



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107949810 B

(45) 授权公告日 2020.12.11

(21) 申请号 201680041170.1

(72) 发明人 L · J · A · 范博克霍温

(22) 申请日 2016.06.17

C · C · 瓦尔德 M · L · 范德加格  
J · G · C · 库南

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107949810 A

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256

(43) 申请公布日 2018.04.20

代理人 王茂华 张宁

(30) 优先权数据

62/192,347 2015.07.14 US

(51) Int.CI.

G03F 7/20 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2018.01.12

(56) 对比文件

JP 2002359178 A, 2002.12.13

(86) PCT国际申请的申请数据

JP 2002359178 A, 2002.12.13

PCT/EP2016/063984 2016.06.17

CN 104611669 A, 2015.05.13

(87) PCT国际申请的公布数据

CN 102243441 A, 2011.11.16

W02017/008996 EN 2017.01.19

WO 2014067802 A1, 2014.05.08

(73) 专利权人 ASML荷兰有限公司

CN 101989037 A, 2011.03.23

地址 荷兰维德霍温

CN 101216667 A, 2008.07.09

专利权人 ASML控股股份有限公司

审查员 魏可嘉

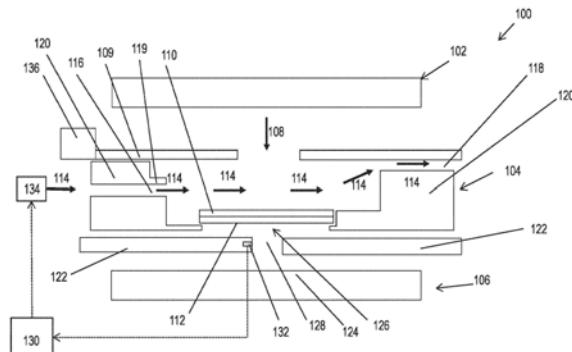
权利要求书2页 说明书13页 附图9页

(54) 发明名称

光刻设备中的图形化装置冷却系统

(57) 摘要

一种光刻设备(100)包括被配置用于支撑图形化装置(110)的图形化装置支撑结构(104),被配置用于提供跨图形化装置的表面的气流(114)的气体入口(116),以及被配置用于基于设定点调节气流温度的温度调节装置(134)。设备也包括被配置用于在光刻系统的操作使用期间测量指示了添加至图形化装置以及图形化装置和投影系统(106)透镜(124)之间空间(126)的热量的参数的传感器(132)。进一步,设备包括可操作地耦合至传感器并且被配置用于基于由传感器测得参数调节设定点以控制图形化装置温度的控制器(130)。



1. 一种光刻设备,包括:

图形化装置支撑结构,被配置用于支撑图形化装置;

气体入口,被配置用于提供跨所述图形化装置的表面的气流;

温度调节装置,被配置用于基于设定点调节所述气流的温度;

传感器,被配置用于在光刻系统的操作使用期间测量如下参数,该参数指示被添加至(a)所述图形化装置和(b)所述图形化装置与投影系统的透镜之间的空间中的至少一个的热量的量,其中所述传感器被定位为与所述空间相邻;以及

控制器,可操作地耦合至所述传感器并且被配置用于基于由所述传感器测得的参数调节所述设定点以控制所述图形化装置的温度,其中由所述传感器测得的所述参数指示所述图形化装置的形状。

2. 根据权利要求1所述的光刻设备,其中,由所述传感器测得的所述参数是图形化装置对准参数。

3. 根据权利要求2所述的光刻设备,其中,所述图形化装置对准参数是倍率参数。

4. 根据权利要求1所述的光刻设备,其中,所述传感器是光学传感器。

5. 根据权利要求1所述的光刻设备,其中,所述控制器被配置用于基于所述图形化装置的形状计算所述图形化装置的温度分布、和在所述图形化装置和所述投影系统的透镜之间的所述空间的温度分布中的至少一个。

6. 根据权利要求1所述的光刻设备,其中,所述传感器被配置用于测量在所述图形化装置与所述投影系统的透镜之间的所述空间中的流体的温度。

7. 根据权利要求5所述的光刻设备,其中,所述传感器耦合至将所述图形化装置与所述投影系统的所述透镜分离的隔板。

8. 根据权利要求1所述的光刻设备,其中,所述传感器被配置用于测量所述图形化装置的一部分的温度。

9. 根据权利要求8所述的光刻设备,其中,所述图形化装置的一部分是所述图形化装置的、背离在所述图形化装置与投影系统的透镜之间的空间的表面。

10. 根据权利要求1所述的光刻设备,其中,所述温度调节装置包括加热器。

11. 根据权利要求1所述的光刻设备,其中,所述温度调节装置进一步包括冷却装置。

12. 根据权利要求11所述的光刻设备,其中,所述冷却装置包括珀尔贴装置。

13. 一种用于控制图形化装置的温度的方法,包括:

跨所述图形化装置的表面流动气体;

基于设定点调节所述气体的温度;

在光刻系统的操作使用期间,测量如下参数,该参数指示被添加至(a)所述图形化装置和(b)在所述图形化装置与投影系统的透镜之间的空间中的至少一个的热量的量,其中传感器被定位为与所述空间相邻并且由所述传感器测得的所述参数指示所述图形化装置的形状;以及

基于测得的参数调节所述设定点。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中,所测得的参数是图形化装置对准参数。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中,所述图形化装置对准参数是倍率参数。

16. 根据权利要求13所述的方法,进一步包括:

基于所述图形化装置的所确定的形状,计算所述图形化装置的温度分布、和在所述图形化装置与所述投影系统的所述透镜之间的所述空间的温度分布中的至少一个,

其中基于所测得的参数调节所述设定点包括:基于计算得到的、所述图形化装置的温度分布、和在所述图形化装置与所述投影系统的所述透镜之间的所述空间的温度分布中的至少一个,调节所述设定点。

17.根据权利要求13所述的方法,其中,测量所述参数包括测量在所述图形化装置与所述投影系统的所述透镜之间的所述空间中的流体的温度。

18.根据权利要求17所述的方法,进一步包括:

基于在所述图形化装置和所述投影系统的所述透镜之间的所述空间中的流体的测得温度,计算所述图形化装置的温度分布、和在所述图形化装置与所述投影系统的所述透镜之间的所述空间的温度分布中的至少一个,

其中所述基于所测得的参数调节所述设定点包括:基于计算得到的、所述图形化装置的温度分布、和在所述图形化装置与所述投影系统的所述透镜之间的所述空间的温度分布中的至少一个,调节所述设定点。

## 光刻设备中的图形化装置冷却系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求享有2015年7月14日提交的美国申请No.62/192,347的优先权，该申请在此通过全文引用的方式并入本文。

### 技术领域

[0003] 本公开涉及一种用于通过跨物体的表面流动气体来控制物体的温度的系统和方法，该物体例如是光刻设备中的图形化装置。

### 背景技术

[0004] 光刻设备是施加所需图形至衬底上、通常施加至衬底的目标部分上的机器。光刻设备可以例如用于制造集成电路 (IC)。在该情形中，图形化装置例如掩模或刻线板可以产生将要形成在IC的单个层上的电路图形。该图形可以转移至衬底(例如硅晶片)上的目标部分(例如包括一个或数个裸片的一部分)上。图形的转移通常是经由成像至提供在衬底上的辐射敏感材料(抗蚀剂)的层上。通常，单个衬底将包含陆续图形化的相邻目标部分的网络。传统的光刻设备包括其中通过一次曝光整个图形至目标部分上而照射每个目标部分的所谓的步进机，以及其中通过沿给定方向(“扫描”方向)扫描图形穿过辐射束而同时平行于或反平行于该方向扫描衬底而照射每个目标部分的所谓扫描机。也能够通过将图形压印至衬底上而将图形从图形化装置转移至衬底。

[0005] 在光刻设备中，辐射束可以在图形化装置中引起热效应(例如热膨胀)。图形化装置可以包括对于辐射(例如深紫外辐射)基本上透明的基底材料(例如熔融石英)，并且可以包括由基本上非透明材料(例如铬)制成的图形。热效应可以是由于由图形化装置的非透明部分吸收辐射束，并且可以引起例如形成在衬底上的图形中的对准误差和/或重叠误差。辐射束或来自被加热图形化装置的对流也可以加热在图形化装置与邻近透镜元件之间的空气。在图形化装置和透镜元件之间该被加热的空气可以引起图形失真(诸如重叠误差)。为了校正由于图形化装置的热膨胀和/或图形化装置与透镜元件之间空气的加热引起的这些误差，当前的光刻设备可以依赖于校正系统。例如，该校正系统可以包括刻线板或晶片对准系统，放大校正系统，用于膨胀预测的前馈系统，透镜校正系统，或者其组合。然而，随着朝向器件尺寸等比缩减的持续趋势，这些校正系统无法提供对于这些缩减器件的研发所需的对准和/或重叠精确度的所需水平。

### 发明内容

[0006] 因此，在一些实施例中，一种系统和方法控制了光刻设备中图形化装置的温度。

[0007] 在一些实施例中，光刻设备包括被配置用于支撑图形化装置的图形化装置支撑结构，被配置用于提供跨图形化装置的表面的气流的气体入口，以及被配置用于基于设定点调节气流温度的温度调节装置。设备也包括至少一个传感器，被配置用于在光刻系统的操作使用期间测量指示被添加至图形化装置的热量以及在图形化装置和投影系统的透镜之

间体积的参数。进一步，设备包括可操作地耦合至至少一个传感器并且被配置用于基于由传感器测得参数而调节设定点以控制图形化装置温度的控制器。在一些实施例中，由传感器测得参数指示图形化装置的形状。在一些实施例中，传感器被配置用于测量在图形化装置和投影系统透镜之间体积中流体的温度。在一些实施例中，传感器被配置用于测量图形化装置的一部分的温度。

[0008] 在一些实施例中，一种用于控制图形化装置的温度的方法包括跨图形化装置的表面流动气体并基于设定点调节气体的温度。方法也包括在光刻设备的操作使用期间测量指示被添加至(a)图形化装置和(b)图形化装置和投影系统透镜之间体积的至少一个的热量的参数。该方法进一步包括基于测得参数调节设定点。在一些实施例中，测量参数包括测量指示图形化装置的形状的参数。在一些实施例中，测量参数包括测量在图形化装置和投影系统透镜之间体积中流体的温度。在一些实施例中，测量参数包括测量图形化装置的一部分的温度。

[0009] 以下参照附图详细描述实施例的进一步特征和优点、以及各个实施例的结构和操作。应该注意的是本发明不限于在此所述的具体实施例。在此仅为了示意说明目的展示这些实施例。基于在此所包含的教导，额外的实施例对于相关领域技术人员将是明显的。

## 附图说明

[0010] 在此所包括并且形成了说明书一部分的附图展示了本发明，并且与说明书一起进一步用于解释本发明的原理并且使得相关领域技术人员制造并使用本发明。

[0011] 图1A是根据一个实施例的反射式光刻设备的示意图。

[0012] 图1B是根据一个实施例的透射式光刻设备的示意图。

[0013] 图2是根据一个实施例的衬底工作台和衬底的示意性平视图。

[0014] 图3是根据一个实施例的照明系统、支撑结构和投影系统的示意性侧视图。

[0015] 图4是根据另一实施例的照明系统、支撑结构和投影系统的示意性侧视图。

[0016] 图5是根据又一实施例的照明系统、支撑结构和投影系统的示意性侧视图。

[0017] 图6是根据另一实施例的照明系统、支撑结构和投影系统的示意性侧视图。

[0018] 图7是示出了根据实施例的气流的设定点温度和图形化装置的温度随时间变化的图表。

[0019] 图8示出了在实施图1A至图7中所述实施例的实施中有用的计算机系统硬件。

[0020] 当结合附图考虑时从以下阐述的详细说明书将使得所公开实施例的特征和优点变得更明显，其中相同的参考符号遍及全文标识对应的元件。在附图中，相同的参考数字通常指示等同、功能上类似、和/或结构上类似的元件。其中元件首次出现的附图由对应参考数字中最左数位指示。除非另外陈述，遍及本公开所提供的附图不应解释为按照比例绘制的附图。

## 具体实施方式

[0021] 所公开的实施例仅示例化了本发明。本发明的范围不应限定于所公开的实施例。本发明由所附权利要求限定。

[0022] 说明书中所述的实施例以及对于“一示例”、“一个实施例”、“一实施例”、“一示例

性实施例”、“一些实施例”等的参考指示了所述实施例可以包括特定的特征、结构或特性，但是并非每个实施例必须包括特定的特征、结构或特性。此外，该短语不必涉及相同的实施例。进一步，当结合实施例描述特定的特征、结构或特性时，应该理解的是结合不论是否明确描述的其他实施例而实现该特征、结构或特性在本领域技术人员的认识范围内。

[0023] 然而，在更详细描述这些实施例之前，展示其中可以实施本公开实施例的示例性环境是有益的。

[0024] 示例性的反射和透射式光刻系统

[0025] 图1A和图1B分别是其中可以实施本公开实施例的光刻设备100和光刻设备100' 的示意图。光刻设备100和光刻设备100' 均包括以下项：被配置用于调节辐射束B(例如DUV或EUV辐射)的照明系统(照明器)IL；被配置用于支撑图形化装置(例如掩模、刻线板或动态图形化装置)MA并连接至被配置用于精确地定位图形化装置MA的第一定位器PM的支撑结构(例如掩模工作台)MT；以及，被配置用于保持衬底(例如涂覆了抗蚀剂的晶片)W并连接至被配置用于精确地定位衬底W的第二定位器PW的衬底工作台(例如晶片工作台)WT。光刻设备100和100' 也具有配置用于将由图形化装置MA赋予辐射束B的图形投影至衬底W的目标部分(例如包括一个或多个裸片的一部分)C上的投影系统PS。在光刻设备100中，图形化装置MA和投影系统PS是反射式的。在光刻设备100' 中，图形化装置MA和投影系统PS是透射式的。在一些实施例中，投影系统PS是反射折射式的。

[0026] 照明系统IL可以包括用于引导、定型或控制辐射B的各种类型光学部件，诸如折射、反射、磁性、电磁、静电或其他类型的光学部件、或者其组合。

[0027] 支撑结构MT以取决于图形化装置MA的朝向、光刻设备100和100' 的设计、以及其他条件诸如图形化装置MA是否保持在真空环境中的方式而保持图形化装置MA。支撑结构MT可以使用机械、真空、静电或其他夹持技术以保持图形化装置MA。支撑结构MT可以是框架或工作台，例如，如果需要的话其可以是固定或可移动的。支撑结构MT可以确保图形化装置例如相对于投影系统PS处于所需位置处。

[0028] 术语“图形化装置”MA应该广义地解释为涉及可以用于在其截面中赋予辐射束B图形、以便于在衬底W的目标部分C中产生图形的任何装置。赋予辐射束B的图形可以对应于在目标部分C中产生的装置中的特定功能层，诸如集成电路。

[0029] 图形化装置MA可以是透射式(如图1B的光刻设备100' 中)或反射式(如图1A的光刻设备100中)。图形化装置MA的示例包括刻线板、掩模、可编程镜面阵列、和可编程LCD面板。掩模在光刻中是广泛已知的，并且包括诸如二元、交替相移、和衰减相移的掩模类型，以及各种混合掩模类型。可编程镜面阵列的示例利用小镜面的矩阵设置，每个小镜面可以单独地倾斜以便于沿不同方向反射入射的辐射束。倾斜的镜面在由镜面矩阵所反射的辐射束B中赋予图形。

[0030] 术语“投影系统”PS可以包括任何类型的投影系统，包括折射、反射、反射折射、磁性、电磁和静电光学系统或者其任意组合，如对于所使用的曝光辐射合适的，或者对于其他因素诸如沉浸液体的使用或真空的使用是合适的。真空环境可以用于EUV或电子束辐射，因为其他气体可以吸收太多辐射或电子。可以因此借助于真空壁和真空泵向整个束路径提供真空环境。

[0031] 光刻设备100和/或光刻设备100' 可以是具有两个(双站台)或多衬底工作台WT

(和/或两个或多个掩模工作台)的类型。在该“多站台”机器中,可以并行使用额外的衬底工作台WT,或者可以在一个或多个工作台上执行准备步骤而同时使用一个或多个其他衬底工作台WT用于曝光。

[0032] 参照图1A和图1B,照明器IL从辐射源S0接收辐射束。源S0和光刻设备100、100'可以是分立的实体,例如,当源S0是受激准分子激光器时。在该情形中,源S0不应视作形成光刻设备100或100'的一部分,并且辐射束B借助于包括例如合适的引导镜面和/或扩束器的束输送系统BD(在图1B中)而从源S0传至照明器IL。在其他情形中,源S0可以是光刻设备100、100'的整体部分,例如当源S0是汞灯时。源S0和照明器IL、以及如果需要的话与束输送系统BD一起可以称作辐射系统。

[0033] 照明器IL可以包括用于调节辐射束的角强度分布的调节器AD(在图1B中)。通常,可以调节在照明器的光瞳面中强度分布的至少外侧和/或内侧径向范围(通常分别称作“ $\sigma$ -外侧”和“ $\sigma$ -内侧”)。此外,照明器IL可以包括各种其他部件(在图1B中),诸如积分器IN和聚光器CO。照明器IL可以用于调节辐射束B以在其截面中具有所需的均匀性和强度分布。

[0034] 参照图1A,辐射束B入射在图形化装置(例如掩模)MA上,其被保持在支撑结构(例如掩模工作台)MT上并由图形化装置MA所图形化。在光刻设备100中,辐射束B从图形化装置(例如掩模)MA反射。在从图形化装置(例如掩模)MA反射之后,辐射束B穿过投影系统,这迫使辐射束B至衬底W的目标部分C上。借助于第二定位器PW和定位传感器IF2(例如,干涉装置、线性编码器或电容性传感器),衬底工作台WT可以精确地移动(例如,以便于在辐射束B的路径中定位不同的目标部分C)。类似的,第一定位器PM和另一位置传感器IF1可以用于相对于辐射束B的路径精确地定位图形化装置(例如掩模)MA。图形化装置(例如掩模)MA和衬底W可以使用掩模对准标记M1、M2以及衬底对准标记P1、P2而对准。

[0035] 参照图1B,辐射束B入射在图形化装置(例如掩模MA)上,其被保持在支撑结构(例如掩模工作台MT)上,并且由图形化装置图形化。通过横越掩模MA,辐射束B穿过投影系统PS,投影系统将束聚焦至衬底W的目标部分CS上。投影系统具有与照明系统光瞳IPU共轭的光瞳PPU。辐射束的一部分从照明系统光瞳IPU处强度分布发源并且横越掩模图形而并未受到掩模图形处衍射的影响,在照明系统光瞳IPU处产生了强度分布的图像。

[0036] 借助于第二定位器PW和位置传感器IF(例如干涉装置、线性编码器或电容性传感器),衬底工作台WT可以精确地移动(例如,以便于在辐射束B的路径中定位不同目标部分C)。类似地,第一定位器PM和另一位置传感器(图1B中未示出)可以用于相对于辐射束B的路径精确地定位掩模MA(例如,在从掩模库机械检索之后或者在扫描期间)。

[0037] 通常,可以借助于形成了第一定位器PM的一部分的长冲程模块(粗略定位)和短冲程模块(精细定位)而实现掩模工作台MT的移动。类似地,可以使用形成了第二定位器PW的一部分的长冲程模块和短冲程模块实现衬底工作台WT的移动。在步进机(与扫描机相反)的情形中,掩模工作台MT可以仅连接至短冲程促动器或者可以被固定。可以使用掩模对准标记M1、M2以及衬底对准标记P1、P2对准掩模MA和衬底W。尽管衬底对准标记(如所示)占据了专用的目标位置,它们可以位于目标部分之间的空间中(已知为划片线对准标记)。类似的,在其中掩模MA上提供多于一个裸片的情形中,掩模对准标记可以位于裸片之间。

[0038] 掩模工作台MT和图形化装置MA可以在真空腔室中,其中真空中机器人IVR可以用于将图形化装置诸如掩模移入和移出真空腔室。备选地,当掩模工作台MT和图形化装置MA

在真空腔室外时,真空中机器人可以用于各种输运操作,类似于真空中机器人IVR。真空中和真空中机器人两者均必须校准以用于将任何载荷(例如掩模)平滑转移至传送站的固定运动学支架。

[0039] 光刻设备100和100'可以用于以下模式的至少一个:

[0040] 1. 在步进模式中,当赋予辐射束B的整个图形一次性投影至目标部分C上时(也即单次静态曝光),支撑结构(例如掩模工作台)MT和衬底工作台WT保持基本上固定。衬底WT随后沿X和/或Y方向偏移以使得可以曝光不同的目标部分C。

[0041] 2. 在扫描模式中,当赋予辐射束B的图形被投影至目标部分C上时(也即单次动态曝光),同步地扫描支撑结构(例如掩模工作台)MT和衬底工作台WT。衬底工作台WT相对于支撑结构(例如掩模工作台)MT的移动速率和方向可以由投影系统PS的倍率和图像翻转特性确定。

[0042] 3. 在另一模式中,当赋予辐射束B的图形投影至目标部分C上时,支撑结构(例如掩模工作台)MT保持基本上固定而保持了可编程图形化装置,并且移动或扫描衬底工作台WT。可以利用脉冲辐射源S0,并且如果需要的话在衬底工作台WT的每次移动之后或者扫描期间连续辐射脉冲之间更新可编程图形化装置。该操作模式可以易于适用于利用可编程图形化装置诸如在此所涉及类型的可编程镜面阵列的无掩模光刻。

[0043] 也可以采用所述使用模式的组合和/或变形或者采用完全不同的使用模式。

[0044] 图2示意性示出了根据实施例的图1A或图1B的光刻设备中所示衬底工作台WT的布置,其中衬底工作台WT包括图像传感器。在一些实施例中,如图2中所示,衬底工作台WT包括两个图像传感器IAS1和IAS2。图像传感器IAS1和IAS2可以用于通过扫描图像传感器IAS1或IAS2穿过空间图像而确定掩模MA上图形例如目标标记的空间图像的位置。掩模MA上目标标记相对于晶片工作台WT的相对位置可以从图像传感器IAS1、IAS2所获得的信息推导,并且可以从掩模MA上目标标记的测得位置计算许多参数。例如,掩模MA的这些参数可以包括MA的倍率(M)、围绕z轴线的旋转(R)、沿着掩模MA的x轴线和y轴线的平移(C<sub>x</sub>, C<sub>y</sub>)、沿y方向的倍率(M<sub>y</sub>)、以及扫描斜率(RI)。

[0045] 必须理解,替代于两个图像传感器IAS1和IAS2,可以存在更多或更少的图像传感器,例如一个或三个。这些传感器和电子器件的形式对于本领域技术人员是已知的并且将不再进一步详述。对准机制的备选形式是可能的,并且在本发明的范围内是有用的。在其他实施例中,可以能够省去图像传感器IAS1、IAS2,或者在与承载了衬底的晶片工作台分离的支座上提供它们。

[0046] 尽管在该文本中可以对于在IC的制造中使用光刻设备做出具体参考,应该理解,在此所述的光刻设备可以具有其他应用,诸如集成光学系统、用于磁畴存储器的引导和检测图形、平板显示器、液晶显示器(LCDs)、和薄膜磁头的制造。本领域技术人员应该知晓,在该备选应用的上下文中,在此术语“晶片”或“裸片”的任何使用可以视作分别与更常用术语“衬底”或“目标部分”同义。可以在曝光之前或之后例如在轨道(通常施加抗蚀剂层至衬底并显影已曝光抗蚀剂的工具)、度量工具、和/或检查工具中处理在此涉及的衬底。其中可应用的,本公开在此可以适用于该和其他衬底处理工具。进一步,可以多于一次处理衬底,例如,以便于产生多层IC,因此在此所使用的术语衬底也可以涉及已经包含了一个或多个已处理层的衬底。

[0047] 尽管以上已经在光学光刻的上下文中对于实施例的使用做了具体参考,应该知晓,实施例可以用于其他应用,例如压印光刻,以及其中上下文允许的,不限于光学光刻。在压印光刻中,图形化装置中的拓扑结构限定了产生在衬底上的图形。图形化装置的拓扑结构可以压印至提供至衬底的抗蚀剂层中,通过施加电磁辐射、热、压力或其组合而在衬底上固化抗蚀剂。在固化了抗蚀剂之后从抗蚀剂移除图形化装置而在其中留下图形。

[0048] 在另一实施例中,光刻设备100包括极紫外(EUV)源,其被配置用于产生用于EUV光刻的EUV辐射束。通常,EUV源被配置在辐射系统中,并且对应的照明系统被配置用于调节EUV源的EUV辐射束。

[0049] 在此所述的实施例中,其中上下文允许的,术语“透镜”和“透镜元件”可以涉及各种类型的光学部件的任意一个或组合,包括折射、反射、磁性、电磁和静电光学部件。

[0050] 进一步,在此所使用的术语“辐射”和“束”包括所有类型的电磁辐射,包括紫外(UV)辐射(例如具有365、248、193、157或126nm的波长 $\lambda$ ),极紫外(EUV或软X射线)辐射(例如具有在5–20nm范围内的波长,诸如例如13.5nm),或工作在小于5nm下的硬X射线,以及粒子束诸如离子束或电子束。通常,具有在大约780–3000nm(或更大)之间波长的辐射被视作是IR辐射。UV涉及具有大约100–400nm波长的辐射。在光刻内,术语“UV”也适用于可以由水银放电灯产生的波长:G线436nm;H线405nm;和/或I线365nm。真空UV或VUV(也即由气体吸收的UV)涉及具有大约100–200nm波长的辐射。深UV(DUV)通常涉及具有范围从126nm至428nm波长的辐射,并且在实施例中,受激准分子激光器可以产生在光刻设备内使用的DUV辐射。应该知晓,具有例如在5–20nm范围内波长的辐射涉及具有某一波段的辐射,其至少一部分在5–20nm的范围内。

[0051] 其中上下文允许的,术语“透镜”可以涉及各种类型的光学部件的任意一个或组合,包括折射、反射、磁性、电磁和静电光学部件。

[0052] 光刻设备的示例性实施例

[0053] 图3是根据实施例的光刻设备100的示意性侧视图,包括照明系统102,被配置用于支撑图形化装置110的支撑结构104,以及投影系统106。

[0054] 在一些实施例中,光刻设备100结构和功能上类似于参照图1A和图1B如上所述的光刻设备100和100'。例如,光刻设备100包括被配置用于调节辐射束108(例如DUV或EUV辐射)诸如图1A和图1B以上所讨论的辐射束B的照明系统102。辐射束108被引导在图形化装置110上。

[0055] 光刻设备100也包括被配置用于支撑图形化装置110(例如掩模、刻线板或动态图形化装置)的支撑结构104(例如图1A和图1B中所讨论的掩模工作台MT)。支撑结构104被配置为以取决于图形化装置110的朝向的方式而保持图形化装置110。支撑结构104可以使用机械、真空、静电或其他夹持计数以将图形化装置110保持至直接地支撑了图形化装置110的支撑工作台112。支撑结构104可以配置用于确保图形化装置110例如相对于投影系统106而处于所需位置。例如,支撑结构104可以包括可移动部件102,诸如刻线板站台的短或长冲程模块,被配置用于精确地定位图形化装置110(例如沿着x轴线或y轴线)。

[0056] 在一些实施例中,如图3中所示,光刻设备100包括在照明系统102和支撑结构104之间的固定清洗板(purge plate)109。例如,固定清洗板109可以在支撑工作台112之上大约1.5mm。固定清洗板可以部分限定增压环境,在图形化装置110和固定清洗板109的底表面

之间的区域中包含清洁气体。

[0057] 投影系统106(例如如图1A和图1B中所讨论的投影系统PS)被配置用于将由图形化装置110赋予辐射束108的图形投影至衬底(图3中未示出)的目标部分(例如一个或多个裸片的一部分)上。投影系统106包括在一些实施例中邻接支撑结构104的近端透镜元件124。

[0058] 如图3中所示,支撑结构104和投影系统106限定了在支撑结构104和投影系统106之间的空间126,例如直接地在支撑结构104的支撑工作台112与投影系统106的近端透镜元件124之间。在一些实施例中,空间126提供了经调节的气体环境,成像辐射108可以穿过其中从图形化装置110传至投影系统106。在一些实施例中,光刻设备包括将支撑结构104与投影系统106分离的隔板122。例如,隔板122可以位于支撑结构104的支撑工作台112与投影系统106的近端透镜元件124之间。在一些实施例中,隔板122被配置作为清洗板。在一些实施例中,空间126可以具有连续气流,其可以通过从隔板122中开口提供气体并穿过隔板122相对侧上开口抽吸所提供清洗气体而产生。隔板122限定了允许辐射束108从照明系统102传至投影系统106的开口128。当辐射108入射在图形化装置110上并穿过其中时,图形化装置110从辐射108吸收能量,这可以引起温度升高和图形化装置110的相关联热膨胀,并且引起空间126中气体的温度上升,这可以导致图像失真。

[0059] 在一些实施例中,光刻设备100包括一个或多个气体入口116以及一个或多个气体出口118。气体入口116和气体出口118被定位并被配置为产生横越图形化装置110表面的气流114,例如图3中所示,图形化装置110面对照明系统102的顶表面。气体入口116引入气流114,并且气体出口118抽吸气流114。在一些实施例中,气流114基本上平行于图形化装置110的表面从气体入口116传播至气体出口118。在一些实施例中当气流114到达图形化装置110的与气体入口116相对侧时,气体出口118抽吸气流114。在气体出口118处抽吸气流114可以是主动或被动的。在一些实施例中,气流114包括氦或者基本由氦构成。在一些实施例中,气流114包括极其清洁的干燥气体或空气。在一些实施例中,当图形化装置110装载在支撑结构104上或者从其卸载时,可以临时并选择性地停止气流114以避免干扰装载过程。在一些实施例中,当不需要图形化装置110的冷却时,可以临时并选择性地停止气流114。

[0060] 在一些实施例中,如图3中所示,气体入口116和气体出口118位于照明系统102和图形化装置110之间。例如,在一些实施例中,支撑结构104包括在支撑结构104的一侧上的气体入口116。在一些实施例中气体入口116可以与可移动部件120整体成型。例如,如图3中所示,可移动部件120包括限定了气体入口116的喷嘴119。在其他实施例中(图3中未示出),气体入口116可以与可移动部件120分离,例如,穿过由可移动部件120所限定开口的分立喷嘴。在其他实施例中,可以由固定的清洗板109限定气体入口116。在一些实施例中,气体入口116在图形化装置110的端部附近。在一些实施例中,气体入口116被配置为使得在光刻设备100的操作使用期间气体入口116与图形化装置110一起移动。

[0061] 在一些实施例中(图3中未示出),可移动部件120包括气体出口118。例如,气体出口118可以与可移动部件120整体成型,或者气体出口118可以与可移动部件120分离,例如穿过由可移动部件120所限定开口的分离喷嘴。气体出口118可以位于图形化装置110的相对于气体入口116的相对侧。气体出口118可以邻接图形化装置110的端部,与气体入口116所邻接图形化装置110的端部相对。在一些实施例中,气体出口118由固定清洗板109所限定。并且在一些实施例中,如图3中所示,固定清洗板109和可移动部件120至少部分地共同

限定了气体出口118。气体入口116和气体出口118可以每个例如定位紧邻,例如邻接图形化装置110的相同表面,例如图形化装置110的顶表面。

[0062] 在一些实施例中(未示出),气体入口116和气体出口118在图形化装置110和投影系统106之间。在这些实施例中,气体入口116和气体出口118可以被定位为使得气流114流经图形化装置110的面对投影系统106的底表面。

[0063] 在一些实施例中(未示出),光刻设备100可以包括紧邻图形化装置110的顶表面的气体入口116,以及紧邻图形化装置110的底表面的一个或多个额外气体入口,具有紧邻图形化装置110的顶表面和底表面的对应的气体出口。该配置产生了跨图形化装置110的顶表面和底表面的双平行气流。

[0064] 在一些实施例中,图形化装置110是反射式图形化装置,如以上关于图1A所述(图3中未示出)。辐射束108仍然入射在图形化装置110上,但是将从图形化装置110反射。在该情形中,图形化装置110可以仍然经受由图形化装置110的热膨胀和图形化装置110周围气体加热导致的加热和退变效应。支撑结构104可以仍然包括定位紧邻图形化装置110表面的气体入口116和气体出口118,如上所述。

[0065] 在一些实施例中,如以下所揭示,可以由气体出口118抽吸气流114并重新循环返回至气体入口116。

[0066] 气流114调节(例如改变或维持)图形化装置110的温度。例如,气流114可以降低、升高或维持图形化装置110的温度。在一些实施例中,气流114抵抗由辐射108的吸收所引起的图形化装置110的加热,这减小了图形化装置110的热膨胀以及图形化装置110周围流体、包括空间126中流体的加热。图形化装置110的热膨胀的该减小以及图形化装置110周围流体、包括空间126中流体温度的该降低减小了在衬底处的图像失真。在一些实施例中,气流114将图形化装置110维持在大气压力在22°C处或附近。本领域技术人员应该知晓,其他目标温度是可能的和/或对于给定应用可以是更希望的。

[0067] 再次转至图3,在一些实施例中光刻设备100可以包括至少一个温度调节装置134。温度调节装置134可以例如是一个或多个加热器(例如压电加热器)或一个或多个冷却装置(例如热交换器,诸如珀尔贴装置)。在一些实施例中,光刻设备100可以包括加热器和冷却装置这两者。在一些实施例中,温度调节装置134被配置用于基于从例如如下所述控制器130接收到的设定点而维持并动态地改变气流114的温度。在一些实施例中,温度调节装置134定位在支撑结构104处。例如,温度调节装置134可以定位在可移动部件120的喷嘴119处,从而当气流114离开喷嘴119时温度调节装置134维持或改变气流114的温度。温度调节装置134可以位于其他位置,例如,在气体入口116上游的任何其他位置处。在一些实施例中,温度调节装置134被配置用于基于所接收的设定点信号动态地调节气流114以具有范围从大约19°C至大约25°C的温度。例如,在一些实施例中,温度调节装置134被配置用于基于接收到的设定点信号动态地调节气流114以具有范围从大约22°C至大约21°C的温度。例如,在一些实施例中,温度调节装置134配置用于基于所接收的设定点信号调节气流114以具有范围从大约21.8°C至大约21.2°C的温度。

[0068] 在一些实施例中,光刻设备100也包括至少一个传感器,该至少一个传感器被配置用于在光刻设备100的操作使用期间测量指示被添加至(1)图形化装置110和(2)支撑结构104与投影系统106之间空间126的至少一个的热量的量的参数。

[0069] 在图3中,例如,光刻设备100包括传感器,该传感器被配置用于在光刻设备100的操作使用期间测量指示被添加至支撑结构104和投影系统106之间空间126的热量的量的参数。如图3中所示,光刻设备100包括位于支撑结构104和投影系统106之间的温度传感器132,例如,在图形化装置110之下并在投影系统106的近端透镜元件124之上。温度传感器132测量空间126中流体的温度。如图3中所示,传感器132耦合至隔板122并定位邻接由隔板122所限定的开口128。

[0070] 图4示出了根据另一实施例的照明系统、支撑结构和投影系统。示出了传感器的另一示例性布置,其被配置用于在光刻设备100的操作使用期间测量指示被添加至(1)图形化装置110和(2)支撑结构104与投影系统106之间空间126的至少一个的热量的量的参数。例如,如图4中所示,传感器132耦合至隔板122但是定位远离由隔板122所限定的开口128。

[0071] 在一些实施例中,光刻设备100可以包括至少两个传感器132,例如,一个传感器132定位如图3中所示而另一个传感器132定位如图4中所示。

[0072] 在其他一些实施例中,光刻设备100可以包括位于任何其他合适位置处以用于测量空间126中流体温度的一个或多个传感器132。

[0073] 图5示出了根据另一实施例的照明系统、支撑结构和投影系统。示出了传感器的另一示例性布置,其被配置用于在光刻设备100的操作使用期间测量指示被添加至至少图形化装置110的热量的量的参数。例如,如图5中所示,光刻设备100包括传感器136。传感器136被配置用于测量图形化装置110的至少一部分的温度,例如图形化装置110的远离空间126并朝向照明系统102的表面部分的温度。在这些实施例中,传感器136可以位于照明系统102和支撑结构104之间。在这些实施例中,传感器136可以例如是红外温度传感器。

[0074] 在一些实施例中,指示被添加至图形化装置110和支撑结构104与投影系统106之间空间126的至少一个的热量的量的测得参数是指示了图形化装置110形状的参数。例如,在一些实施例中,光刻设备100包括测量图形化装置110的对准参数的至少一个图像传感器(例如,如图2中所述图像传感器IAS1和IAS2),例如,测量图形化装置110的倍率(M)、围绕z轴线旋转(R)、沿着x轴线或y轴线平移(C<sub>x</sub>,C<sub>y</sub>)、沿着y轴线倍率(M<sub>y</sub>)和扫描斜率(RI)的传感器。基于测得对准参数,控制器130可以确定图形化装置110的形状,并且基于图形化装置110所确定形状,控制器130可以确定图形化装置110或者支撑结构104和投影系统106之间空间126的温度分布曲线图。

[0075] 在一些实施例中,光刻设备包括如图3中所示的至少一个传感器132、如图4中所示的至少一个传感器132、如图5中所示的至少一个传感器136,测量图形化装置110的对准参数的至少一个传感器(例如,如图2中所述图像传感器IAS1和IAS2),或者其任意组合。

[0076] 光刻设备100也可以包括控制器130,例如,处理器。控制器130被配置用于从一个或多个传感器(例如,图3中传感器132、如图4中所示传感器132、如图5中所示传感器136、或对准参数传感器)接收信号。这些接收到的传感器信号指示测得参数(例如空间126或图形化装置110的温度),其指示被添加至(1)图形化装置110和(2)支撑结构104与投影系统106之间空间126的至少一个的热量的量。在一些实施例中,控制器130被配置用于从(1)如图3中所示的至少一个传感器132,(2)如图4中所示的至少一个传感器132,(3)如图5中所示的至少一个传感器136,以及(4)测量图形化装置110的对准参数的至少传感器(例如,如图2中所述图像传感器IAS1和IAS2)的两个或多个接收信号。例如,图6示出了根据另一实施例的

照明系统、支撑结构和投影系统，其中控制器130与如图3所述的传感器132以及如图5中所述传感器136耦合。

[0077] 在一些实施例中，基于从一个或多个传感器接收到的信号，控制器130被配置用于计算(1)图形化装置110的温度分布和(2)空间126的温度分布中的至少一个。在一些实施例中，控制器130被配置用于比较计算得到的温度分布与对于图形化装置110或空间126的所需温度分布，并且基于该比较结构，控制器130维持或者动态地改变温度调节装置134的设定点温度。图形化装置110或空间126的所需温度分布可以是均匀或非均匀的。

[0078] 例如，如果计算得到的温度分布高于所需温度分布，则控制器130可以降低温度调节装置134的温度设定点，以实现对于图形化装置110或空间126的所需温度分布。如果计算得到的温度分布低于所需温度分布，则控制器130可以升高温度调节装置134的温度设定点以实现图形化装置110或空间126的所需温度分布。如果计算得到的温度分布等于所需温度分布，则控制器130可以维持对于温度调节装置134的设定点以维持对于图形化装置110或空间126的所需温度分布。在一些实施例中，图形化装置110或空间126的所需温度分布是基于光刻设备100的工作状态。例如，当正对准图形化装置110时对于图形化装置100或空间126的所需温度分布可以比当曝光图形化装置110时较高。

[0079] 控制器130可操作地直接或间接耦合至温度调节装置134，从而温度调节装置接收温度设定点信号，其指示由控制器130所确定的温度设定点。基于接收到的温度设定点，温度调节装置134可以动态地调节气流114的温度。

[0080] 在一些实施例中，在存在由辐射108所产生的随时间变化的热载荷时，控制器130自适应地调节设定点温度以实现图形化装置110或空间126的恒定或基本上恒定的温度分布。例如，当图形化装置110的温度即将等于环境系统温度时，控制器130可以调节对于温度调节装置134的设定点以大约等于环境系统温度，例如大约21.8°C。控制器130可以在曝光期间逐渐地降低对于温度调节装置134的设定点。在一些实施例中，设定点可以降低至低至大约19°C的温度。在其他实施例中，设定点可以降低至大约21.2°C的温度。例如，图7示出了控制器130可以如何在曝光期间降低随时间变化的温度调节装置134的设定点( $T_{SP}$ )，以在存在由辐射108所产生随时间变化热载荷时实现图形化装置110或空间126的基本上恒定的温度( $T_{PD}$ )。

[0081] 控制图形化装置的温度的方法的示例性实施例

[0082] 现在将描述根据各个实施例的用于控制图形化装置的温度的示例性方法。应该知晓，可以以任意顺序执行以下所述的操作，以及可以无需所有所述操作。开始，采用辐射束108照射图形化装置110。跨图形化装置110的表面(例如顶或底表面)提供气流114。例如，气流114调节(例如维持或改变)图形化装置110的温度，这是因为气流114在较低温度。通过自适应地调节，可以由温度调节装置134所接收的设定点而动态地调节气流114的温度，以可变地影响图形化装置110的温度。从图形化装置110的表面抽吸气流114。在一些实施例中，当光刻设备100在工作时连续地提供气流114。在一些实施例中，当光刻设备100在工作时连续地提供气流114，从而图形化装置110或空间126的温度维持恒定。在一些实施例中，图形化装置110的温度维持在目标温度(例如21.8°C)处或周围。

[0083] 图8图示了在实施图1A至图7中所述实施例中使用的计算机系统硬件。图8图示了用作被配置用于从一个或多个传感器接收数据的处理器的计算机组件，传感器被配置用于

测量指示了添加至(1)图形化装置110和(2)支撑结构104与投影系统106之间空间126的至少一个的热量的量的参数,以及确定如何自适应地调节对于温度调节装置134的设定点以改变或维持图形化装置110的温度分布。计算机组件在组件的实施例中可以是形式为控制单元的专用计算机,或者备选地,是控制了光刻投影设备的中央计算机。计算机组件可以设置用于加载包括了计算机可执行代码的计算机程序产品。

[0084] 连接至处理器2023的存储器2001可以包括许多存储器部件,例如硬盘驱动(HDD)2003、只读存储器(ROM)2005、电可擦除可编程只读存储器 EEPROM2007和随机访问存储器(RAM)2009。并非所有前述存储器部件必须存在。进一步,前述存储器部件并非必须物理地紧邻处理器2023或相互紧邻。它们可以以一距离相互远离而定位。

[0085] 处理器2023也可以连接至一些种类的用户接口,例如键盘2011或鼠标2013。也可以使用触摸屏、轨迹球、语音转换器或本领域技术人员已知的其他接口。

[0086] 处理器2023可以连接至读取单元2019,其设置用于从数据载体类似软盘2017或光盘2015读取例如形式为计算机可执行代码的数据并在一些情形下在该数据载体上存储数据。也可以使用DVDs、快闪存储器、或本领域技术人员已知的其他数据载体。

[0087] 处理器2023也可以连接至打印机2021以在纸张上打印输出数据,以及连接至显示器2029,例如监视器或LCD(液晶显示器),或者本领域技术人员已知的任何其他类型显示器。

[0088] 处理器2023可以借由负责输入/输出(I/O)的发射器/接收器2025而连接至通信网络2027,例如公用交换电话网络(PSTN)、局域网(LAN)、广域网(WAN)等。处理器2023可以设置用于经由通信网络2027与其他通信系统通信。在实施例中,外部计算机(未示出)例如操作者的个人计算机可以经由通信网络2027登入处理器2023。

[0089] 处理器2023可以实施作为独立系统或者作为并行工作的许多处理单元,其中每个处理单元设置用于执行较大型程的子任务。处理单元也可以划分为具有数个子处理单元的一个或多个主处理单元。处理器2023的一些处理单元可以甚至以一距离远离其他处理单元定位并经由通信网络2027通信。模块之间的连接可以是有线或无线的。

[0090] 计算机系统可以是具有设置用于执行在此所述功能的模拟和/或数字的任何信号处理系统和/或软件技术。

[0091] 尽管在该文本中可以对于在制造IC中使用光刻设备做出具体参考,应该理解的是在此所述的光刻设备可以具有其他应用,诸如集成光学系统、用于磁畴存储器的引导和检测图形、平板显示器、液晶显示器(LCDs)、薄膜磁头等的制造。本领域技术人员应该知晓,在该备选应用的上下文中,在此术语“晶片”或“裸片”的任何使用可以视作分别与更常用术语“衬底”或“目标部分”同义。可以在例如轨道(通常施加抗蚀剂层至衬底并显影已曝光抗蚀剂的工具)、度量工具和/或检查工具中在曝光之前或之后处理在此涉及的衬底。其中可应用的,在此本公开可以适用于这些和其他衬底处理工具。进一步,可以多于一次处理衬底,例如以便于产生多层IC,因此在此所使用的术语衬底也可以涉及已经包含了多个已处理层的衬底。

[0092] 尽管以上已经在光学光刻的上下文中对于实施例的使用作出了具体参考,应该知晓的是实施例可以用于其他应用,例如压印光刻,以及其中上下文允许的,不限于光学光刻。在压印光刻中,图形化装置中的拓扑结构限定了在衬底上产生的图形。图形化装置的拓

扑结构可以压印至提供至衬底的抗蚀剂层中,通过施加电磁辐射、热、压力或其组合而在衬底上固化抗蚀剂。在固化了抗蚀剂之后从抗蚀剂移出图形化装置而在其中留下图形。

[0093] 应该理解的是在此的短语或术语是为了解释说明而非限制的目的,以使得本说明书的术语或短语应该由相关联领域技术人员按照在此的教导而解释。

[0094] 在此所述的实施例中,其中上下文允许的,术语“透镜”和“透镜元件”可以涉及各种类型光学部件的任意一个或组合,包括折射、反射、磁性、电磁和静电光学部件。

[0095] 进一步,在此使用的术语“辐射”和“束”包括所有类型电磁辐射,包括紫外(UV)辐射(例如,具有365、248、193、157或126nm的波长 $\lambda$ )、极紫外(EUV或软X射线)辐射(例如,具有在5-20nm范围内、诸如例如13.5nm的波长)、或工作在小于5nm的硬X射线,以及粒子束诸如离子束或电子束。通常,具有在大约400至大约700nm之间波长的辐射被视作可见辐射;具有在大约780-3000之间(或更大)波长的辐射被视作IR辐射。UV涉及具有大约100-400nm波长的辐射。在光刻内,术语“UV”也适用于可以由水银放电灯产生的波长:G线436nm;H线405nm;和/或I线365nm。真空UV或VUV(也即由气体吸收的UV)涉及具有大约100-200nm波长的辐射。深UV(DUV)通常涉及具有范围从126nm至428nm的波长的辐射,并且在实施例中,受激准分子激光器可以产生在光刻设备内所使用的DUV辐射。应该知晓,具有在范围例如5-20nm内波长的辐射涉及具有某一波段的辐射,其至少一部分在5-20nm的范围内。

[0096] 如在此使用的术语“衬底”通常描述了其上添加了后续材料层的材料。在实施例中,衬底自身可以被图形化并在其顶部上添加也可以被图形化的材料,或者可以保持并未图形化。

[0097] 如在此使用的术语“实质接触”通常描述了仅以通常由未对准容差导致的相互微小间隔而相互物理接触的元件或结构。应该理解的是在此使用的在一个或多个特定特征、结构或特性之间相对空间描述(例如“垂直对准”、“实质接触”等)仅是为了示意说明目的,并且在此所述的结构的实际实施方式可以包括未对准容差而并未脱离本公开的精神和范围。

[0098] 尽管以上已经描述了具体实施例,应该知晓的是可以出了如所述之外而实践实施例。说明书并非有意限制本发明。

[0099] 以上说明书意在是示意性而非限制性的。因此,对于本领域技术人员明显的是,可以对于如所述本发明做出修改而并未脱离以下所阐述权利要求的范围。

[0100] 应该知晓的是详细说明部分而非发明内容和摘要部分意在用于解释权利要求。发明内容和摘要部分可以阐述如由本发明人所设计的一个或多个但是并非全部示例性实施例,并且因此并非意在以任何方式限制本发明和所附权利要求。

[0101] 以上已经借助于图示了具体功能及其相互关系的实施方式的功能性构件描述了实施例。为了说明方便已经再次任意地限定了这些功能性构件的边界。只要合适地执行具体功能及其相互关系可以限定备选的边界。

[0102] 具体实施例的前述说明将完全揭示本发明的一般本质以使得他人可以通过应用本领域技术人员能力范围内的知识而容易地对于各种应用修改和/或改变该具体实施例,并未采用不适当的实验,并未脱离本发明的一般性概念。因此,基于在此展示的教导和引导,这些改变和修改有意设计为在所公开实施例的等价形式的含义和范围内。应该理解的是短语或术语在此是为了说明而非限制的目的,以使得本说明书的术语或短语应该由本领

域技术人员按照教导和引导而解释。

[0103] 本发明的宽度和范围不应受限于任何上述示例性实施例，而是应该仅根据以下权利要求和它们的等价形式而限定。

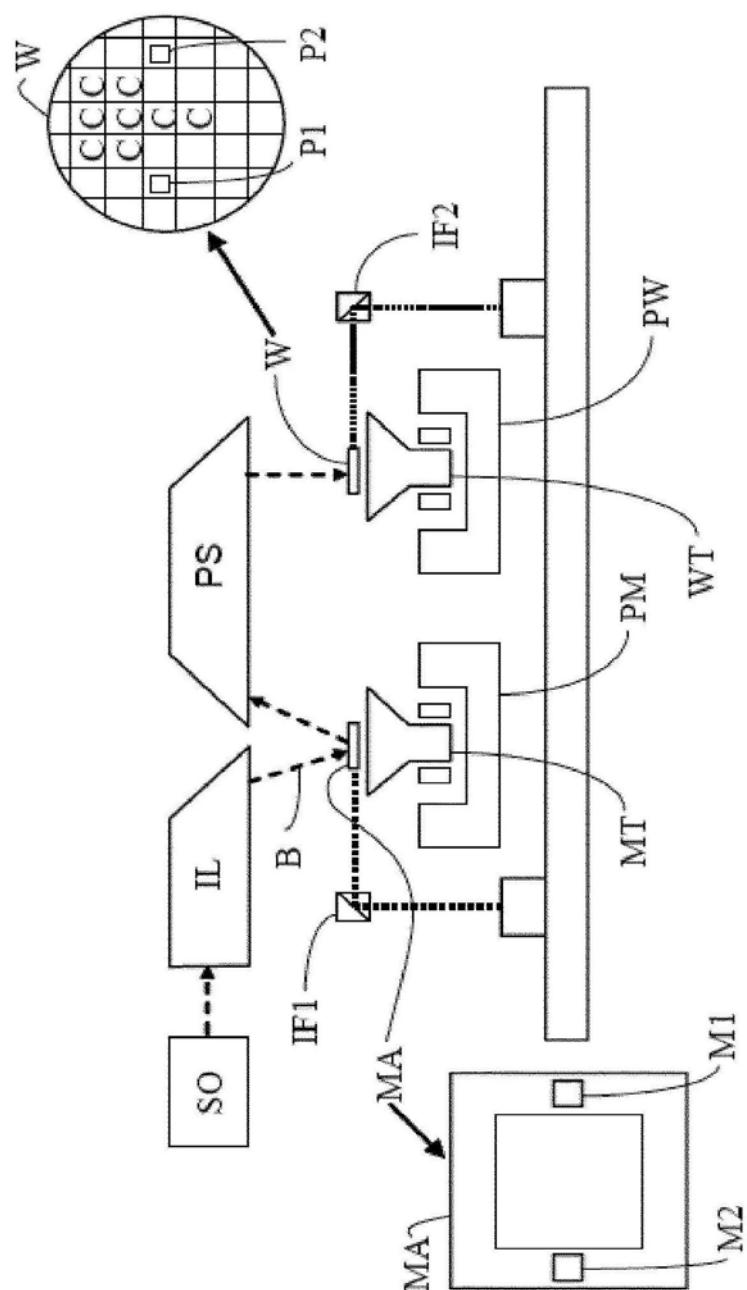


图1A

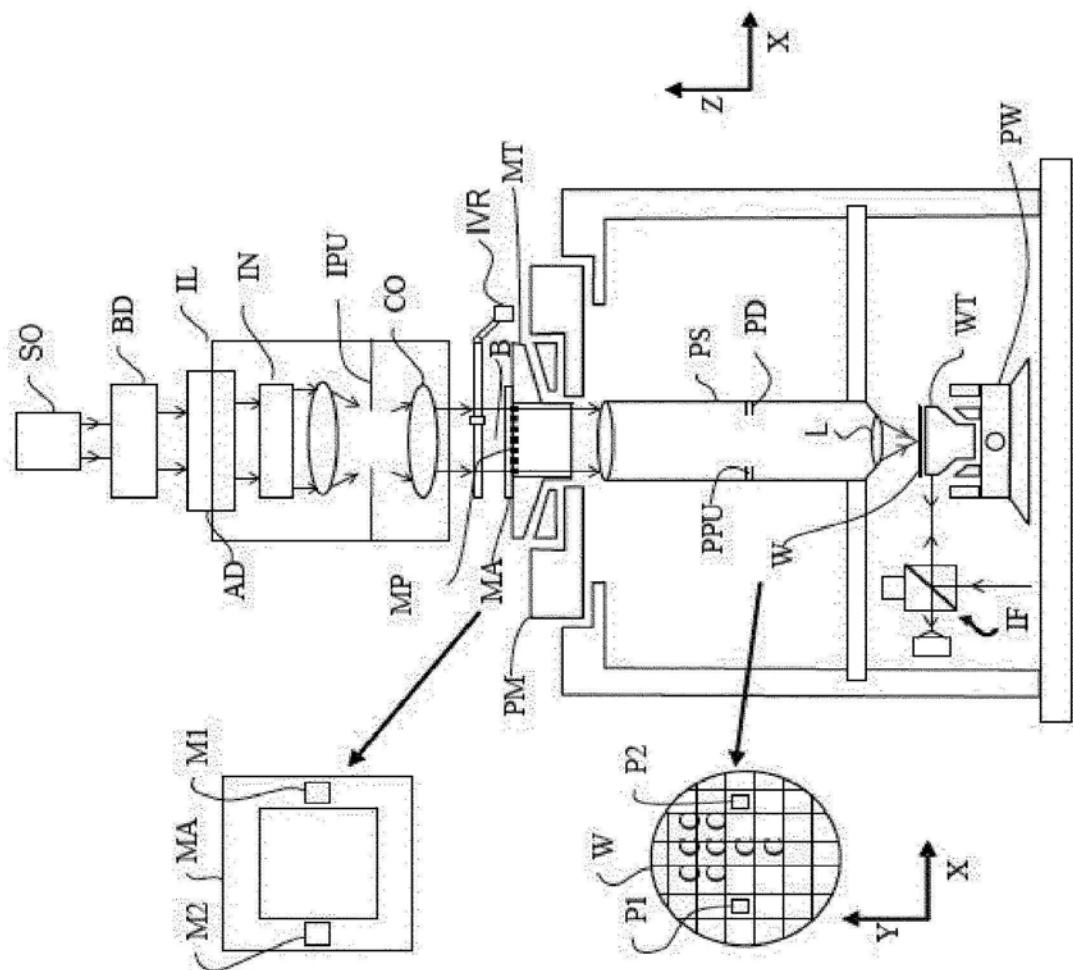


图1B

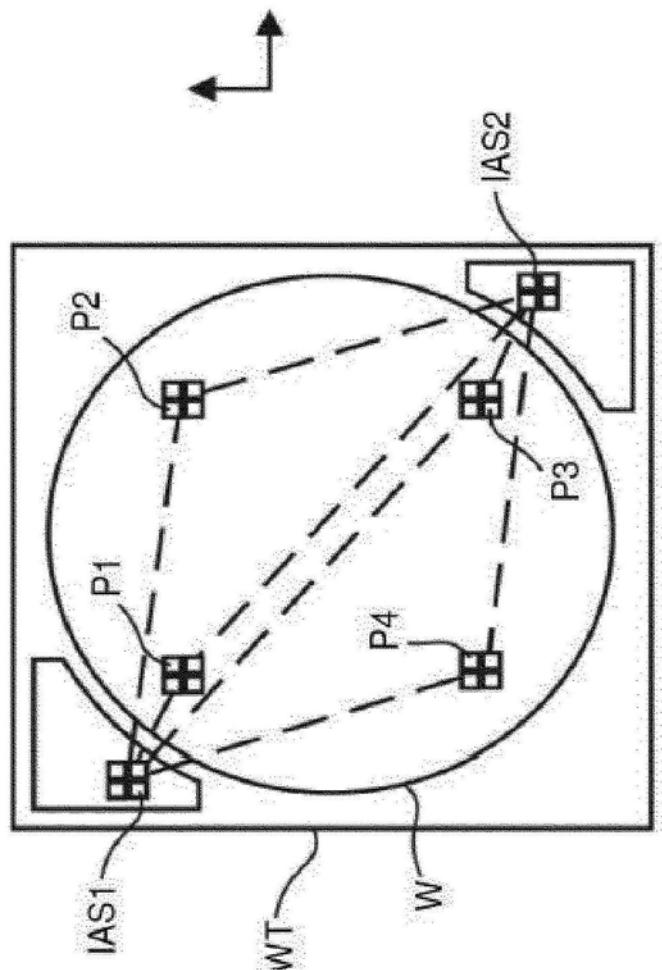


图2

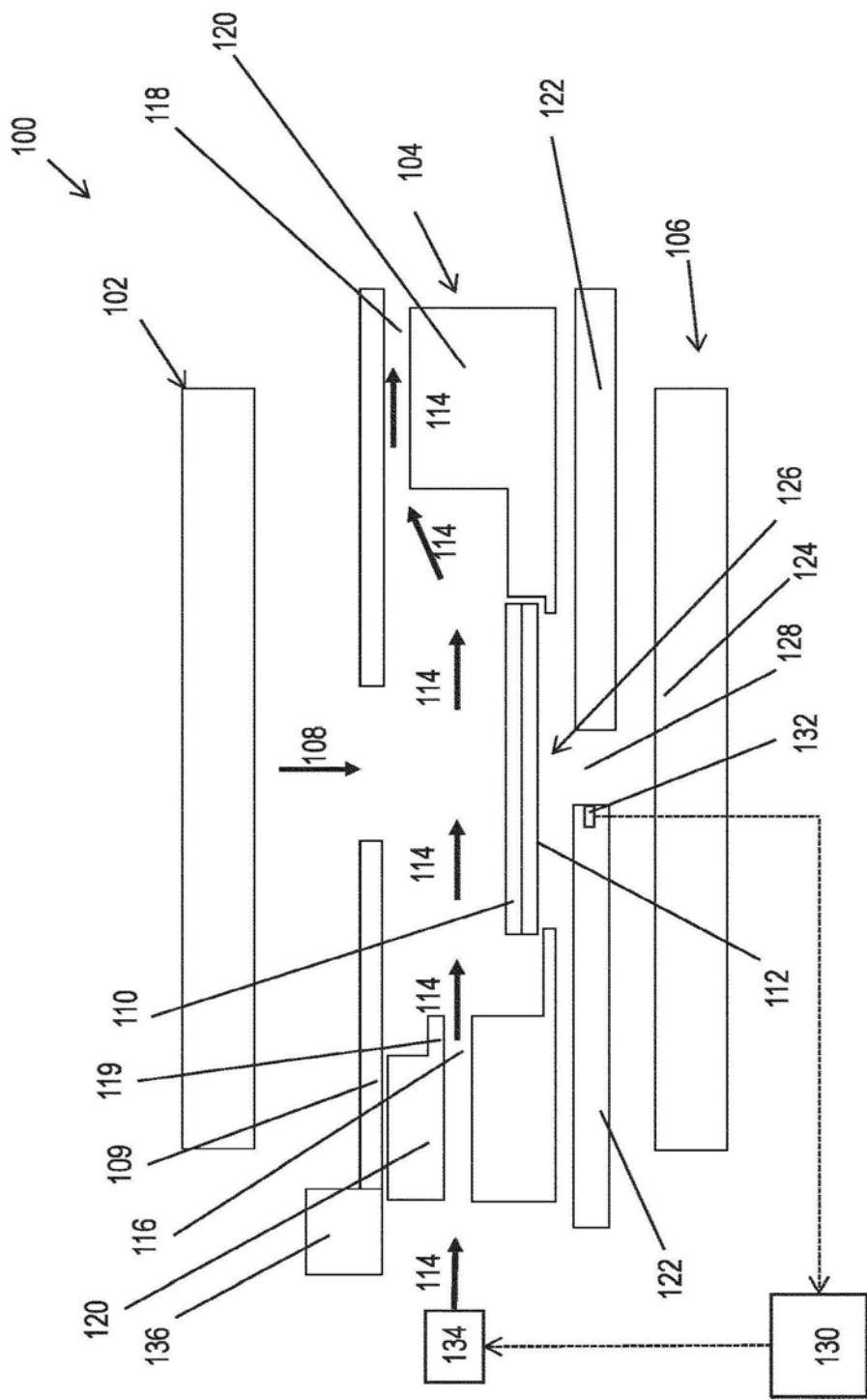


图3

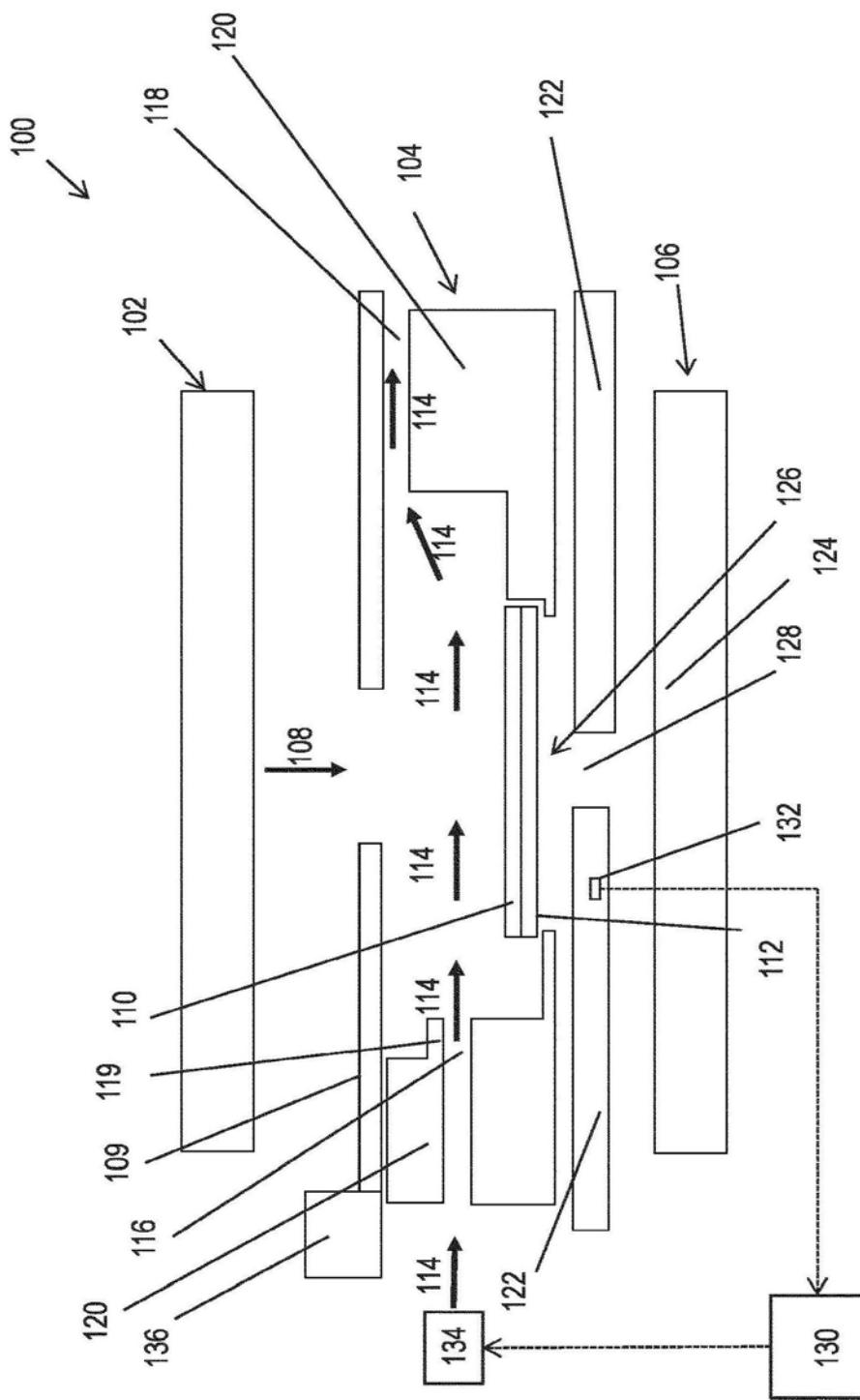


图4

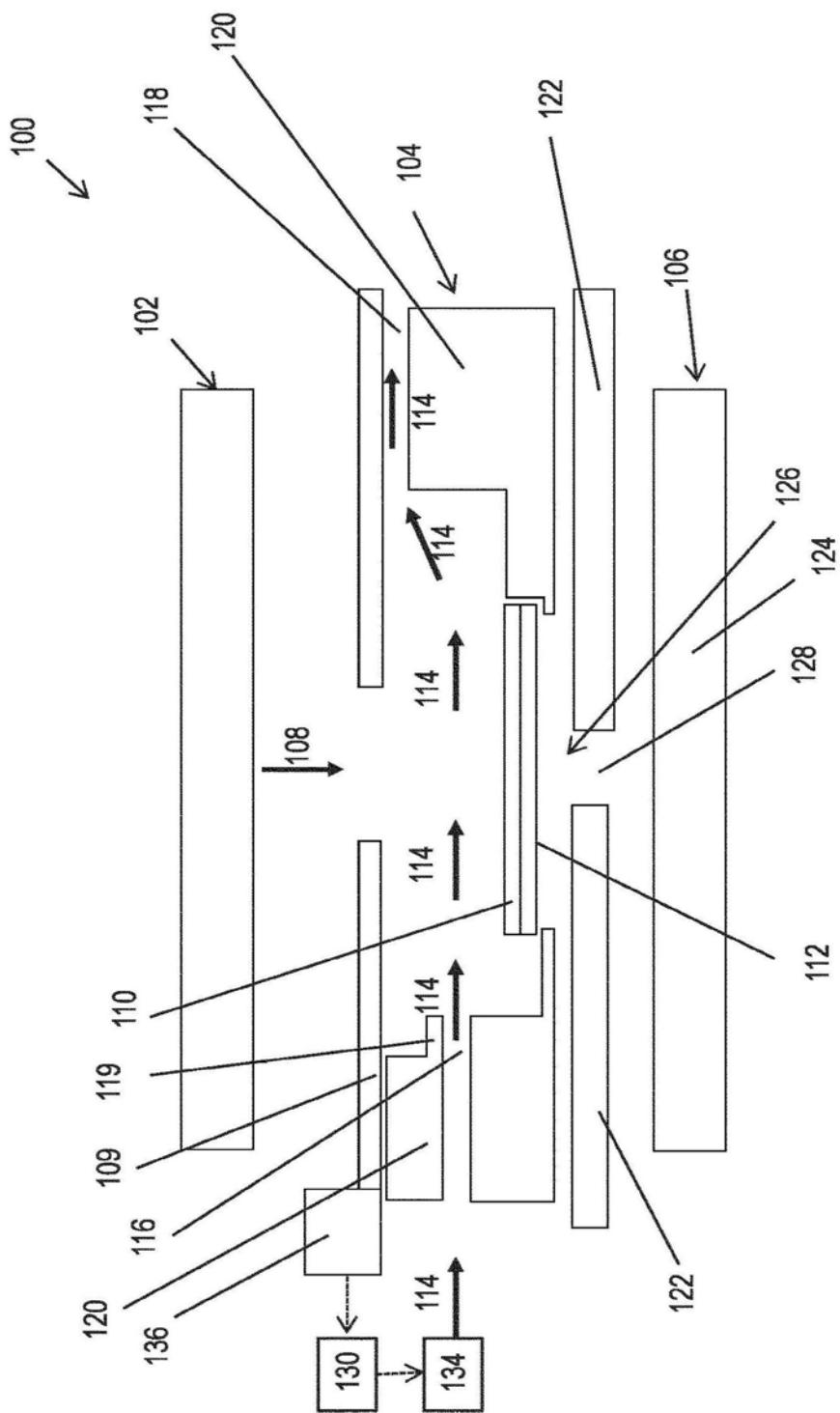


图5

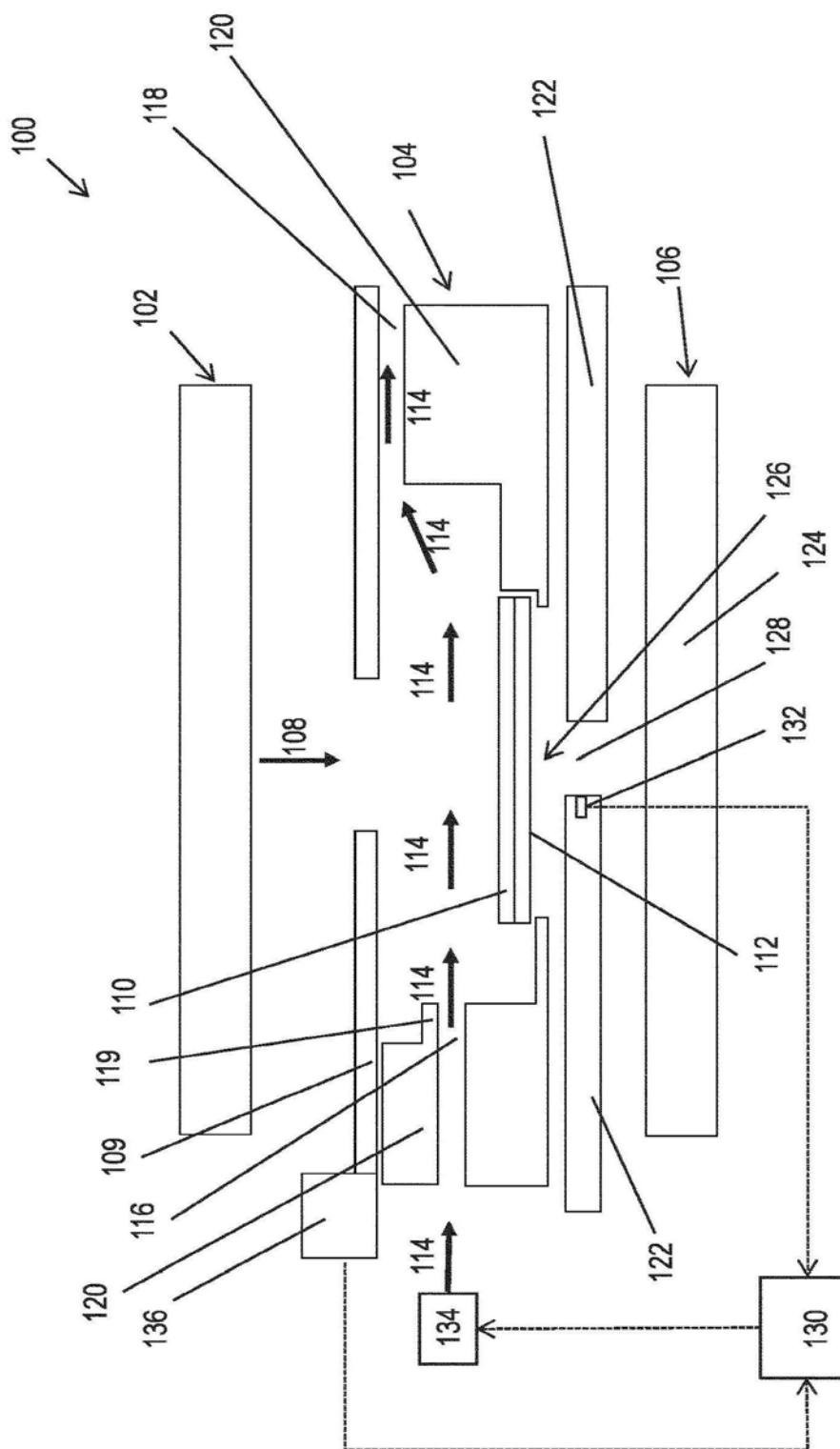


图6

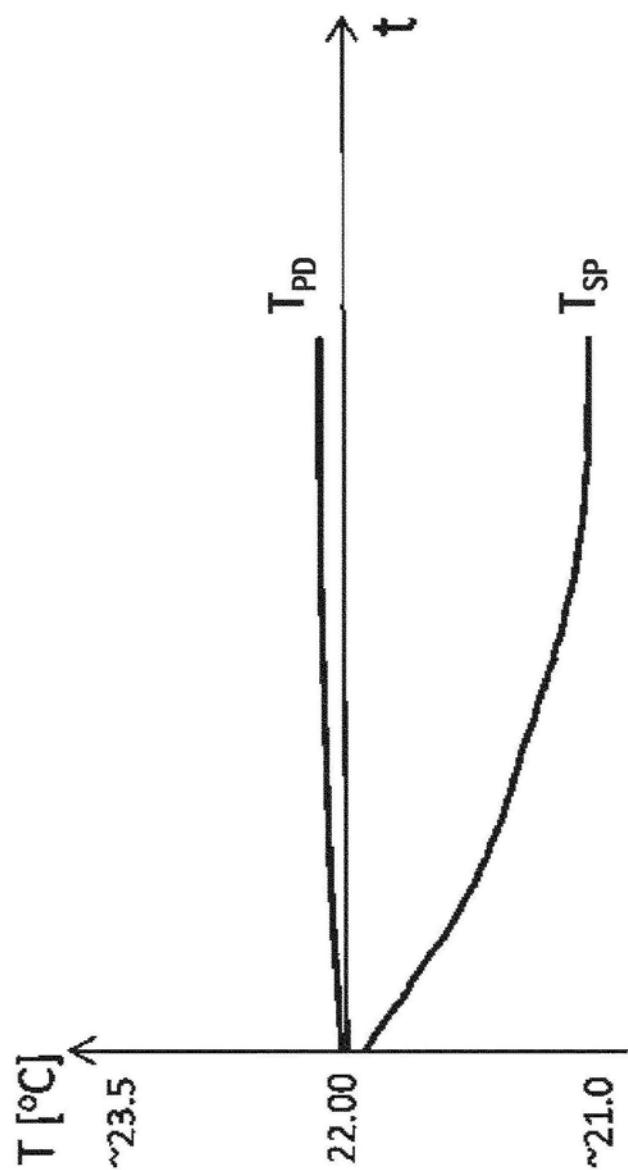


图7

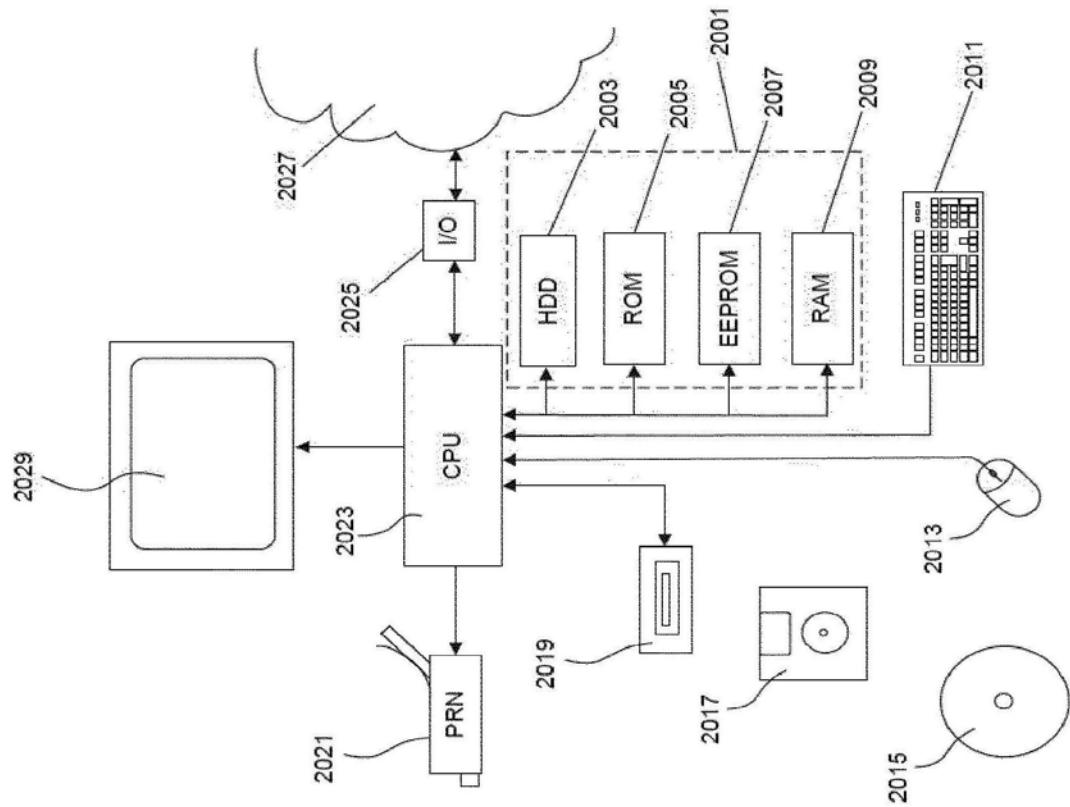


图8