的洗涤气体会如同含有不大于大约 1ppb(或是大约 1000ppt) 污染物的湿润洗涤气体离开该雾化器。已经发现到,本发明的颗粒雾化器(请参照实例 1)能够湿润洗涤气体,使得污染程度维持小于 1ppt。

[0133] 被蒸发成洗涤气体的液体能够被用来维持或强化用在微影制程中的化学物质的活性。使用在雾化器中以形成用于洗涤气体混合物的水蒸气的水对洗涤气体混合物造成 1ppb 或更少的污染物。在某些型式中,在雾化器中使用以形成用于洗涤气体混合物的水蒸气的水造成 1ppb 或更少的会对在微影投射系统中的光学元件的光学特性有不利影响的污染物。水可以是、但未被限定于、一种超高纯度的水。UHP 的水能够从例如、但未被限定于、能够选择地被蒸馏或过滤的 Millipore® MilliQ® 水的水源处获得。流过蒸发器的例如水的可蒸发液体的流率可以是大约 0ml/hr 或更高;此种低流率会发生在使用静压力来补足由洗涤气体带走的水的情况(终端流动(dead end flow))。在某些型式中,流过蒸发器的可蒸发液体的流率可以是大约 100ml/hr 或更高,而在其它型式中,可以是大约 300ml/hr 或更高。可以调节例如是水的可蒸发液体的流率,以将所使用的可蒸发液体的量减少到最小程度,可以调节流动以维持在雾化器中的可蒸发液体的温度,可以调节流动来补足由洗涤气体所吸取的蒸发液体,或者是上述的任何组合。

[0134] 实例

[0135] 以下的实例是要说明本发明某些实例的特殊观点。这些实例并不是要限制任何所使用的本发明的特殊实施例的范围。

[0136] 实例 1

[0137] 一种 Mykrolis pHasor® II 的薄膜接触器(现在可以从 Entegris Inc. 公司购得)被当作一种用于释放非甲烷的碳氢化合物与硫化物的蒸发器测试。一个不释放污染物的薄膜接触器可以被用来将湿气添加到一种 XCDA® 的气体流(对于碳氢化合物与硫化物来说小于 1ppt)中。

[0138] 该 pHasor® II 已被清洁以除去挥发性化合物。图 6 表示用于量测来自 pHasor® II 的湿润洗涤气体中的污染物的实验配置结构。一个压力调节器被用来维持质量流控制器(MFC)的气体上游的压力。一个 MFC 被用来维持流过 pHasor® II 的腔侧的空气流率。一个净化器被用来从 pHasor® II 的气体上游处除去污染物,以产生 XCDA 的洗涤气体。pHasor® II 上游的一压力规被用来监控入口压力。一个背压调节器被用来维持 pHasor® II 的出口压力。pHasor® II 的壳体侧前方并未充满水。在这种测试期间,因为高浓度的湿气将会使侦测器不稳定,所以水被从 pHasor® II 中除去。一种具有火焰游离侦测器与脉冲式火焰

光度侦测器的气相层析 (GC/FID/PFPD) 被用来量测在pHasor® II 的流出物中的碳氢化合物与硫化物的浓度。一种冷却捕获器 (cold trap) 方法被用来浓缩碳氢化合物与硫化物, 其会将最低的侦测极限降低到 1ppt 的浓度。

[0139] 图 7 使用 GC/FID 表示小于 1ppt 的碳氢化合物污染物的空白背景的读值。图 8 表示该pHasor® II 下游的 GC/FID 读值。如图所示, 两种读值基本上是相同的。因此, 当XCDA®正流过一个pHasor® II 时, 会维持一种小于 1ppt 的碳氢化合物的污染浓度。

[0140] 图 9 表示使用 GC/PFPD 的小于 1ppt 的硫化物污染物的干净背景的读数。图 10 表示 pHasor® II 下游的 GC/PFPD 读数。如图所示, 两种读数基本上是相同的。因此, 当XCDA®正流过pHasor® II 时, 则会维持小于 1ppt 的硫化物的污染物浓度。

[0141] pHasor® II 的流出物含有小于 1ppt 的非甲烷碳氢化合物以及小于 1ppt 的硫化物。因此, pHasor® II 能够使用在净化器下游, 而不会影响 XCDA 洗涤气体的完整性。

[0142] 实例 2

[0143] 一个 Entegris 公司的pHasor® II 薄膜被用来利用变动的水温、CDA 流率与 CDA 压力来湿润干净的干空气 (CDA)。对于所有的实验而言, pHasor® II 被清洁来除去挥发性化合物。一个 MFC 被用于维持流过pHasor® II 的内腔侧的空气流率。去离子水被用作在该pHasor® II 的壳体侧中的可蒸发液体, 其用一个热交换器来加热。水的流动是使用在 pHasor® II 出口侧上的一个调节器而受到控制。水温在pHasor® II 的液体侧与出口侧上被量测, 而洗涤气体的压力、温度与相对湿度在pHasor® II 的腔出口侧上被量测。

[0144] 在第一个实验中, 水温会随着 CDA 不同的流率而改变。用于这个实验的 CDA 具有 20psi 的背压、19°C 的初始温度与 6% 的相对湿度。储存的去离子水在 160mL/min 的速率下流过该pHasor® II。第一次的实验结果显示在表 1 到表 3 中。

[0145] 表 1—具有 40SLM 流率的 CDA 的湿润化

[0146]

水温 (°C)	相对湿度 (%)	出口气体温度 (°C)
24	42	20
27	49	20
30	52	21
33	60	21
36	68	23
39	83	22
41	92	23
42	98	23

[0147] 表 2—具有 70SLM 流率的 CDA 的湿润化

[0148]

水温 (°C)	相对湿度 (%)	出口气体温度 (°C)
24	40	21
27	44	21
30	47	22
33	58	22
36	60	24
39	75	23
41	81	24
42	90	24

[0149] 表 3—具有 100SLM 流率的 CDA 的湿润化

[0150]

水温 (°C)	相对湿度 (%)	出口气体温度 (°C)
24	40	20
27	40	21
30	41	22
33	46	23
36	50	24
39	55	25
41	62	26
42	65	26

[0151] 在第二个实验中,在pHasor® II 中的 CDA 的背压已被改变。用于这个实验的 CDA 具有 19°C 的初始温度与 1% 的相对湿度。储存的去离子水已被加热到 35°C,并且在 156mL/min 的速率下流过该 pHasor® II。第一次的实验结果显示在表 4 到表 6 中。

[0152] 表 4—具有 50SLM 流率的 CDA 的湿润化

[0153]

CDA 的压力 (psi)	相对湿度 (%)	温度 (°C)
10	98	23
15	80	23
20	63	23
25	55	23

[0154] 表 5—具有 70SLM 流率的 CDA 的湿润化

[0155]

CDA 的压力 (psi)	相对湿度 (%)	温度 (°C)
5	98	24
10	88	23
15	74	23
20	60	22
25	51	22

[0156] 表 6—具有 100SLM 流率的 CDA 的湿润化

[0157]

CDA 的压力 (psi)	相对湿度 (%)	温度 (°C)
5	68	26
10	68	24
15	60	24
20	51	24
25	46	24

[0158] 第一次的实验显示出:洗涤气体的湿润化随着水温的增加而增加。当水温达到 30°C 或更高时,观察到 CDA 的相对湿度有最显著的增加。在温度小于 30°C 的情况下,水温在湿润化方面的效果较小。

[0159] 第二次的实验显示出:当在薄膜接触器中的洗涤气体的背压降低时,洗涤气体的湿气会更快地饱和。在受测的压力范围内,这种效果大致为线性的。

[0160] 实例 3

[0161] 本实验目的是依据在各种流率与压力下的蒸发器,决定一微孔中空纤维聚合薄膜的水蒸气的输出。

[0162] 使用一种图 11(A) 所说明的分歧管线的修改型式。该分歧管线包括一个气体质量流控制器 (MFC), 其被用来维持流过一可从 Entegris 公司获得的 **pHasor® II** 中空纤维接触器的内腔的氮气流率。一个 Aeronex 公司的 SS-500KF-I-4R 型号的净化器从 **pHasor® II** (现在可从 Entegris 公司获得) 上游的外罩式氮气除去湿气。一个 Kahn 公司的湿气探针被用来监控 **pHasor® II** (未显示在图 11(A) 中) 上游的湿气。 **pHasor® II** 被用来藉由容许水蒸气从微孔薄膜的壳体侧扩散通过内腔且进入气体流中来加入湿气。气体压力被控制在每平方英寸大约 5 磅 (5psig) 的水压内, 以防止洗涤气体在水流束中产生气泡。一个压力规与热电耦被用来监控 **pHasor® II** 上游的压力与温度。利用一个针阀, 去离子化水的流率被维持在以每小时 100 毫米流过 **pHasor® II** 的壳体侧。压力规被用来量测 **pHasor® II** 上游与下游的水压。一个热电耦量测 **pHasor® II** 下游的水温。利用一个 Omega Silicone 加热器, **pHasor® II** 的温度被维持在 25°C。一个 Mykrolis 的 Thermogard™ 与 **Wafergard® II** (现在是 Entegris 公司) 被放置在 **pHasor® II** 下游的测试分歧管线内, 用以除去任何湿气液滴。一个 Vaisala 湿气探针被用来量测 **pHasor® II** 下游的相对湿度与温度。一个 AP Tech 公司的背压调节器被用来维持 **pHasor® II** (未显示在图 11(A) 中) 下游的压力。

[0163] 一个槽被充满水且以气体加压来将高压水提供到 **pHasor® II**。水压已从 18psig 变化到 59psig。 **pHasor® II** 的一个阀被打开, 让水在设定的压力下流过蒸发器的壳体侧。

[0164] 图 12 说明了在不同洗涤气体流率 (10、20、30、40 与 50slpm) 下, 以两个不同的气体出口气体压力 (0psig 与 10psig) 且液态水压为 18psig, 由 **pHasor® II** 产生的洗涤气体中的湿气浓度改变的测试结果。已经观察到, 洗涤气体混合物的湿气浓度随着洗涤气体在两种气体出口压力的流率的增加而降低。也已观察到, 当气体出口压力接近液体压力时, 例如是 10psig 的气体出口压力, 在气体中对于给定流率与温度的湿气浓度会降低。图 13(A) 说明对于在 59psig 下雾化器壳体侧上的水, 在不同流率 (10、20、30、40 与 50slpm) 与不同气体压力 (10、25、与 50psig) 下, 量测在所产生的洗涤气体混合物中的相对湿度的测试结果。结果显示: 相对湿度随着流率的增加而降低, 在洗涤气体混合物中的相对湿度随着出口压力的减少而降低。图 13(B) 说明从图 13(A) 被转换成以 ppm 表示的湿气浓度的相对湿度数据。在图 13(B) 中的结果显示湿气浓度随着气体流率的增加而降低。在图 13(B) 中的结果也显示当气体出口压力接近液体压力时, 对于一种给定的流率与温度来说, 气体中的湿气浓度会降低。

[0165] 相对湿度能够藉由利用 Goff-Gratch 方程式来计算水蒸气的饱和压力 (Pws) 而被转换成湿气浓度。Goff-Gratch 方程式为:

$$[0166] \quad \text{Log}_{10}(\text{Pws}) = 7.90(373.16/(T-1)) + 5.03\text{Log}_{10}(373.16/T) - 1.38 \times 10^{-7}((1011.34(1-T)/373.16) - 1) + 8.13 \times 10^{-3}((10 - 3.49(373.16/(1-T))) - 1) + \text{Log}_{10}(1013.25)$$

[0167] 其中, T 为绝对温度 (K) 而 Pws 为 (hPa)

[0168] 水蒸气的分压 Pw 能够藉由以 Pws 乘以相对湿度 (R. H.) 而计算出来, 这是因为:

$$[0169] \quad \text{R. H.} = \text{Pw}/\text{Pws}$$

[0170] 对于理想气体而言, 湿气浓度则能够使用以下方程式从计算出的 Pw 来估算, 该方程式为:

$$[0171] \quad \text{ppm}(v/v) = (\text{Pw}/\text{Pt}) \times 10^6 \quad (\text{其中, Pt 为总压力})$$

[0172] 实例 4

[0173] 本实验的目的是当洗涤气体流率已介于每分钟 80 到 120 标准升 (SLM) 间时, 决定蒸气器的湿气输出。压力与温度被改变, 以修改湿气的输出。在实验期间, 整个系统的压力与温度降也被监控。

[0174] 图 14 说明概略的包括两个并联雾化器的测试分歧管线。一个槽被充满去离子水且以空气加压, 以提供大于 18psig 的液体压力。首先, 槽在通气阀开启的同时被充满水。接着, 关闭通气阀, 槽用纯氮气被加压到 59psig。一个 Parker 公司的压力调节器被用来控制雾化器 (可从 Entegris 公司获得的 **pHasor® II** 薄膜接触器) 上游的水压到高于气体入口压力至少 10psig。一个 Entegris 公司的压力转换器被用来量测这个调节器下游的压力。水的流动通过这两个 **pHasor® II**。一个 Entegris 公司的计量阀被用来将水流率维持在每小时 100 毫升。一个 Millipore 压力规被用来监控系统上游的气体压力。两个 **pHasor® II** 上游的氮气被以一 Aeronex 的 SS-500KF-I-4R 型净化器 (无法从 Entegris 公司取得) 所净化。两个 100slm 的 Porter 公司的质量流控制器 (MFC) 被用来维持流过该等 **pHasor® II** 的内腔侧的外罩式氮气的流率。一压力规与热电耦被用来监控 **pHasor® II** 上游的气体压力与温度。压力规被用来量测 **pHasor® II** 上游与下游的水压。在这个测试期间, **pHasor® II** 在 25°C 与 60°C 时被加热。一个 Mykrolis Wafergard II (现在是 Entegris 公司) 放置在测试的分歧管线内做为一个捕获器, 用以在二个 **pHasor® II** 的 CHS 中除去任何配合捕获器位置的水滴。一个 Vaisala 湿气探针被用来量测雾化器下游的相对湿度与温度。一个 APTech 公司的背压调节器被用来维持雾化器下游的压力。

[0175] 在用两个分别被加热到 25°C 与 60°C 的 **pHasor® II** 处所收集到的初始相对湿度的数据显示: 相对湿度会随着 **pHasor® II** 的气体入口压力或温度的增加而增加, 而且也显示相对湿度随着气体流率的增加而降低。

[0176] 当相对湿度的数据被转换成湿气浓度时, 会观察到: 当雾化器或蒸发器的气体入口压力增加时, 湿气浓度会降低。也已经观察到: 随着 **pHasor® II** 的温度增加, 会发生湿气浓度增加的现象。温度的增加造成水蒸发的量的增加, 且产生较高的含水量。

[0177] 也已经观察到: 气体出口温度会随着气体流率的增加而降低。不希望受到理论的束缚, 较高流率的气体的冷却可以是由于液体的蒸发冷却。

[0178] 已经发现到: 藉由调整雾化器的温度, 可以补足随着气体流率的增加而使来自接触器的湿气浓度降低。气体出口温度被保持在 22.4°C, 气体流率则为 40、80 与 120slm。藉由使用一个 Omega Silicone 加热器来改变 **pHasor® II** 的温度可以维持这种温度。此外, 在壳体侧上的液体压力被保持在高于在内腔侧上的气体压力 10psig。如图 15 所示, 这个测试的结果显示: 通常由增加的气体流率所造成的冷却作用 (例如如图 13(B)) 可以藉由控制蒸发器的温度 (在这个情况中是藉由加热蒸发器) 而得到补偿, 而以独立于气体流率的方式维持在洗涤气体混合物中的相当固定的水蒸气浓度。

[0179] 实例 5

[0180] 这个实例说明在流率大于 100slpm 时的洗涤气体混合物的产生, 其中容许液体流过一个或多个以并联方式连接的中空纤维蒸发器。

[0181] 使用一个类似在图 14 中说明的分歧管线。如图 14 所说明的, 一个水捕获器直接

放置在两个pHasor® II(蒸发器)下游。

[0182] 用于这些测试的设定操作条件包括:在压力源为100psig(6.89barg)时,大约120slm的内腔侧氮气流。系统的入口压力(止回阀的上游,该止回阀并未显示)大约为40psig(2.76barg),且pHasor® II的雾化器上游的气体压力大约为16psig(1.01barg)。来自雾化器的气体出口压力为7psig(0.48barg)。

[0183] 对于液体在雾化器壳体侧上的湿气的操作条件包括:一个超纯化的水源与一个蒸发器的液体入口压力35psig(2.41barg),该超纯化的水源以300ml/hr的流率来自在44psig(3.03barg)下的来源。测试时间大约为2个小时。

[0184] 使用Omega Silicone 加热器维持接触器的温度。

[0185] 表7—高流量的雾化器测试条件与所产生的相对湿度

[0186]

	接触器温度(℃)	水入口温度(℃)	气体入口温度(℃)	气体出口温度(℃)	相对湿度(%)	补捉器容量(ml)
测试1	25	23.5	24	18.7	57.9	0
测试2	60	22.4	22.0	20.3	73.8	10
测试3	77	21.6	21.7	21.6	74.2	30

[0187] 结果显示:能够一起连接一个或更多的接触器,以在洗涤气体中产生蒸气。在洗涤气体混合物中湿气的相对湿度能够以一种洗涤气体的固定流率、压力与系统温度被控制在大约0.1%或更佳的范围。

[0188] 虽然本发明已经参照其较佳实施例而特别地说明与描述,但是熟习此项技术的人士将了解到可以做出数种形状与细节上的改变,而不会偏离本发明由专利申请范围所涵盖的范围。例如,蒸发器系统能够使用于产生受到控制的湿度,包括:用于减少在金属蚀刻或其它制程中的静电荷作用的环境。

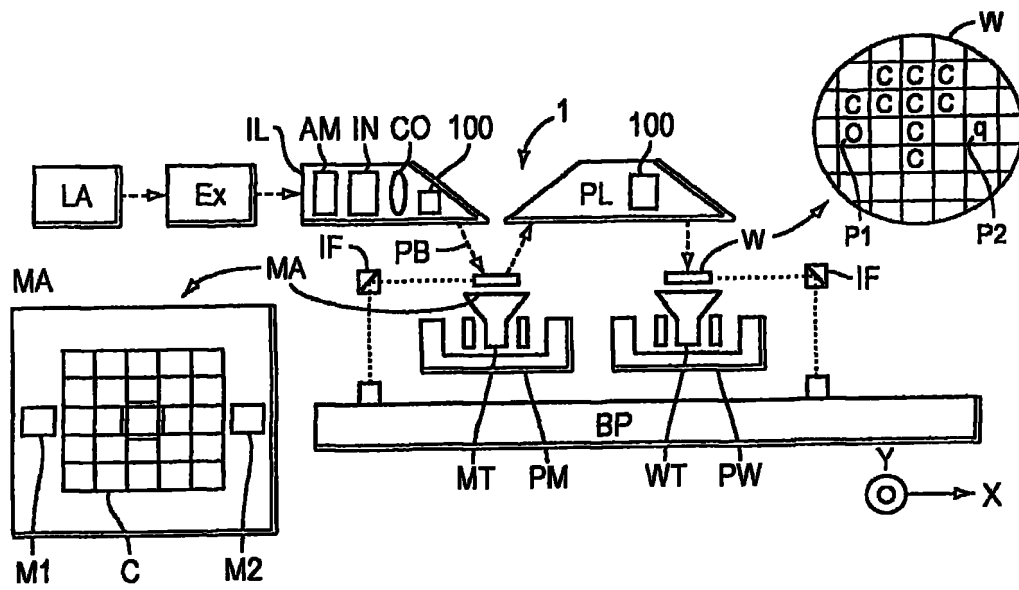


图 1

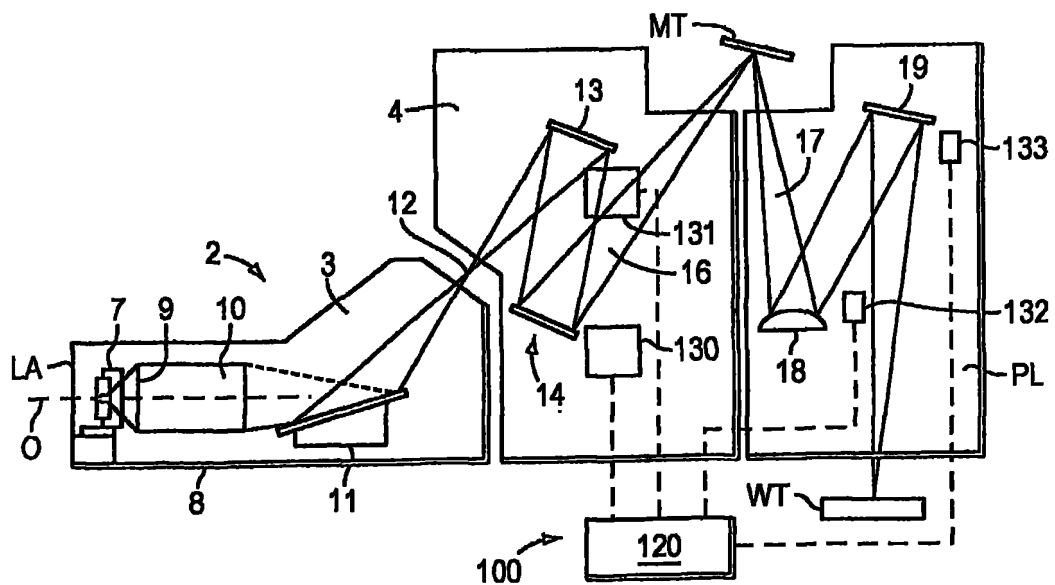


图 2

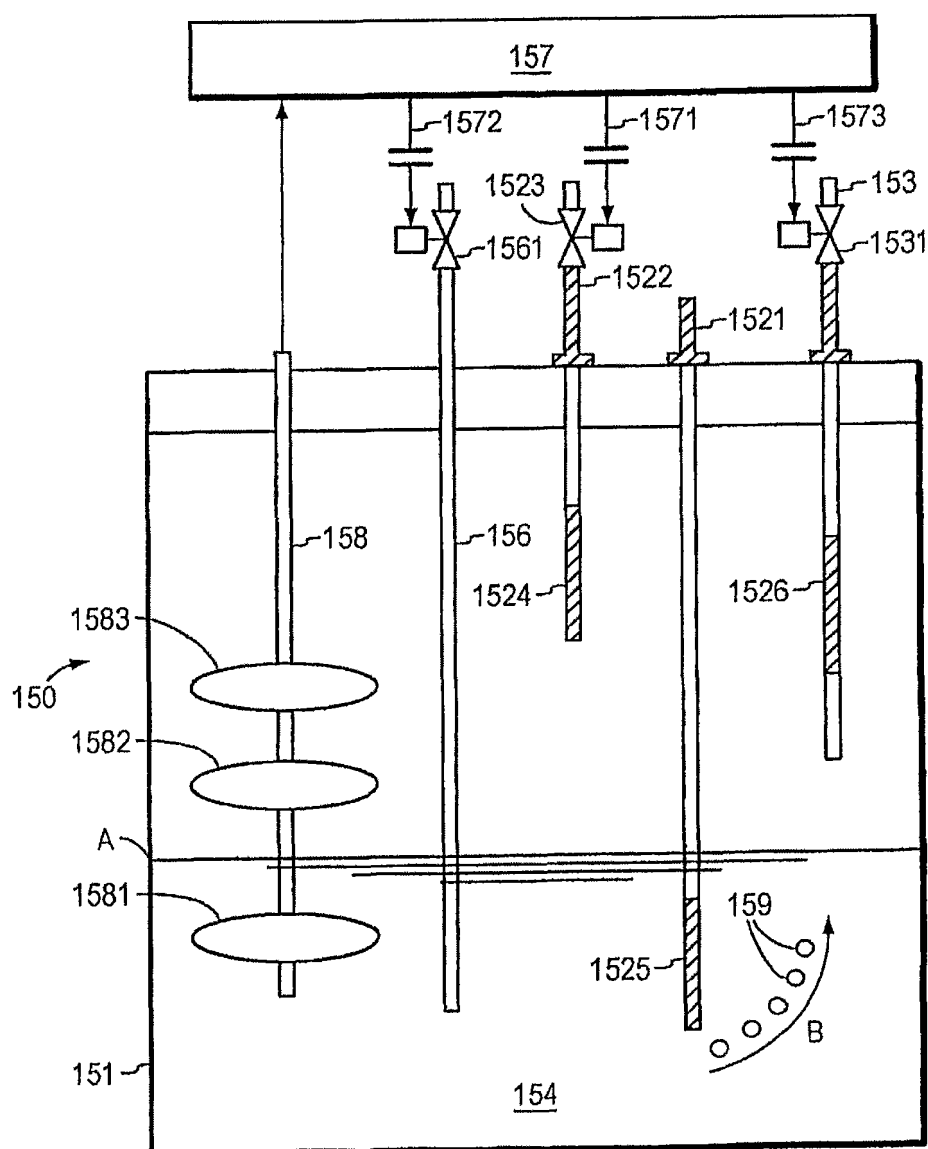


图 4

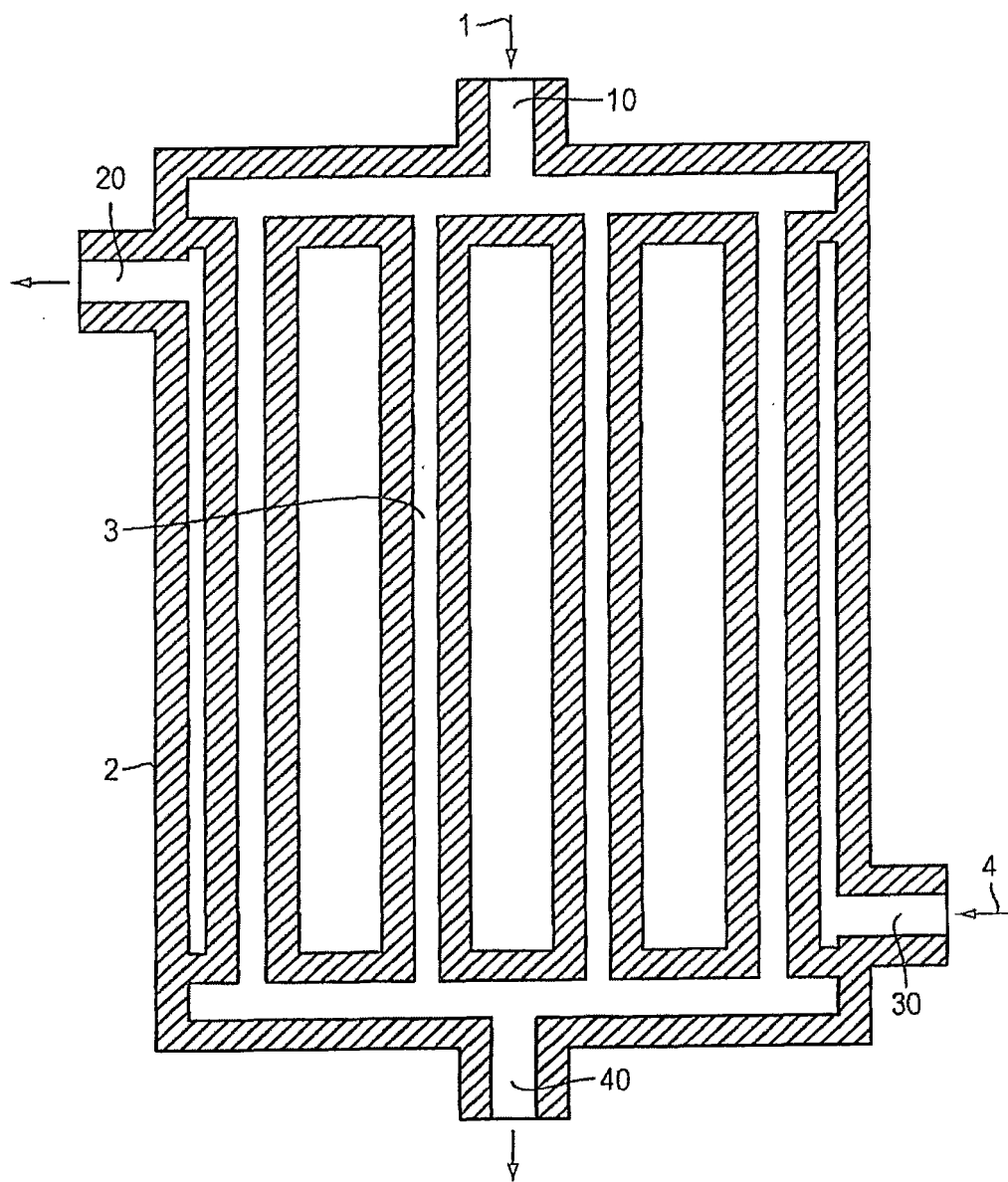


图 5

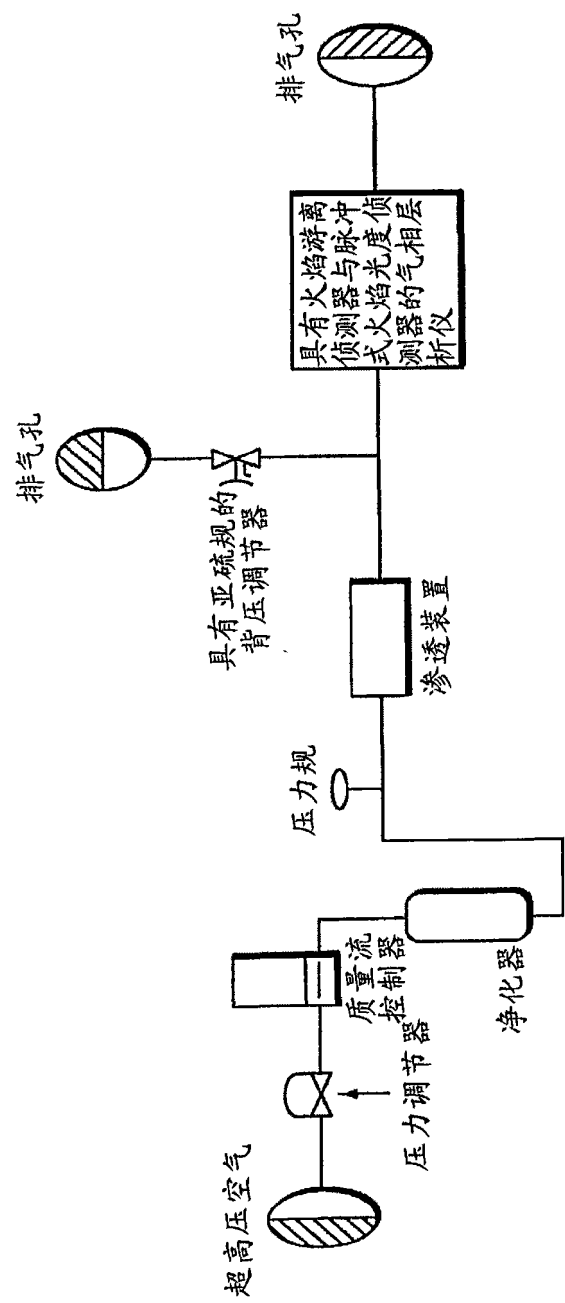


图 6

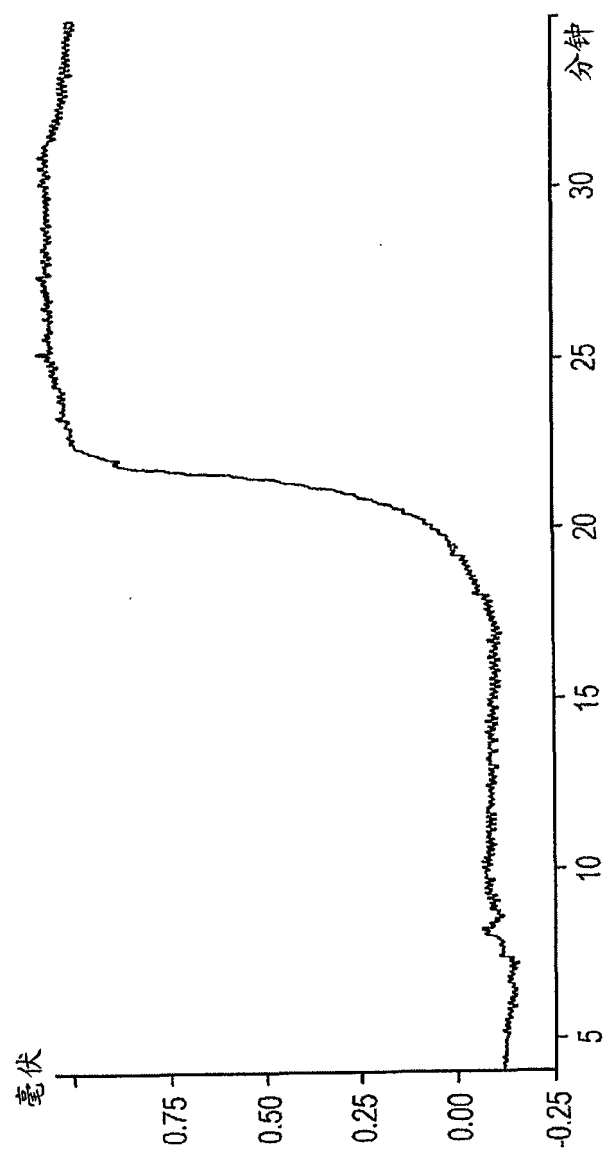


图 7

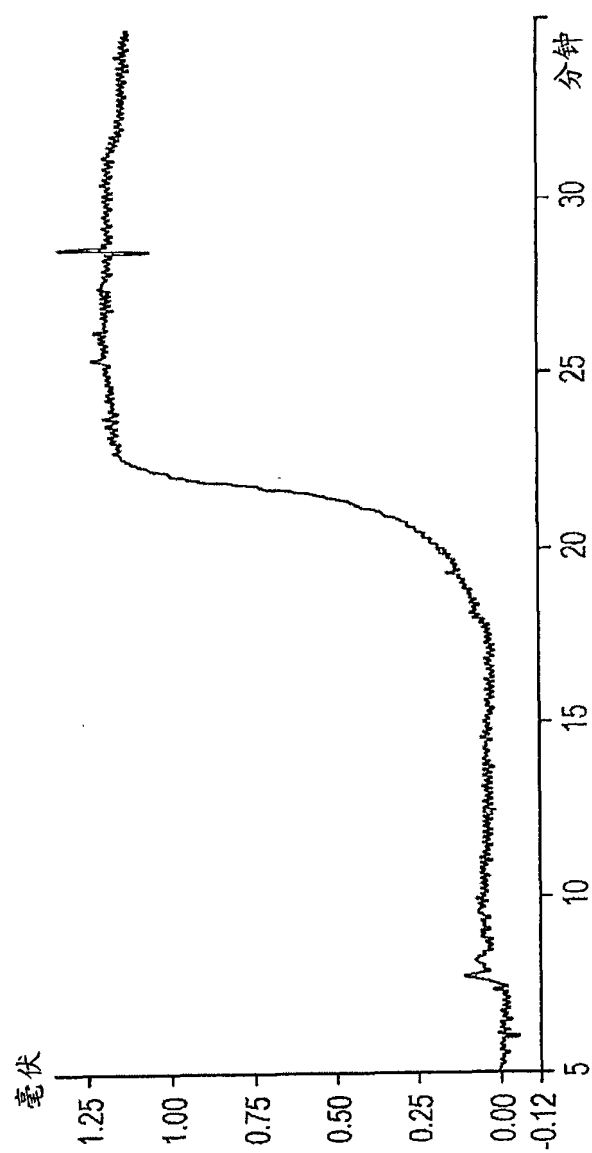


图 8

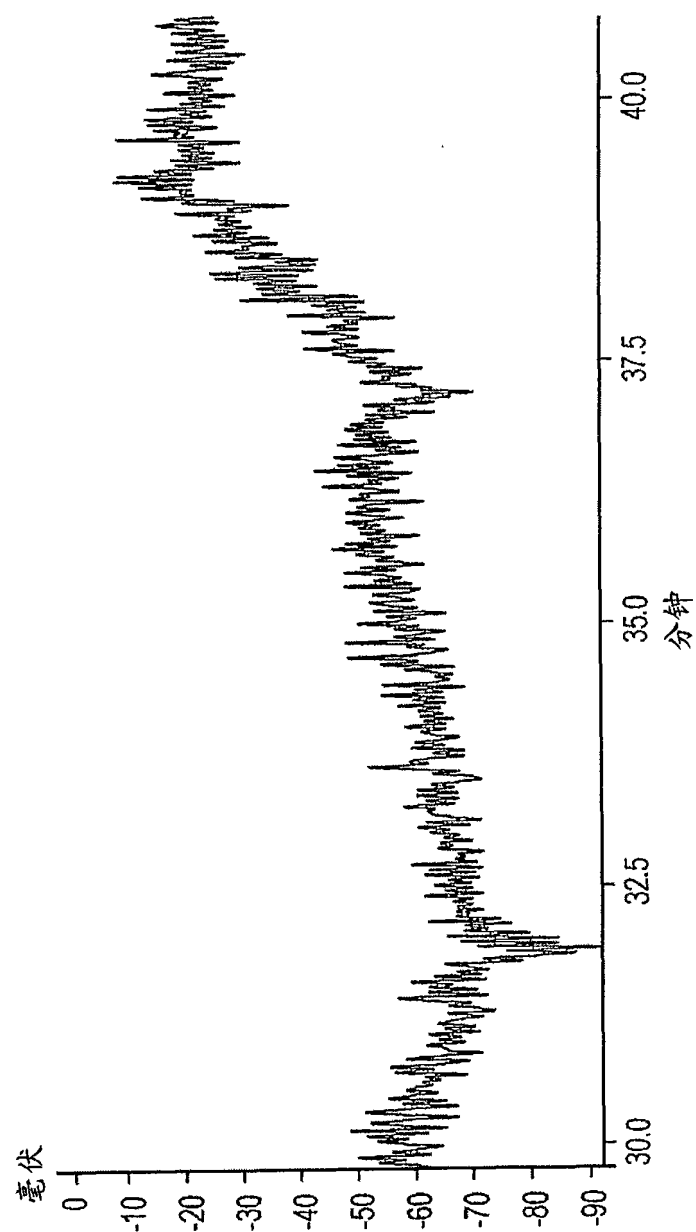


图 9

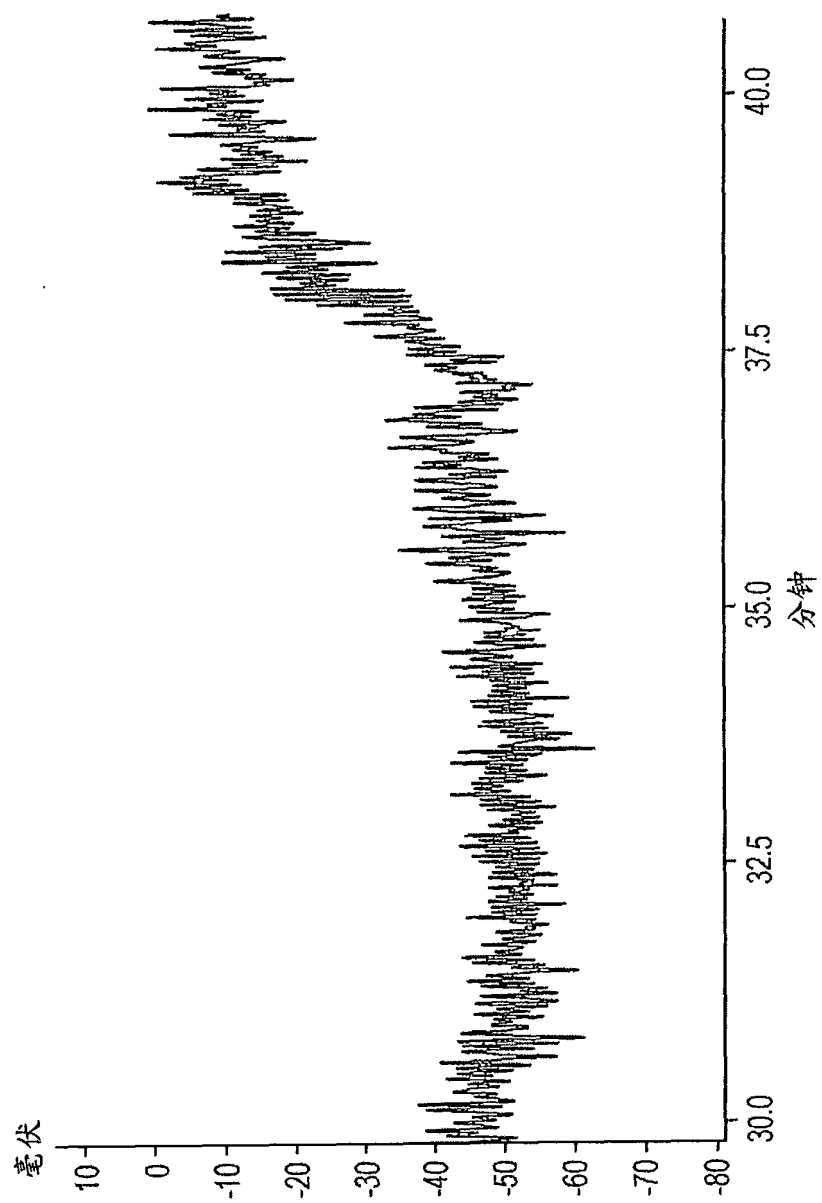


图 10

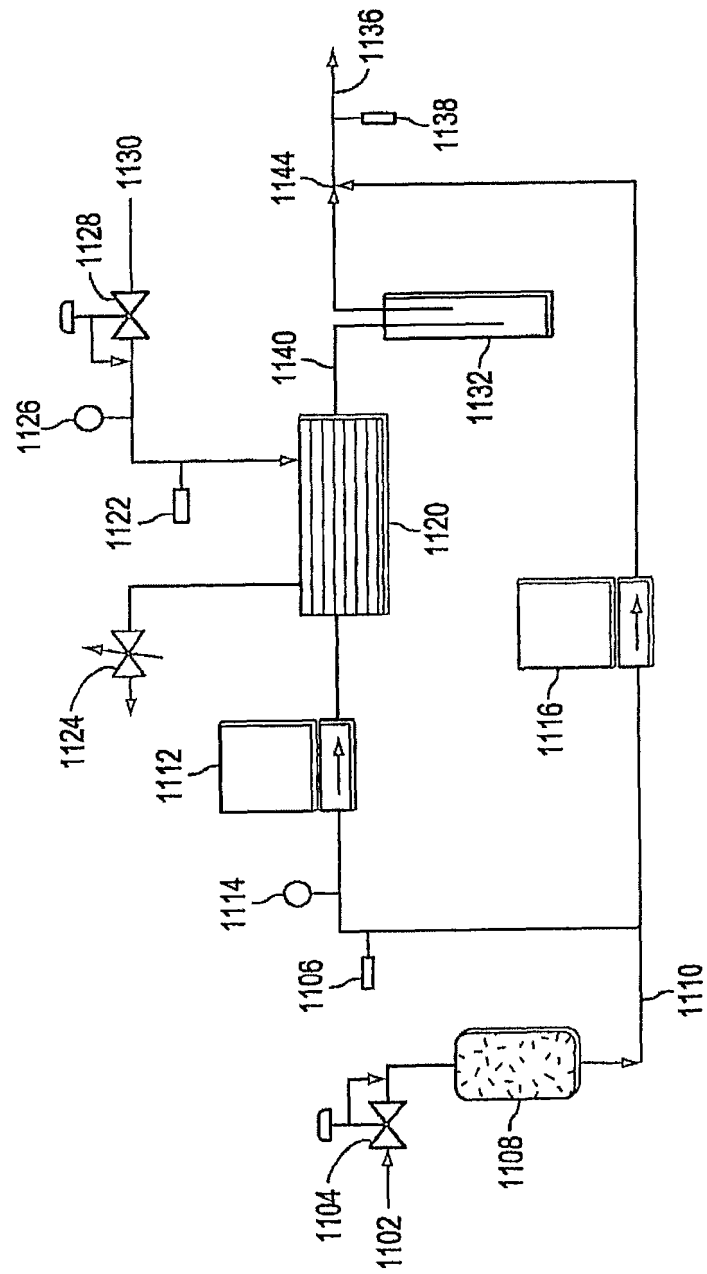


图 11A

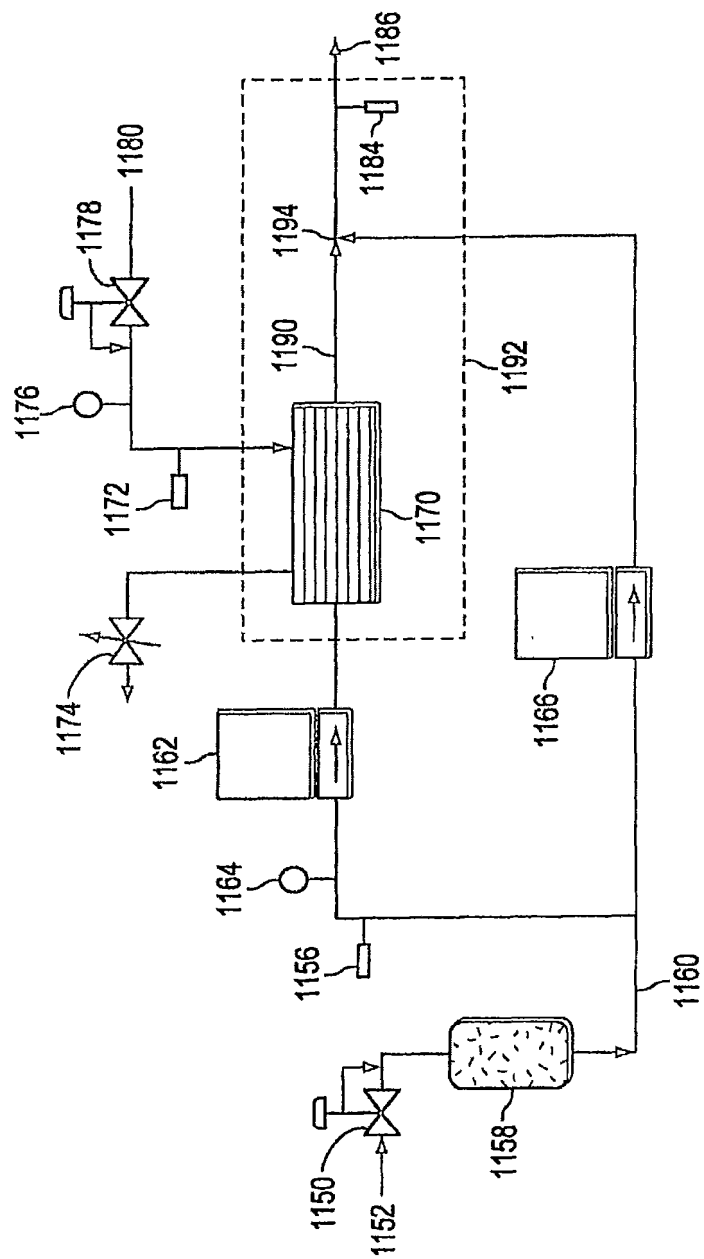


图 11B

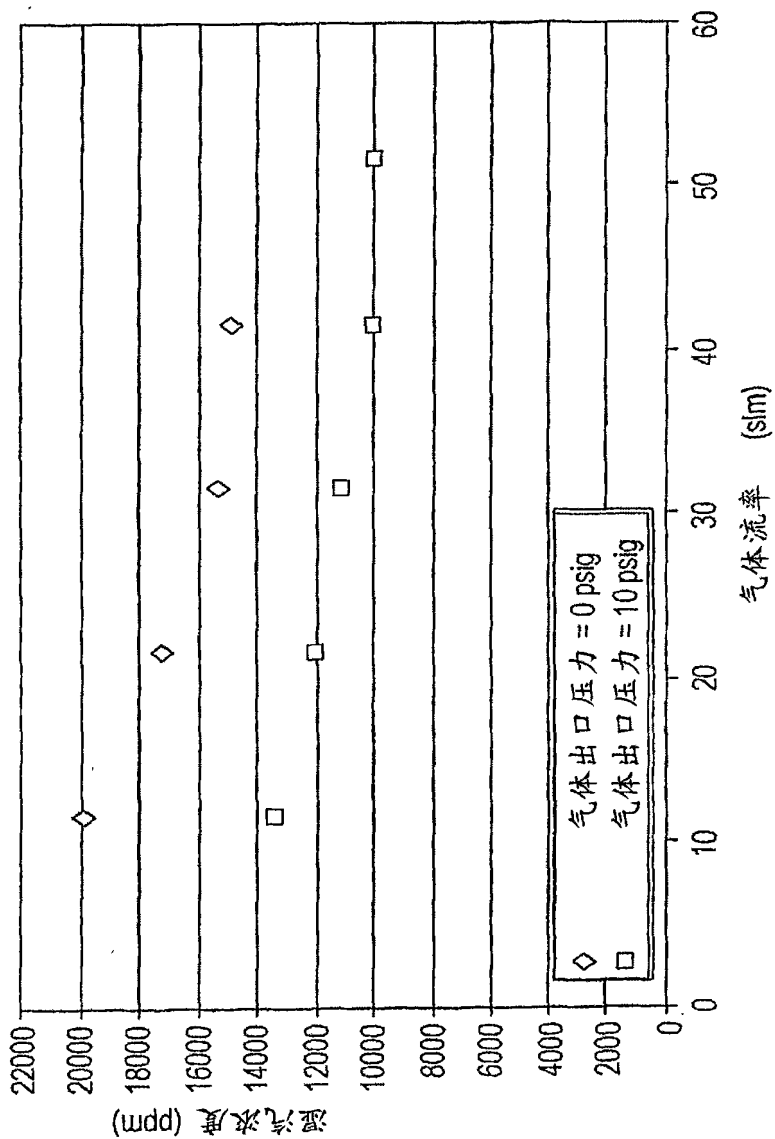


图 12

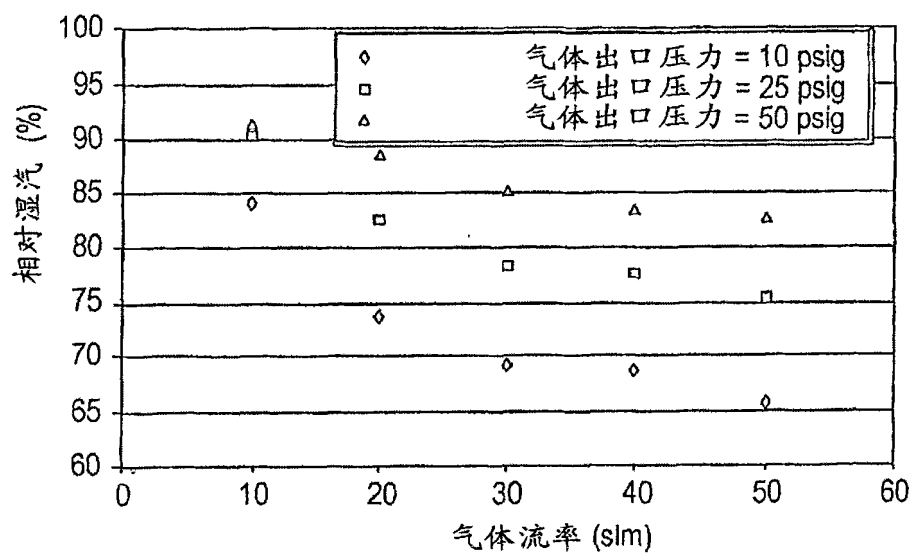


图 13A

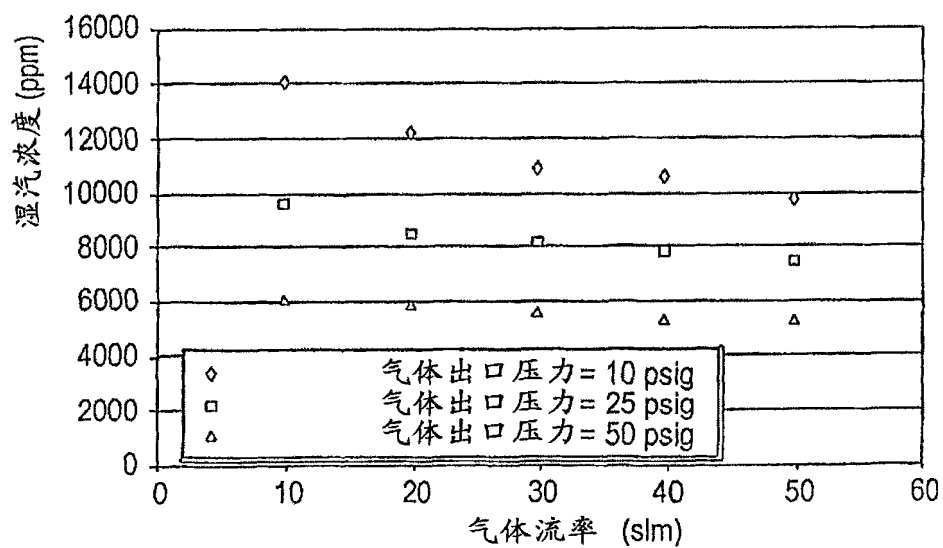


图 13B

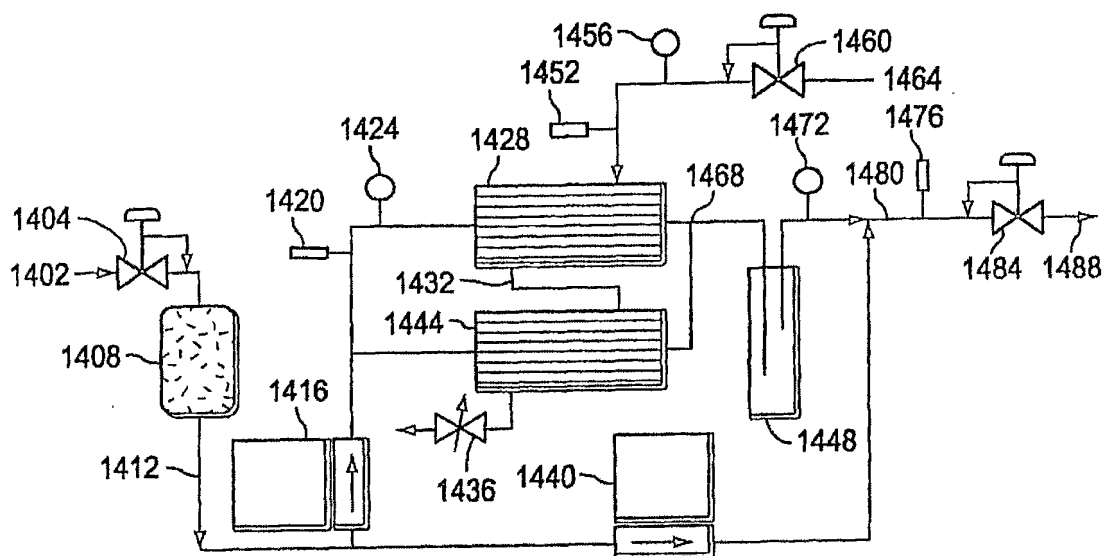


图 14

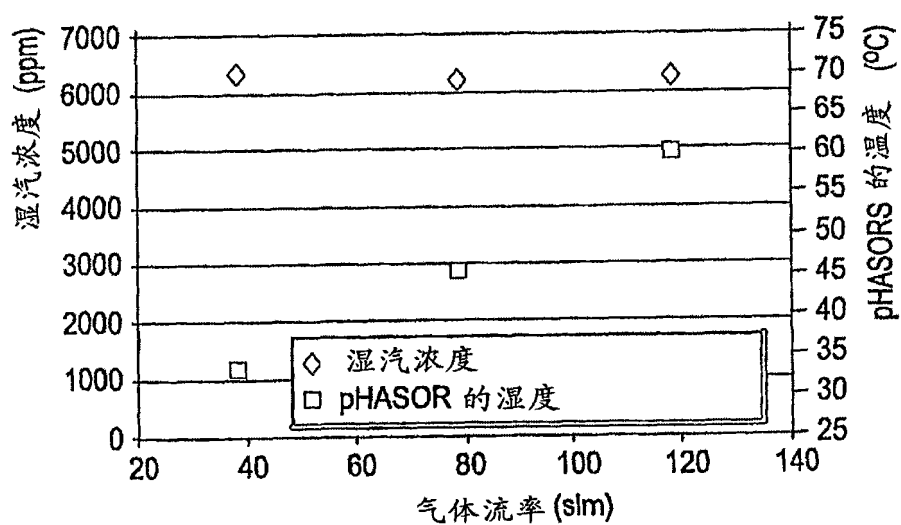


图 15