



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1746775 B

(45) 授权公告日 2010.07.07

(21) 申请号 200510113235.2

(22) 申请日 2005.08.12

(30) 优先权数据

10/917535 2004.08.13 US

(73) 专利权人 ASML 荷兰有限公司

地址 荷兰维尔德霍芬

(72) 发明人 T·P·M·卡迪 J·H·W·贾科布斯

N·坦卡特 E·R·鲁普斯特拉

A·L·H·J·范米尔

J·J·S·M·梅坦斯

C·G·M·德莫

M·J·E·H·米特詹斯

A·J·范德内特 J·J·奥坦斯

J·A·夸伊达克斯

M·E·鲁曼-休斯肯

M·K·斯塔温加

P·A·J·廷内曼斯

M·C·M·维哈根

J·J·L·H·维斯帕 F·E·德荣格

K·戈尔曼 B·门奇奇科夫

H·博姆 S·尼蒂亚诺夫

R·莫尔曼 M·F·P·斯米特斯

B·L·P·小恩德马克

F·J·J·詹斯森 M·里伊彭

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 王波波

(51) Int. Cl.

G03F 7/20 (2006.01)

G03F 9/00 (2006.01)

H01L 21/027 (2006.01)

(56) 对比文件

WO 2004/053955 A1, 2004.06.24, 说明书第
39-37 页、附图 1-3.

EP 1420300 A2, 2004.05.19, 说明书 31-36
段、附图 1-3.

审查员 崔振

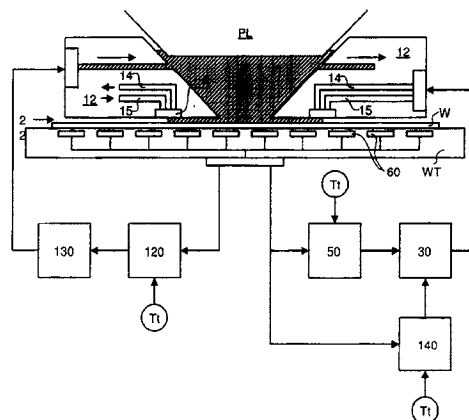
权利要求书 2 页 说明书 22 页 附图 21 页

(54) 发明名称

光刻设备和器件制造方法

(57) 摘要

一种光刻设备包括：调节辐射束的照明系统；支撑构图器件的支架，该构图器件能够将它截面中的图案赋予辐射束以形成构图的辐射束；支撑衬底的衬底台；把已构图的辐射束投影到衬底的目标部分的投影系统；利用液体至少部分地填充在所述投影系统的最后元件和所述衬底之间的间隙的液体供应系统；在投影系统的所述最后元件和所述衬底之间的所述间隙中基本包含所述液体的密封构件；和控制和/或补偿浸渍液体从所述衬底蒸发的元件。



1. 一种光刻设备,包括:
调节辐射束的照明系统;
支撑构图器件的支架,该构图器件能够将它截面中的图案赋予辐射束以形成构图的辐射束;
支撑衬底的衬底台;
将已构图的辐射束投影到衬底的目标部分的投影系统;
用液体至少部分地填充在所述投影系统的最后元件和所述衬底之间的间隙的液体供应系统;
在投影系统的所述最后元件和所述衬底之间的间隙基本包含所述液体的密封构件;和
控制由所述液体供应系统提供的液体蒸发的净速率的液体蒸发控制器;
其中,所述液体蒸发控制器包括与气体源相互作用以便为气体提供大于 10% 的受控制的相对湿度的气体湿度控制器。
2. 如权利要求 1 所述的光刻设备,进一步包括连接到所述气体源的气体密封,其控制通过所述密封构件的边界的一侧面上和所述衬底的第二侧面上的缝隙从所述密封构件逃出的液体的量。
3. 如权利要求 2 所述的光刻设备,其中所述气体湿度控制器被设置成以恒定的流速产生湿度受控的气体流,并且所述气体源包括气体密封流速控制器,其被设置成接收来自所述湿度控制器的恒定气流,并通过选择性地排出由所述湿度控制器提供的恒定气流的一部分到外部容器来改变气体流速。
4. 如权利要求 2 所述的光刻设备,其中所述湿度控制器包括使气体增湿到受控程度的增湿部件,所述增湿部件包括:
接收相对干燥的气体流并利用从至少一个槽蒸发的液体蒸汽至少部分地增湿所述气体流的蒸发容器;和
冷却容器,被控制在基本低于蒸发容器的温度的温度,并接收和冷却所述至少部分潮湿的气体流以得到完全饱和的气体流。
5. 如权利要求 4 所述的光刻设备,其中所述增湿部件进一步包括可连接到所述冷却容器的饱和气体输出的干燥气体源,其中所述气体湿度控制器能调节干燥气体与从所述冷却容器输出的饱和气体流混合的比例,以得到具有受控制的相对湿度的气体流。
6. 如权利要求 2 所述的光刻设备,其中所述气体源包括与所述气体源相互作用以控制供应给所述气体密封的气体的温度的气体温度控制器,其中所述气体在进入密封之前的温度设置成比衬底的平均温度高。
7. 如权利要求 6 所述的光刻设备,其中所述气体在进入气体密封之前的温度设置在高于衬底的平均温度的 1 和 5K 之间。
8. 如权利要求 6 所述的光刻设备,其中供应到密封的所述潮湿气体的温度在该气体气体密封中膨胀后达到所希望的潮湿程度。
9. 如权利要求 2 所述的光刻设备,其中所述气体源提供大于 40% 的相对湿度的气体。
10. 根据权利要求 2 的光刻设备,进一步包括:
至少一个温度传感器,用于测量所述衬底、所述衬底台和衬底固定器的至少一个的至少一部分处的温度,其中

所述湿度控制器能够调节由所述气体源提供的气体的相对湿度,以减小在由所述至少一个温度传感器测量的温度和至少一个目标温度之间的差。

11. 根据权利要求 1 的光刻设备,进一步包括:

连接到所述气体源的气体密封,用于控制从所述密封构件经过缝隙逃出的液体量,该缝隙通过所述密封构件的边界限定在一个侧面上和通过所述衬底限定在第二侧面上;和

提供受控制的相对湿度的气体到在所述衬底和所述投影系统的最后元件之间的所述密封构件的外部区域的气体簇射出口,该相对湿度基本等于由所述气体源提供的气体的相对湿度。

12. 一种器件制造方法,包括:

提供调节辐射束的照明系统;

提供支撑构图器件的支架,该构图器件能够将它截面中的图案赋予辐射束以形成构图的辐射束;

提供支撑衬底的衬底台;

提供把已构图的辐射束投影到衬底的目标部分的投影系统;

提供利用液体至少部分地填充在所述投影系统的最后元件和所述衬底之间的间隙的液体供应系统;

提供在投影系统的所述最后元件和所述衬底之间的间隙中基本包含所述液体的密封构件;

控制由所述液体供应系统提供的液体蒸发的净速率;以及

为气体提供大于 10% 的受控制的相对湿度。

光刻设备和器件制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光刻设备和用于制造器件的方法。

背景技术

[0002] 光刻设备是把希望的图案应用到衬底上,通常是在衬底的目标部分上的机器。光刻设备可以在例如集成电路(IC)的制造中使用。在那种情况下,可以使用构图器件,其选择性地称作掩模或标线,以产生要在IC的单独层上形成的电路图案。这个图案可以转移到衬底(例如硅晶片)上的目标部分(例如,包括一个或几个管芯的部分)。图案的转移典型地是通过成像到设置在衬底上的辐射敏感材料(抗蚀剂)层。通常,单个衬底会包含成功构图的邻接目标部分的电路。已知的光刻设备包括所谓的分档器(st stepper),其中每个目标部分通过同时曝光整个图案到目标部分而被辐照,和所谓的扫描器,其中通过在给定方向(扫描方向)上的辐射束扫描图案来照射每个目标部分,并同时地扫描平行或反平行这个方向的衬底。也可能通过在衬底上印下图案,把图案从构图器件转移到衬底上。

[0003] 建议使在光刻投影设备中的衬底浸渍到具有相对高的折射率的液体中,例如水,以填充在投影系统最后元件和衬底之间的间隔。由于曝光辐照在液体中具有更短波长,这一点的目的是使得更小特征成像。(液体的效果也可以认为增加系统的有效NA和也增加聚焦深度。)已经提出其他的浸渍液体,包括具有悬浮在其中的固体颗粒(例如石英)的水。

[0004] 然而,把衬底或衬底与衬底台浸渍到液体容器中(见例如US4509852,这里引入其整个内容作为参考),意为存在在扫描曝光期间必须被加速的大量液体。这需要附加的或更加有力的发动机,和液体中的紊流可以导致不希望和不可预料的影响。

[0005] 其中一个建议的解决方法是对于液体供应系统,仅在衬底的局部区域上和在投影系统的最后元件和衬底之间使用液体限定系统提供液体(衬底通常具有比投影系统的最后元件更大的表面区域)。已经提出的用于它的设置的一种方式在W099/49504中公开了,这里引入其整个内容作为参考。如图2和3中所述,通过至少一个进口IN把液体供应到衬底上,优选沿着衬底相对于最后元件移动的方向,并在已经在投影系统下通过之后,通过至少一个出口OUT去除。即,由于在X方向上的元件下扫描衬底,液体在元件的+X侧供应并在-X侧取走。图2概略地示出了液体经过进口IN供应并且通过出口OUT在元件的另一侧取出的设置,该出口OUT连接到低压源。在图2的图解中,液体沿着衬底相对于最后元件的移动方向供应,虽然这并不需要是这种情况。位于在最后元件周围的多个方向和数量的进口和出口都是可能的,一个例子是在图3中说明的,在最后元件的周围以规则图案提供四组在任一侧具有出口的进口。

[0006] 提出的另一解决方案是为液体供应系统提供密封构件,该密封构件沿着投影系统的最后元件和衬底台之间间隔的至少一部分界限延伸。在图4a和4b中说明了这样的解决方法。封装构件相对于在XY平面中的投影系统基本上是固定的,虽然在Z方向(在光学轴的方向)有一些相对移动。密封形成在密封构件和衬底表面之间。优选地,密封可以是无接触密封,如气体密封。在欧洲专利申请No. 03252955.4中公开了这样的具有气体密封的

系统,这里引入其整个内容作为参考。

[0007] 图 4b 示出了用于密封构件 12 的示例设置,设置该密封构件 12 以在投影透镜 PL 下的局部区域 25 中包含浸渍液体。密封构件 12 具有设置成通过滤网 GZ 从局部区域 25 萃取液体的萃取器 EX。该萃取器 EX 可以提取液体和气体或仅仅提取液体。凹陷 RE 呈放射状地提供在萃取器 EX 的外部,气体密封 27 呈放射状地提供在凹陷 RE 的外部。气体密封 27 形成用于干燥衬底 W 表面和 / 或减少从密封构件 12 透出的液体的量的一股气体 JE。

[0008] 在欧洲专利申请 No. 03257072.3 中公开了孪生或双台浸渍光刻装置的构思。这种设备具有用于支撑衬底的两个台。利用一个台在第一位置处在没有浸渍液体的情况下进行水准测量,利用一个台在存在浸渍液体的第二位置处进行曝光。可选择地,该装置仅具有一个台。

[0009] 虽然提供了改良的解决方法,但是已经发现浸渍液体的引入在衬底上产生的图像中导致了误差,包括在一层和下一层之间的对准误差(即覆盖错误)、散焦和偏差。

发明内容

[0010] 希望提供一种减小由于浸渍液体产生的光刻误差的系统。

[0011] 根据本发明的一个方面,提供一种光刻设备包括:设置以调节辐射束的照明系统;支撑构图器件的支持物,构图器件能够将在其截面上的图案赋予辐射束以形成已构图的辐射束;构造以支撑衬底的衬底台;设置以把已构图的辐射束投影到衬底的目标部分上的投影系统;设置以利用液体至少部分地填充所述投影系统和所述衬底之间间隙的液体供应系统;设置以在投影系统的所述最后元件和所述衬底之间的所述间隙内基本地包含所述液体的密封构件;和设置以控制由所述液体供应系统提供的液体蒸发净速率的液体蒸发控制器。

[0012] 根据本发明的另一方面,提供一种光刻设备,包括:设置以调节辐射束的照明系统;支撑构图器件的支持物,构图器件能够将在其截面上的图案赋予辐射束以形成已构图的辐射束;构造以支撑衬底的衬底台;设置以把已构图的辐射束投影到衬底的目标部分上的投影系统;设置以利用液体至少部分地填充所述投影系统的最后元件和所述衬底之间间隙的液体供应系统;设置以在投影系统的所述最后元件和所述衬底之间的所述间隙内基本地包含所述液体的密封构件;衬底台扫描系统,设置以相对于所述密封构件沿着预定扫描路径移动所述衬底台,由此在所述衬底的表面上扫描所述目标部分;和设置以依照位置、速度、加速度和所述衬底台相对于所述密封构件的扫描路径、局部衬底温度和局部衬底台温度的至少一个加热所述衬底的至少一部分的衬底加热器。

[0013] 根据本发明的另一方面,提供一种光刻设备包括:设置以调节辐射束的照明系统;支撑构图器件的支持物,构图器件能够将在其截面上的图案赋予辐射束以形成已构图的辐射束;构造以支撑衬底的衬底台;设置以把已构图的辐射束投影到衬底的目标部分上的投影系统;设置以利用液体至少部分地填充所述投影系统的最后元件和所述衬底之间间隙的液体供应系统;设置以在投影系统的所述最后元件和所述衬底之间的所述间隙内基本地包含所述液体的密封构件;设置以控制从所述密封构件经过缝隙逃出的液体的量的气体密封,该缝隙限定在所述密封构件的边界的一侧面上和在所述衬底的第二侧面上,所述气体密封包括气体出口,通过它气体供应到所述缝隙内的区,和真空排气进口,通过它将由所述

气体出口供应的气体从所述缝隙内的区去除,所述气体出口和真空排气进口分别连接到嵌入到所述密封构件中的气体出口管和真空排气进口管,其中所述密封构件进一步包括密封构件温度稳定器。

[0014] 根据本发明的另一方面,提供一种光刻设备包括:设置以调节辐射束的照明系统;支撑构图器件的支持物,构图器件能够将在其截面上的图案赋予辐射束以形成已构图的辐射束;构造以支撑衬底的衬底台;设置以把已构图的辐射束投影到衬底的目标部分上的投影系统;设置以利用液体至少部分地填充所述投影系统的最后元件和所述衬底之间间隙的液体供应系统;设置以在投影系统的所述最后元件和所述衬底之间的所述间隙内基本地包含所述液体的密封构件;用于控制设置成流过嵌入在所述衬底台中的沟道网络的热交换液体的温度和流速的衬底台热交换液体控制器。

[0015] 根据本发明的另一方面,提供一种光刻设备包括:设置以调节辐射束的照明系统;支撑构图器件的支持物,构图器件能够将在其截面上的图案赋予辐射束以形成已构图的辐射束;构造以支撑衬底的衬底台;设置以把已构图的辐射束投影到衬底的目标部分上的投影系统,其中所述衬底台包括至少一个集成的局部温度控制系统,该控制系统包括:与加热器耦合的温度传感器,设置所述加热器以当通过所述温度传感器测量的局部温度低于预定参考值时产生热量,当所述局部温度升高到所述预定参考值以上时停止产生热量。

[0016] 根据本发明的另一方面,提供一种光刻设备包括:设置以调节辐射束的照明系统;支撑构图器件的支持物,构图器件能够将在其截面上的图案赋予辐射束以形成已构图的辐射束;构造以支撑衬底的衬底台;设置以把已构图的辐射束投影到衬底的目标部分上的投影系统;设置以测量所述衬底、所述衬底台和衬底固定器的至少一个的至少一部分的温度的至少一个温度传感器;和投影系统控制器,设置以响应由所述至少一个温度传感器测量的所述温度来调节所述已构图辐射束的属性。

[0017] 根据本发明的另一方面,提供一种光刻设备,包括:设置以调节辐射束的照明系统;支撑构图器件的支持物,构图器件能够将在其截面上的图案赋予辐射束以形成已构图的辐射束;构造以支撑衬底的衬底台;设置以把已构图的辐射束投影到衬底的目标部分上的投影系统;设置以利用液体至少部分地填充所述投影系统的最后元件和所述衬底之间间隙的液体供应系统;设置以在投影系统的所述最后元件和所述衬底之间的所述间隙内基本地包含所述液体的密封构件;衬底台转移系统,设置以沿着相对于所述密封构件的预定路径移动所述衬底,由此在所述衬底的表面上移动所述目标部分;和微波源和微波容器器件(microwave containment device),一起设置以向在所述衬底表面上的液体供热。

[0018] 根据本发明的另一方面,提供一种器件的制造方法,包括:提供设置以调节辐射束的照明系统;提供支撑构图器件的支持物,该构图器件能够将在其截面上的图案赋予辐射束以形成已构图的辐射束;提供构造以支撑衬底的衬底台;提供设置以把已构图的辐射束投影到衬底的目标部分上的投影系统;提供设置以利用液体至少部分地填充所述投影系统的最后元件和所述衬底之间间隙的液体供应系统;提供设置以在投影系统的所述最后元件和所述衬底之间的所述间隙内基本包含所述液体的密封构件;和控制由所述液体供应系统提供的液体蒸发的净速率。

[0019] 根据本发明的另一方面,提供一种器件的制造方法,包括:提供设置以调节辐射束的照明系统;提供支撑构图器件的支持物,该构图器件能够将在其截面上的图案赋予辐射

束以形成已构图的辐射束 ;提供构造以支撑衬底的衬底台 ;提供设置以把已构图的辐射束投影到衬底的目标部分上的投影系统 ;提供设置以利用液体至少部分地填充所述投影系统的最后元件和所述衬底之间间隙的液体供应系统 ;提供设置以在投影系统的所述最后元件和所述衬底之间的所述间隙内基本包含所述液体的密封构件 ;提供衬底台移位系统,设置以相对于所述密封构件沿着预定扫描路径移动所述衬底台,由此在所述衬底的表面上移动所述目标部分 ;和依照位置、速度、加速度和所述衬底台相对于所述密封构件的预定路径、局部衬底温度和局部衬底台温度的至少一个来加热所述衬底的一部分。

[0020] 根据本发明的另一方面,提供一种器件的制造方法,包括 :提供设置以调节辐射束的照明系统 ;提供支撑构图器件的支持物,该构图器件能够将在其截面上的图案赋予辐射束以形成已构图的辐射束 ;提供构造以支撑衬底的衬底台 ;提供设置以把已构图的辐射束投影到衬底的目标部分上的投影系统 ;提供设置以利用液体至少部分地填充所述投影系统的最后元件和所述衬底之间间隙的液体供应系统 ;提供设置以在投影系统的所述最后元件和所述衬底之间的所述间隙内基本包含所述液体的密封构件 ;提供设置以控制从所述密封构件经过缝隙逃出的液体的量的气体密封,该缝隙限定在所述密封构件的边界的一侧和在所述衬底的第二侧面上,提供气体密封,其包括气体进口,通过它气体供应到所述缝隙内的区,和真空排气出口,通过它由所述气体进口供应的气体从所述缝隙内的区去除,所述气体进口和所述真空排气出口分别连接到嵌入到所述密封构件中的气体进口管和真空排气出口管,并稳定所述密封构件的温度。

[0021] 根据本发明的另一方面,提供一种光刻器件的制造方法,包括 :提供设置以调节辐射束的照明系统 ;提供支撑构图器件的支持物,该构图器件能够将在其截面上的图案赋予辐射束以形成已构图的辐射束 ;提供构造以支撑衬底的衬底台 ;提供设置以把已构图的辐射束投影到衬底的目标部分上的投影系统 ;提供设置以利用液体至少部分地填充所述投影系统的最后元件和所述衬底之间间隙的液体供应系统 ;提供设置以在投影系统的所述最后元件和所述衬底之间的所述间隙内基本包含所述液体的密封构件 ;提供嵌入在所述衬底台沟道网络,并控制设置成流过所属沟道网络的热交换液体的温度和热交换液体的流速。

[0022] 根据本发明的另一方面,提供一种器件的制造方法,包括 :提供设置以调节辐射束的照明系统 ;提供支撑构图器件的支持物,该构图器件能够将在其截面上的图案赋予辐射束以形成已构图的辐射束 ;提供构造以支撑衬底的衬底台 ;提供设置以把已构图的辐射束投影到衬底的目标部分上的投影系统 ;其中所述衬底台包括至少一个集成的局部温度控制系统,该控制系统包括 :与加热器耦合的温度传感器,设置所述加热器以当如通过所述温度传感器所测量的局部温度降低到低于预定参考值时产生热量,和当所述局部温度升高到所述预定参考值以上时停止产生热量。

[0023] 根据本发明的另一方面,提供一种器件的制造方法,包括 :提供设置以调节辐射束的照明系统 ;提供支撑构图器件的支持物,该构图器件能够利将在其截面上的图案赋予辐射束以形成已构图的辐射束 ;提供构造以支撑衬底的衬底台 ;提供设置以把已构图的辐射束投影到衬底的目标部分上的投影系统 ;提供至少一个温度传感器,该温度传感器测量所述衬底、所述衬底台和衬底固定器的至少一个的至少一部分的温度 ;和响应由所述至少一个温度传感器测量的所述温度来调节所述已构图辐射束的属性。

[0024] 根据本发明的另一方面,提供一种器件的制造方法,包括:提供设置以调节辐射束的照明系统;提供支撑构图器件的支持物,该构图器件能够将在其截面上的图案赋予辐射束以形成已构图的辐射束;提供构造以支撑衬底的衬底台;提供设置以把已构图的辐射束投影到衬底的目标部分上的投影系统;提供设置以利用液体至少部分地填充所述投影系统的最后元件和所述衬底之间间隙的液体供应系统;提供设置以在投影系统的所述最后元件和所述衬底之间的所述间隙内基本包含所述液体的密封构件;提供衬底台转移系统,设置以沿着相对于所述密封构件的预定路径移动所述衬底,由此在所述衬底的表面上移动所述目标部分;并使用微波源和微波容器器件为在所述衬底表面上的液体供热。

附图说明

[0025] 下面将参考所附示意图仅通过示例的方式描述本发明的实施例,图中相应的参考符号代表相应的部分,其中:

[0026] 图 1 描述了根据本发明实施例的光刻设备;

[0027] 图 2 和 3 描述了在现有技术的光刻投影设备中使用的液体供应系统;

[0028] 图 4a 和 4b 描述了根据另一个现有技术的光刻投影设备的液体供应系统;

[0029] 图 5 描述了根据本发明实施例的密封构件,示出了与加压气体湿度控制器的相互作用,浸渍液体温度控制器和加压气体温度控制器;

[0030] 图 6 描述了根据本发明实施例的密封构件,气体簇射出口和气体簇射出口控制器;

[0031] 图 7 描述了根据本发明实施例的包括局部加热器和衬底温度控制器的系统的衬底台的顶视图;

[0032] 图 8 描述了图 7 的衬底台的侧视图,也示出了多个温度传感器,衬底台路径限定器件和位于密封构件内的衬底加热器;

[0033] 图 9 描述了衬底台的顶视图,该顶视图示出了设置衬底加热器的几何尺寸以在衬底台的下方区域比上方区域消耗更多的能量;

[0034] 图 10 描述了根据本发明实施例的独立可控制的衬底加热器阵列;

[0035] 图 11 描述了图 10 结构的侧视图,也示出了加热器阵列控制器和预定算法输入器件的相互作用;

[0036] 图 12 描述了根据本发明实施例的密封构件的局部视图,示出了用于真空排气进口和真空排气管的热隔离套管和密封构件加热器;

[0037] 图 13 描述了根据本发明实施例在密封构件和密封构件温度稳定器之间的相互作用;

[0038] 图 14 描述了根据本发明实施例的包括液体运输沟道网络和液体供应系统的密封构件;

[0039] 图 15 描述了密封构件和包括液体运输沟网络和独立可控制加热器阵列的衬底台,该独立可控制加热器由衬底温度控制器控制,该衬底温度控制器包括衬底台热交换液体控制器和衬底加热器控制器;

[0040] 图 16 描述了根据本发明实施例的具有沟道网络和循环沟槽的衬底台;

[0041] 图 17 和 18 描述了根据图 16 的具有循环沟槽的衬底台,由根据本发明实施例的密

封环密封；

[0042] 图 19 描述了示出了根据本发明实施例的衬底台中和密封构件中温度传感器位置的光刻设备；

[0043] 图 20 描述了根据本发明实施例在示出了微观温度控制系统设置的衬底区域中的衬底台的放大图；

[0044] 图 21 描述了根据本发明实施例的投影系统控制器和热感应形变计算器；

[0045] 图 22 描述了用于加热衬底表面上的浸渍液体的微波源和微波容器罩 (microwave containment cage)；

[0046] 图 23 描述了电阻加热带和有关的电流的设置；

[0047] 图 24 描述了用作用于局部加热器系统的局部温度传感器的单电阻带；

[0048] 图 25 描述了用于衬底台 WT 的感应加热的设置；

[0049] 图 26 描述了用于利用控制了湿度级别来产生气流的设备；

[0050] 图 27 描述了用于控制气流温度的热交换器；

[0051] 图 28 描述了用于能够使得加湿器盒的操作稳定的通风系统；

具体实施方式

[0052] 图 1 简要描述了根据本发明的一实施例的光刻设备。该设备包括：

[0053] 设置的照明系统（照明装置）IL，以调节辐射束 B（例如 UV 辐射或 DUV 辐射）。

[0054] 设置的支撑结构（例如掩模台）MT，以支持构图器件（例如掩模）MA 并连接到根据特定参数精确定位构图器件的第一定位器 PM。

[0055] 设置的衬底台（例如晶片台）WT，以支撑衬底（例如涂敷抗蚀剂的晶片）W 并连接到根据特定参数精确定位衬底的第二定位器 PW；和

[0056] 设置的投影系统（例如折射投影透镜系统）PS，以把通过构图器件 MA 赋予到辐射束 B 的图案投影到衬底 W 的目标部分 C（例如包括一个或多个管芯）上。

[0057] 照明系统可以包括多种光学元件，例如折射、反射、磁性、电磁、静电或其他类型的光学元件，或任何它们的组合，用于导引、成形或控制辐射。

[0058] 支撑结构支撑构图器件，即承受构图器件的重量。它以依赖于构图器件的方向、光刻设备的设计和其他条件的方式支撑构图器件，其它条件例如是否构图器件被固定在真空中。该支撑结构可以使用机械、真空、静电或其他夹紧技术以固定构图器件。该支撑结构可以是框架或台，例如，如需要其可以是固定的或可移动的。支撑结构可以保证构图器件位于例如关于投影系统的所希望的位置。这里术语“标线”或“掩模”的任何使用可以认为是与更通用的术语“构图器件”同义的。

[0059] 这里使用的术语“构图器件”应该广义地解释为指能够用于将它的截面中的图案赋予到辐射束的任何器件，例如以在衬底的目标区域中产生图案。应该注意到，例如如果图案包括相移特性或所谓的辅助特性，那么赋予到辐射束的图案可以正好与衬底目标区域中的图案对应。通常，赋予到辐射束的图案将对应于在目标部分中产生的器件中的特殊功能层，如集成电路。

[0060] 构图器件可以是透射的或反射的。构图器件的例子包括掩模、可编程镜面阵列和可编程 LCD 面板。掩模在光刻中是众所周知的，包括例如双元、交互相移和衰减相移和多种

混合掩模型的掩模类型。可编程镜面阵列的例子采用小镜面矩阵排列,每个镜面可以单独地倾斜以反射在不同方向上的入射辐射束。倾斜镜面在被镜面阵列反射的辐射束中赋予了图案。

[0061] 这里使用的术语“投影系统”应该广义地解释为包含任何类型的投影系统,包括如适合于所使用的曝光辐射或适合于用于其他因素如浸渍液体的使用或者真空的使用的折射、反射、折反射、磁、电磁和静电的光学系统,或者他们的任何组合。这里的术语“投影透镜”的任何使用可以认为与更加通用的术语“投影系统”同义。

[0062] 如这里所述,设备是透射型(例如采用透射掩模)。可选择地,设备可以是反射型(如采用如上所述的可编程镜面阵列,或采用反射掩模)。

[0063] 该光刻设备可以是具有两个(双台)或多个衬底台(和/或两个或更多掩模台)的类型。在这样的“多台”机器中,当使用一个或多个其它的台用于曝光时,附加的台可以平行地使用,或者可以在一个或多个台上进行准备性步骤。可以通过衬底台 WT(有时称作镜面块)直接固定衬底 W 且可以通过衬底固定器(有时称作节盘或卡盘)固定衬底 W,其依次由衬底台 WT 固定。

[0064] 参考图 1,照明装置 IL 从辐射源 S0 接收辐射束。例如当源是准分子激光时,该源和光刻设备可以是分开的机构。在这种情况下,不认为源形成了光刻设备的一部分,辐射束借助于分束系统 BD 从源 S0 传送到照明装置 IL,该分束系统包括例如,适当的导引镜和/或束扩展器。在其他情况下源可以是光刻设备的集成部分,例如当源是汞灯时。源 S0 和照明装置 IL,如果需要的话还有分束系统 BD,一起可以称作辐射系统。

[0065] 照明装置 IL 可以包括用于调节辐射束的角强度分布的调节器 AD。一般,至少可以调整在照明装置射的光孔面中的强度分布的外部 and / 或内部辐射范围(通常分别指 σ -外部和 σ -内部)。另外,照明装置 IL 可以包含多种其他元件,如积分器 IN 和聚光器 CO。该照明装置可以用作调节辐射束以在其截面具有所希望的均匀度和强度分布。

[0066] 辐射束 B 入射到构图器件(例如掩模 MA)上,其固定在支撑结构(例如掩模台 MT)上,并通过构图器件构图。穿过掩模 MA 后,辐射束 B 经过投影系统 PS,其把辐射束聚焦到衬底 W 的目标部分 C 上。利用第二定位器 PW 和定位传感器 IF(例如干涉仪器件、线性编码器或电容传感器),可以精确地移动衬底台 WT,例如在辐射束 B 的路径中定位不同的目标部分 C。类似地,例如在从掩模库机械修复后,或在扫描期间,可以使用第一定位器 PM 和另一定位传感器(其没有在图 1 中明确地描述)以精确地使掩模 MA 对于辐射束 B 的路径定位。通常,掩模台 MT 的移动可以利用长冲程组件(粗糙定位)和短冲程组件(精确定位)来实现,其形成第一定位器 PM 的一部分。类似地,衬底台 WT 的移动可以使用长冲程组件和短冲程组件实现,其形成第二定位器 PW 的一部分。在分档器(与扫描器相对)的情况下,掩模台 MT 可以仅连接到短冲程激励器,或可以被固定。掩模 MA 和衬底 W 可以利用掩模对准标记 M1、M2 和衬底对准标记 P1、P2 对准。虽然所述的衬底对准标记占用了专用的目标部分,他们可以位于目标部分(这里是已知的划线对准标记)之间的间隙中。类似地,在掩模 MA 上提供多于一个管芯的情况下,掩模对准标记可以位于管芯之间。

[0067] 在下述模式的至少一种中可以使用所述装置:

[0068] 1. 在步进模式,掩模台 MT 和衬底台 WT 保持基本静止,而给予辐射束的整个图案同时一次投影到目标部分 C(即单个静态曝光)。然后该衬底台 WT 转移到 X 和/或 Y 方向,以

使得可以曝光不同的目标部分 C。在步进模式中,曝光区域的最大尺寸限制了在单个静态曝光中成像的目标部分 C 的尺寸。

[0069] 2. 在扫描模式中,当给予辐射束的图案投影到目标部分 C(即单动态曝光)上时,同时扫描掩模台 MT 和衬底台 WT。衬底台 WT 相对于掩模台 MT 的速度和方向可以由投影系统 PS 的放大(缩小)和反成像特性决定。在扫描模式中,曝光区域的最大尺寸限制了在单动态曝光中目标部分的宽度(在非扫描方向),反之扫描移动的长度确定了(在扫描方向上)目标部分的高度。

[0070] 3. 在其他模式中,当赋予辐射束的图案投影到目标部分 C 上时,支撑可编程构图器件的掩模台 MT 保持基本静止,移动或扫描衬底台 WT。在这个模式中,通常采用脉冲辐射源,并且在衬底台 WT 的每个移动后或在扫描期间的连续辐射脉冲之间,根据需要可以修正可编程构图器件。这个操作模式可以很容易地应用到无掩模光刻中,该光刻利用可编程构图器件,例如上述的可编程镜面阵列。

[0071] 也可以使用利用上述模式的基础上的组合和/或变形,或利用完全不同的模式。

[0072] 根据本发明的一个方面,覆盖误差和与浸渍液体和密封构件 12 的存在相关的其它问题通过液体蒸发控制器解决,其标的并控制在衬底区域中的浸渍液体的蒸发率。为了蒸发,液体分子从周围吸收能量,特别地如果用泵抽走,导致的制冷可以造成关键元件如衬底 W 的温度的显著和非均匀变化。热感应形变可以导致最终写入到衬底的图像中的误差。例如,在密封构件 12 经过后,残留在衬底上浸渍液体的蒸发能够导致局部温度降低到 3K。作为这样的结果,典型地可以产生超过 20nm 的单机机械覆盖误差。

[0073] 图 5 示出了根据本发明的一个或多个实施例的密封构件 12 的设置。浸渍液体包含在位于投影系统 PL 的最后元件和衬底 W 之间的浸渍容器 25 内。浸渍液体通过密封构件 12 的主体和在其下面周围上的气体密封 27 包含在浸渍容器 25 内,气体密封 27 限制了从浸渍容器 25 经过缝隙 22 逃走的浸渍液体的量。气体密封 27 连接到加压气体供应系统 30,其经过加压气体出口 18 和加压气体供应管 15 供应加压气体到气体密封 27。气体经过真空排气进口 17 和真空排气管 14 抽走。在气体密封 27 的区域中蒸发的浸渍液体可以经过真空排气进口 17 抽走。可选择地,逃出气体密封 27 的液体要么可以进入在缝隙 22 中密封构件 12 下面的区域,要么超出密封构件 12 的外部边缘,蒸发到密封构件 12 外的衬底 W 外部的环境中。

[0074] 物质既以液体形式存在也以气体形式存在,通常地情况是在液体蒸发率和蒸汽凝结率平衡时存在的动态平衡。由蒸发产生的冷却量由此被凝结产生的热量抵消(其中随着部分转变到低能量液体状态,高能量气体分子对它们周围的环境产生热量)。由此冷却能量依赖于蒸发的净速率(即单位时间从液体进入到气体状态的分子数量和单位时间从气体进入液体状态的分子数量的差)。凝结和蒸发都是统计效应,增加涉及的分子数量将会增加任一过程的速率。因此,增加蒸汽浓度将会增加凝结率并导致蒸发净速率的减小。蒸汽由水分子组成,浓度可以与相对湿度直接相关,被限定为以在给定温度下存在的最大量百分比存在的水蒸汽的量。

[0075] 根据本发明实施例采用这个理解以控制由浸渍液体蒸发产生的冷却。如图 5 中所示,加压气体湿度控制器 50,提供它以与加压气体供应系统 30 相互作用,为气体密封 27 提供加压气体,其相对湿度被控制到大于 10%。增加气体的相对湿度增加了凝结率并由此减

小了蒸发的净速率和由此产生的冷却。优选地相对湿度设置在由参考校准量测确定的预定范围内。为了控制冷却的目的,相对湿度越高越好。然而,对于非常高的相对湿度,密封构件 12 可以在其尾迹 (wake) 剩余过量的水。并且,如果为靠近密封构件的外直径的潮湿气体取出提供不充分机械,湿气会残留并会干扰定位传感器 IF 的操作。因此,通常上限会取决于密封构件构造和 / 或设置的细节。另外地或可选地,预定范围可以大于 40%。例如这些的高相对湿度可以通过使用比仅为了得到优化密封性能 (典型地可以使用 6bar) 的目的而可能选择的另外的压力更低的工作压力来实现。理想地,应当选择工作压力以尽可能地接近大气压力,同时仍为气体轴承 27 提供足够的流速以实施其功能。当加压气体在离开加压气体供应系统 30 膨胀时,工作压力越低,相对湿度就减小得越低。

[0076] 可以设置加压气体湿度控制器 50 以响应衬底 W 和 / 或衬底台 WT 的温度改变。这些温度改变可以经过一个或多个设置例如在衬底台 WT 中的温度传感器 60 确定。根据本发明的实施例,设置加压气体湿度控制器 50 以比较通过温度传感器 60 在一个或多个点测量的衬底 W 和 / 或衬底台 WT 和 / 或衬底固定器的温度和目标温度或温度 Tt。也就是说,存在单个温度传感器 60 时,加压气体温度控制器 50 把这—个温度读数与单个目标温度 Tt 比较。当存在多个温度传感器 60 时,加压气体温度控制器 50 把多个读数和单个目标温度 Tt 比较,或与多个目标温度 Tt 比较,该多个目标温度相应于例如衬底 W 的特殊区域,和 / 或衬底台 / 衬底固定器的相应区域,因此相应于温度传感器读数 (其内部可以使用平均读数) 的特殊组。为了减小在所测量和目标温度之间的差别,加压气体湿度控制器 50 此时调节加压气体的相对湿度,该过程的效果由反馈控制器如 PID 系统控制。

[0077] 对于由在气体密封 27 的区域中,特别是在真空排气入口 18 和真空排气管 14 周围的蒸发引起的冷却,调节供应到气体密封 27 的气体湿度是最有效的。优选具有附加的机械装置来控制超出气体密封 27 和密封构件 12 的外部的液体的净蒸发。在图 6 中说明了根据本发明实施例的这样的设置。这里,提供能够提供具有相对湿度被控制成大于 10% 的气体的气体簇射出口 70。提供气体簇射湿度控制器 75,该控制器能根据校准测量、计算或测量在衬底 W 和 / 衬底台 / 衬底固定器上的一个或多个点的温度中的任一种来调整相对湿度,如通过一个或多个温度传感器 60 所提供的,并与目标温度或温度 Tt 比较。在这种情况下优选相对湿度的范围是 40 至 50%。在这种情况下设置气体簇射湿度控制器 75 以响应温度测量,为了减小在所测量的和目标温度 Tt 之间的差,它可以调节气体的相对湿度。也就是说,存在单个温度传感器 60 时,气体簇射湿度控制器 75 把这—个温度读数与单个目标温度 Tt 比较。当存在多个温度传感器 60 时,气体簇射湿度控制器 75 把多个读数和单个目标温度 Tt 比较,或与多个目标温度 Tt 比较,该多个目标温度相应于例如衬底 W 的特殊区域,和 / 或衬底台 / 衬底固定器的相应区域,因此相应于温度传感器读数 (其内部可以使用平均读数) 的特殊组。反馈控制器如 PID 系统可以控制该过程的效率。

[0078] 气体簇射湿度控制器 75 可以设置以与加压气体温度控制器 50 相互作用,以确保由气体密封 27 提供的气体相对湿度和气体簇射出口 70 匹配。这个特征提供了一个机械装置,通过该机械装置可以控制在气体密封 27 外部的相对湿度中的变化,并避免对诸如用于可能另外发生的测量衬底台 WT 位置的干涉仪的系统的干扰。

[0079] 正常地设置衬底台 WT 以通过衬底台移位系统 100 相对于投影系统 PL 和密封构件 12 移动 (见图 8),以使得衬底 W 的连续目标区域可以通过构图的辐射束曝光。这个过

程可以促进少量的浸渍液体离开浸渍容器 25 的限制,尽管有气体密封 27 的操作。上面已经讨论了设置以减小由减小浸渍液体蒸发导致的元件冷却的实施例。根据本发明的可选的方面,由蒸发浸渍液体的冷却效应引起的误差可以通过提供衬底加热器解决,该加热器根据位置、速度、加速度和衬底台 WT 相对于密封构件 12 的预定路径、和局部衬底 W 和 / 或衬底台 WT 的温度的至少一个来加热衬底 W 的至少一部分。衬底加热器可以通过多个机械装置加热。这些可以包括下列的一个或者多个:红外辐射源,热灯丝电阻加热器和热气喷射。当确定使用何种类型的加热器时的重要因素包括发热量需要怎样精确和快速地调节,以及怎样有效地生产微型形状的加热器。根据加热器是否要嵌入到材料内或在材料附近(如热灯丝,例如,嵌入到衬底台 WT 中),其中倾向于调节该材料的温度,或加热器是否在一定距离上工作(例如红外辐射源或温度控制气体喷射源),后者因素将或多或少的成为重要性。在辐射源的情况下,辐射的波长分布被选择成不与衬底 W 上的抗蚀剂成分反应(对于所关心的大部分的抗蚀剂红外辐射应当是安全的)。辐射强度的选择取决于抗蚀剂的光学性能(如它的反射率)。这可以通过在光刻设备的安装顺序期间的校准测量确定。在可能存在处理阶段相关性处(例如由于在反射率中的改变),也可以在生产顺序中执行校准作为用于每块衬底的额外测量阶段。如下所述,本发明的几个实施例以下列规则操作,该规则中,在衬底曝光程序期间,即,在密封构件 12 经过衬底 W 上方时,启动存在的衬底加热器的至少一子集。然而,在曝光前加热衬底 W 以便补偿不得不发生但也是预期发生的冷却的系统也落在发明的范围之内。

[0080] 图 7 和图 8 示出了根据本发明实施例的设置,包括嵌入在衬底台作为“局部加热器”85,或嵌入在密封构件 12 中作为“远程加热器”86,或者两者都包括的加热器 85/86 系统。设置每个局部加热器 85 以主要加热衬底 W 的特殊区域,并可以一起来控制衬底 W 的至少一部分的温度曲线。远程加热器 86 将依据密封构件 12 相对于衬底 W 的位置加热衬底 W 的不同部分。

[0081] 根据包括局部加热器 85 的第一操作模式,在衬底曝光循环开始之前,可以调节每个加热器的发热量和相对时限以在已知时间内为衬底 W 建立开始温度曲线。参考由光刻设备产生的校准测量和 / 或测试图案分析,可以选择开始温度曲线,以基本补偿由于在曝光循环期间的浸渍液体蒸发产生的冷却。

[0082] 根据包括局部加热器 85 的第二操作模式,仅仅当经过定位加热的区域上的密封构件 12 时,可以设置这些加热器 85 的每一个以转换到加热发射状态,。例如,如图 7 中所示在密封构件 12(由此目标区域)沿着在初始管芯(或目标区域)160 到最后管芯 170 之间的路径 150 相对于衬底 W 移动的情况下,局部加热器 85 也可以以基本沿着同样的路径 150 的渐进方式切换。这可以通过编程衬底温度控制器 110 得到,以提供一系列的时间延迟启动信号,该信号对于每个局部加热器 85 接近地滞后于密封构件 12 相对于衬底台 WT 的预定路径。预定路径可以存储在衬底台路径确定器件 90 中。作为可选择或另外的方法,局部加热器 85 的启动顺序可以从衬底台路径确定器件 90 的进一步功能得出。例如衬底台路径确定器件 90 可以包括用于测量衬底台 WT 的位置、速度和 / 或加速度和用于馈送这个信息到衬底温度控制器 110 的装置(例如在干涉量度的基础上),当启动每个局部加热器 85 时,该装置可以在这个点计算。例如,当识别到密封构件 12 从特定加热器移开或移过时,路径确定器件 90 可以设置成为给定的加热器传送启动信号。通过每个局部加热器 85 提供的能量

可以设置成以恒定或随时间变化,并与其它局部加热器 85 相同或者不同。用于每个加热器的最优化设置是最好地补偿由于有关区域的蒸发产生的能量损失。在从密封构件 12 的液体损失率为恒定的情况下,一旦启动就由每个加热器 85 供应基本相同的能量(因为一旦密封构件 12 经过,可以发现残留在衬底 W 上将要蒸发的液体量大致恒定)。可选择地,可以发现在特定区域中需要更多热量,如当密封构件 12 相对于衬底台 WT 改变方向时。可以进行作为特定衬底台所需路径和速率的函数的校准测量以确定操作加热器能量最有效的方法。

[0083] 如图 8 所示,在密封构件 12 中的远程加热器 86 可以优选地定位于密封构件 12 的周围。这个设置使得要操作的加热器邻近于蒸发过程可以吸取最多热量的区域。布局选择在外径附近设置作为折衷以避免直接在气体密封 27 周围的区域,该气体密封 27 实际上已经被孔、管和灰尘占据。因为它们在距离衬底 W 一定距离操作,加热机械装置如那些基于辐射或热气喷射会是比较适合的。在密封构件 12 的基础上产生热表面是一个方法,通过该方法可以实施辐射源。这种器件与密封构件 12 的剩余部分的热隔离将会改善这种特征的性能。可选择地或附加地,可以使用红外灯泡。

[0084] 如对于上述局部加热器 85 所设置的,可依据衬底台的移动方向来控制远程加热器 86 的能量。例如,可以设置其以从密封构件 12 的一侧提供比另一侧更多的热量。在冷却的一个方面,涉及到从密封构件 12 逃出的蒸发液体,可以设置在密封构件 86 的尾缘(浸渍液体在这里可能逃出)上的远程加热器 86 以发射比位于密封构件 12(衬底 W 在这里仍然是干的)的前边缘上的那些远程加热器更高的热量。远程加热器 86 的效率可以应要求通过改变能量和/或在密封构件 12 的圆周周围的加热器 86 的宽度而改变。这个后者的参数可以改变,例如,通过依次地启动分段加热器 86 的不同段,或多个加热器 86 中的一个加热器 86。

[0085] 虽然显示嵌入在衬底台 WT 或密封构件 12 中,可以理解加热器 85/86 可以位于它们能够影响衬底 W 的温度的任何位置。例如,可以将辐射发射加热器定位在不同于衬底台 WT 和密封构件 12 的分离体中。在曝光前加热衬底 W 时,这可以发生在远离用于曝光的区域中,以更加容易地实施远程加热器 86。

[0086] 光刻设备也可以包括局部温度传感器 60,在图 8 中说明的例子中该传感器嵌入到衬底台 WT 中。根据本发明的实施例,设置这些温度传感器 60 以测量衬底 W 的每个区的温度和/或由每个局部加热器 85 影响的衬底台/衬底固定器的相应区域。信息输入到衬底温度控制器 110,其然后可以计算怎样控制局部加热器 85 和/或远程加热器 86 的输出,以减小在目标温度 T_t 和由局部温度传感器 60 测量的温度之间的差。优选地,在这个实施例中,可以为加热器 85 和/或 86 设置以具有除了固定输出的变化输出。在任何情况下,可以使用反馈控制器(例如 PID)以优化会聚过程的效率。

[0087] 调制由液体供应系统 130 供应的液体的温度也可以控制衬底 W 和/或衬底台/衬底固定器的温度。例如,可以加热浸渍液体至大于 295K 的控制温度。图 5 示出了本发明的实施例,包括设置浸渍液体温度控制器 120 以与液体供应系统 130 协作实施该功能。为了选择有效补偿蒸发热损失的浸渍液体温度,可以根据校准测量或根据从一个或多个温度传感器 60 的读数来实现浸渍液体的温度控制。在后一种情况中,可以控制浸渍液体温度控制器 120 的输出以最小化在目标温度 T_t 和由温度传感器 60 提供的温度之间的差,该会聚过程通过反馈控制器如 PID 控制器被控制。也就是说,存在单个温度传感器 60 时,浸渍液体温度

控制器 120 把这个温度读数与单个目标温度 T_t 比较。当存在多个温度传感器 60 时,浸渍液体温度控制器 120 把多个读数和单个目标温度 T_t 比较,或与多个目标温度 T_t 比较,该多个目标温度例如相应于衬底 W 的特殊区域,和 / 或衬底台 / 固定器的相应区域,由此相应于温度传感器读数 (其内部可以使用平均读数) 的特殊组。

[0088] 调节由加压气体供应系统 30 供应的气体的温度也可以控制衬底 W 和 / 或衬底台 / 衬底固定器的温度。例如,加压气体可以加热到大于 300K 的控制温度。由于气体相对于液体有更低的比热,这里温度下限比上述的浸渍液体温度控制器 120 要求的更高。根据本发明的一个实施例,在 300 至 320K 的范围内的温度下提供加压气体。图 5 示出了本发明的实施例,包括设置的加压气体温度控制器 140 以结合加压气体供应系统 30 执行温度控制功能。可以根据校准测量或根据从一个或者多个温度传感器 60 的读数来实现加压气体的温度控制。在后者的情况下,可以控制加压气体温度控制器 140 的输出以最小化在目标温度 T_t 和由温度传感器 60 提供的温度之间的差,会聚过程受反馈控制器控制,例如 PID 控制器。也就是说,存在单个温度传感器 60 时,加压气体控制器 140 把这个温度读数与单个目标温度 T_t 比较。当存在多个温度传感器 60 时,加压气体控制器 140 把多个读数和单个目标温度 T_t 比较,或与多个目标温度 T_t 比较,该多个目标温度例如相应于衬底 W 的特殊区域,和 / 或衬底台 / 衬底固定器的相应区域,且由此相应于温度传感器读数 (其内部可以使用平均读数) 的特殊组。

[0089] 如上所讨论的,衬底加热需求具有位置相关性,该位置相关性至少部分由在衬底 W 上的密封构件 12 的路径决定。至少两种过程被认为对冷却过程有贡献:在衬底 W 和密封构件 12 之间的缝隙 22 中的液体的蒸发,和如果曝露区域是湿的,在曝光后残留在衬底 W 上的残留液体的蒸发。密封构件 12 的冷却能量 (即从第一过程冷却) 在时间上是恒定的,虽然在其它因素中它依赖密封构件 12 相对于衬底 W 的速度。在其它因素中第二过程的冷却能量依赖于留在衬底 W 上的液体的量。需要被补偿的冷却量通常是两种过程的复变函数,导致具有复合位置相关性的冷却能量。在衬底 W 中的热导率也是一个重要因素,由于在衬底 W 的曝露部分中的冷却,即使在密封构件 12 到达它们之前,就意味着衬底 W 的未曝露区域将开始冷却。一次进行一个过程,然而,可以进行估计。例如,仅仅考虑从衬底 W 上的残留浸渍液体蒸发的直接冷却,设置衬底曝光达大约 30 秒,在最后曝光和约 5 秒钟的衬底卸载之间的时间内,和如在图 7 中所标示的曝光顺序 150,期望通过这个机械装置在第一曝光的位置 160 处比最后曝光的位置 170 多抽取大约 20% 至 30% 的热量。在上述的特定实施例中,包括衬底加热器 85/86,通过延迟沿着密封构件 12 的路径的独立加热器的启动来考虑这个效果。类似效果也可以通过设置衬底加热器以在衬底 W 上的目标区域 (其中设置投影系统以在第一时间投影已构图辐射束) 和渐进地在衬底 W 上的目标区域处提供更低的热量 (其中设置投影系统 PL 以在随后的时间中投影已构图辐射束) 提供更高的热量来实现。这个设置可以变化以依赖于要被补偿的特殊的设置的冷却特性来给出更多复合位置相关的加热。

[0090] 虽然技术上有可能在衬底 W 上的许多不同位置处定位多个局部加热器 85,但既实际又有效而且显著减小花费的方法是提供更有限数量的加热器并把它们基本沿着密封构件 12 的路径设置。图 7 中描述了这种类型的设置。这里,设置拉长衬底加热器 85,如热灯丝,使得一个独立的可控制元件与在衬底 W 上的密封构件 12 的主要扫描或分档轴 181-187 (每个对应于一行管芯) 之一对准。在示出的这个例子中,设置每个热灯丝 85 以在单位长度发

射恒定热量,并设置其以使得与主要扫描或分挡轴 187 对准的热灯丝具有最大的发热量,其对准 186 下一个最高的发热量等,其渐进地减小直到到达与主要扫描或分挡轴 181 对应的最终的热灯丝,其分配最低的发热量。

[0091] 其中在不同位置处(例如在每个衬底 100 和 700 之间)提供大量的局部加热器,优选尽可能靠近衬底 W 表面的定位加热器。然而在图 7 和 8 中所示的设置中,提供了很少的加热器,优选基本更远地定位加热器以使得每个加热器将会具有在衬底 W 的更大部分上的有效控制。

[0092] 图 9 示出了其中提供连续热灯丝加热器 85 以加热衬底 W 的设置。在示出的例子中,设置热灯丝加热器 85 以在一定程度上跟随密封构件 12 的路径它具有基本平行于密封构件 12(如图 7 中所示)的主扫描轴 181-187(即垂直于扫描方向)的更长部分 195。然而,设置在更长部件之间的节距 191-193 以朝向衬底 W 的底端变得越来越短,如图所示,其对应于其中衬底 W 将要被首先曝光的区域(即节距 $191 > 192 > 193$)。这意味着热灯丝加热器 85 能给出最简单和最坚固的结构(其中单位长度的发热量是恒定的,实际上可以对应于相等截面的伸长电阻元件),并仍然提供朝向其中的衬底将首先曝光的区域变大的发热量,其是需要用于冷却效果最大修正的衬底 W 的区域。作为可选择的 / 或另外的设置,可以设置热灯丝加热器 85 以提供单位长度的发热量,该发热量沿着其长度(例如,在所示方向上朝衬底 W 的底端增加)改变。在热灯丝通过与经过其长度的电流相关的电力消散操作的情况下,可以通过改变截面(例如,提供变得需要更多能量的更薄的热灯丝)或通过改变使用的材料而得到变化的发热量。在后者的设置中,必须当心以避免在不同成分的材料之间制得的结处的高电阻的点。

[0093] 图 10 和图 11 示出了其中衬底加热器包括独立可控加热器 85 的系统的设置。在图 10 中示出的实施例中,设置独立可控制的加热器 85 作为基本平行于主扫描轴 181-187(即垂直于扫描方向)的延伸构件,并限制独立可控制加热器 85 以在衬底 W 的几何界限内部加热。然而,加热器的可选择设置也应当可以与本发明的实施例兼容,只要它们可以被独立地控制即可。加热阵列控制器 180 通过地址总线控制每个独立可控加热器 85。加热器阵列控制器 180 依次地从预定算法 190 接收输入,该算法描述了应当怎样控制每个独立的加热器的发热量作为时间的函数(和由此作为密封构件 12 相对于在考虑中的独立加热器的位置的函数)。适当算法的使用可以从校准测量和 / 或计算(例如,在时间量的基础上,预期残留在衬底 W 上的液体的预期的量)。这个方法具有不需要温度传感器的优点,其大大简化了构造。

[0094] 浸渍液体的蒸发也可以导致密封构件 12 自身的冷却。例如通过冷却浸渍液体和 / 或加压气体,通过对流,和 / 或通过辐射效应,这个效应反过来导致了衬底 W 的冷却。根据本发明的一个方面,提供密封构件温度稳定器以通过这个机械装置减小衬底 W 的冷却。

[0095] 具体涉及的区域位于真空排气入口 17 的周围和真空排气管 14 内。浸渍液体存在于这些区域中,当蒸汽浓度通过真空系统保持得较低(蒸发液体被立即用泵抽走)时,特别地产生净蒸发。由于这个机械装置,可以控制密封构件 12 的整体冷却的一种方式如图 12 中进行了描述,其中可以将由热隔离套管 210 影响的密封构件温度稳定器设置在真空排气管 14 周围。热隔离套管 210 优选由在光刻设备预期的操作温度下具有低导热率的材料形成。通常目的的塑料,PTFE 等是用作热隔离套管 210 的适当材料。可选择地或另外地,密

封构件本身整体地或部分地由热绝缘材料构成。这个方法比仅具有热隔离套管 210 更有效和更容易实施,虽然可以限制选择具有适当的机械特性的材料。

[0096] 另外和 / 或可选择的方法是提供一个专用的密封构件加热器 220, 设置其以对由浸渍液体蒸发冷却的密封构件 12 的那些区域提供补偿加热。虽然在一方面直接加热密封构件 12 本身,但是因此,间接地加热衬底 W, 可以设置密封构件加热器 220 以直接加热衬底 W。这可以通过使用辐射发射加热器如红外加热器得到,该红外加热器在前文中的可能的衬底加热器 85/88 中已经描述过。在图 12 中所示的设置中,把密封构件加热器 220 设置在真空排气入口周围并沿着在垂直于密封构件 12 的轴的平面(向所示方向上的页里面)中的真空排气进口的几何尺寸。

[0097] 密封构件加热器 220 的发热量根据从许多可能源的一个或多个入口被密封构件温度稳定器控制。例如,密封构件加热器能量可以根据在真空排气管 14 中的流速调节,其可以通过加压气体供应系统 30 提供。这里,希望更高的发热量将需要更高的流速。

[0098] 密封构件加热器 220 也可以参考衬底 W 和 / 或衬底台 / 衬底固定器的温度被控制,其可以通过一个或更多的温度传感器 60 在一个或更多位置被测量。如前述实施例中,可以采用反馈控制器以减小在测量的衬底温度和一个或多个预定义的目标温度 T_t 之间的差。

[0099] 也可以响应于通过加压气体出口 18 供应的气体的相对湿度来控制密封构件加热器 220。这个信息可以通过湿度传感器提供,其可以设置位于密封构件内或作为加压气体供应系统 30 的一部分(在图 13 中说明了后一种情况)。

[0100] 最后,密封构件温度稳定器 200 可以参考需要修正的校准表 230 来控制密封构件加热器 220 的输出,从密封构件温度的测量建立作为下列一个或多个的函数:衬底温度,加压气体流速,加压气体流温度,真空排气流速,真空排气温度,加压气体相对湿度和浸渍液体温度。虽然必须承担校准测量,但是这个方法大大地减小了在运送给顾客的最终光刻设备中的结合额外功能元件的需要。

[0101] 当考虑到与冷却的密封构件 12 相关的衬底冷却问题时,密封构件 12 的最重要的区域是最靠近和 / 或面对衬底 W 的区域。根据在图 14 中描述的本发明的实施例,密封构件 12 由在最靠近衬底 W 的密封构件 12 的部分中的层 400 中分布的沟道网络构成。设置密封构件温度稳定器 200 以控制热交换液体供应系统 410,该系统以控制的温度和 / 或流速提供热交换液体到所述网络。如前面实施例所述,能够提供反馈控制器从而以更有效的方式帮助控制衬底温度。在这种情况下,可以调节由液体供应系统 400 提供的热交换液体的温度和 / 或流速,以减小在一个或更多如通过局部温度传感器 60 系统所测量的衬底温度和 / 或衬底台温度与目标温度 T_t 之间的差。也就是说,存在单个温度传感器 60 时,液体供应系统 400 把这—个温度读数与单个目标温度 T_t 比较,当存在多个温度传感器 60 时,液体供应系统 400 把多个读数和单个目标温度 T_t 比较,或与多个目标温度 T_t 比较,该多个目标温度相应于衬底 W 的特殊区域,和 / 或衬底台 / 衬底固定器的相应区域,因此相应于温度传感器读数(其内部可以使用平均读数)的特殊组。可以参考需要校正的校准表 230 来控制液体的温度和 / 或流速,从密封构件温度的测量建立作为下列一个或多个的函数:衬底温度,加压气体流速,加压气体流温度,真空排气流速,真空排气温度,加压气体相对湿度和浸渍液体温度。虽然必须承担校准测量,但是这个方法大大地减小了在运送给顾客的最终光刻设备中的结合额外功能元件的需要。

[0102] 依靠位于密封构件 12 中的机械装置的上述这些实施例的总的优点在于其可以在不影响衬底台 WT (对于液体基的或电系统都是成立的) 的动力特性的情况下实施。密封构件温度条件也不仅改善了在衬底 W 中短期 (管芯到管芯) 的温度变化, 也改善了从一个衬底 W 到下一个衬底的长期温度变化。更通常地, 与密封构件改善相关的开发成本 (和开发时间) 有可能显著低于包括衬底台 WT 的那些。除了与控制衬底台 WT 的动力相关的问题之外, 有利于在密封构件 12 上而不是衬底台 WT 上的工作的另一因素涉及平坦需求, 其对于密封构件 12 缓和了大约是 100 倍之多。这可以是很重要的, 例如, 沟道被机械加工到密封构件 12 中。随着热交换液体的压力的变化 (由于在密封构件的外表面和内沟道边缘之间残留的材料的窄的宽度的减小的硬度), 靠近表面 (在那里它们是最有效的) 引入孔倾向于引入表面不规则 (凸出部分)。

[0103] 图 15 至 18 描述了包括液体运输沟道网络的设置, 这次位于衬底台 WT 中靠近衬底 W 的位置。设置沟道的布局以控制衬底 W 的温度, 其可能受到来自其顶部表面的浸渍液体蒸发不利地影响。

[0104] 在本实施例中, 提供用于控制热交换液体温度和流速的衬底台热交换液体控制器 510, 该热交换液体流过沟道网络 500。

[0105] 如前面实施例所述, 能够提供反馈控制器从而以更有效的方式帮助控制衬底温度。在这种情况下, 可以调节衬底台热交换液体的温度和 / 或流速, 以减小在一个或更多通过局部温度传感器 60 的系统测量的衬底温度和 / 或衬底台 / 衬底固定器温度与目标温度 T_t 之间的差。

[0106] 如果局部衬底加热器, 如热灯丝也被包括以实施“推挽式的”的温度控制原理, 则该设置可以特别有效率地工作。根据这个实施例, 衬底温度控制器 520 控制衬底加热器控制器 430 和衬底台热交换液体控制器 510 的操作。可以包括反馈控制器作为衬底温度控制器 520 的一部分, 以最小化在衬底温度和目标温度 T_t 之间的差, 其中衬底温度如通过局部温度传感器 60 在衬底 W 和 / 或衬底台 / 衬底固定器上的一个或者多个位置进行测量。也就是说, 存在单个温度传感器 60 时, 衬底温度控制器 520 把这—个温度读数与单个目标温度 T_t 比较。当存在多个温度传感器 60 时, 衬底温度控制器 520 把多个读数和单个目标温度 T_t 比较, 或与多个目标温度 T_t 比较, 该多个目标温度相应于例如衬底 W 的特殊区域, 和 / 或衬底台 / 衬底固定器的相应区域, 因此相应于温度传感器读数 (其内部可以使用平均读数) 的特殊组。可选择地, 如果热流可以计算为密封构件 12 相对于衬底 W 的速度和位置的函数, 则可以使用前馈回路。根据“推挽式的”原理, 热交换液体控制器 510 可以设置成在低于目标温度 T_t 的温度下提供液体, 有效地起到冷却衬底 W 的作用。可以是如上所述的电阻加热器 (热灯丝) 的局部衬底加热器对于突然的蒸发率的增加比热交换液体控制器反应得更快。另外它们的反应速度通过设定热交换液体控制器的冷却作用而改善。并且, 应该发生衬底温度的过调节, 然后供应冷却的热交换液体, 将比没有额外的冷却机械装置提供的情况更迅速地回复到平衡。

[0107] 为了机械加工的简便 (在其它原因中), 沟道 500 的网络包括基本在衬底台的平面内取向的垂直孔 (其可以是钻孔的) 的阵列, 如图 16 中所述。这些垂直孔的末端必须连接并接近不透水的。这可以通过在这些孔中的插塞完成。然而, 包括 4mm 孔和 8mm 节距的典型设置中, 可能需要大于 80 个插塞。除了需要建立许多独立元件的这个问题之外, 存在这

种设置中存在产生闭塞不通的端部的可能性,其中液体完全无法到达或液体无法循环。根据本发明的实施例,通过在衬底台 WT 的边缘提供循环沟槽 420(如图 16 至 18 中所示)克服了这些问题,在衬底台内部所有的通孔可以整齐地连接,而没有闭塞不通的端部。这个设置具有另一优点在于:可以使得液体更靠近衬底台 WT 的边缘循环。该循环沟槽 420 可以使用更小数量的元件密封。在所示实施例中,使用密封环 410,为了安装的简便其可以分成两个元件并通过胶或一些其它的标准粘结技术粘附到沟槽。改善的液体分布为衬底台 WT 提供了更均匀和受控制的冷却,使得热量管理更有效并改善了覆盖。

[0108] 在上述实施例中,已经示出了所包括的局部衬底温度传感器 60 嵌入在靠近衬底 W 的衬底台 WT 中。这些传感器可以基于多个原理工作,这些原理通常以校准测量和可重复的温度相关属性(如电阻)为基础。虽然所示的嵌入在衬底中,局部温度传感器也可以定位在如图 19 中所示的密封构件 12 中。由于跨过缝隙 22 的热连接相对较差(不像在衬底 W 和嵌入在衬底台 WT 中的传感器之间,其中更容易设置高的导热率),优选位于密封构件 12 内的传感器 60 通过分析从衬底 W 发射的辐射来操作。根据本发明的实施例,提供这个类型的传感器 60,其包括能够确定在波长范围上的俘获的辐射的强度谱的辐射俘获和分析器件。通常,如果选择更广范围的波长,可以最精确地确定温度。然而,对于在本申请中的感兴趣的温度,选择包含和/或在红外辐射高波段中间的受限的波长范围是节约成本的。

[0109] 图 20 示出了本发明的实施例,其中局部微小温度控制系统 600 建立在衬底台 WT 中。在所示的例子中,这些控制系统 600 定位在衬底台 WT(斑点顶(burrtops)640)的上升部位的顶附近,其反过来与衬底 W 接触。每个微型控制系统 600 包括微型温度传感器 610,其可以作为微能量集成电路温度传感器来实现,和微型加热器 620,其可以作为集成电路加热器(有阻力地分散热量)来实现。设置微型控制系统 600 以使得启动加热器元件 620 以当如由微型温度传感器 610 测量的衬底局部温度下降到预定阈值以下时发热。一旦温度升高以至于它超过了阈值,设置微型控制系统以关闭微型加热器。由于控制系统 600 的微型尺寸和不需要分开的外部控制系统以控制加热器 620,因此这个设置具有能够提供高度局部化的温度控制的优点。将需要仅仅两条导线(连接线 630)来为在衬底台 WT 中的所有微型控制系统 600 提供电压。在斑点顶 640 中的微型温度传感器 600 的建立可以通过从硅晶片形成衬底台 WT 来进行。可以使用微制造技术如 MEMS(微机电系统)和 CMOS(互补金属氧化物半导体)技术以提供标准衬底台 WT 构造的完全复制,同时也在每个斑点顶 640 上加上集成电路温度传感器/加热器 610/620,并提供将它们电连接到外部(连接 630)的方法。

[0110] 图 21 描述了包括投影系统控制器 710 的本发明的实施例,设置以根据由温度传感器 60 测量的衬底和/或衬底台温度来调节已构图的辐射束的属性。在所示实施例中,多个温度传感器 60 嵌入在衬底台 WT 中。然而,它也应该在本发明的范围内,以在别处提供温度传感器,例如在密封构件 12 内,和/或仅仅提供单个温度传感器。

[0111] 如上所述,在衬底 W 上的浸渍液体的蒸发可以导致衬底冷却,所得的形变导致覆盖误差,散焦,色差等。根据本实施例,投影系统控制器 710 能够调节已构图的投影束的参数,如它的整体缩放比例,定位偏移量等,以对衬底 W 的热感应形变进行补偿。作为简单的例子,如果投影系统控制器 710 接收来自温度传感器 60 的输入,表明衬底 W 在第一近似下均匀地在目标温度下,可以配置以通过因子缩放已构图的投影束,以减小在冷却的衬底 W 上产生的图像尺寸。衬底 W 和/或衬底台 WT 的温度通过多个温度传感器 60 测量以获得温

度曲线时,为了减小误差如层叠误差,散焦和色差,可以通过投影系统控制器 710 进行更复杂的修正。这个方法对响应温度的突然改变提供了快速的方法,而不需要在密封构件 12 或衬底台 WT 中结合加热元件,其执行和 / 或与衬底台 WT 的动态性能干扰是昂贵的。补偿的这个形式具有不需要依赖特殊的冷却机制工作的附加优点,并且可应用于在由于除了浸渍液体蒸发之外的处理对衬底 W 温度的改变起到了至少一定作用的情况。

[0112] 在图 21 中所示的实施例中,也提供了热感应形变校准器以把从温度传感器 60 得到的读数传送到衬底 W 的预计形变。这通过首先导出衬底 W 的温度曲线,然后利用已知的衬底 W 的例如衬底材料的热膨胀系数的热属性来得到以计算热感应形变。对于第一近似,衬底 W 部分的相对形变与该部分的温度和参考操作温度(与零相对形变对应)之间的温度差成正比。在所示实施例中,温度传感器 60 嵌入在衬底台 WT 中,以使得需要进行另外的校准以从温度传感器读数中导出衬底温度曲线。在下面的这个和本发明的其它实施例描述了这个可以怎样得到。

[0113] 根据上述的几个实施衬底 W 的温度测量通过定位在衬底台 WT 中的温度传感器 60 确定。因为对于定位传感器存在相对大的空间,这个设置具有结构上的优点,它们可以坚固而精确地定位,并且它们可以通过任何需要的电连接更容易地工作。如前面所讨论的,在距离在衬底台 WT 中的衬底 W 的距离定位传感器也为每个传感器 60 采用更大的衬底区域提供了有效的手段。然而,应当理解直接在温度传感器 60 周围的材料的温度可以给出衬底 W 温度的近似值,有可能通过下述的进一步分析得到衬底温度曲线的更加精确的图。这个分析可以作为任何上述的实施例的一部分实施,该实施例包括位于衬底台 WT 内的温度传感器 60。

[0114] 假定从衬底表面到其中具有温度传感器 60 的衬底台 WT 中的水平面的热传输可以被描述为:

$$[0115] \quad T_{\infty}^{chuck} - T_{current}^{chuck} = f(\Delta T^{substrate}),$$

[0116] 其中, T_{∞}^{chuck} 是衬底 W 的初始温度, $T_{current}^{chuck}$ 是由嵌入到衬底台 WT 中的传感器 60 所测量的衬底的区域的当前温度,而 $\Delta T^{substrate}$ 是用于正在讨论的区域的衬底级别处的温度差。在该关系的基础上可以得到作为一个整体(如果需要)的衬底区域温度和用于衬底的温度曲线。例如,可以使用下面的模型:

$$[0117] \quad T_{\infty}^{chuck} - T_{current}^{chuck} = k \cdot e^{-\Delta T^{substrate} / \tau},$$

[0118] 其后跟随着:

$$[0119] \quad \Delta T^{substrate} = -\tau \ln((T_{\infty}^{chuck} - T_{current}^{chuck}) / k),$$

[0120] 其提供了用于在仅仅基于参数 τ 和 k 的衬底级别处的温度差的表达,其反过来能从测试数据估计。

[0121] 可以使用类似的分析以从红外温度传感信号导出衬底温度的更好的测量。这里,问题是硅(其经常用作衬底材料)对于红外线是透明的,因此定位在在衬底 W 上“往下看”的密封构件 12 中的红外传感器将会收到从衬底 W 和直接在它下面的衬底台 WT 发出的辐射的混合。

[0122] 如上所述,由于密封构件 12 相对于衬底 W 移动,在密封构件 12 的尾迹中,在衬底 W 的顶部表面上会留下液体的薄膜。如果不采取足够有效的措施,这些液体的蒸发会从衬底 W 和 / 或衬底台 WT 抽取热量。获得的在衬底 W 和 / 或衬底台 WT 的温度中的降低能导致收

缩,其反过来会导致覆盖误差,要生产的集成电路的性能/分辨率/或和产量的损失的总的损失。以上讨论了对这个问题的几个解决方法,包括提供衬底加热沟道网络和/或独立控制的电加热器的阵列。然而,以热量仅仅在发生蒸发的地方产生的这种方式调整这些加热机械装置的操作是很困难的。因此,很难确保在衬底 W 内的温度梯度是最小化的。

[0123] 根据本发明的实施例,提供具有使用微波辐射加热残留在密封构件 12 的尾迹中的浸渍液体的装置的光刻设备。微波辐射的频率可调以主要直接加热浸渍液体,而不与周围设备的元件(如衬底台 WT,衬底 W,密封构件 12 等)耦合。因此发热量能直接精确地施加到需要的地方,而温度梯度能够被最小化。大体上,需要蒸发液体的热量可以完全由微波源提供,以使得不从衬底 W 吸取热量。

[0124] 图 22 示出了示例设置,包括微波源 800,设置以提供用于加热使用的浸渍液体的微波辐射,和微波容器罩 810,设计以在感兴趣的区域内包含微波辐射(对于保护区域,例如浸渍液体容器 25,在那里加热是不期望的)。在所示的实施例中,感兴趣的区域基本覆盖了在密封构件 12 周围的衬底 W 的环形区域。在密封构件 12 相对于衬底台 WT 移动得足够远以便该液体将会留在暴露在微波下的区域之前,可以选择由微波容器罩 810 覆盖的区域尺寸足够大,以至于微波辐射能完全蒸发在密封构件 12 的尾迹中残留的浸渍液体。微波容器罩 810 的尺寸将会因此是保留在容器罩 810 中的微波辐射强度、密封构件 12 通过衬底台 WT 的速度和期望残留在密封构件 12 的尾迹中的液体量的函数。

[0125] 微波容器罩 810 可以由金属材料形成,具有确保微波的基本全反射的适合尺寸的开口。在微波容器罩 810 内的微波辐射的传播由箭头 830 示意性示出。可以在校准测量的基础上选择微波源 800 的功率,其确定在衬底上残留的液体被加热的速率。例如,为了确定哪个电源导致最小的覆盖误差,对许多不同的微波源功率进行了测试。可选择地,可以提供温度传感器 60 并经过数据连接 850 结合到反馈回路中。当密封构件 12 的速度随着时间改变和/或当从密封构件 12 逃出的浸渍液体的量改变时这个设置是有优势的。当微波加热装置结合其他温度补偿方法使用时,反馈机制也是有用的,其有效地随着时间改变。如上所述地反馈设置中,这里的反馈回路可以包括调节微波源 800 的功率,以便由温度传感器 60 测量的温度朝一个或多个目标温度聚合。可以预计,微波源 800 将会发射微波波长辐射。然而,如果最有效地耦合所使用的浸渍液体的辐射的波长正好在与微波有关的通常波长范围之外,则可以理解,源 800 适合于发射适当波长的辐射(例如在红外或者可见光中)。

[0126] 图 23 示出了根据在衬底温度中的空间变化能够调节热量输出的空间变化,而不需要温度传感器和/或外部控制系统的复杂设置的衬底加热器设置。这可以通过形成靠近衬底台 WT 表面的导电带 900 而实现,与衬底 W 有良好的热接触。例如,导电带 900 可以通过在衬底台 WT 的顶表面上涂敷导电材料而形成。在所示的实施例中,提供外部电流源 920(未示出),以使得相等的电流 910 经过每个导电带 900。根据第一变化,提供相同电流经过每个导电带 900 的单个电流源 920。可选择地,可以提供多个电流源 920,设置其以使得不同的电流经过导电带 900。在另一种情况下,经过每个导电带的电流保持恒定,以使得单位长度的电阻发热产生的热率仅仅依赖于形成导电带 900 的材料的局部电阻。根据本实施例,选择的材料具有负温度相关性(即温度的增加导致电阻减小),优选具有强烈的负温度相关性,以使得在每个导电带 900 的较冷区域(其具有较高的电阻)中产生比相对较热的区域中产生明显更多的热量。在这种情况下,更多的热量自然地导入到那些最需要加热

的区域,因此减小了温度梯度。特别地,可以改变电流 910 直到在更冷区域和更热区域之间的发热量的差基本补偿了由在衬底 W 的表面上的液体蒸发带走的热量(其如上所述,期望对衬底温度的非均匀性作出了主要贡献)。在导电带中的一个的任何给定段产生的热量期望与由电流乘以该段的电阻的平方成正比。

[0127] 在上述实施例中,直接使用导电带 900 的温度相关电阻率以提供温度相关衬底,该衬底通过使用本身作为加热器的导电带加热。根据本发明的可选择实施例,可以使用导电带 900 作为温度传感器,可以与他们作为加热元件的功能相结合。图 24 示出了根据这个实施例的设置。再一次,电流 910 经过导电带 900,其设置成具有温度相关电阻率。优选地,如前所述,温度相关电阻是强烈负的,但较弱的温度相关和 / 或正的温度相关也是可以容忍的。根据这个实施例,提供分开的局部衬底加热器 930,其通过局域化的电源 / 放大器 950 为每一个提供能量。供给每个衬底加热器 930 的电源通过参考在导电带 900 的段中的局部电阻率的测量来控制,该导电带 900 最靠近讨论中的衬底加热器 930。例如可以通过测量在最近的一对电极 940 之间的电势差而得到这个,如图 24 中所示。如前所述,导电带 900 的局部电阻率是局部温度的函数。

[0128] 可以使用校准测量以确定在电阻率和衬底 W 的局部温度之间的关系,可以设置电源 / 放大器 950 以在测量的电阻率和与所希望温度对应的电阻率之间的差别的基础上调节衬底加热器 930 的功率。

[0129] 上述设置具有不被导电带 900 的电阻率的温度相关性的强度限制的优点,并能够主要提供更强烈的空间相关加热能量给衬底 W。提供大量成对的电源 / 放大器 950 和衬底加热器 930 允许高的空间分辨率。另外,因为提供给衬底加热器 930 的加热能量通过导电带 900 段附近的电阻率的简单测量确定,对于在衬底台不需要平面处的复杂且庞大电子设备或是外部提供的复杂控制电子设备。由电源 / 放大器 950 提供的放大因子(或放大函数:描述局部加热器功率应该怎样随着从所希望温度的偏移量变化而变化)可以参考校准测量预先被确定,并能在硬件上提供。

[0130] 图 25 示出了本发明的实施例,其中衬底 W 由感应加热器加热。这个方法具有主要需要在需要加热的地方提供加热的优点(例如在密封构件 12 的周围)。感应源 960 启动以通过与形成在衬底台 WT 内部的感应元件 970 耦合来提供感应加热能量,并优选处于能与衬底 W 良好热接触的位置。感应源 960 的功率输出反过来被感应控制器 980 控制。感应控制器 980 可以根据预先设定的路线改变感应源 960 的能量(例如,为了主要加热密封构件 12 最近通过其上的衬底 W 的区域)。可以提供多个空间分开的感应源和 / 或元件:例如,每个可配置以提供相同或不同的加热量,以便可以以减小温度梯度的方式为衬底 W 提供热量。可选择地,感应控制器 980 可以使用反馈模型。这可以配置以改变感应源 960 的输出功率,以使得由一个或多个温度传感器 60 所测量的温度与一个或多个对应的目标温度会聚。加热衬底台 WT 的感应加热的使用具有另外的优点,其在于仅仅需要对衬底台 WT(例如加入感应元件 970)作少量的改变。因此,衬底台 WT 的机械操作不会被显著地干扰。感应源 960 从感应元件 970 机械分离的事实是有优势的,也从可升级性来说:每个元件在较大程度上适合于独立于其他元件。

[0131] 如上所述,减小由浸渍液体从衬底 W 表面蒸发引起的冷却的一个方法,是为气体密封 27 提供潮湿气体(潮湿气体在广义上理解为包含很大一部分以蒸汽形式存在的浸渍

液体的气体)。在衬底 W 上的气体包含更高比例的浸渍液体蒸汽,在从衬底 W 的液体蒸发和液体蒸汽凝结到衬底 W 之间建立了动态平衡,以至于净蒸发率低于如果在衬底 W 上方的气体是干燥的情况(即不包含任何大量的浸渍液体蒸汽)。为了这个机制以可重复和恒定的方式工作,有必要为使得供应到气体密封 27 的气体潮湿提供可靠的方法。根据实施例,如在图 26 中示意性所示,为了这个目的提供了增湿部件 1000。气体从干净气体源(例如)经过导管 1005 到蒸发容器 1010 输入到增湿部件 1000 中。蒸发容器 1010 包括内部加热元件,为了产生浸渍液体蒸汽该内部加热元件加热一个或者多个浸渍液体容器。由此产生的浸渍液体蒸汽与经过导管 1005 提供的干净气体混合,并从蒸发容器 1010 经过导管 1015 输出。部分饱和的气体然后输入到凝结容器 1020 中(也称作“冷却容器”),其中它冷却到气体和浸渍液体蒸汽的混合物达到过饱和并且浸渍液体从混合物中凝结出来的程度。以气体形式残留的是在凝结容器 1020 的工作温度下非常接近或正好 100% 饱和的浸渍液体蒸汽。这个 100% 的饱和气体供应然后经过导管 1025 输入到混合室 1040 中,在这里它可以与以控制的比例从干燥气体源 1030 经导管 1035 输入的干燥气体源混合,以便使得输出气体经过导管 1045 以控制的温度和 / 或控制的饱和度输出,例如其可以然后供应给气体密封 27。

[0132] 用于增湿气体的可选择的系统是将它通过所谓的起泡器,其是浸渍在包含液体和液体蒸汽的容器中的多孔器件。随着它的通过气体变得逐渐的饱和。在这个设置中控制产生的气体的饱和度或湿度是困难的。流速、容器温度或液面的变化都会影响离开该系统的气体中保留的液体蒸汽的量。特别地,使用这个方法很难达到 100% 饱和。优化这样系统的性能可以得到相对复杂的装置设计,例如保证在液体和气体之间的足够和可重复的接触。

[0133] 如上所述,从衬底 W 的浸渍液体的蒸发对于光刻设备的性能有不利效果。在液体中的污染可以导致衬底 W 上的颗粒污染(也称作水污染)。因为冷却效应,蒸发也可以不利地影响覆盖性能、聚焦和光学性能。可以使用在气体密封 27 中的增湿气体以最小化蒸发。根据一个方法,需要 100% 的饱和气体以达到从衬底 W 的表面的零净蒸发。上面已经讨论了以可控制的方式产生 100% 饱和气体的实施例。然而,由于气体地膨胀,随着它从气体密封 27 输出,气体的相对湿度不可避免地降低了。实际上,这可以意味着当气体在衬底 W 的工作温度导出时(例如 22°C),接近使用最大可达到的湿度可以基本低于 100%,例如约 60%。如果小于 100% 相对湿度的气体保留在衬底表面上方,就会发生一定程度的净蒸发。

[0134] 根据在图 27 中简要说明的实施例,在气体离开气体密封 27 并已经膨胀后,气体的湿度通过增加供应到气体密封的气体的温度来被控制。

[0135] 在这种情况下,离开气体密封 27 的热气体突然暴露在更低温度的环境中(即光刻设备的正常工作温度)并冷却。冷却倾向于增加饱和度和相对湿度。可以控制整体温度下降以对气体的膨胀和饱和率的相关减小作出补偿。

[0136] 对于保持在 22°C 的工作温度并具有供应到气体密封 27 的接近饱和(例如 90-100% 的相对湿度)的气体的典型系统,典型的密封构件压力下降 0.4 巴,在 1 和 5K 之间的温度偏移量对于在气体密封 27 外残留在衬底 W 上方的气体中保持接近 100% 的相对湿度是足够的。需要对系统认真的设计以在气体离开气体密封 27 之前阻止高度饱和的气体的凝结。例如,经过密封构件 12 导引到气体密封 27 的导管壁应当是热绝缘的,以把热气体与冷却的密封构件 12 隔开并防止在导管壁上凝结。

[0137] 图 27,如上所述,示出了用于控制供应到气体密封 27 的气体温度的设置,其可以

位于例如在增湿部件 1000 和气体密封 27 之间。相关的冷却饱和气体通过导管 1045 供应到热交换器 1100,其通过由加热器 1110 提供的热交换液体的热交换来加热饱和气体到目标温度。加热器 1110 在温度 T1 下通过输入线 1120 提供热交换液体,并在温度 T2 下接收经过输入管 1130 的热交换液体,其中 T1 大于 T2。例如,加热器 1110 可以通过 Peltier 加热器对热交换液体加热。根据示例设置,提供 Peltier 加热器,其工作在 500 瓦至 1500 瓦的范围内以产生温度控制在 27°C 设定点精确到 $\pm 0.01^\circ\text{C}$ 的水。

[0138] 根据在图 28 中简要描述的本发明的实施例,使用增湿柜 1200 产生潮湿气体的高纯气流,其中几个平行的蒸发单元 1220 用来蒸发液体。产生的潮湿气体的温度通过由导管 1205 为每个蒸发器 1220 提供温度受控制的热交换液体流而被控制。可以通过热交换液体源 1110 提供热交换液体,也可以使用它以控制在如上所述的供给气体密封 27 之前的饱和气体的温度。可选择地,可以提供分开的热交换液体源。在经过热交换器 1100 到达密封构件 27 之前,湿度和温度受控制的气体经过憎水过滤器 1210 到达输出阀 1250。

[0139] 改变或甚至停止来自增湿柜 1200 的潮湿气流改变了平衡,在潮湿气流以良好地受控温度和饱和度再次供应到气体密封 27 之前,可能需要很长的稳定时间。然而,由于由密封构件 12 和气体密封 27 实施的任务的动态特性,气体密封 27 需要的气体速率可以相当大地随着时间变化:例如,可能短时间内存在气体密封 27 不工作的情况。除了调节系统使得它能更快速稳定之外,其需要牢固且复杂的额外装置,本实施例包括可变的通风系统 1240,其允许气体以可控制速率通风到外部容器或排出。该通系统 1240 可以设置以使得从增湿柜 1200 的流速保持恒定。这实际上通过确保经过主阀 1250 和通风系统 1240 的总的流速保持恒定可以实现。这可以通过设置通风系统 1240 以具有对应于压力计 1230 的读数的流动阻抗而实施,其相应于由增湿柜 1200 “感觉”的背压。特别的,这个压力应该保持恒定。因为可以避免对在不同的气体密封 27 的操作阶段之间的稳定时间的需要,所以这个设置不仅仅提供了更好的稳定性,也提供了更高生产量。

[0140] 所有以上的特点能以任何组合结合,并能应用到与包括在上面的背景技术部分提到的那些的所有类型的液体供应系统相关的地方。

[0141] 虽然在本文中作出了对在 IC 制造中光刻设备使用的具体描述,但是应该理解这里描述的光刻设备可以具有其他应用,如集成光学系统的制造,用于磁领域存储器的图案的引导和检测,平板显示器,液晶显示器 (LCD),薄膜磁头等。本领域的技术人员应当清楚在可选择的应用的前文中,这里对术语“晶片”或“管芯”的任何使用被认为分别是更通用术语“衬底”或“目标部分”的同义词。在曝光前或曝光后,这里的衬底可以在例如轨迹(典型的涂敷抗蚀剂层到衬底并显影曝光的抗蚀剂的工具)中、计量工具和/或观察工具中被加工。可应用的,这里的公开内容可以应用到这样的或其他的衬底加工工具。并且,衬底可以不止加工一次,例如为了建立多层 IC,以使得这里使用的术语衬底也可以指已经包含多个已加工层的衬底。

[0142] 虽然上面已经对利用光刻技术的上下文中的本发明实施例作了具体参考,可以理解本发明也可以应用到其他应用中,例如印刷光刻,且上下文允许的,并不局限于光刻。在印刷光刻中,构图器件中的形状限定了在衬底上产生的图案。构图器件的形状可以被压印到提供到衬底的抗蚀剂层中,在衬底上抗蚀剂通过施加电磁辐射、热、压力或者它们的组合来硬化。在抗蚀剂硬化后,构图器件从抗蚀剂移开并在其中留下图案。

[0143] 这里使用的术语“辐射”和“束”包括了电磁辐射的所有类型,包括紫外(UV)辐射(即具有约 365、248、193、157 或 126nm 的波长)和超紫外(EUV)辐射(例如具有 5-20nm 范围内的波长),和粒子束,如离子束或电子束。

[0144] 术语“透镜”,本文中允许其指代任何一种或多种类型光学元件的组合,包括折射、反射、磁、电磁和静电光学元件。

[0145] 由于上面已经描述了本发明的具体实施例,应当理解除了所述之外,本发明也能实施。例如,本发明可以采用包含一个或多个描述了上面公开的方法的机器可读指令序列的计算机程序的形式,或具有这样的计算机程序存储在其中的数据存储媒介(例如半导体存储器,磁或光盘)。

[0146] 本发明可以应用到任何浸渍光刻设备,特别是但不是排他性的,可以应用到上述的那些类型。

[0147] 上面的描述倾向于是说明性的,而不是限制性的。因此,对于本领域的技术人员可以对所述的本发明作出修改,而不超出下面的权利要求书的范围。

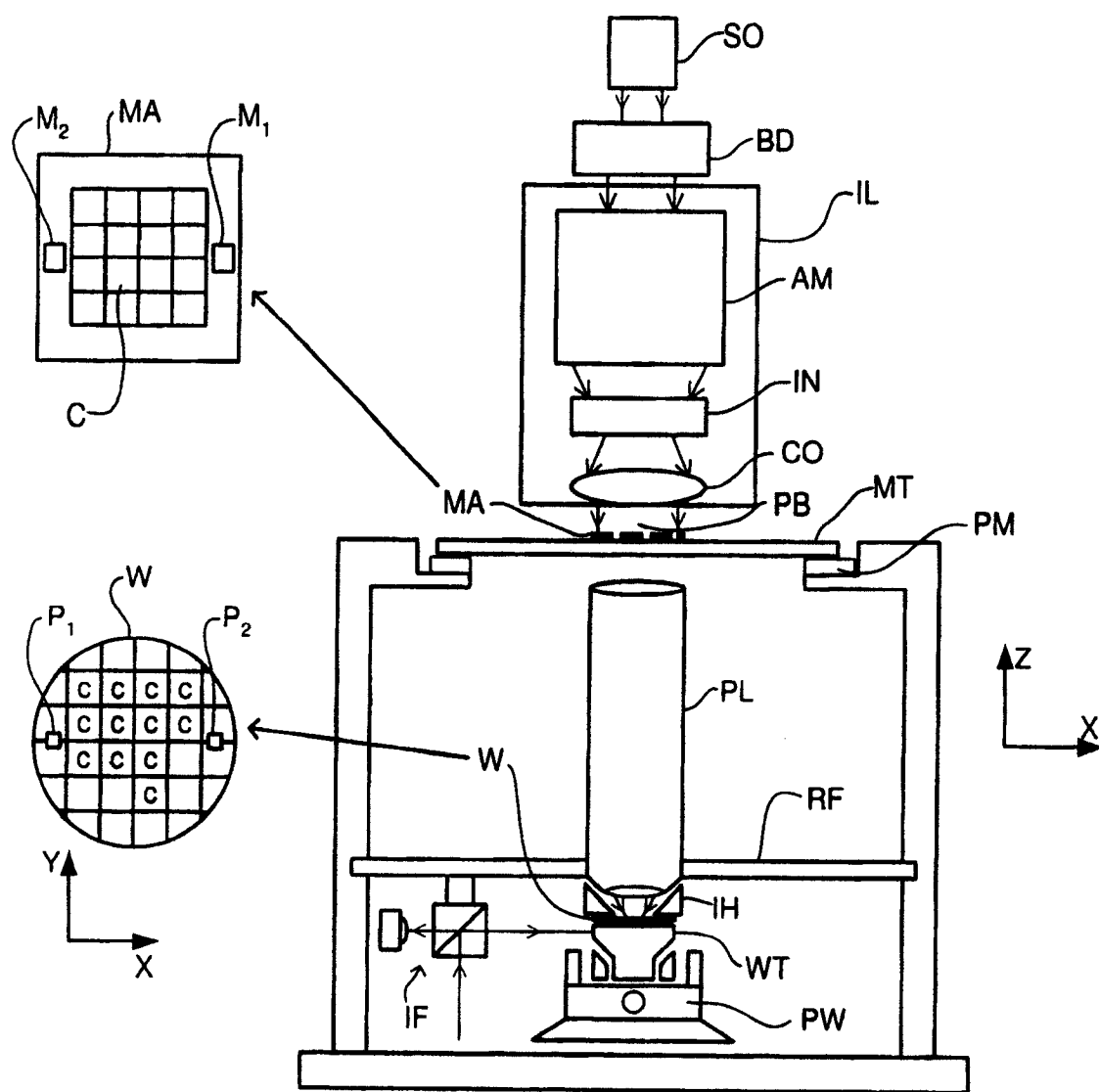
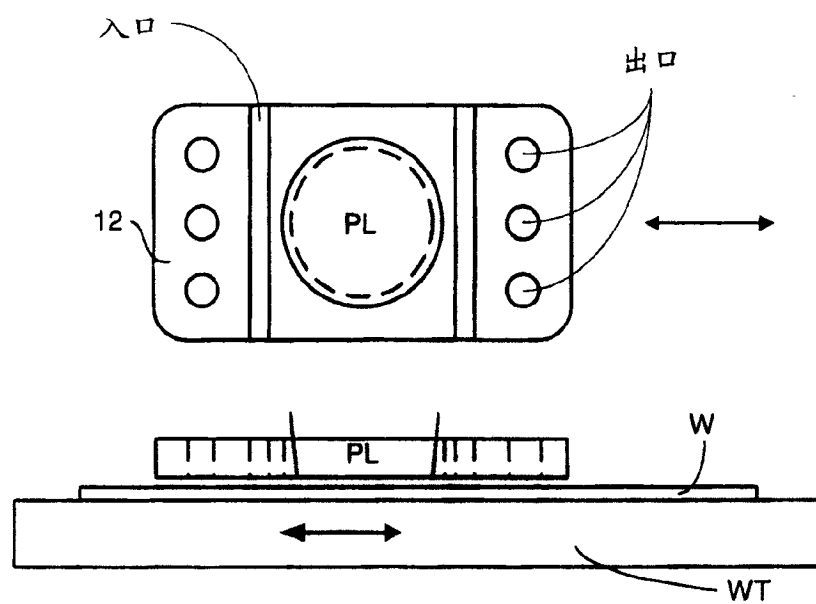
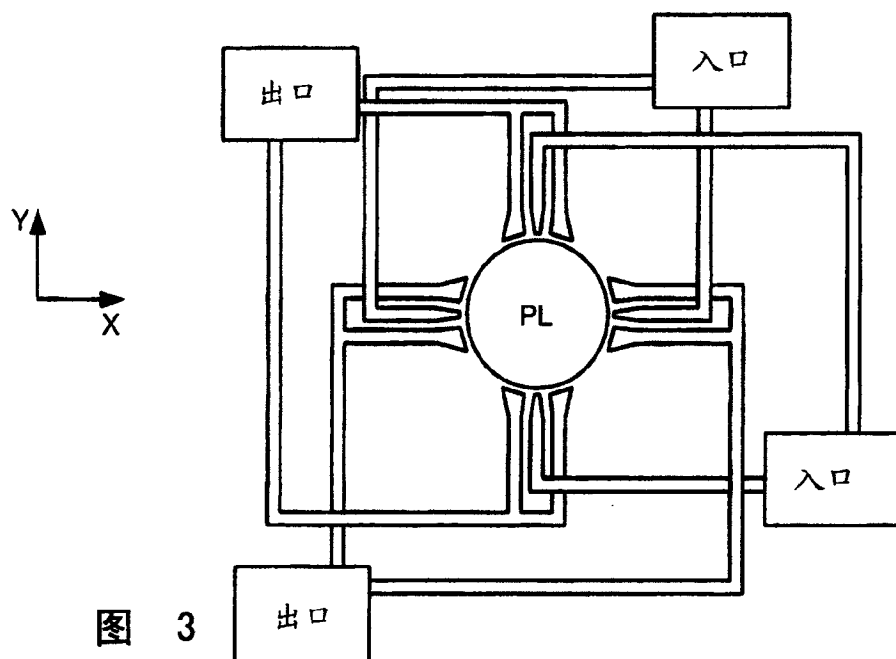
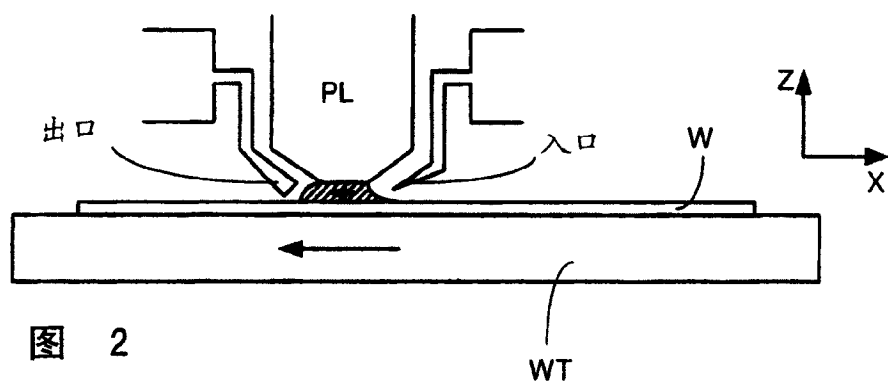


图 1



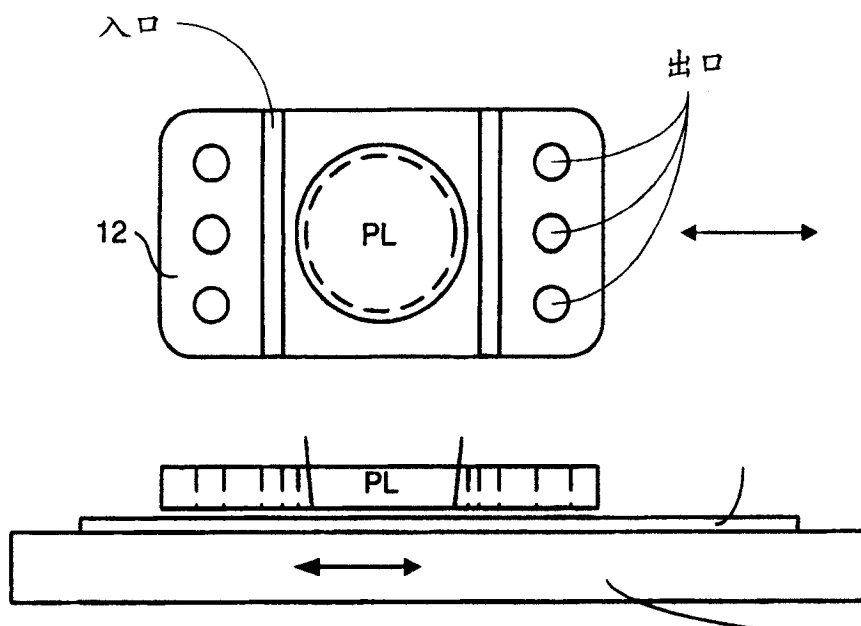


图 4a

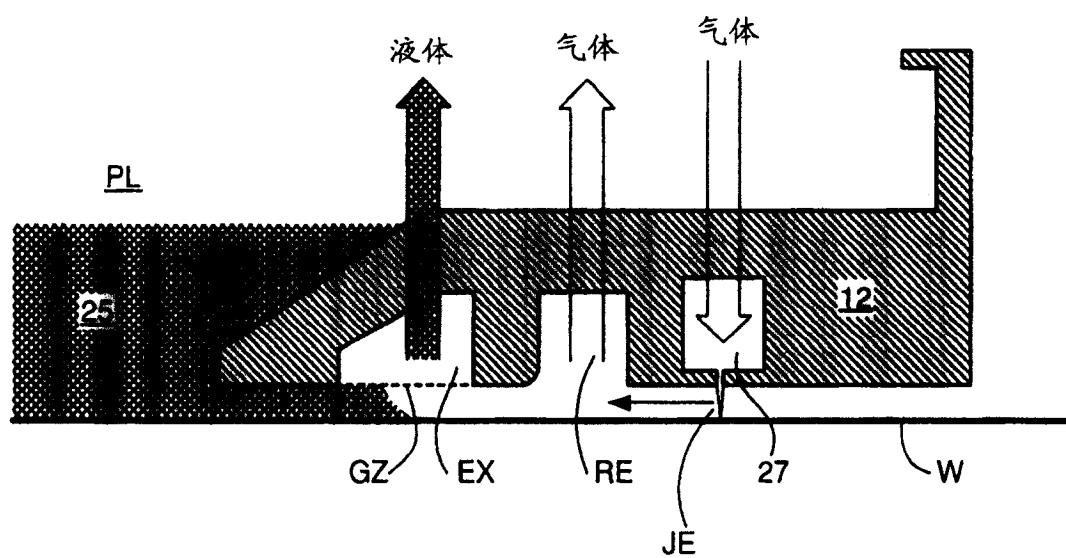


图 4b

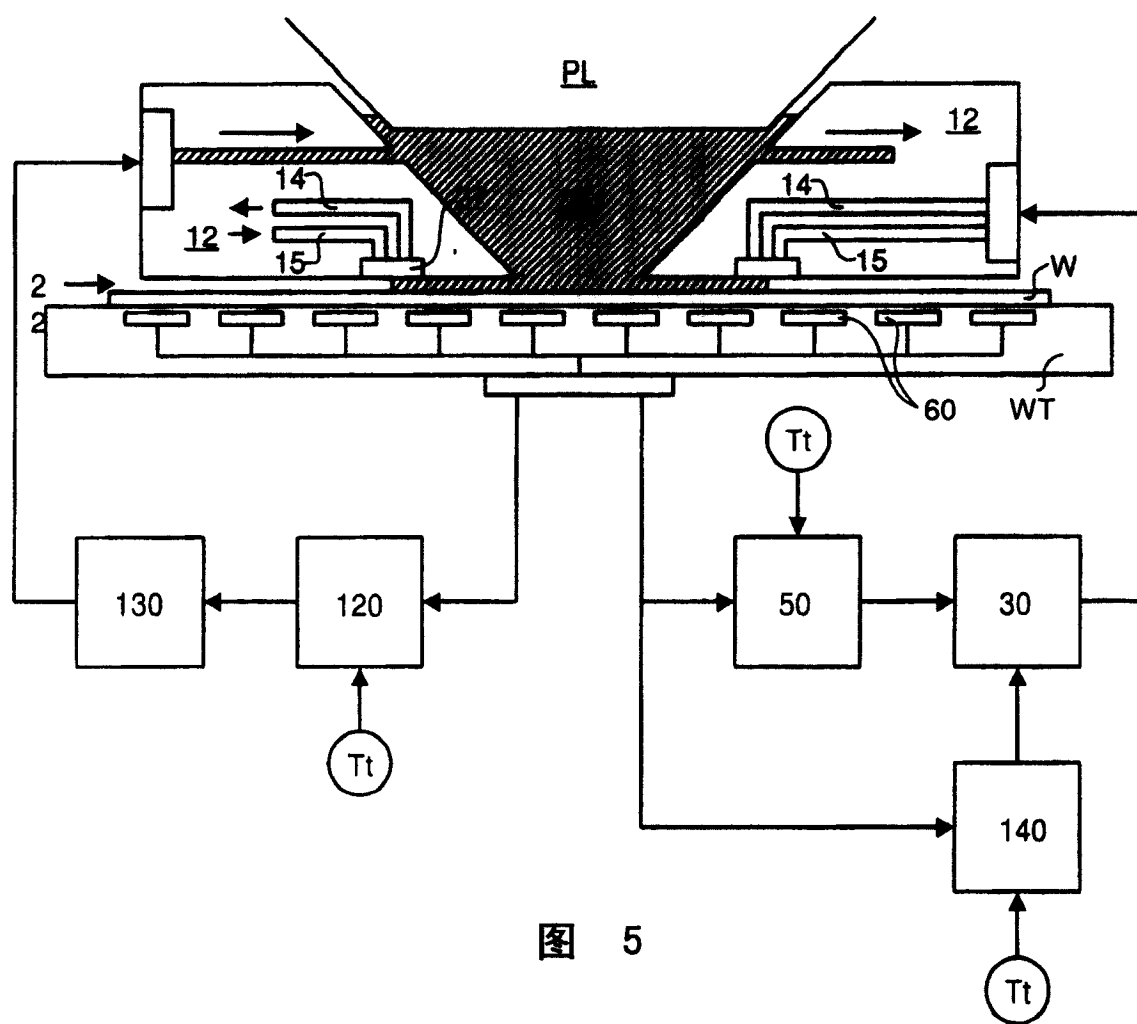


图 5

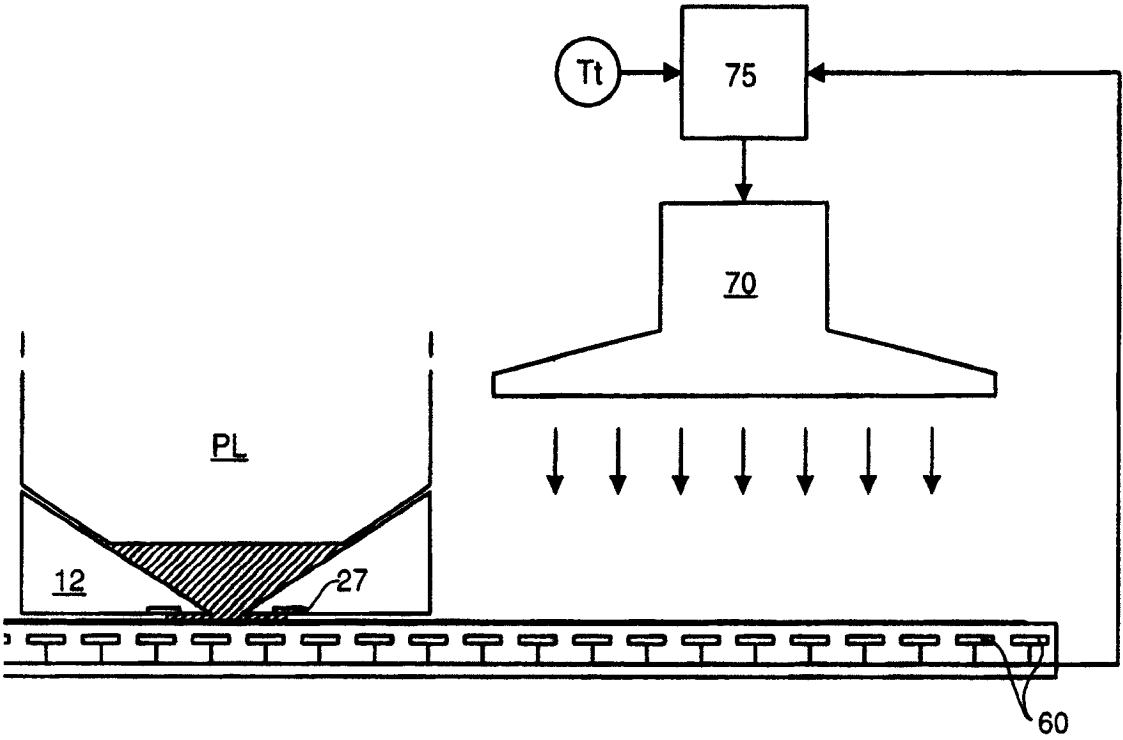


图 6

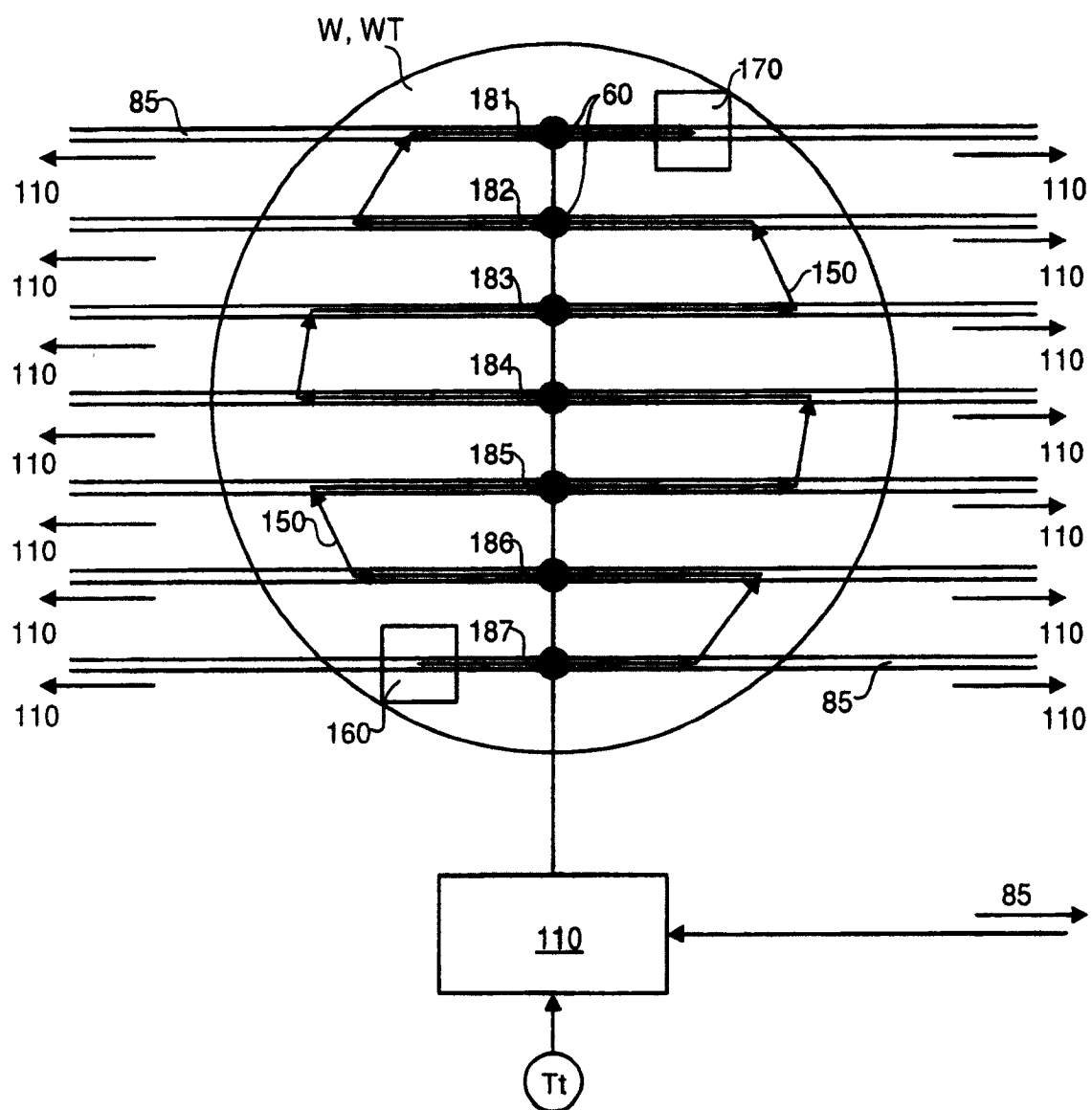


图 7

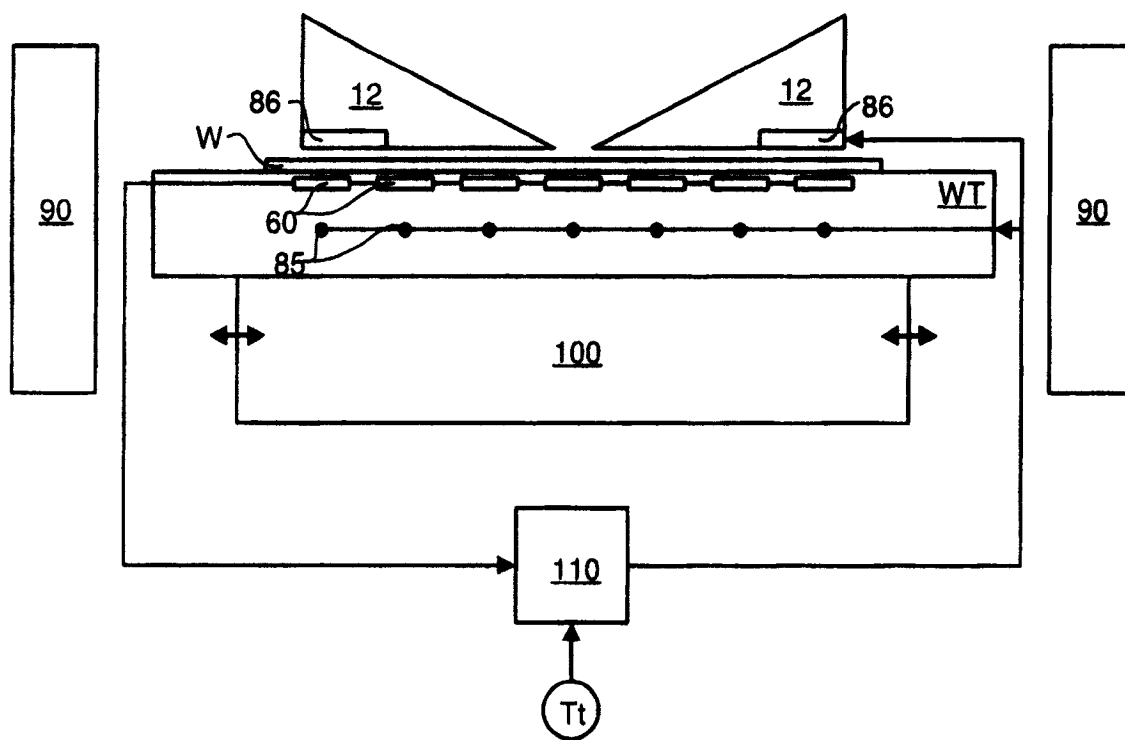


图 8

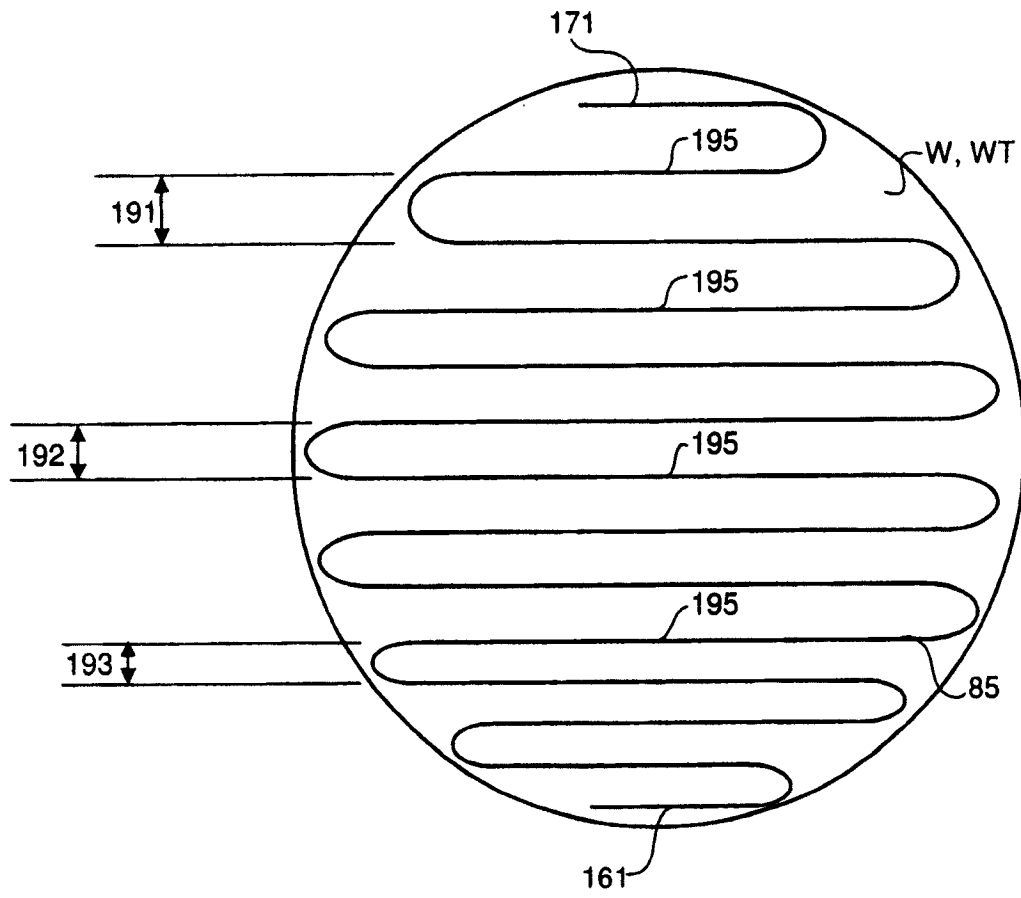


图 9

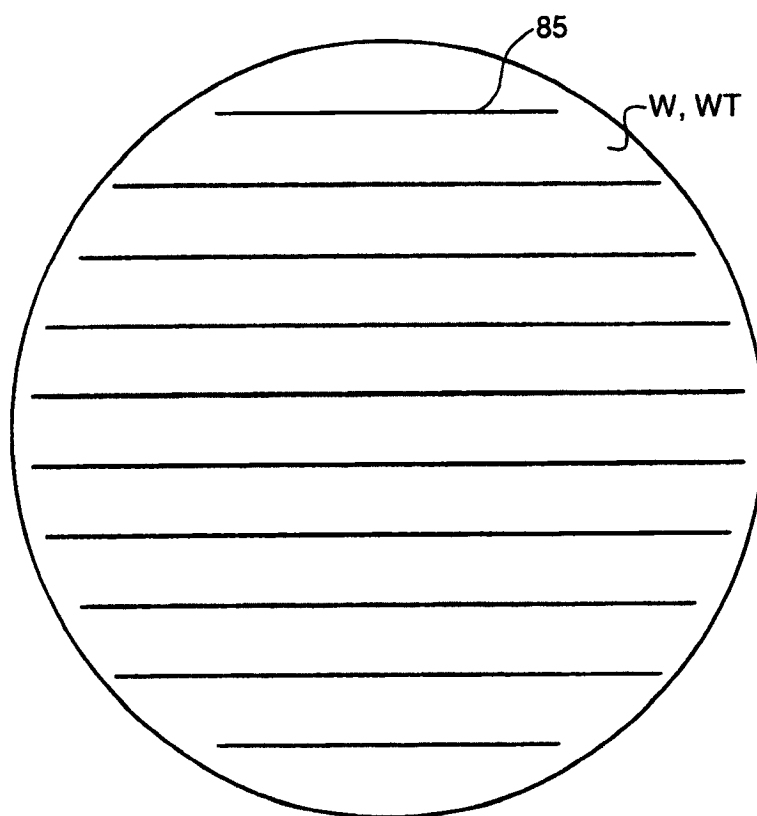


图 10

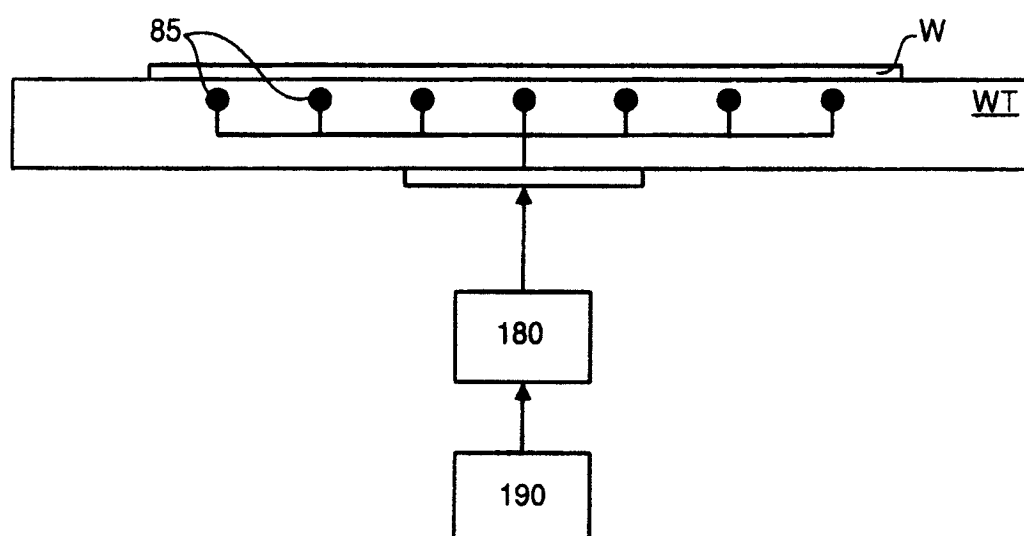


图 11

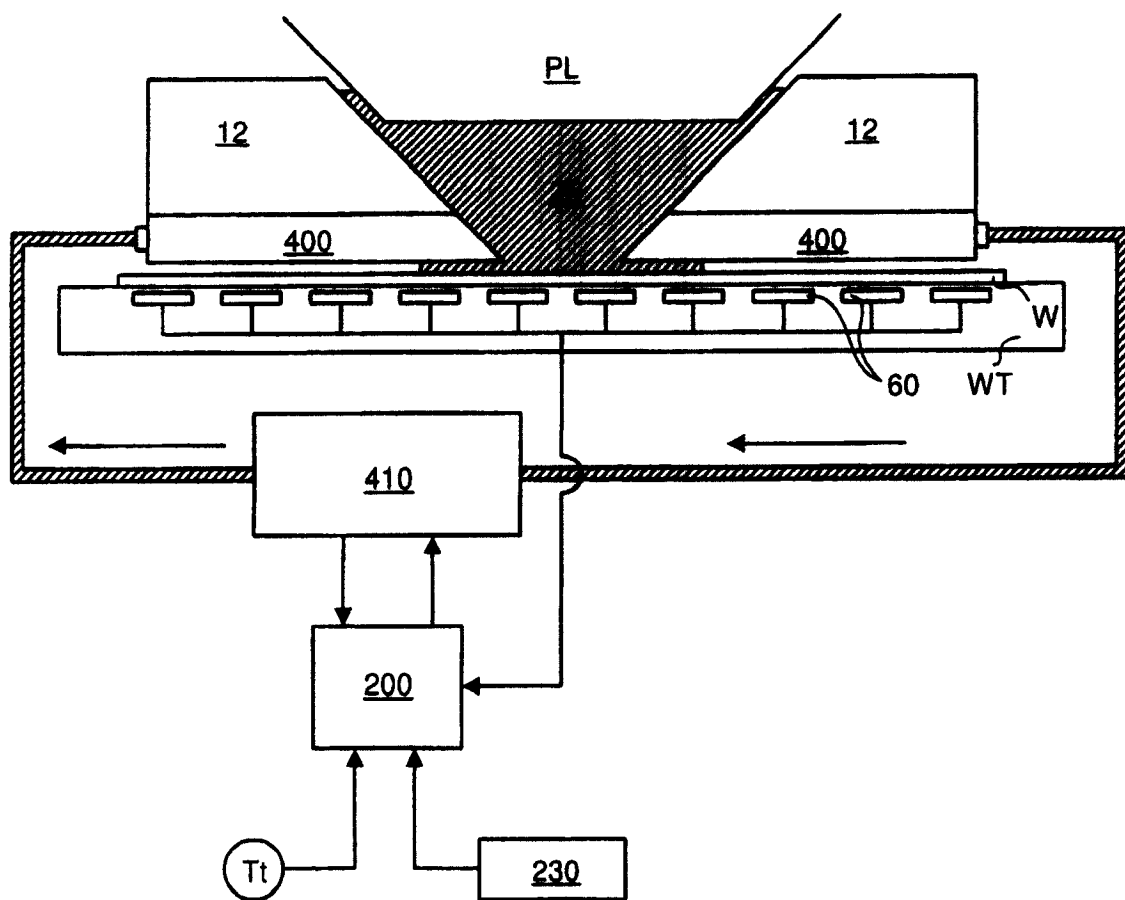


图 14

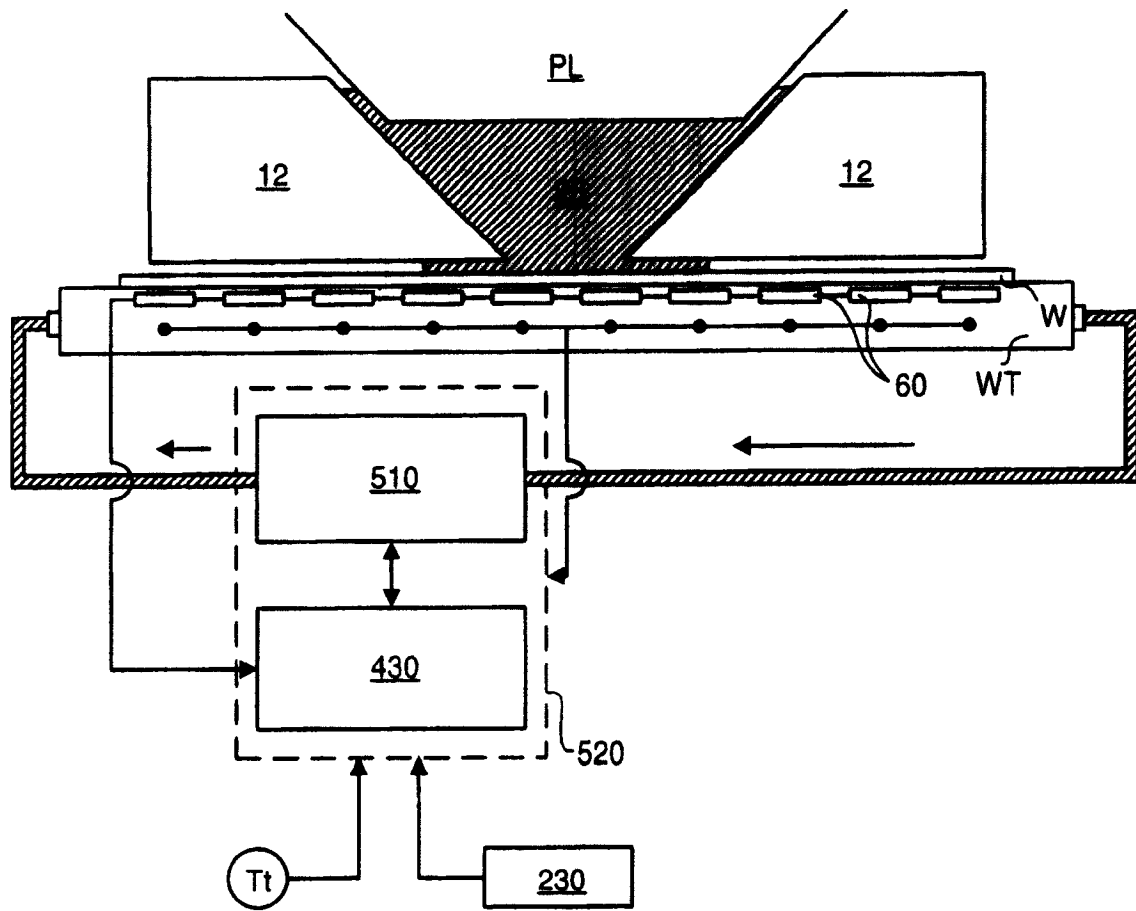


图 15

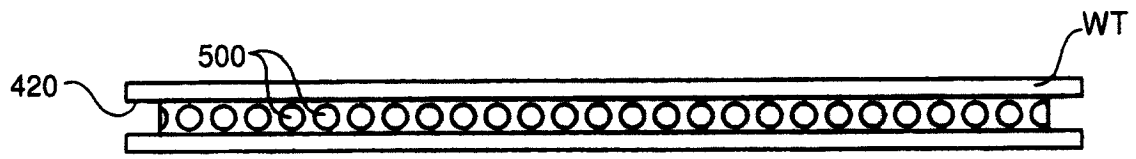


图 16

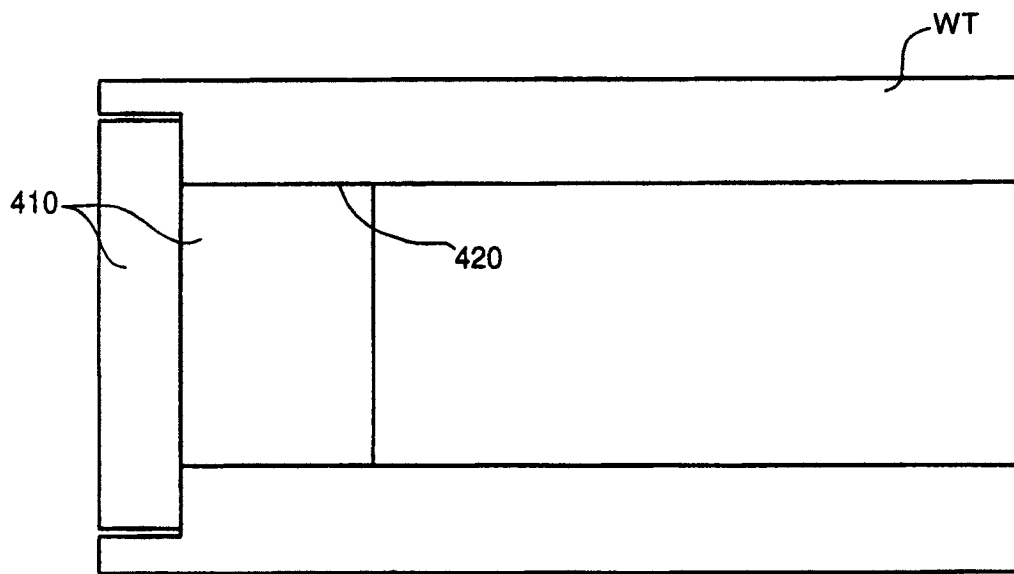


图 17

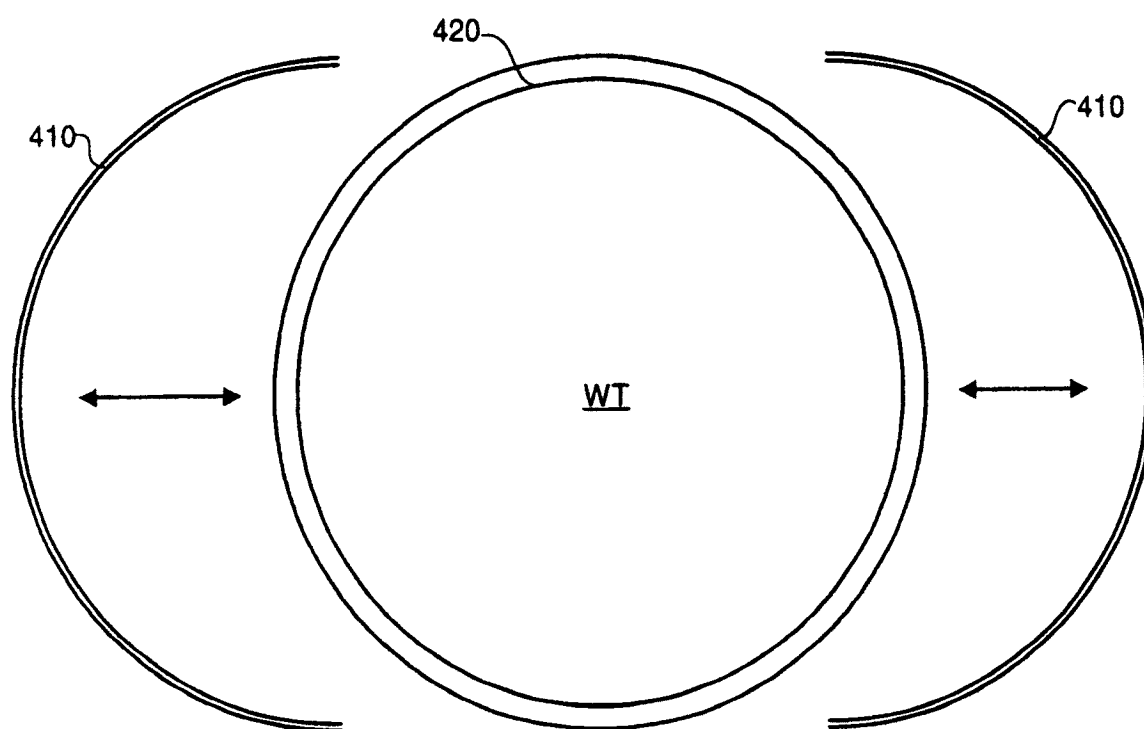


图 18

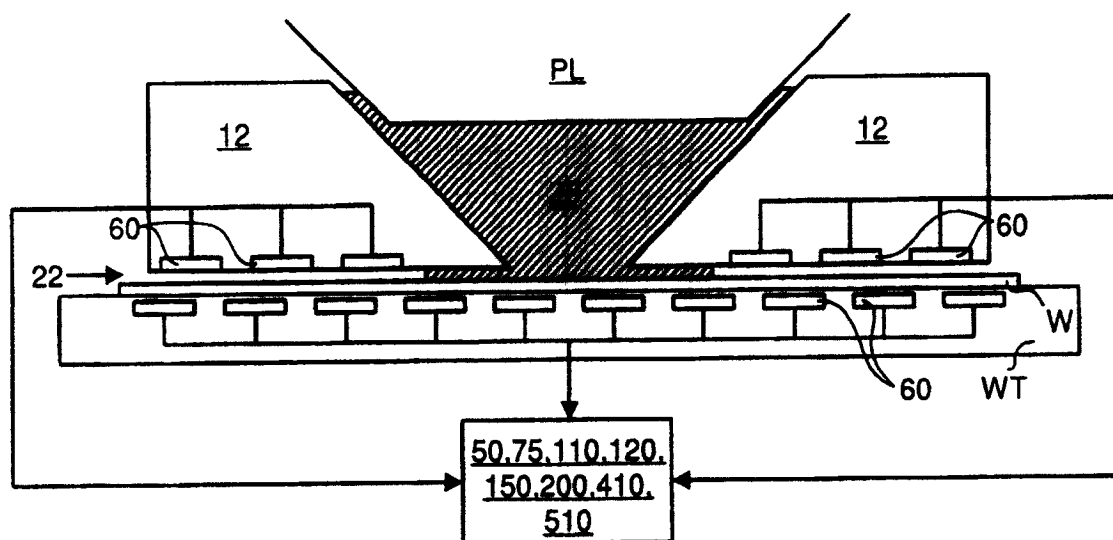


图 19

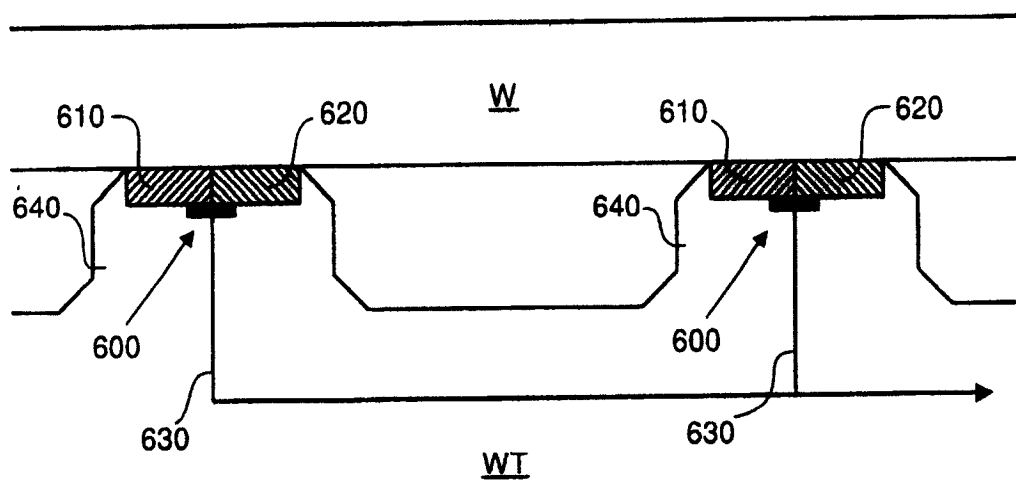


图 20

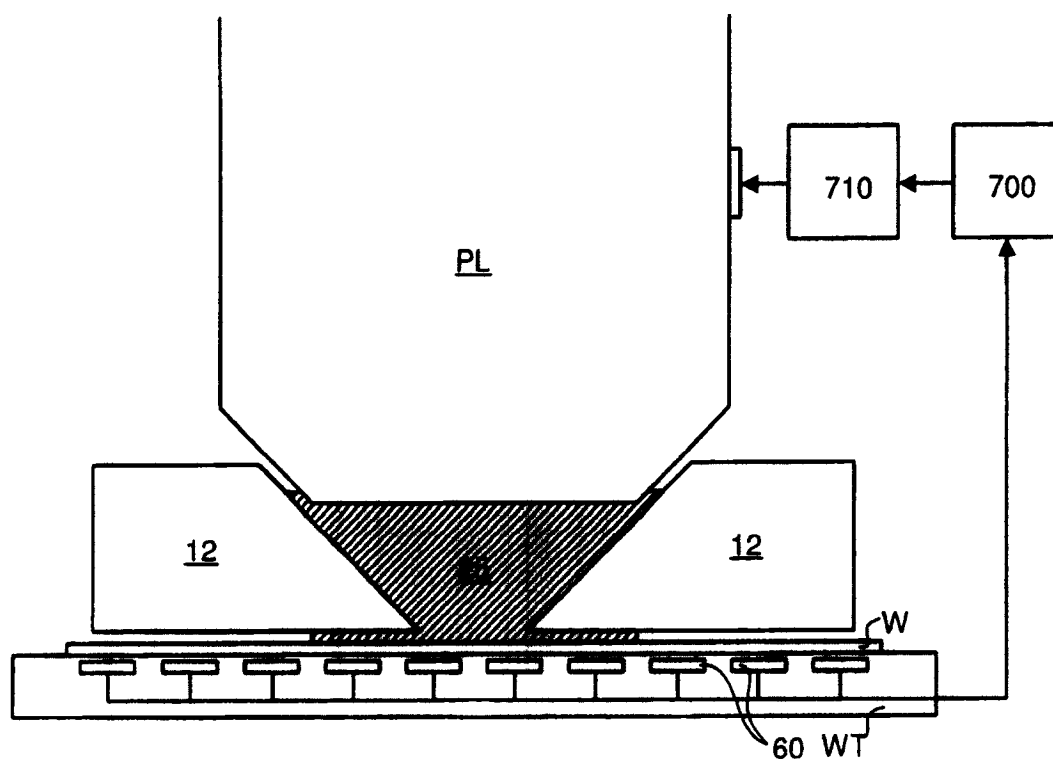


图 21

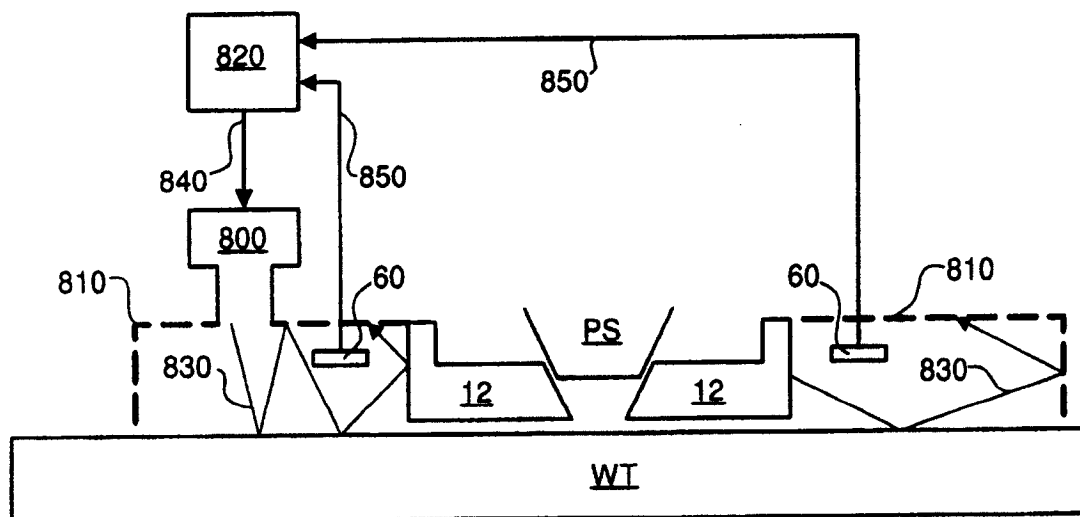


图 22

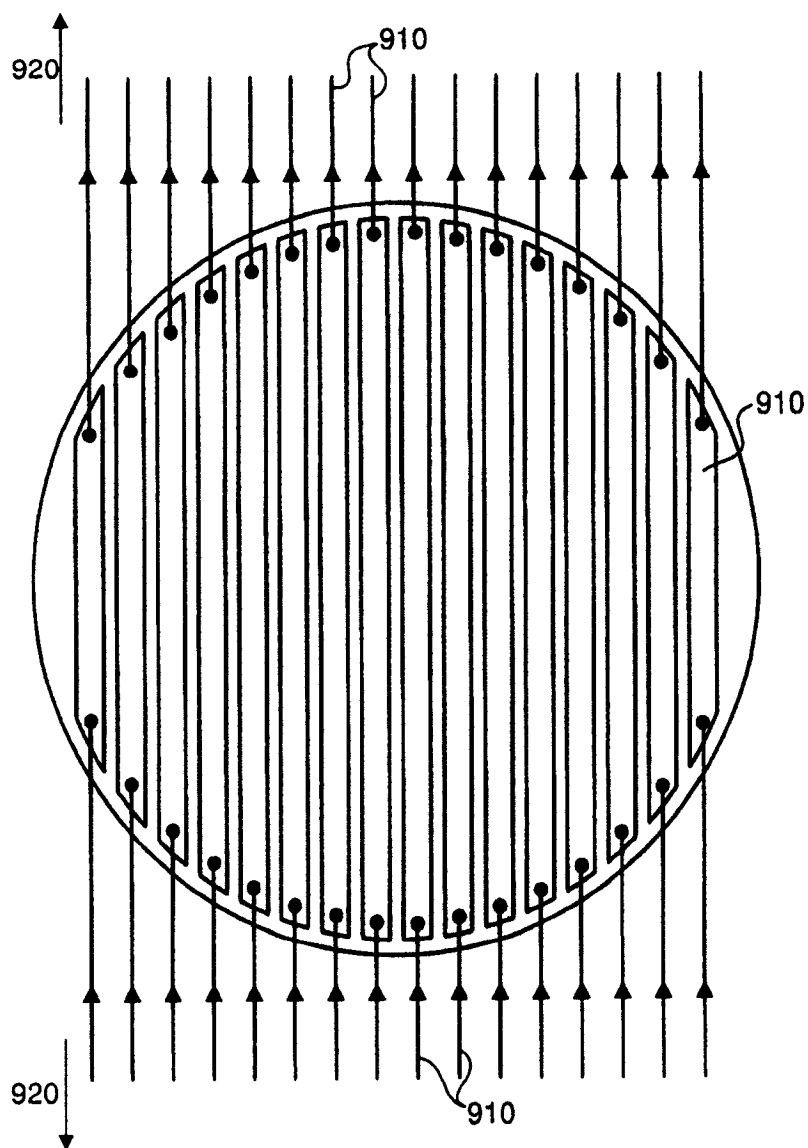


图 23

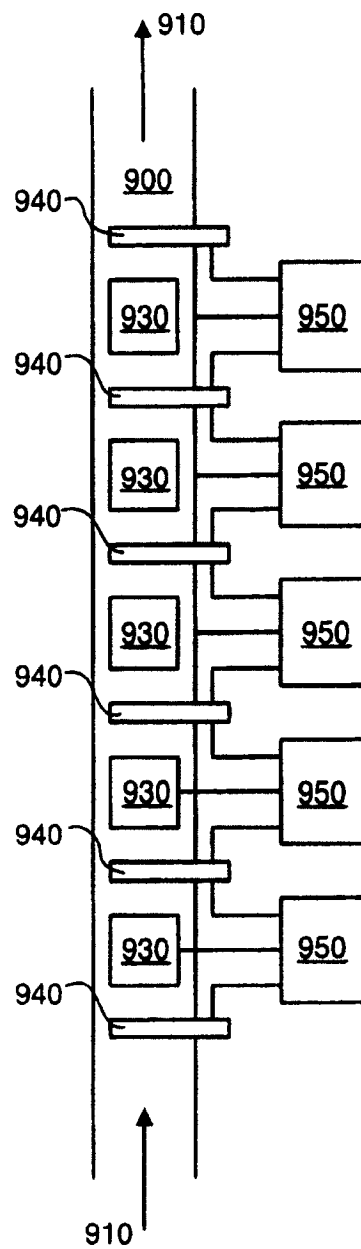


图 24

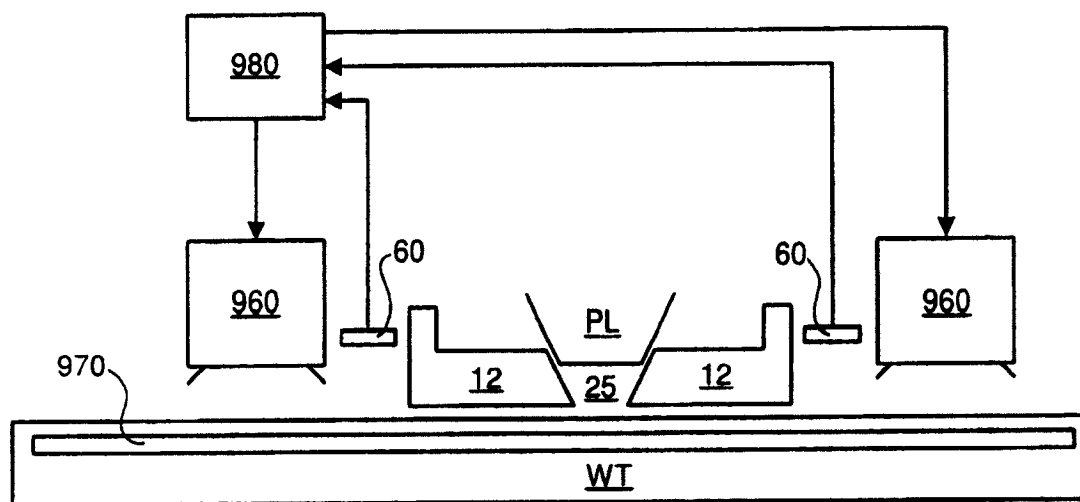


图 25

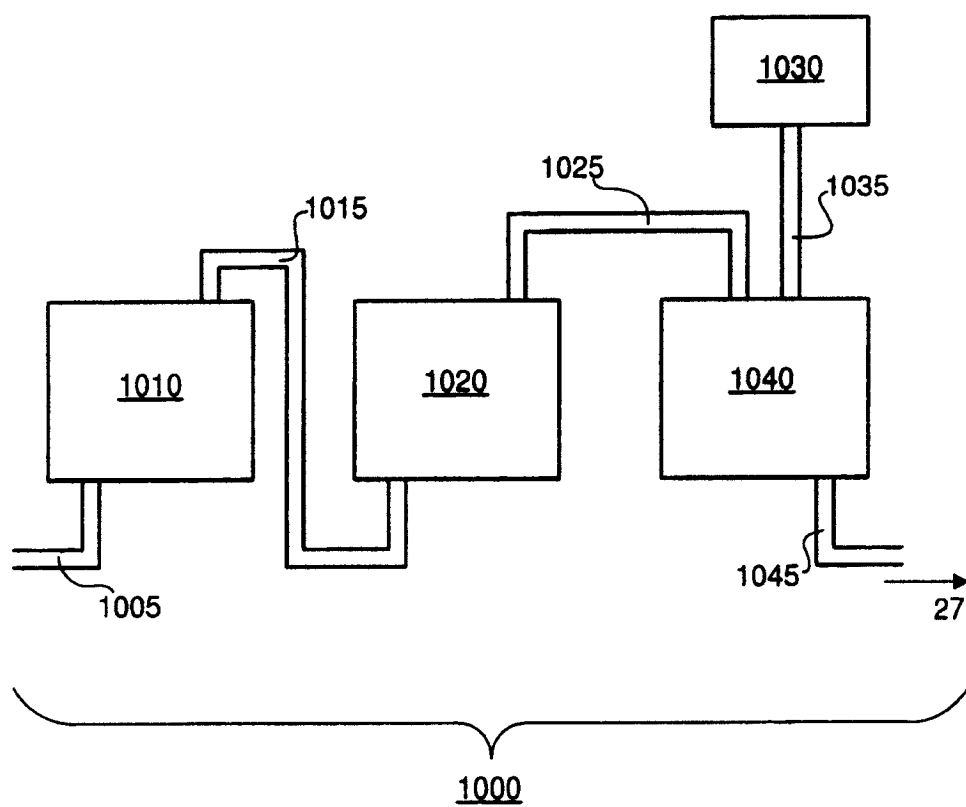


图 26

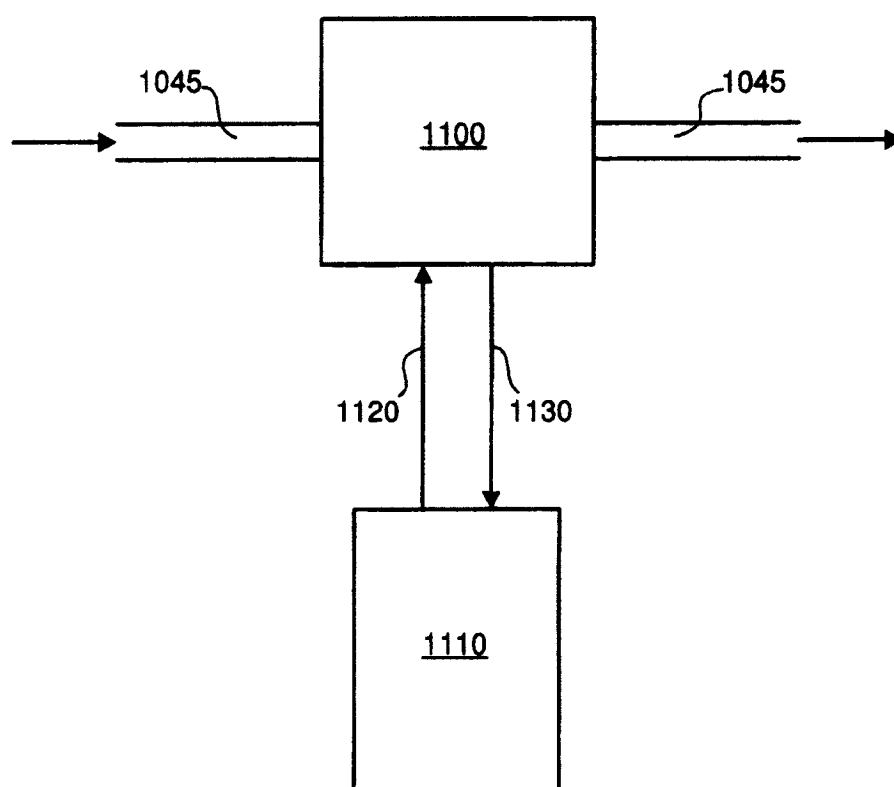


图 27

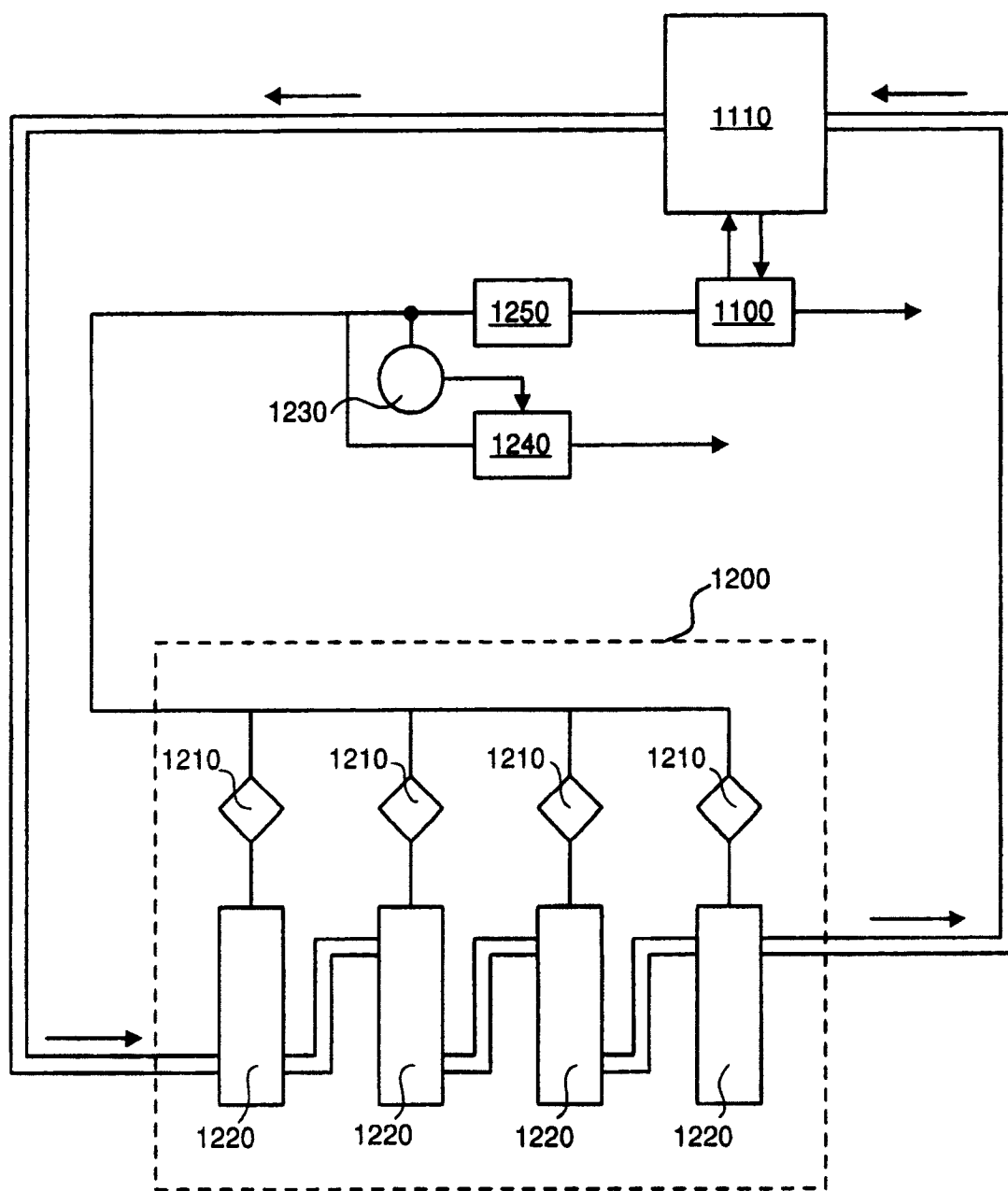


图 28