



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112424922 A

(43) 申请公布日 2021.02.26

(21) 申请号 201980047675.2

E·C·卡迪杰克

(22) 申请日 2019.07.11

M·P·C·范赫尤门 王二恒

J·A·H·M·雅各布斯

(30) 优先权数据

62/699,643 2018.07.17 US

62/869,986 2019.07.02 US

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256

代理人 王茂华 胡良均

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.01.15

(51) Int.Cl.

H01L 21/67 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2019/068637 2019.07.11

H01L 21/677 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/016087 EN 2020.01.23

(71) 申请人 ASML荷兰有限公司

地址 荷兰维德霍温

(72) 发明人 J·G·戈森 陈德育

D·H·C·范班宁

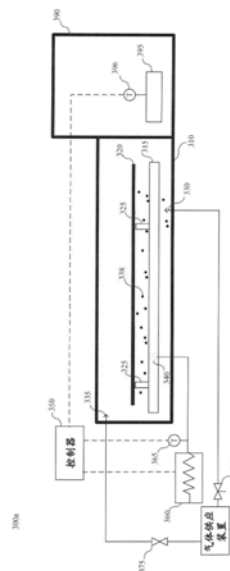
权利要求书1页 说明书17页 附图17页

(54) 发明名称

粒子束检查装置

(57) 摘要

公开了一种改进的粒子束检查装置,并且更具体地,公开了一种包括改进的装载锁定单元的粒子束检查装置。一种改进的装载锁定系统可以包括被配置为支撑晶片的多个支撑结构和包括被配置为调节晶片的温度的传热元件的调节板。装载锁定系统还可以包括被配置为在调节板与晶片之间提供气体的排气孔和被配置为辅助对传热元件的控制的控制器。



1. 一种装载锁定系统,包括:  
多个支撑结构,被配置为支撑晶片;  
第一调节板,包括被配置为调节所述晶片的温度的第一传热元件;  
第一排气孔,被配置为在所述第一调节板与所述晶片之间提供气体;以及  
控制器,包括处理器和存储器,所述控制器被配置为辅助对所述第一传热元件的控制。
2. 根据权利要求1所述的装载锁定系统,其中所述第一调节板被定位于所述晶片上方。
3. 根据权利要求1所述的装载锁定系统,其中所述第一调节板被定位于所述晶片下方。
4. 根据权利要求1所述的装载锁定系统,其中所述多个支撑结构被耦合到所述第一调节板。
5. 根据权利要求1所述的装载锁定系统,其中所述第一排气孔被附接到所述第一调节板。
6. 根据权利要求1所述的装载锁定系统,其中所述控制器还被配置为基于晶片台的温度辅助对所述第一传热元件的控制。
7. 根据权利要求1所述的装载锁定系统,还包括:第二调节板,所述第二调节板包括被配置为调节所述晶片的温度的第二传热元件。
8. 根据权利要求7所述的装载锁定系统,其中被配置为支撑晶片的所述多个支撑结构被定位于所述第一调节板与所述第二调节板之间。
9. 根据权利要求7所述的装载锁定系统,还包括第二排气孔,被配置为在所述第二调节板与所述晶片之间提供所述气体的一部分。
10. 根据权利要求7所述的装载锁定系统,其中所述控制器还被配置为基于所述晶片台的温度辅助控制所述第二传热元件。
11. 根据权利要求1所述的装载锁定系统,还包括装载锁定室,被配置为包围所述第一调节板、所述多个支撑结构和所述晶片。
12. 根据权利要求11所述的装载锁定系统,还包括连接到所述装载锁定室的第二真空泵。
13. 根据权利要求12所述的装载锁定系统,其中所述控制器还被配置为:  
使得所述第一真空泵能够将所述装载锁定室内部的压强减小到第一压强水平,以及  
使得所述第二真空泵能够将所述装载锁定室内部的压强减小到第二压强水平,其中所述第二压强水平低于所述第一压强水平。
14. 根据权利要求13所述的装载锁定系统,其中所述第二真空泵与连接到主腔室的第三真空泵共享排气路径。
15. 一种非暂态计算机可读介质,包括指令集,所述指令集能够由控制器的一个或多个处理器执行以引起所述控制器执行进行晶片的热调节的方法,所述方法包括:  
指示第一真空泵在晶片被装载到装载锁定系统的装载锁定室中之后抽空所述装载锁定室;  
指示气体供应装置向所述装载锁定室提供气体;以及  
指示第一调节板中的第一传热元件调节所述第一调节板的温度以通过所述气体将热量传递给所述晶片。

## 粒子束检查装置

### [0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2018年7月17日提交的美国暂时专利申请No.62/699,643和于2019年7月2日提交的美国暂时专利申请No.62/869,986的优先权,这两个申请通过引用整体合并于此。

### 技术领域

[0003] 本文中提供的实施例公开了一种粒子束检查装置,并且更具体地公开了一种包括改进的装载锁定单元的粒子束检查装置。

### 背景技术

[0004] 当制造半导体集成电路(IC)芯片时,在制造过程中,图案缺陷和/或不请自来的颗粒(残留物)不可避免地出现在晶片和/或掩模上,从而大大降低了产率。例如,对于已经被采用以满足IC芯片的越来越先进的性能要求的具有较小关键特征尺寸的图案,不请自来的颗粒可能会很麻烦。

[0005] 具有带电粒子束的图案检查工具已经用于检测缺陷或不请自来的颗粒。这些工具通常采用扫描电子显微镜(SEM)。在SEM中,具有相对较高能量的一次电子束被减速以便以相对较低的着陆能量着陆在样品上,并且被聚焦以在其上形成探测斑点。由于这种聚焦的一次电子探测斑点,将从表面生成二次电子。通过在样品表面之上扫描探测斑点并且收集二次电子,图案检查工具可以获取样品表面的图像。

[0006] 在检查工具的操作期间,晶片通常由晶片台保持。检查工具可以包括用于相对于电子束定位晶片台和晶片的晶片定位装置。这可以用于在电子束的工作范围内在晶片上定位目标区域(即,待检查区域)。

### 发明内容

[0007] 本文中提供的实施例公开了一种粒子束检查装置,并且更具体地,公开了一种包括改进的装载锁定单元的粒子束检查装置。在一些实施例中,一种改进的装载锁定系统包括被配置为支撑晶片的多个支撑结构和第一调节板。第一调节板包括被配置为调节晶片的温度的第一传热元件。改进的装载锁定系统还包括被配置为在第一调节板与晶片之间提供气体的第一排气孔。此外,改进的装载锁定系统包括控制器,该控制器包括处理器和存储器。控制器被配置为辅助对第一传热元件的控制。

[0008] 在一些实施例中,提供了一种在装载锁定系统中进行晶片的热调节的方法。该方法包括将晶片装载到装载锁定系统的装载锁定室并且抽空装载锁定室。该方法还包括向装载锁定室提供气体。该方法还包括使得第一调节板中的第一传热元件能够调节第一调节板的温度以通过气体将热量传递给晶片。

[0009] 在一些实施例中,提供了一种非暂态计算机可读介质。该非暂态计算机可读介质包括指令集,可由控制器的一个或多个处理器执行以引起控制器执行进行晶片的热调节的

方法。该方法包括指示真空泵在晶片被装载到装载锁定系统的装载锁定室中之后将装载锁定室抽空。该方法还包括指示气体供应装置向装载锁定室提供气体,以及指示第一调节板中的第一传热元件调节第一调节板的温度以通过气体将热量传递给晶片。

[0010] 在一些实施例中,提供了一种将装载锁定室抽空的方法。该方法包括:利用被配置为将气体排放到第一排气系统的第一真空泵将气体泵出装载锁定室;以及利用被配置为将气体排放到第二排气系统的第二真空泵将气体泵出装载锁定室。

[0011] 通过以下结合附图的描述,本发明的其他优点将变得很清楚,在附图中,通过说明和示例的方式阐述了本发明的某些实施例。

## 附图说明

[0012] 通过结合附图对示例性实施例的描述,本公开的以上和其他方面将变得更加清楚。

[0013] 图1A是示出根据本公开的实施例的示例性带电粒子束检查系统的示意图。

[0014] 图1B是示出根据本公开的实施例的图1A的带电粒子束检查系统中的示例性晶片装载序列的示意图。

[0015] 图1C是示出带电粒子束检查系统中的示例性晶片变形效果的示意图。

[0016] 图2是示出带电粒子束检查系统中的晶片温度随时间变化的示例性曲线图。

[0017] 图3A和3B是示出根据本公开的实施例的示例性装载锁定系统的示意图。

[0018] 图3C是示出根据本公开的实施例的在装载锁定系统中的晶片温度调节期间晶片温度随时间变化的示例性曲线图。

[0019] 图3D和3E是示出根据本公开的实施例的示例性装载锁定系统的示意图。

[0020] 图3F是示出根据本公开的实施例的装载锁定系统中的相对于气压水平的传热效率的变化的示例性曲线图。

[0021] 图4是根据本公开的实施例的设备前端模块(EFEM)中的示例性预对准器的示意图。

[0022] 图5是示出根据本公开的实施例的晶片调节系统的示例性配置的示意图。

[0023] 图6A是示出根据本公开的实施例的晶片调节系统的示例性配置的示意图。

[0024] 图6B是示出根据本公开的实施例的图6A的晶片调节系统的示例性支撑结构的示意图。

[0025] 图6C是示出根据本公开的实施例的晶片调节系统中的调节过程中的温度变化的示例性曲线图。

[0026] 图6D是示出根据本公开的实施例的晶片调节系统的示例性控制电路的示意图。

[0027] 图7是示出根据本公开的实施例的用于调节晶片温度的示例性方法的流程图。

[0028] 图8A和8B是示出根据本公开的实施例的具有真空泵系统的示例性带电粒子束检查系统的示意图。

[0029] 图9是示出根据本公开的实施例的带电粒子束检查系统的主腔室中的压强变化的示例性曲线图。

[0030] 图10是示出根据本公开的实施例的示例性具有真空泵系统的带电粒子束检查系统的示意图。

[0031] 图11是示出根据本公开的实施例的用于控制图10的带电粒子束检查系统的装载锁定室的真空水平的示例性方法的流程图。

### 具体实施方式

[0032] 现在将详细参考示例性实施例,这些示例性实施例的示例在附图中示出。以下描述参考附图,除非另外表示,否则不同附图中的相同数字表示相同或相似的元素。在示例性实施例的以下描述中阐述的实现并不代表与本发明相一致的所有实现。相反,它们仅是与所附权利要求中所述的本发明有关的各方面相一致的装置和方法的示例。

[0033] 电子设备由形成在称为衬底的硅片上的电路构成。很多电路可以一起形成在同一硅片上,并且称为集成电路或IC。这些电路的尺寸已经大大减小,使得其中的更多电路可以安装在衬底上。例如,智能电话中的IC芯片可以小到拇指指甲,但是可以包括超过20亿个晶体管,每个晶体管的尺寸小于人发尺寸的1/1000。

[0034] 制造这些极小的IC是一个复杂、耗时且昂贵的过程,通常涉及数百个单独的步骤。即使一个步骤中的错误,也有可能导致成品IC中的缺陷,从而使其无用。因此,制造过程的一个目标是避免这样的缺陷,以使在该过程中制造的功能IC的数目最大化,即,提高该过程的整体产率。

[0035] 提高产率的一个组成部分是监测芯片制造过程,以确保其生产足够数目的功能集成电路。监测该过程的一种方法是在芯片电路结构形成的各个阶段对其进行检查。检查可以使用扫描电子显微镜(SEM)来进行。可以使用SEM对这些非常小的结构进行成像,实际上是对结构进行“拍照”。图像可以用于确定结构是否正确形成以及是否形成在正确的位置。如果结构有缺陷,则可以调节该过程,以使缺陷不太可能再次发生。

[0036] 虽然在IC芯片制造设施中需要高工艺产率,但保持高晶片产出(定义为每小时加工的晶片数)也很重要。高工艺产率和高晶片产出会被缺陷的存在影响,特别是在操作人员干预以查看缺陷的情况下。因此,通过检查工具(诸如SEM)进行微米和纳米级缺陷的高产出检测和识别对于保持高产率和低成本是至关重要的。

[0037] 本公开的一个方面包括一种改进的装载锁定系统,该系统增加了整个检查系统的生产量。与常规粒子束检查系统相比,改进的装载锁定系统以加快检查过程的方式准备晶片。例如,正在使用常规粒子束检查系统检查晶片的操作人员在开始检查之前需要等待晶片温度稳定。需要这种温度稳定是因为晶片随着温度变化而改变尺寸(这会导致晶片上的元件随着晶片的膨胀或收缩而移动)。例如,图1C示出了随着晶片160由于温度变化而膨胀,元件180、182、184和186可以移动到新的位置170、172、174和178。并且,当检查晶片的精度为纳米级时,这种位置变化是很大的。因此,为了使操作人员精确地定位和检查晶片上的元件,操作人员必须等待直到晶片温度稳定。

[0038] 改进的装载锁定系统调节晶片使得其温度接近将保持晶片的检查晶片台的温度。改进的装载锁定系统可以通过包括调节板来调节晶片,该调节板在晶片被放置到晶片台上之前向晶片传递热量或从晶片传递热量。通过在晶片被放置到晶片台上之前对晶片进行调节,可以以更少的延迟开始检查。因此,操作人员可以在给定时间段内检查更多晶片,从而提高生产量。

[0039] 为了清楚起见,附图中的部件的相对尺寸可能被放大。在附图的以下描述中,相同

或相似的附图标记指代相同或相似的部件或实体,并且仅描述相对于个体实施例的不同之处。如本文中使用的,除非另有明确说明,否则术语“或”涵盖所有可能的组合,除非不可行。例如,如果声明部件可以包括A或B,则除非另有明确说明或不可行,否则该部件可以包括A或B或A和B。作为第二示例,如果声明部件可以包括A、B或C,则除非另有明确说明或不可行,否则该部件可以包括A或B或C或A和B或A和C或B和C或A和B和C。

[0040] 现在参考图1A,图1A是示出根据本公开的实施例的示例性带电粒子束检查系统100的示意图。如图1A所示,带电粒子束检查系统100包括主腔室10、装载锁定室20、电子束工具40和设备前端模块(EFEM)30。电子束工具40位于主腔室10内。虽然说明书和附图涉及电子束,但是应当理解,实施例并不用于将本发明限于特定带电粒子。还应当理解,电子束工具40可以是利用单电子束的单束工具或利用多电子束的多束工具。

[0041] EFEM 30包括第一装载端口30a和第二装载端口30b。EFEM 30可以包括其他装载端口。第一装载端口30a和第二装载端口30b例如可以容纳晶片前开口统一吊舱(FOUP),该FOUP容置晶片(例如,半导体晶片或由其他材料制成的晶片)或待检查样品(晶片和样品在下文中统称为“晶片”)。EFEM 30中的一个或多个机器人臂(例如,图1B所示的机器人臂)将晶片运送到装载锁定室20。

[0042] 装载锁定室20可以通过腔室之间的闸阀(例如,图1B的闸阀26)附接到主腔室10。装载锁定室20可以包括可以保持一个或多个晶片的样品保持器(未示出)。装载锁定室20还可以包括机械传送装置(例如,图1B的机器人臂12)以将晶片移入和移出主腔室10。装载锁定室20可以连接到装载锁定真空泵系统(未示出),该系统去除装载锁定室20中的气体分子以达到低于大气压的第一压强。在达到第一压强之后,一个或多个机器人臂(如图1B所示)将晶片从装载锁定室20运送到主腔室10。主腔室10连接到主腔室真空泵系统(未示出),该系统去除主腔室10中的气体分子以达到低于第一压强的第二压强。在达到第二压强之后,通过电子束工具40对晶片进行检查。

[0043] 控制器50电连接到电子束工具40。控制器50可以是被配置为执行带电粒子束检查系统100的各种控制的计算机。尽管控制器50在图1A中被示出为在包括主腔室10、装载锁定室20和EFEM 30的结构外部,但是应当理解,控制器50可以是该结构的一部分。尽管本公开提供了容纳电子束检查工具的主腔室10的示例,但是应当注意,本公开的各方面在其最广泛的意义上并不限于容纳电子束检查工具的腔室。相反,应当理解,前述原理也可以应用于在第二压强下操作的其他工具。

[0044] 现在参考图1B,图1B是示出根据本公开的实施例的图1A的带电粒子束检查系统100中的示例性晶片装载序列的示意图。在一些实施例中,带电粒子束检查系统100可以包括位于EFEM 30中的机器人臂11和位于主腔室10中的机器人臂12。在一些实施例中,EFEM30还可以包括被配置为在将晶片运送到装载锁定室20之前精确地定位晶片的预对准器60。

[0045] 在一些实施例中,第一装载端口30a和第二装载端口30b例如可以接收晶片前开口统一吊舱(FOUP),该FOUP容置有晶片。EFEM 30中的机器人臂11可以将晶片从任何装载端口运送到预对准器60以辅助定位。预对准器60可以使用机械或光学对准方法来定位晶片。在预对准之后,机器人臂11可以将晶片运送到装载锁定室20。

[0046] 在将晶片运送到装载锁定室20之后,装载锁定真空泵(未示出)可以去除装载锁定室20中的气体分子以达到低于大气压的第一压强。在达到第一压强之后,机器人臂12可以

将晶片从装载锁定室20运送到主腔室10中的电子束工具40的晶片台80。主腔室10连接到主腔室真空泵系统(未示出),该系统去除主腔室10中的气体分子以达到低于第一压强的第二压强。在达到第二压强之后,可以通过电子束工具对晶片进行检查。

[0047] 在一些实施例中,主腔室10可以包括停放站70,被配置为在检查之前暂时存储晶片。例如,当第一晶片的检查完成时,可以将第一晶片从晶片台80卸下,然后机器人臂12可以将第二晶片从停放站70运送到晶片台80。之后,机器人臂12可以将第三晶片从装载锁定室20运送到停放站70以暂时存储第三晶片,直到第二晶片的检查完成。

[0048] 现在参考图2,图2是示出带电粒子束检查系统的晶片温度随时间变化的示例图。纵轴表示温度变化,横轴表示经过的时间。该图示出,在通过多个阶段的晶片装载序列处理晶片时,晶片温度会随时间变化。根据图2所示的示例性数据,当将容置有待检查晶片的FOUP装载到第一装载端口30a或第二装载端口30b时,晶片的温度约为22.5度。

[0049] 在将晶片运送到装载锁定室之后,当装载锁定室被抽空为真空时,晶片温度急剧下降几乎一度。这种突然的温度下降可以称为抽空效应。随后,当晶片被运送并且装载到晶片台上时,晶片和晶片台可以处于不同温度。例如,图2中的曲线图可以示出,当晶片被装载到晶片台(在图2中表示为210)时,位于装载锁定室(在图2中表示为220)中的晶片与位于主腔室(在图2中表示为230)中的晶片台之间可能存在大约2.5度的温差。在这种情况下,在晶片与晶片台之间可能发生热传递,从而导致晶片(或晶片台)变形(例如,图1C所示的热膨胀)。当晶片台或晶片经历热变形时,目标区域的检查可能无法进行或精度降低。因此,为了执行更准确的检查,系统会等待相当长的时间,直到晶片温度稳定,然后才能开始检查。该等待时间降低了检查系统的产出。

[0050] 用于更快的温度稳定的晶片台的示例可以在于2018年5月28日提交的题为“PARTICLE BEAM APPARATUS”的欧洲专利申请No.EP18174642.1中找到,其全部内容通过引用合并于此。应对这种长的稳定时间的另一方法是,通过在晶片被装载到晶片台上之前预加热或预冷却晶片以匹配晶片台的温度来调节晶片温度。在这样的实施例中,可以在晶片台上检查在前晶片的同时执行调节步骤,因此,与在晶片被装载到晶片台上之后执行调节的系统相比,可以增加检查系统的整体产出。

[0051] 在一些实施例中,温度调节功能可以在装载锁定室中实现,这可以提供产出的提高以及未来的灵活性。如果晶片的温度调节在装载锁定室中被执行,则可以在在前晶片的检查地同时将管线中的下一晶片装载到装载锁定室中。在一些示例中,计算出,以该序列,用于调节晶片的最大可用时间将是大约5-10分钟,这大约是当前范围内最短用户案例中的晶片的最短检查时间。因此,在装载锁定室中执行晶片温度调节的优点之一是,由于下一晶片的调节和当前晶片的检查可以同时进行,因此可以将晶片调节时间隐藏在检查时间之下。这可以提高粒子束检查系统的整体产出。

[0052] 在一些实施例中,带电粒子束检查系统(诸如图1B的带电粒子束检查系统100)可以包括粗略温度调节器和精细温度调节器。例如,预对准器(诸如图1B的预对准器60)可以包括粗略调节器,而装载锁定室(诸如装载锁定室20)包括精细调节器。粗略调节器可以对晶片进行例如从2度到500mk的粗略偏移的调节,而精细调节器可以对晶片进行例如从500mK到50mK的精细偏移调节。

[0053] 现在参考图3A,图3A示出了根据本公开的实施例的示例性装载锁定系统300a。在

一些实施例中,装载锁定系统300a可以包括多个支撑结构325和被配置为将热量传递给晶片320的调节板315。在其他实施例中,调节板315可以被配置为附加地或替代地从晶片320传递热量。耦合到调节板315的支撑结构325可以支撑晶片320使得在晶片320与调节板315之间存在空间。然而,可以理解,随着晶片320被定位成更靠近调节板315,可以实现更有效的热传递,在一些实施例中,可能期望在晶片320与调节板315之间具有足够的距离以提供空间,用以供机器人臂提升或运送晶片320。在一些实施例中,晶片320与调节板315之间的距离可以在1.5mm至10mm的范围内,以提供空间来容纳各种机器人臂尺寸以提升或运送晶片。在一些实施例中,晶片320与调节板315之间的距离可以在3mm至5mm的范围内,以提供空间来容纳某种类型的机器人臂,同时提供更有效的热传递,而无需针对机器人臂运送进行特殊处理。在一些实施例中,可以使用用于提升晶片320的特殊机构,从而使该距离更窄。

[0054] 此外,即使在图3A中示出了两个支撑结构325,但是可以理解,系统300a可以包括如何数目的支撑结构325。在一些实施例中,可以将晶片320被动地放置在支撑结构325之上,而无需任何主动耦合(例如,静电夹持)的装置。在其他实施例中,可以使用诸如静电夹持等主动保持装置将晶片320保持到支撑结构325上。

[0055] 装载锁定系统300a可以包括装载锁定室310,诸如图1A的装载锁定室20。在一些实施例中,装载锁定室310可以被配置为在大气压强与真空之间改变内部压强。诸如涡轮泵(未示出)等泵可以连接到装载锁定室310,以将真空水平维持在用于调节晶片320的温度的适当水平。可以理解,泵可以是不同于涡轮泵的一种类型的泵,只要泵适于在装载锁定室310中建立真空。

[0056] 在一些实施例中,调节板315可以包括传热元件340,该传热元件340被配置为改变调节板315的温度,这又影响晶片320的温度。传热元件340可以耦合到加热器/冷却器360。在一些实施例中,加热器/冷却器360可以放置在装载锁定室310外部。在其他实施例中,加热器/冷却器360可以放置在装载锁定室310内部。

[0057] 装载锁定系统300a还可以包括控制器350,该控制器350被配置为调节加热器/冷却器360或传热元件340以改变调节板315的温度,这又影响晶片320的温度。在一些实施例中,控制器350可以接收关于主腔室390中的晶片台395的温度的台温度数据。例如,在一些实施例中,控制器350可以从被配置为测量晶片台395的温度的温度传感器396接收传达台温度数据的电信号。在这样的实施例中,控制器350可以控制加热器/冷却器360以基于关于晶片台395的温度的台温度数据来调节调节板315的温度。

[0058] 在一些实施例中,控制器350可以接收关于加热器/冷却器360的输出的温度的加热器温度数据。在这样的实施例中,控制器350可以控制加热器/冷却器360以基于加热器温度数据来调节调节板315的温度。例如,在一些实施例中,加热器/冷却器360可以是水加热器或水冷却器。在这样的实施例中,经加热或冷却的水流过调节板315中的传热元件340,并且控制器350可以在加热器/冷却器360的输出处接收关于水的温度的加热器温度数据。控制器350可以基于水的温度调节加热器/冷却器360。在一些实施例中,控制器350可以从被配置为测量水的温度的温度传感器365接收传达加热器温度数据的电信号。在一些实施例中,控制器350可以使用台温度数据和加热器温度数据两者来调节调节板315的温度。在这样的实施例中,例如,控制器350可以调节加热器/冷却器360以使加热器温度(例如,加热器/冷却器360的输出处的水温度)匹配晶片台395的温度。

[0059] 在一些实施例中,可以用附加温度传感器进一步优化控制器350。例如,在一些实施例中,系统可以包括被配置为测量晶片320和调节板315的温度的一个或多个附加传感器。

[0060] 在一些实施例中,装载锁定系统300a可以包括一个或多个排气孔(例如,排气孔330或335)以将气体338从气体供应装置馈送到装载锁定室310中。在这样的实施例中,气体338可以增加晶片320与调节板315之间的热传导,导致晶片320达到稳定温度的时间减少。例如,晶片320与调节板315之间的热传递可以通过辐射和气体338产生。气体338可以是氮气、氦气、氢气、氩气、CO<sub>2</sub>或压缩的干燥空气。应当理解,气体338可以是适合于热传递的任何其他气体。在气体供应装置与装载锁定室310之间设置阀370和375。排气孔330和335可以通过从气体供应装置延伸到排气孔330和335的气管而连接到气体供应装置,该气管可以通向装载锁定室310以在晶片320与调节板315之间提供气体。在一些实施例中,可以在装载锁定室被抽空为真空水平之后打开排气孔330和335。在一些实施例中,当气体338被供应到装载锁定室310中时,可以使得装载锁定真空泵(例如,涡轮泵)能够在晶片调节过程中连续地去除一些气体338分子并且维持真空水平。

[0061] 如图3F所示,当气压增加时,传热效率增加。然而,当气压接近某个水平,例如在图3F中为100Pa以上时,效率可能不会进一步提高。因此,在一些实施例中,在晶片320的调节期间,晶片320与调节板315之间的空间中的气压可以在50Pa至5,000Pa的范围内,以提供有效的热传递,同时保持气压水平足够低。在一些实施例中,在晶片320的调节期间,气压可以在100Pa至1,000Pa的范围内,以在传热效率之间提供平衡,同时保持气压接近真空。

[0062] 在一些实施例中,可以对气体338进行温度调节,使得气体分子本身可以向晶片320提供热传递。例如,气体供应装置、气体阀370和375、或装载锁定系统300a的任何其他部分可以包括加热器以在向腔室310中提供气体338之前对气体338的温度进行预调节。

[0063] 在一些实施例中,如图3A所示,一个或多个排气孔330和335可以被包括在装载锁定室310中。在其他实施例中,诸如图3B所示的装载锁定系统300b,至少一个排气孔(例如,图3B中的排气孔330)可以被包括在调节板315中并且直接向晶片320与调节板315之间的空间中提供气体338。例如,在这样的实施例中,排气孔330可以被包括在调节板315中并且位于晶片320的中心处或附近。可以理解,排气孔可以位于任何其他位置,只要排气孔适合于向晶片320与装载锁定室310中的调节板315之间的空间中提供气体338。还可以理解,装载锁定系统300a和300b可以包括任何数目的排气孔。在一些实施例中,控制器350可以被配置为调节排气孔330或335以改变进入装载锁定室310中的气体流速。

[0064] 图3C示出了示例性曲线图,该曲线图示出了在装载锁定系统中的晶片温度调节期间晶片温度随时间变化。随着热量传递给晶片,晶片的温度( $T_{\text{wafer}}$ )逐渐接近晶片台的温度( $T_{\text{wafer stage}}$ )。当晶片温度达到稳定温度( $T_{\text{stable}}$ )时,调节过程可以完成。在一些实施例中, $T_{\text{stable}}$ 可以与晶片台的温度相同。在其他实施例中, $T_{\text{stable}}$ 可以设置为比晶片台温度低大约100mK的值( $T_{\text{wafer stage}}-100\text{mK}$ )以提供有效的产出提高。在一些实施例中, $T_{\text{stable}}$ 可以是大约22°C的设定值。在其他示例中, $T_{\text{stable}}$ 可以是20-28°C范围内的设定值。

[0065] 在一些实施例中,如图6C所示,当 $T_{\text{wafer}}$ 接近 $T_{\text{stable}}$ 时,控制器(诸如图3A中的控制器350)可以调节加热器(诸如图3A中的加热器/冷却器360),使得调节板温度可以逐渐降低以防止晶片温度的超调。

[0066] 在晶片320已经达到 $T_{stable}$ 之后,调节步骤结束,此后可以停止通过排气孔(诸如图3A中的排气孔330和335)的气流。在一些实施例中,在停止气流之后,装载锁定真空泵可以继续运行,直到装载锁定室(诸如图3A中的装载锁定室310)中的压强变得等于或接近主腔室(诸如图3A中的主腔室390)中的压强。由于装载锁定室内部的压强可能已经维持为接近真空(例如,10-10,000Pa),因此装载锁定腔与主腔室之间的压强差可以相对较小。在一些实施例中,加热器(诸如图3A中的加热器/冷却器360)可以保持调节板的温度使得来自调节板的残留辐射可以帮助在抽空期间保持晶片的温度。

[0067] 在一些实施例中,当装载锁定室中的气压达到或接近主腔室中的压强时,晶片可以被运送到晶片台(诸如图3A中的晶片台395)以进行检查。因为晶片的温度可以等于或接近晶片台的温度,所以检查可以以最小的等待时间开始。在其他实施例中,晶片可以被运送到停放站(诸如图1B的停放站70)并且被暂时存储,直到在前晶片的正在进行的检查完成。

[0068] 现在参考图3D,图3D示出了根据本公开的实施例的另一示例性装载锁定系统300d。在一些实施例中,装载锁定系统300d可以包括多个支撑结构325和被配置为将热量传递给晶片320的调节板315。在一些实施例中,调节板315可以包括传热元件340。

[0069] 在一些实施例中,如图3D所示,调节板315可以定位在晶片320上方。在这样的实施例中,晶片320由耦合到支撑板319的支撑结构325支撑。然而,可以理解,随着晶片320被定位成更靠近调节板315,可以实现更有效的热传递,在一些实施例中,可能期望在晶片320与调节板315之间具有足够的距离以提供空间以供机器人臂提升或运送晶片320。然而,在图3D中,因为调节板315位于晶片320上方,所以调节板315可以放置得更接近晶片320。在一些实施例中,晶片320与调节板315之间的距离可以减小到大约1mm。

[0070] 在一些实施例中,装载锁定系统300d可以包括排气孔330和335以向晶片320与调节板315之间的空间提供气体338。在一些实施例中,至少一个排气孔可以被包括在调节板315中以向该空间提供气体338。应当理解,排气孔330或335可以位于装载锁定系统300d的其他位置,只要这些位置适合于向晶片320与装载锁定室310中的调节板315之间的空间中提供气体338。应当理解,装载锁定系统300d可以包括任何数目的排气孔。

[0071] 现在参考图3E,图3E示出了根据本公开的实施例的另一示例性装载锁定系统300e。装载锁定系统300e可以包括被配置为将热量从多个方向传递给晶片320的多个调节板。例如,装载锁定系统300e可以包括被配置为沿向下方向传递热量的上调节板317和被配置为沿向上方向传递热量的下调节板318。在一些实施例中,上调节板317可以包括传热元件340。在一些实施例中,下调节板可以包括传热元件340。下调节板318可以耦合到被配置为支撑晶片320的支撑结构325。装载锁定系统300e可以包括排气孔330和335以向晶片320与调节板317和318之间的空间提供气体338。在一些实施例中,上调节板317中可以包括至少一个排气孔。下调节板318中可以包括至少一个排气孔。

[0072] 现在参考图4,图4是本公开的实施例的设备前端模块EFEF中的预对准器的示意图。在一些实施例中,预对准器可以包括被配置为支撑晶片420的一个或多个支撑结构425和被配置为经由加热的压缩空气从一个或多个排气孔440传递热量的调节板415。在一些实施例中,调节板415还包括被配置为去除空气的一个或多个真空通道450。在这样的实施例中,晶片420与调节板415之间的热传递可以主要通过经由经温度调节的压缩空气的对流来产生,该经温度调节的压缩空气经由一个或多个排气孔440来提供。因为晶片调节是通过经

温度调节的压缩空气的强制对流来执行的,所以与晶片420的热传递有效地进行,因此晶片温度可以快速稳定到稳定温度。

[0073] 现在参考图5,图5示出了图示根据本公开的实施例的晶片调节系统500的示例性配置的示意图。在一些实施例中,晶片调节系统500可以包括多个支撑结构525和被配置为将热量传递给晶片520的调节板515。耦合到调节板515的支撑结构525可以支撑晶片520并且将热量传导到晶片520。应当理解,支撑结构525可以是适合于支撑和传导热量的任何形状。在一些实施例中,调节板515可以包括传热元件540,该传热元件540被配置为改变调节板515的温度,这又影响晶片520的温度。传热元件540可以耦合到加热器560。在一些实施例中,加热器560可以放置在真空室510外部。在其他实施例中,加热器560可以放置在真空室510内部。

[0074] 在一些实施例中,调节板515还可以包括静电夹具570。静电夹具570可以经由电荷将晶片520保持到调节板515。电源(未示出)提供将晶片520连接到静电夹具570的电荷。例如,静电夹具570可以是调节板515的一部分或者被包括在调节板515中。在其他示例中,静电夹具570可以与调节板515分离。在一些实施例中,调节板515可以包括被配置为提升晶片520以容纳用于运送晶片520的机器人臂(未示出)的提升结构526。

[0075] 在一些实施例中,真空室510可以包括被配置为改变真空室510的温度的传热元件545。在这样的实施例中,热量可以经由辐射从真空室510的内表面传递给晶片520(如图5所示)。真空室510可以是图1B的装载锁定室20、图1B的停放站70的一部分、或图1B的主腔室10。

[0076] 现在参考图6A,图6A示出了图示根据本公开的实施例的晶片调节系统600的另一示例性配置的示意图。系统600可以包括真空室610和被配置为支撑晶片620的一个或多个支撑结构625。在一些实施例中,晶片调节系统600可以包括一个或多个加热装置,被配置为经由来自多个方向的辐射将热量传递给晶片620。例如,如图6A所示,系统600可以包括上加热装置617和下加热装置618。

[0077] 在一些实施例中,加热装置617或618可以是被配置为向晶片620辐射热量的调节板、一个或多个管、或一个或多个线圈。在一些实施例中,系统600可以包括单个加热装置,该单个加热装置可以定位在晶片620上方或下方。在一些实施例中,系统600可以包括相对于晶片620定位的上加热装置617和下加热装置618。在一些实施例中,系统600可以包括三个或更多个加热装置。在一些实施例中,系统600可以包括加热器660,被配置为向加热装置617或618提供热量。在一些实施例中,加热器660可以是水加热器或可以向加热装置617或618提供热量的任何其他类型的加热器。

[0078] 在一些实施例中,支撑结构625可以包括温度传感器627,被配置为测量晶片620的温度。温度传感器627可以包括热电偶(TC)、NTC热敏电阻、PTC热敏电阻、电阻温度计、红外温度计、或适合于测量晶片620的温度的任何其他装置。例如,如图6B所示,支撑结构625可以包括热电偶,被配置为测量晶片620的温度。为了能够测量晶片的温度,支撑结构625可以包括弹簧状结构以推动热电偶与晶片620接触。在一些实施例中,热电偶和弹簧状结构可以被支撑结构625包围。

[0079] 由于系统600在真空室610中操作,因此用于测量晶片温度的从晶片到热电偶的热传递可以经由传导和辐射进行。对于一些实施例,为了更准确地测量晶片620的温度,可能

期望使对热电偶的热辐射最小化。因此,除了与晶片620接触的表面,热电偶的表面可以被由不传递热量的材料制成的一个或多个结构覆盖,使得热电偶可以经由来自晶片620的传导来接收热量。在一些实施例中,支撑结构625可以由防止热传递的材料制成。在一些实施例中,系统600可以包括多个热电偶以从晶片620的多个部分收集温度信息。在这样的实施例中,控制器(诸如图6E所示的控制器650)可以确定晶片620的温度分布特性。

[0080] 现在参考图6C,图6C是示出在调节过程中温度变化的示例性曲线图。晶片调节系统可以包括控制机构以在进行晶片调节的同时即时改变加热装置的温度。此外,在一些实施例中,晶片调节系统可以包括被配置为测量系统的各个部分的温度的一个或多个温度传感器。在一些实施例中,晶片调节系统可以包括被配置为测量晶片本身的温度的一个或多个温度传感器。图6C示出了这样的实施例的示例中的温度随时间变化。在这样的实施例中,可以在加热装置的高温(甚至高于期望的稳定温度 $T_{\text{stable}}$ )下开始调节过程,然后随着 $T_{\text{wafer}}$ 接近 $T_{\text{stable}}$ 而使温度逐渐降低到期望的稳定温度。在一些实施例中,该过程可以通过来自传感器的温度信息进一步优化。如图6C所示,以这种方式控制温度可以显著减少调节时间。

[0081] 现在参考图6D,图6D是根据本公开的实施例的晶片调节系统的示例性控制电路的示意图。在一些实施例中,诸如图6A中的系统600等晶片调节系统可以包括控制器和被配置为测量系统的各个部分的一个或多个温度传感器。在一些实施例中,晶片调节系统可以包括被配置为测量晶片的温度的一个或多个温度传感器。例如,控制器650可以从设备前端模块(诸如图1A的EFEM 30)中的温度传感器696接收关于进入晶片的温度的温度数据。控制器650可以从温度传感器627接收关于晶片温度的晶片温度数据。控制器650可以从温度传感器665接收关于加热器660的输出(例如,水加热器的输出处的水)的温度的加热器温度数据。在一些实施例中,控制器650可以基于来自传感器696、627和665的至少一个温度数据来控制加热器660。例如,加热器660可以包括电水加热器,被配置为将热量传递给水。利用温度反馈,控制器650可以调节提供给加热器660的电流,从而导致传热元件(例如,图6A中的加热装置617或618)的温度改变。在一些实施例中,可以基于晶片的类型或条件来校准控制器650。

[0082] 即使控制机制是在图6A的系统600的上下文中描述的,但是应当理解,相同的控制机制可以应用于本公开中示出的晶片调节系统的任何实施例。

[0083] 现在参考图7,图7是示出根据本公开的实施例的用于调节晶片温度的示例性方法的流程图。该方法可以由电子束系统(例如,图1A的带电粒子束检查系统100)的装载锁定系统(例如,图3A-3D的装载锁定系统300a、300b、300d和300e)执行。

[0084] 在步骤710中,通过机器人臂将晶片相对于调节板装载到装载锁定室中。在一些实施例中,可以将晶片放置在调节板上方。在其他实施例中,可以将晶片放置在调节板下方。在一些实施例中,可以将晶片放置在两个调节板之间。

[0085] 在步骤720中,在将晶片装载到装载锁定室(例如,图1A中的装载锁定室20)中之后,控制器(例如,图1A的控制器50)使得真空泵能够从装载锁定室中去除空气。

[0086] 在步骤730中,晶片台(例如,图3A的晶片台395)的温度被确定并且被提供给控制器。

[0087] 在步骤740中,气体供应装置(例如,图3A中的气体供应装置)向装载锁定室提供气体以在调节板与晶片之间进行热传递。气体可以被温度调节以匹配晶片台的测量温度以提

供更有效的热传递。

[0088] 在步骤750中,控制器接收晶片台温度数据,并且基于晶片台的所确定的温度调节加热温度。

[0089] 在步骤760中,在晶片调节完成之后,晶片调节系统将经调节的晶片从装载锁定室运送到主腔室(例如,图3A中的主腔室390)或停放站(例如,图3B中的停放站70)。在一些实施例中,如果存在用于测量晶片的温度的温度传感器,则控制器可以监测晶片温度并且确定晶片调节是否完成。

[0090] 应当理解,晶片调节系统的控制器可以使用软件来控制上述功能。例如,控制器可以向上述加热器发送指令以改变传热元件的温度。控制器还可以发送指令以调节到加热器的输入电压或电流。软件可以存储在非暂态计算机可读介质上。非暂态介质的常见形式包括例如软盘、柔性盘、硬盘、固态驱动器、磁带或任何其他磁数据存储介质、CD-ROM、任何其他光学数据存储介质、具有孔图案的任何物理介质、RAM、PROM和EPROM、云存储、FLASH-EPROM或任何其他闪存、NVRAM、高速缓存、寄存器、任何其他存储器芯片或盒式磁带、以及上述各项的网络版本。

[0091] 现在参考图8A和8B,图8A和8B示出了图示根据本公开的实施例的具有真空泵系统的示例性带电粒子束检查系统800的示意图。在一些实施例中,带电粒子束检查系统800可以包括主腔室890和装载锁定室810。在一些实施例中,系统800可以包括气体供应装置811、排气阀812和连接到装载锁定室810的排气扩散器813。气体供应装置811可以在晶片调节过程中向装载锁定室810中提供气体(例如,图3A中的气体338),以增加晶片(例如,图3A的晶片320)与调节板(例如,图3A的调节板315)之间的热导率。气体可以是氮气、氦气、氢气、氩气、CO<sub>2</sub>或压缩的干燥空气。应当理解,气体可以是适合于热传递的任何其他气体。

[0092] 在一些实施例中,装载锁定室810的真空化可以经由两个分开的路径以两级执行。该第一路径被称为低真空(roughing)路径,并且可以包括装载锁定低真空管线816和装载锁定低真空阀853。在低真空级,将装载锁定室810从大气条件下抽空为“粗”真空水平(例如, $5 \times 10^{-1}$ Torr)。在第一级,打开装载锁定低真空阀853以首先经由装载锁定低真空管线816抽空装载锁定室810,同时另一路径被关闭。

[0093] 第二路径被称为涡轮泵送路径,并且可以包括装载锁定涡轮阀814、装载锁定涡轮泵815、装载锁定涡轮泵管线817和装载锁定涡轮泵止回(backing)阀851。在装载锁定室810的低真空完成之后,装载锁定涡轮泵815接管以将装载锁定室810泵空到更深的真空水平(例如,低于 $1.5 \times 10^{-6}$ Torr)。在该第二级,首先关闭装载锁定低真空阀853。然后,打开装载锁定涡轮阀814和装载锁定涡轮泵止回阀851,使得装载锁定涡轮泵815抽空装载锁定室810。

[0094] 主腔室890可以类似方式被真空化。首先,经由主腔室低真空路径(包括主腔室低真空管线896和主腔室低真空阀854)将主腔室890从大气条件抽空到“粗”真空水平(例如, $5 \times 10^{-1}$ Torr)。在低真空级完成之后,主腔室涡轮泵895接管以经由主腔室涡轮泵送路径(包括主腔室涡轮阀894、主腔室涡轮泵895、主腔室涡轮泵送管线897和主腔室涡轮泵止回(backing)阀852)进一步抽空到更深的真空水平(例如,低于 $1.5 \times 10^{-6}$ Torr)。在一些实施例中,主腔室涡轮泵895可以继续运行直到晶片检查完成。

[0095] 虽然图8A示出了具有用于装载锁定室810的一个低真空路径和一个涡轮泵送路径

的系统800,但是应当理解,该系统可以利用任何数目的低真空路径和涡轮泵送路径来对装载锁定室810抽真空。例如,系统800可以具有并行连接到装载锁定室810的两个或更多个低真空路径。与低真空路径的数目无关,系统800可以具有并行连接到装载锁定室810的两个或更多个涡轮泵。类似地,应当理解,该系统可以利用任何数目的低真空路径和涡轮泵送路径来抽空主腔室890。

[0096] 在一些实施例中,系统800可以包括中央歧管箱850,该中央歧管箱850中有所有低真空管线(例如,装载锁定低真空管线816和主腔室低真空管线896)和所有泵送管线(例如,装载锁定涡轮泵送管线817和主腔室涡轮泵送管线897)被合并。中央歧管箱850可以容纳多个阀以控制真空化过程。例如,中央歧管箱850可以包括装载锁定低真空阀853、主腔室低真空阀854、装载锁定涡轮泵止回阀851和主腔室涡轮泵止回阀852。在这些个体阀之后,所有管线合并为在前管线858。通过干式真空泵860进行的最终排气由在前管线阀859控制,该在前管线阀859可以位于干式真空泵860之前。

[0097] 如在先前部分中关于图3A的描述的,在一些实施例中,在晶片温度调节过程中,装载锁定室810可以经由低真空管线816或涡轮泵815将被连续地抽空以连续地去除一些气体分子(例如,图3A的气体338)并且保持装载锁定室810的真空水平直到晶片调节完成。

[0098] 如图8B所示,在一些实施例中,装载锁定室810的这种连续抽空可能在共享的在前管线(例如,在前管线858)中引入暂时的压强跃变,从而导致主腔室890中的检查过程被中断。例如,如先前部分所述,可以在主腔室890中检查在前晶片的同时在装载锁定室810中执行晶片温度调节过程。然而,当装载锁定低真空阀853被打开以开始连续抽空过程时,在前管线858中的压强可能会增加,这是因为,由于通过装载锁定低真空管线816建立的开放连接,装载锁定室810中的高压状况暴露于在前管线858。在前管线858中的升高的压强会产生到主腔室涡轮泵895的较高背压。因为在一些实施例中,当在装载锁定室810中执行晶片温度调节时,在检查在前晶片期间,主腔室涡轮泵895可以同时运行以维持主腔室中的低压水平,背压的突然增加可能会影响涡轮泵895的动态行为。结果,系统800可能发生突然振动。这种突然振动可能会导致检查误差。因此,如果振动水平高于检查误差的余量,则可能需要暂停检查过程,直到背压消失并且振动被削弱。检查过程的中断可能会损害系统产出。增大的背压还可能导致涡轮泵895的有效泵送速度降低,从而暂时增加主腔室890中的压强。主腔室压强的这种暂时增加也可能影响系统产出和整体系统性能。这种效果在下一节中关于图9更详细地解释。

[0099] 现在参考图9,图9是示出带电粒子束检查系统(例如,图8A和8B的带电粒子束检查系统800)的主腔室(例如,图8A和8B的主腔室890)中的压强变化的示例性曲线图。如以上关于图8A解释的,主腔室以两级(低真空级911和涡轮抽空级912)被抽空。在低真空级911期间,主腔室经由低真空路径从大气条件被抽空到“粗”真空水平910(例如, $5 \times 10^{-1}$ Torr)。在主腔室压强达到“粗”真空水平910之后,关闭低真空阀(例如,图8A的主腔室低真空阀854),主腔室涡轮泵(例如,主腔室涡轮泵895)接管以使主腔室压强进一步下降到更深的真空水平。当主腔室压强变得低于“检查就绪”真空水平920(例如, $1.5 \times 10^{-6}$ Torr)时,晶片检查过程可以开始。在一些实施例中,主腔室涡轮泵895可以继续运行以维持主腔室压强水平接近“检查就绪”水平920。

[0100] 当第一晶片的检查完成时,在一些实施例中,可以在时段923发生晶片交换。在晶

片交换期间,由于装载锁定室(例如,图8A的装载锁定室810)与主腔室(例如,图8A的主腔室890)之间的闸阀(例如,图1的闸阀26)打开,主腔室压强可以暂时增加。在晶片交换之后,一旦主腔室涡轮泵将主腔室压强减小至“检查就绪”真空水平920,检查过程即可再次开始。

[0101] 在晶片交换之前,当在主腔室中检查第一晶片时,第二晶片可以经历晶片温度调节过程,并且如上所述,由于施加到主腔室涡轮泵的背压,主腔室压强可能暂时增加。暂时压强跃变950的示例在曲线图中被示出。

[0102] 如果暂时压强跃变950仍然低于“检查就绪”真空水平920,则可以不间断地继续第一晶片进行检查,只要振动水平保持在误差范围内。然而,如果在暂时跃变950期间主腔室压强增加到高于“检查就绪”真空水平920,则可能需要暂停第一晶片的检查,直到主腔室压强回到“检查就绪”水平。结果,系统产出可能会受到该中断的影响。

[0103] 现在参考图10,图10示出了示意图,该示意图示出了根据本公开的实施例的具有改进的真空泵系统的示例性带电粒子束检查系统1000。在一些实施例中,可以将单独的泵送路径添加到装载锁定室810中以防止主腔室890中的振动和压强跃变。例如,在一些实施例中,带电粒子束检查系统1000可以包括装载锁定增压低真空阀1010、装载锁定增压低真空泵1011和辅助排气系统1012。系统1000的所有其他部分与图8A的系统800相同。

[0104] 在这样的实施例中,在晶片温度调节期间,装载锁定增压低真空泵1011可以连续地运行以去除气体分子(例如,图3A的气体338)。但是,由于在此期间,装载锁定低真空阀853和装载锁定涡轮泵止回阀851保持关闭,因此在前管线858中压强没有增加,因此主腔室涡轮泵895上不会产生背压。

[0105] 因此,在一些实施例中,用于装载锁定室810的抽空过程可以分为三级。首先,装载锁定增压低真空泵1011可以从大气条件(在从EFEM(例如,图1A的EFEM 30)接收到新的一组晶片之后)到真空水平操作以进行晶片温度调节。其次,正常装载锁定低真空路径(经由装载锁定低真空管线816)可以从晶片温度调节真空水平到“粗或低”真空水平操作。最后,装载锁定涡轮泵815可以从“粗”真空水平到更深的真空水平操作。在接近大气条件下的泵送开始时在前管线858处于粘性区时,背压问题最大。因此,在通过单独的增压泵(例如,装载锁定增压低真空泵1011)将装载锁定室的压强水平降至晶片温度调节真空水平之后,例如,常规泵送机构(例如,装载锁定低真空管线816或装载锁定涡轮泵815)可以被使用,而不产生过多背压。

[0106] 现在参考图11,图11是流程图,该流程图示出了根据本公开的实施例的用于控制图10的带电粒子束检查系统的装载锁定室的真空水平的示例性方法。该方法可以由图10的带电粒子束检查系统执行。

[0107] 在步骤1110中,通过机器人臂(例如,图1B的机器人臂11)将晶片(或多个晶片)装载到装载锁定室(例如,图10的装载锁定室810)中。

[0108] 在步骤1111中,气体供应装置(例如,图10的气体供应装置811)开始向装载锁定室提供气体(例如,图3A的气体338)用于晶片温度调节。

[0109] 在步骤1112中,关闭所有闸门(例如,图1B的闸阀25和26)以准备真空化过程。在一些实施例中,步骤1111可以在步骤1112中关闭所有闸门之后发生。

[0110] 在步骤1113中,打开增压泵阀(例如,装载锁定增压低真空阀1010),并且增压泵(例如,装载锁定增压低真空泵1011)开始抽空装载锁定室。如以上关于图10解释的,在该第

一级,将装载锁定室从大气条件下抽空到适合于晶片温度调节的真空水平。因为增压泵管线连接到单独的排气系统(例如,图10的辅助排气系统1012),并且不与正常低真空路径合并以在歧管箱(例如,图10的中央歧管箱850)中形成共享在前管线(例如,图10的在前管线858),增压泵不会在在前管线中引起背压。因此,不会影响系统产出。

[0111] 在步骤1114中,晶片调节流程开始。该步骤可以包括基于主腔室(例如,图10的主腔室890)中的晶片台(例如,图3A的晶片台395)的所确定的温度来调节调节板(例如,图3A的调节板315)的加热温度。在执行晶片温度调节的同时,增压泵继续运行以维持适合于晶片温度调节的真空水平。在步骤1115中,当晶片温度达到稳定温度(例如,图3C中的 $T_{stable}$ )时,调节过程完成。

[0112] 在步骤1116中,在晶片温度调节完成之后,关闭排气阀(例如,图10的排气阀812),并且停止气体供应。在步骤1117中,抽空过程的第一级完成,并且增压阀(例如,装载锁定增压低真空阀1010)关闭。

[0113] 在步骤1118中,抽空过程的第二级通过打开装载锁定低真空阀(例如,图10的装载锁定低真空阀853)而开始。在该第二级,在一些实施例中,可以将装载锁定室从晶片调节真空水平抽空到“粗”真空水平(例如, $5 \times 10^{-1}$ Torr)。在达到“粗”真空水平之后,在步骤1119中,关闭装载锁定低真空阀。

[0114] 在步骤1120中,抽空过程的第三级开始,并且涡轮泵(例如,装载锁定涡轮泵815)接管以将装载锁定室810抽空到接近主腔室压强的更深的真空水平。

[0115] 在步骤1121中,在在前晶片的晶片检查完成之后,将在前晶片从主腔室中取出并且将经温度调节的晶片从装载锁定室转移到主腔室。在步骤1122中,当晶片交换完成时,关闭装载锁定涡轮泵阀。

[0116] 在步骤1122之后,可以执行步骤1110以将新的一组晶片装载到装载锁定室。如果在装载锁定室中仍然存在未调节和未检查的晶片,则系统可以进行到步骤1111以调节另一晶片以准备检查过程。

[0117] 应当理解,晶片调节系统的控制器可以使用软件来控制上述功能。例如,控制器可以向前述阀和泵发送指令以控制抽空路径。软件可以存储在非暂态计算机可读介质上。非暂态介质的常见形式包括例如软盘、柔性盘、硬盘、固态驱动器、磁带或任何其他磁数据存储介质、CD-ROM、任何其他光学数据存储介质、具有孔图案的任何物理介质、RAM、PROM和EPROM、云存储、FLASH-EPROM或任何其他闪存、NVRAM、高速缓存、寄存器、任何其他存储器芯片或盒式磁带、以及上述各项的网络版本。

[0118] 可以使用以下条项进一步描述实施例:

[0119] 1. 一种装载锁定系统,包括:

[0120] 多个支撑结构,被配置为支撑晶片;

[0121] 第一调节板,包括被配置为调节所述晶片的温度的第一传热元件;

[0122] 第一排气孔,被配置为在所述第一调节板与所述晶片之间提供气体;以及

[0123] 控制器,包括处理器和存储器,所述控制器被配置为辅助对所述第一传热元件的控制。

[0124] 2. 根据条项1所述的装载锁定系统,其中所述第一调节板位于所述晶片上方。

[0125] 3. 根据条项1所述的装载锁定系统,其中所述第一调节板位于所述晶片下方。

- [0126] 4. 根据条项3所述的装载锁定系统,其中所述多个支撑结构耦合到所述第一调节板。
- [0127] 5. 根据条项1至4中任一项所述的装载锁定系统,其中所述第一排气孔附接到所述第一调节板。
- [0128] 6. 根据条项1至5中任一项所述的装载锁定系统,其中所述控制器还被配置为基于晶片台的温度辅助对所述第一传热元件的控制。
- [0129] 7. 根据条项1至6中任一项所述的装载锁定系统,其中所述控制器还被配置为控制通过所述第一排气孔的气体的流量。
- [0130] 8. 根据条项1至7中任一项所述的装载锁定系统,还包括第二调节板,所述第二调节板包括被配置为调节所述晶片的温度的第二传热元件。
- [0131] 9. 根据条项8所述的装载锁定系统,其中被配置为支撑晶片的所述多个支撑结构被定位于所述第一调节板与所述第二调节板之间。
- [0132] 10. 根据条项9所述的装载锁定系统,还包括第二排气孔,被配置为在所述第二调节板与所述晶片之间提供所述气体的一部分。
- [0133] 11. 根据条项10所述的装载锁定系统,其中所述第二排气孔耦合到所述第二调节板。
- [0134] 12. 根据条项8至11中任一项所述的装载锁定系统,其中所述控制器还被配置为基于所述晶片台的温度辅助控制所述第二传热元件。
- [0135] 13. 根据条项10至12中任一项所述的装载锁定系统,其中所述控制器还被配置为控制通过所述第二排气孔的气体的流量。
- [0136] 14. 根据条项1至13中任一项所述的装载锁定系统,其中所述气体包括:氮气、氦气、氢气、氩气、CO<sub>2</sub>或压缩空气。
- [0137] 15. 根据条项1至14中任一项所述的装载锁定系统,还包括装载锁定室,被配置为包围所述第一调节板、所述多个支撑结构和所述晶片。
- [0138] 16. 根据条项15所述的装载锁定系统,还包括连接到所述装载锁定室的第一真空泵。
- [0139] 17. 根据条项16所述的装载锁定系统,其中所述控制器还被配置为在晶片调节过程中控制所述第一真空泵以泵出所述气体。
- [0140] 18. 根据条项17所述的装载锁定系统,其中所述控制器还被配置为在所述晶片调节过程中将所述装载锁定室内部的压强维持在50Pa至5,000Pa的范围内。
- [0141] 19. 根据条项16至18中任一项所述的装载锁定系统,还包括连接到所述装载锁定室的第二真空泵。
- [0142] 20. 根据条项19所述的装载锁定系统,其中所述控制器还被配置为:
- [0143] 使得所述第一真空泵能够将所述装载锁定室内部的压强减小到第一压强水平,以及
- [0144] 使得所述第二真空泵能够将所述装载锁定室内部的压强减小到第二压强水平,其中所述第二压强水平低于所述第一压强水平。
- [0145] 21. 根据条项20所述的装载锁定系统,其中所述第二真空泵与连接到主腔室的第三真空泵共享排气路径。

- [0146] 22. 根据条项20和21中任一项所述的装载锁定系统,其中在所述第一真空泵被启用的同时,所述第二真空泵被禁用。
- [0147] 23. 根据条项20至22中任一项所述的装载锁定系统,其中所述第一真空泵和所述第三真空泵被同时启用。
- [0148] 24. 一种在装载锁定系统中进行晶片的热调节的方法,所述包括:
- [0149] 将晶片装载到装载锁定系统的装载锁定室;
- [0150] 抽空所述装载锁定室;
- [0151] 向所述装载锁定室提供气体;以及
- [0152] 使得第一调节板中的第一传热元件能够调节所述第一调节板的温度以通过所述气体将热量传递给所述晶片。
- [0153] 25. 根据条项24所述的方法,其中向所述装载锁定室提供气体还包括:在向所述装载锁定室提供所述气体之前调节所述气体的温度。
- [0154] 26. 根据条项24和25中任一项所述的方法,其中向所述装载锁定室提供气体还包括:向所述第一调节板与所述晶片之间的空间提供所述气体。
- [0155] 27. 根据条项24至26中任一项所述的方法,还包括:确定主腔室中的晶片台的温度。
- [0156] 28. 根据条项24至27中任一项所述的方法,其中使得所述第一传热元件能够调节所述第一调节板的温度还包括:基于所述晶片台的所确定的温度调节所述第一传热元件。
- [0157] 29. 根据条项24至28中任一项所述的方法,还包括:使得第二调节板中的第二传热元件能够调节所述第二调节板的温度以将热量通过所述气体传递给所述晶片。
- [0158] 30. 根据条项24至29中任一项所述的方法,其中所述气体包括:氮气、氦气、氢气、氩气、CO<sub>2</sub>或压缩空气。
- [0159] 31. 根据条项24至30中任一项所述的方法,其中抽空所述装载锁定室包括:使用连接到所述装载锁定室的第一真空泵将所述气体泵出所述装载锁定室。
- [0160] 32. 根据条项31所述的方法,其中抽空所述装载锁定室还包括:
- [0161] 使得所述第一真空泵能够将所述装载锁定室内部的压强减小到第一压强水平;以及
- [0162] 使得连接到所述装载锁定室的第二真空泵能够将所述装载锁定室内部的压强减小到第二压强水平,其中所述第二压强水平低于所述第一压强水平。
- [0163] 33. 根据条项32所述的方法,其中所述第二真空泵与连接到所述主腔室的第三真空泵共享排气路径。
- [0164] 34. 根据条项32和33中任一项所述的方法,其中在所述第一真空泵被启用的同时,所述第二真空泵被禁用。
- [0165] 35. 根据条项32至34中任一项所述的方法,其中所述第一真空泵和所述第三真空泵被同时启用。
- [0166] 36. 一种非暂态计算机可读介质,包括指令集,所述指令集能够由控制器的一个或多个处理器执行以引起所述控制器执行进行晶片的热调节的方法,所述方法包括:
- [0167] 指示第一真空泵在晶片被装载到装载锁定系统的装载锁定室中之后抽空所述装载锁定室;

- [0168] 指示气体供应装置向所述装载锁定室提供气体;以及
- [0169] 指示第一调节板中的第一传热元件调节所述第一调节板的温度,以通过所述气体将热量传递给所述晶片。
- [0170] 37. 根据条项36所述的计算机可读介质,其中所述指令集能够由所述控制器的所述一个或多个处理器执行以引起所述控制器进一步执行:
- [0171] 指示温度传感器确定主腔室中的晶片台的温度。
- [0172] 38. 根据条项37所述的计算机可读介质,其中指示所述第一调节板中的所述第一传热元件还包括:基于所述晶片台的所确定的温度调节所述第一传热元件。
- [0173] 39. 根据条项36至38中任一项所述的计算机可读介质,其中所述指令集能够由所述控制器的所述一个或多个处理器执行以引起所述控制器进一步执行:
- [0174] 指示第二调节板中的第二传热元件调节所述第二调节板的温度以通过所述气体将热量传递给所述晶片。
- [0175] 40. 根据条项39所述的计算机可读介质,其中指示所述第二调节板中的所述第二传热元件还包括:基于所述晶片台的所确定的温度调节所述第二传热元件。
- [0176] 41. 根据条项36至40中任一项所述的计算机可读介质,其中所述指令集能够由所述控制器的所述一个或多个处理器执行以引起所述控制器进一步执行:
- [0177] 指示所述第一真空泵将所述装载锁定室抽空到第一压强水平;以及
- [0178] 指示所述第二真空泵将所述装载锁定室抽空到第二压强水平,其中所述第二压强水平低于所述第一压强水平。
- [0179] 42. 一种抽空装载锁定室的方法,所述方法包括:
- [0180] 用第一真空泵将气体从所述装载锁定室中泵出,所述第一真空泵被配置为将所述气体排放到第一排气系统;以及
- [0181] 用第二真空泵将所述气体从所述装载锁定室中泵出,所述第二真空泵被配置为将所述气体排放到第二排气系统。
- [0182] 43. 根据条项42所述的方法,还包括:
- [0183] 使得所述第一真空泵能够将所述装载锁定室内部的压强减小到第一压强水平;以及
- [0184] 使得所述第二真空泵能够将所述装载锁定室内部的压强减小到第二压强水平,其中所述第二压强水平低于所述第一压强水平。
- [0185] 44. 根据条项43所述的方法,其中所述第二真空泵与第三真空泵共享所述第二排气系统,所述第三真空泵被配置为抽空主腔室。
- [0186] 45. 根据条项42至44中任一项所述的方法,其中在所述第一真空泵被启用的同时,所述第二真空泵被禁用。
- [0187] 46. 根据条项44至45中任一项所述的方法,其中所述第一真空泵和所述第三真空泵被同时启用。
- [0188] 尽管已经关于其优选实施例说明了所公开的实施例,但是应当理解,在不脱离如下文中要求保护的的主题的精神和范围的情况下,可以做出其他修改和变化。

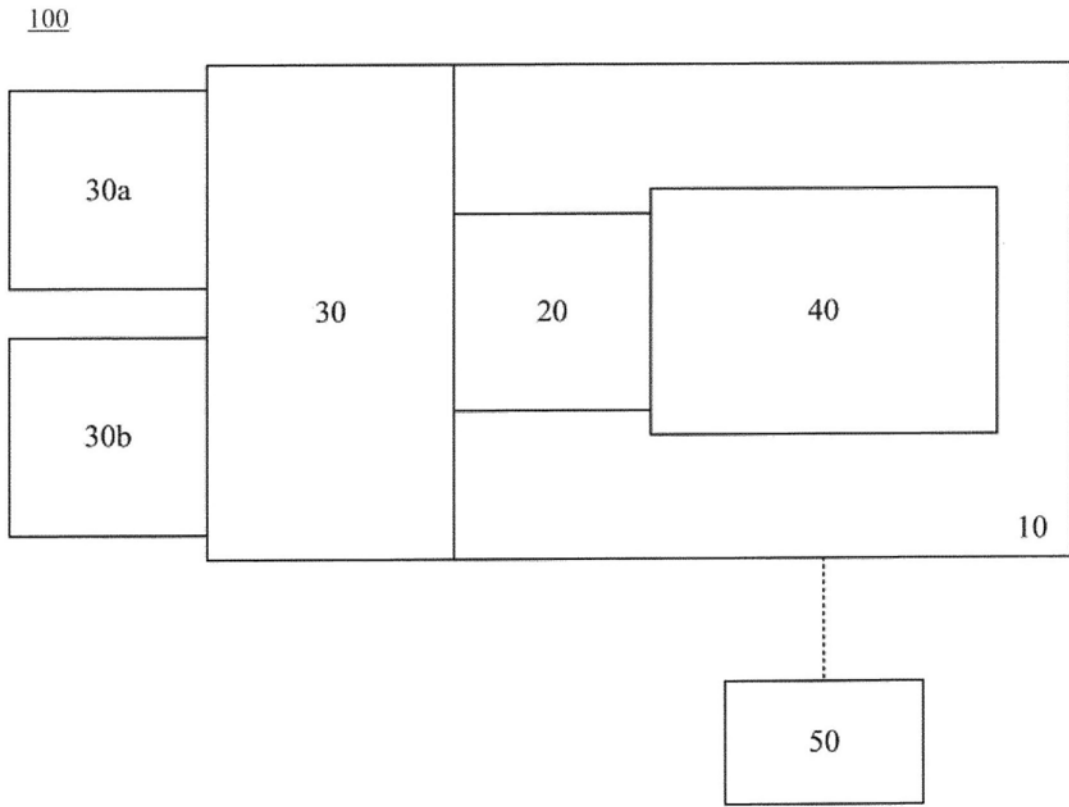


图1A

100

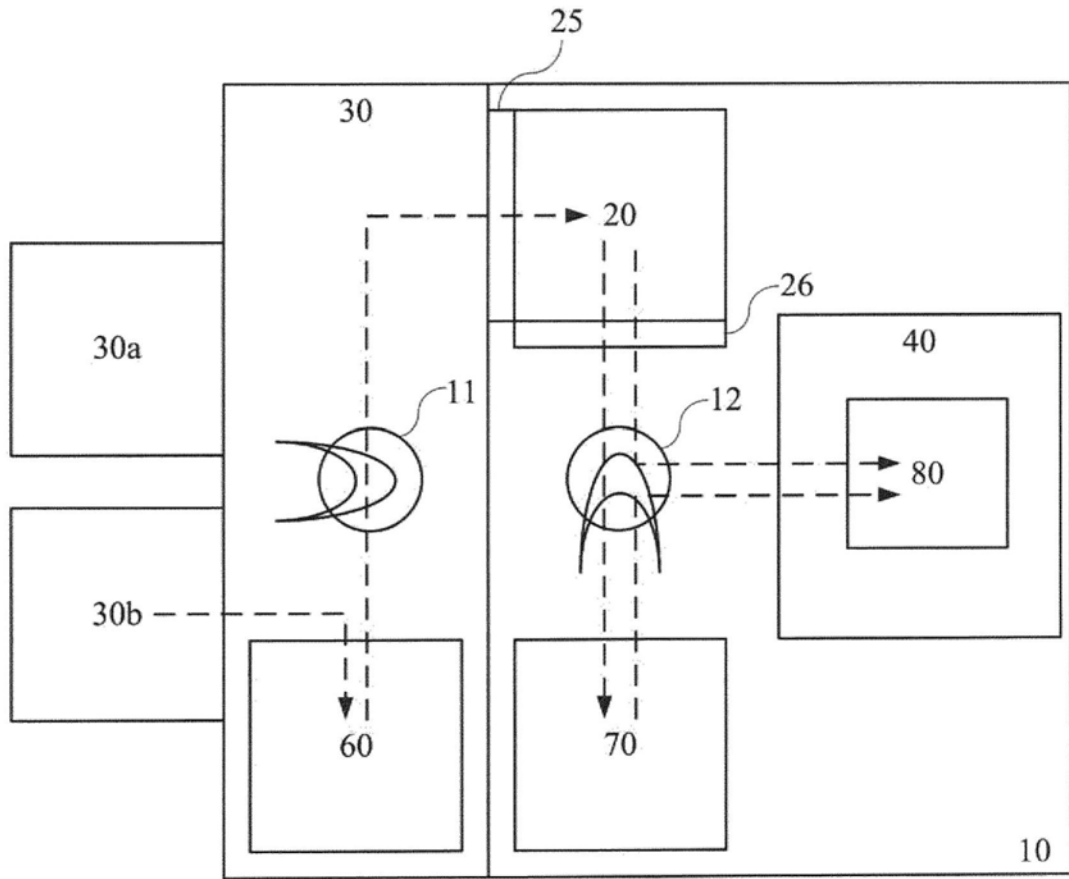


图1B

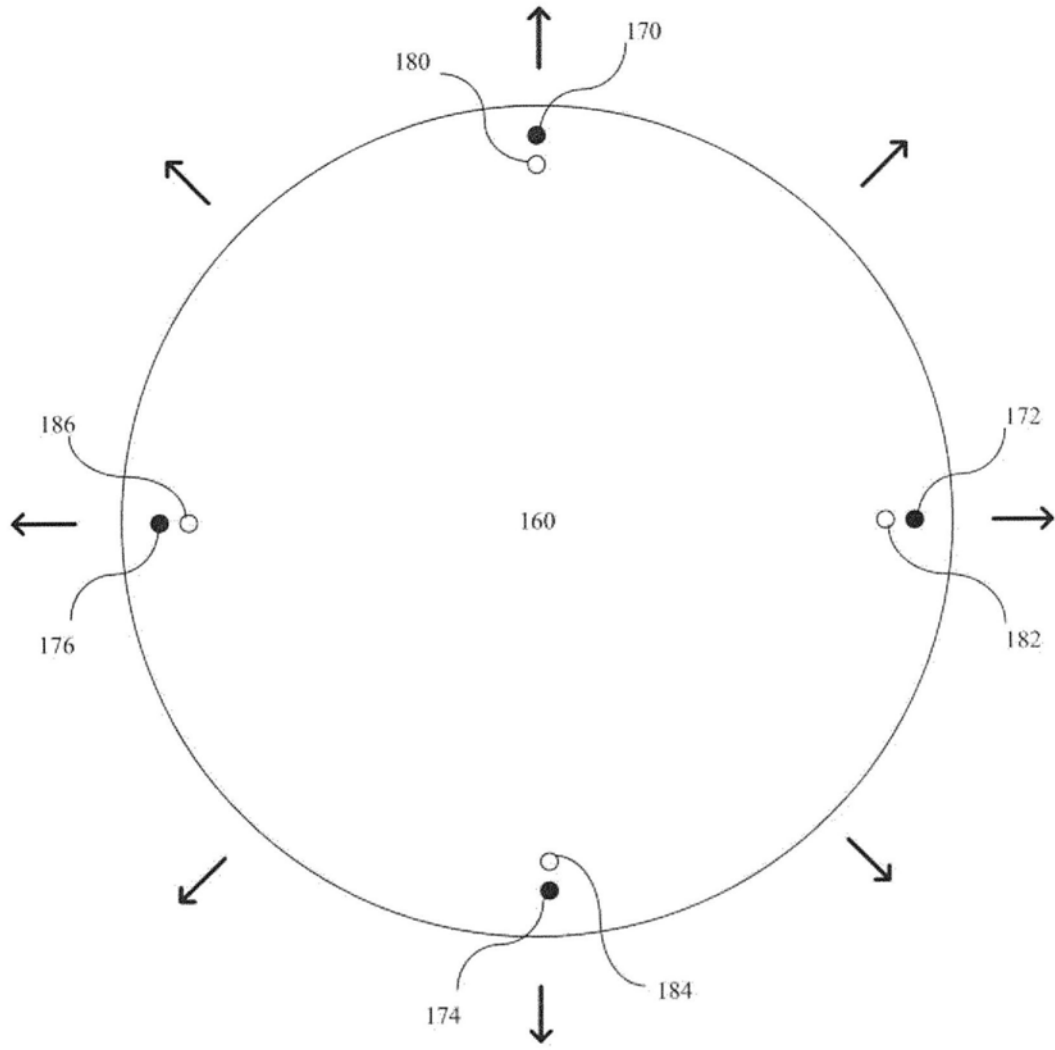


图1C

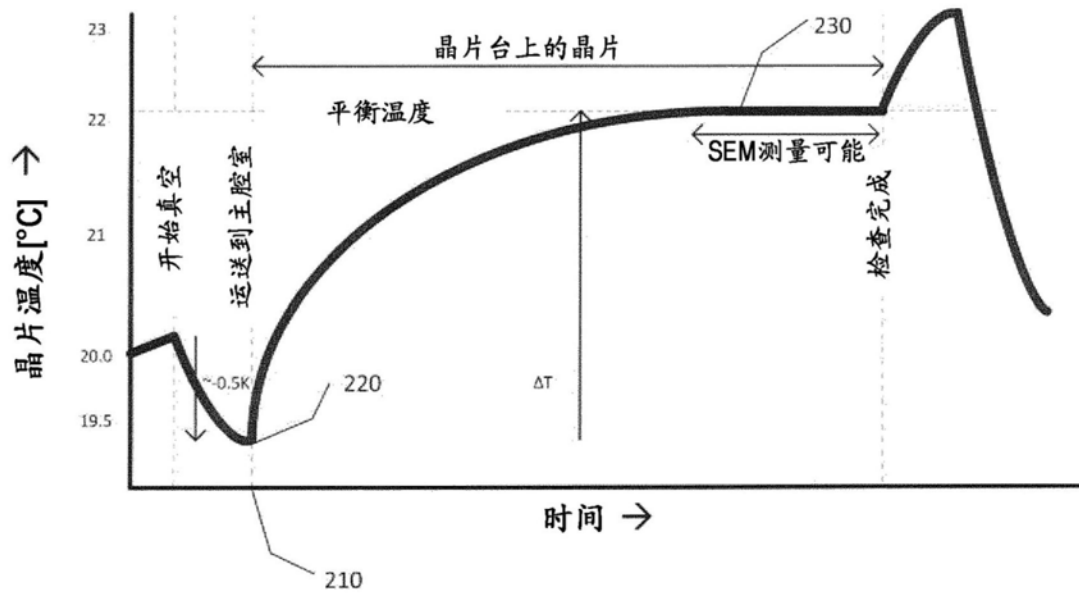


图2

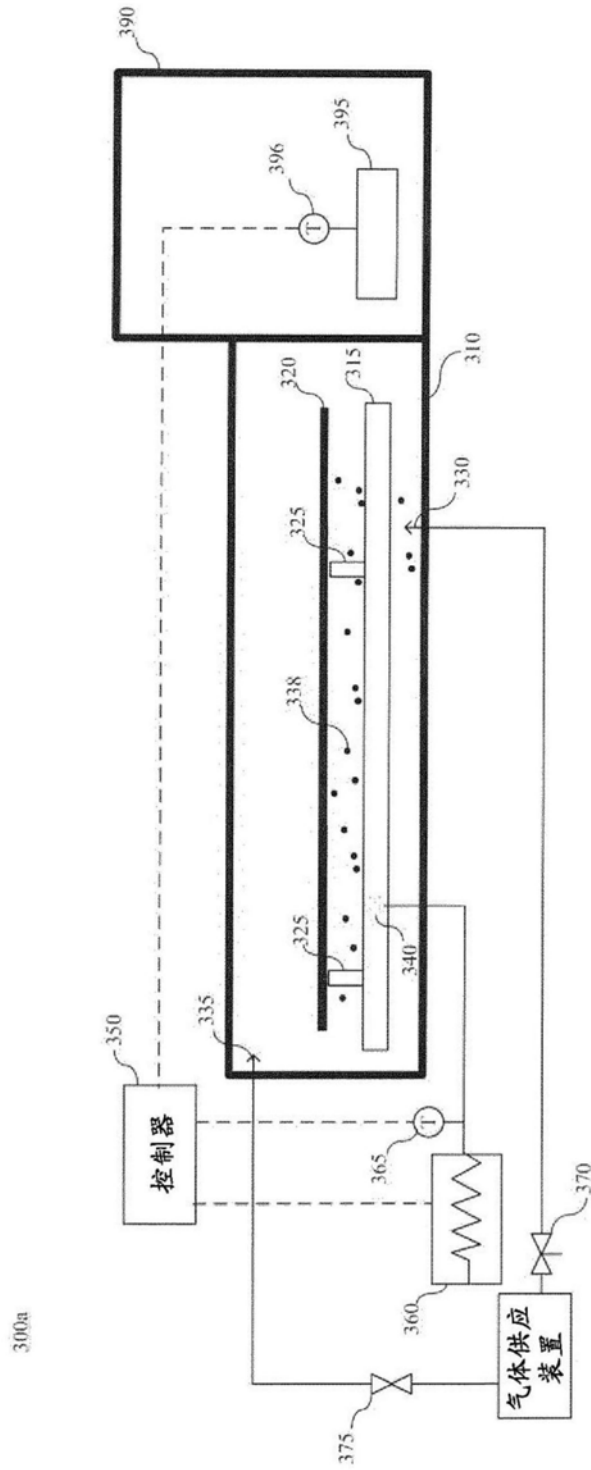


图3A

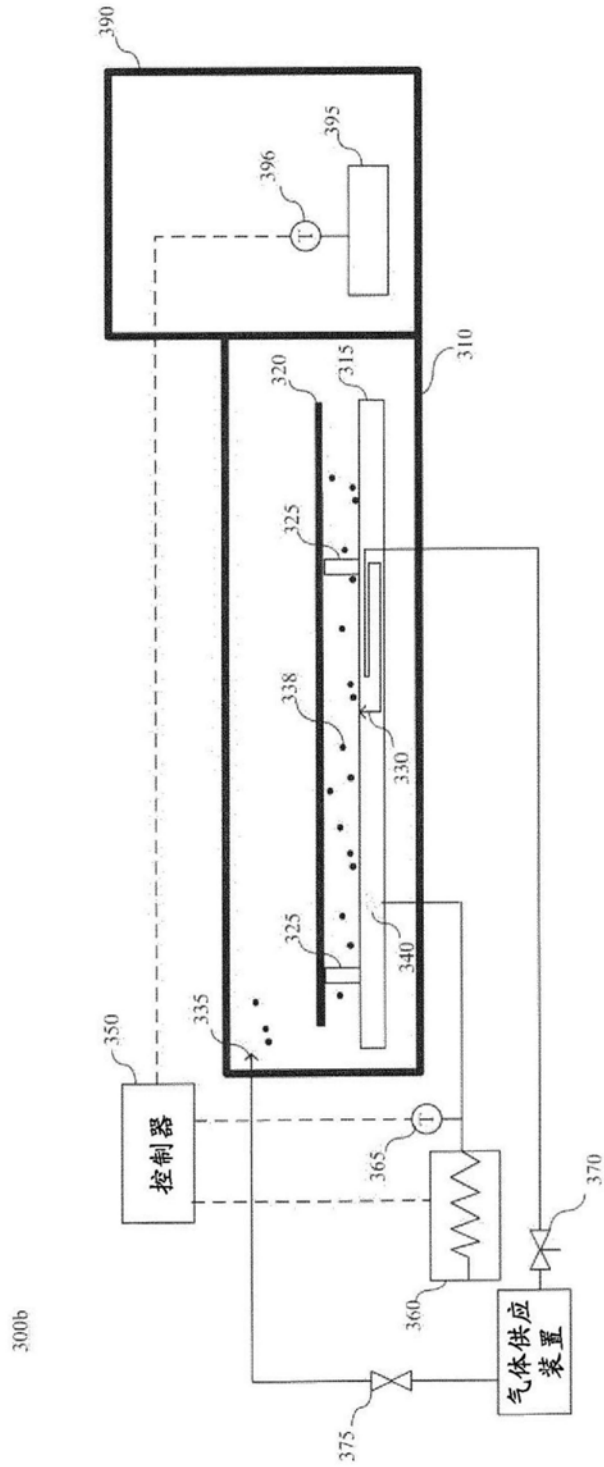


图3B

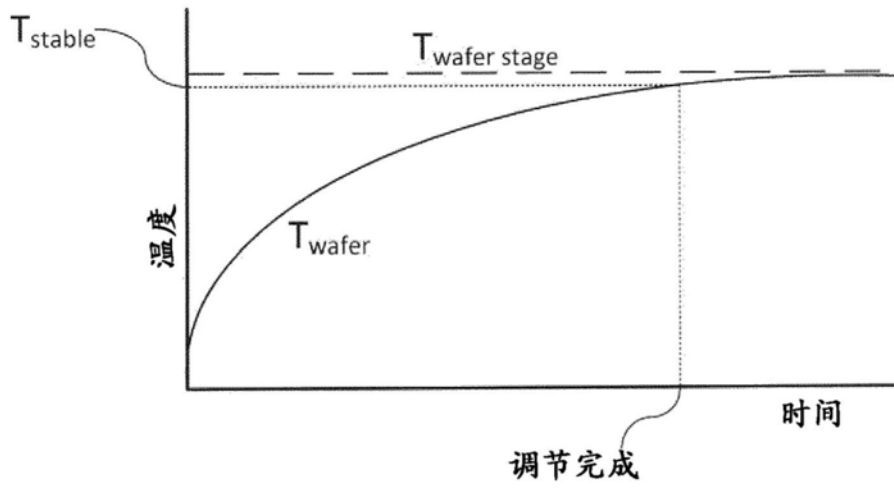


图3C

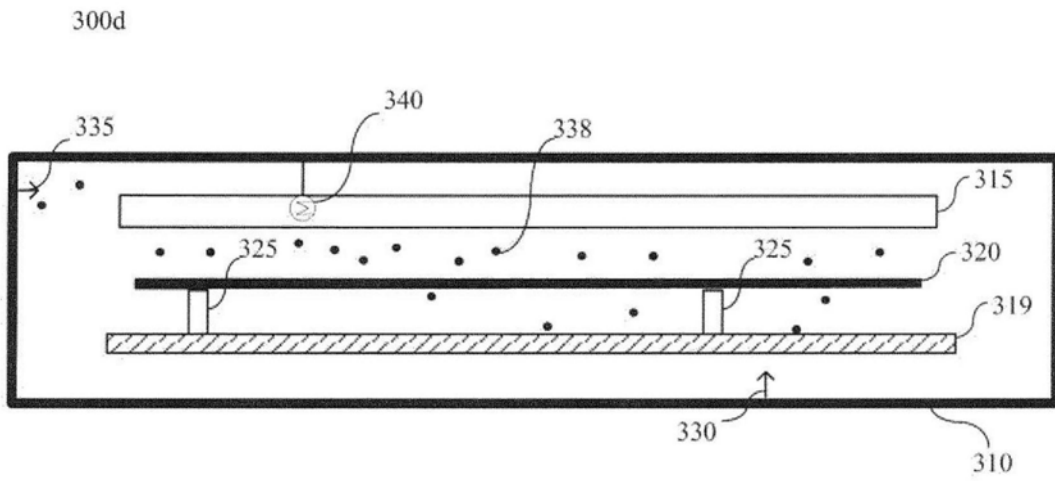


图3D

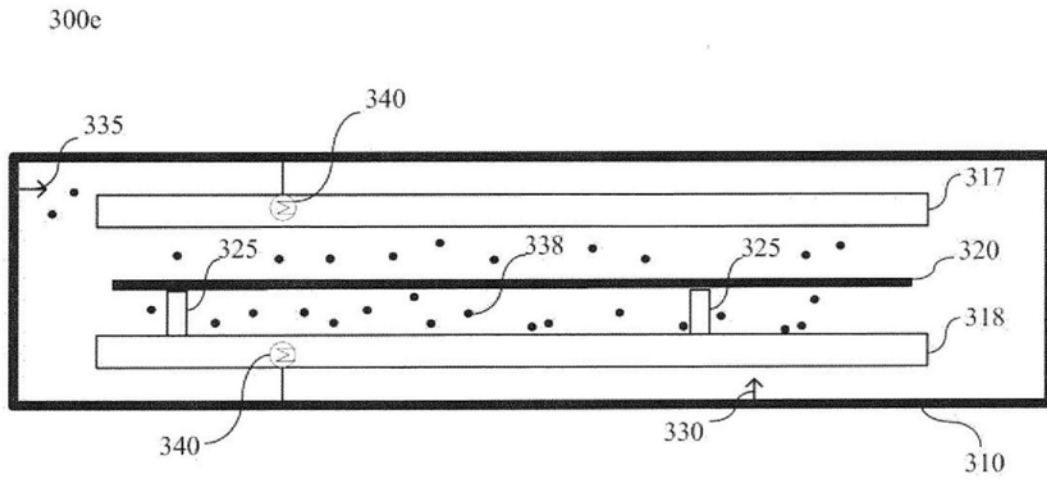


图3E

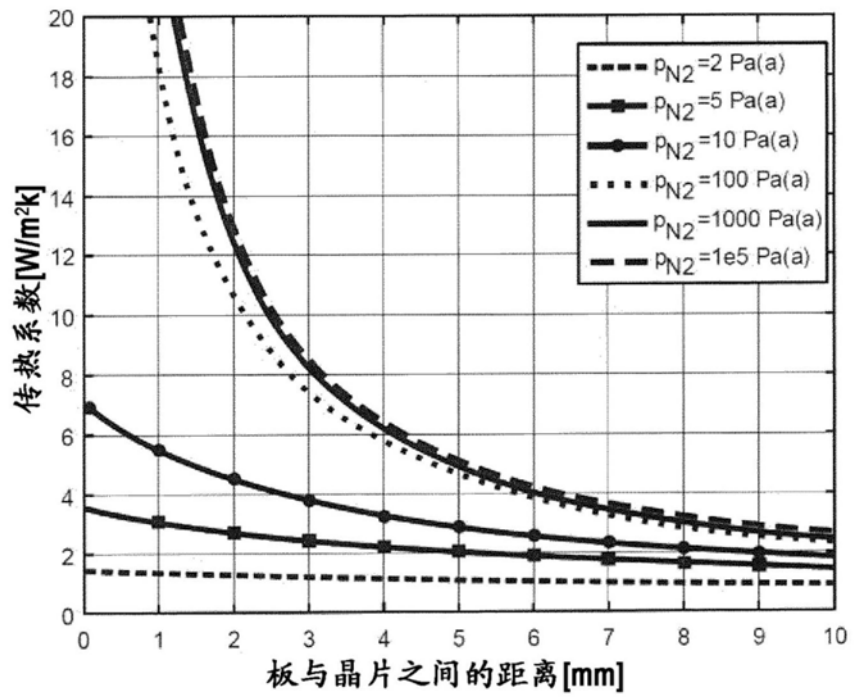


图3F

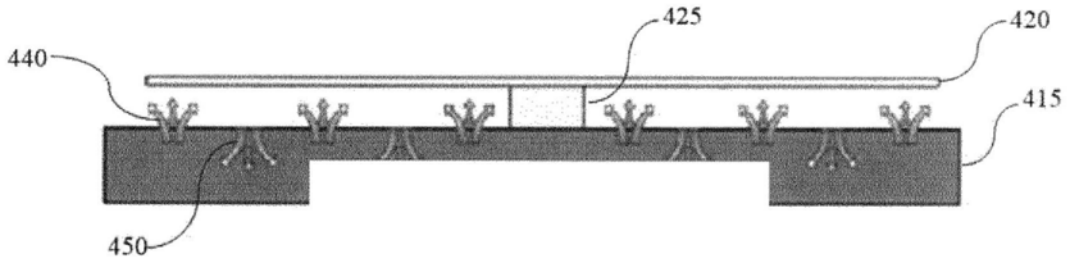


图4

500

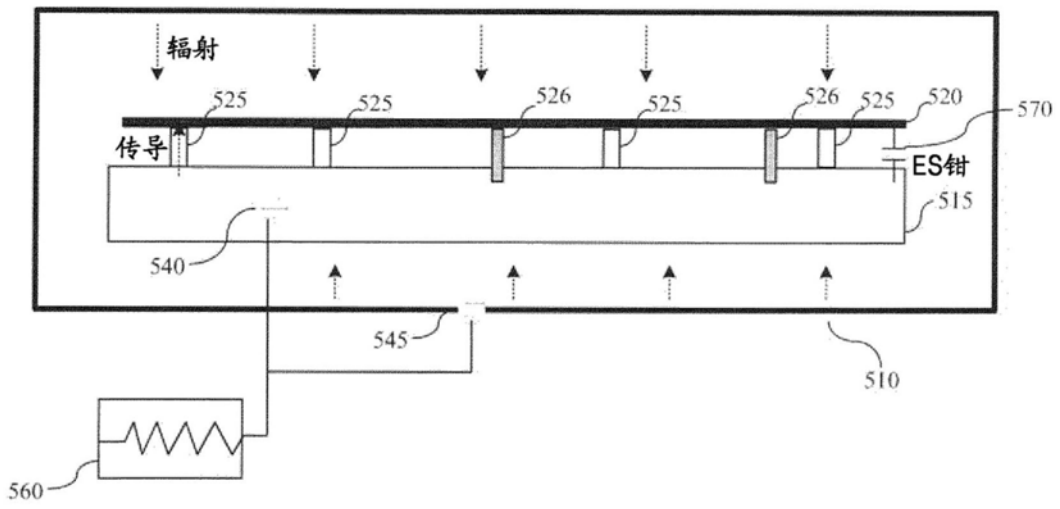


图5

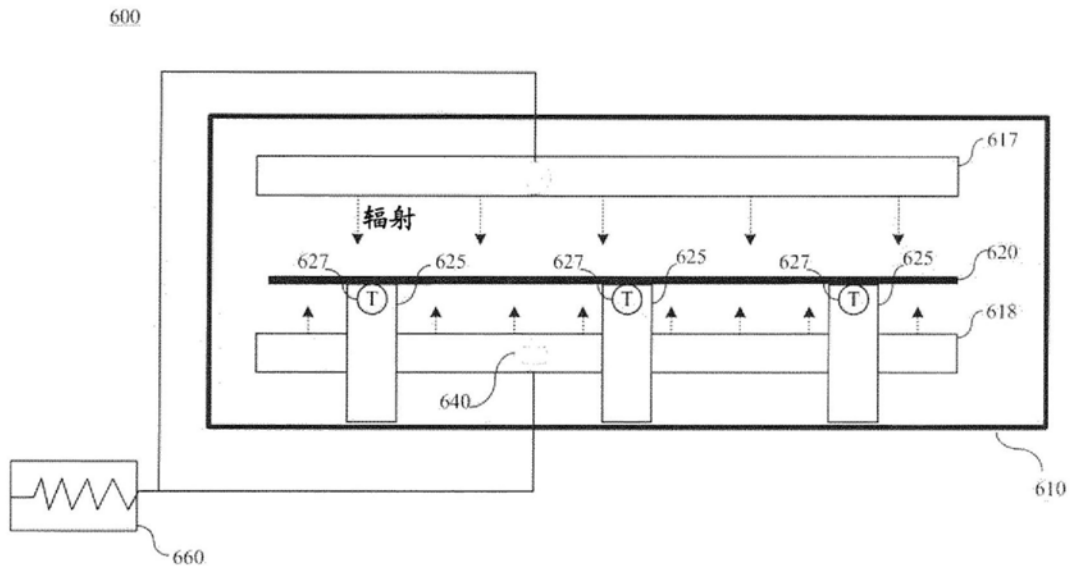


图6A

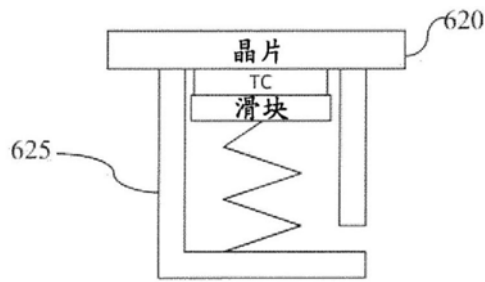


图6B

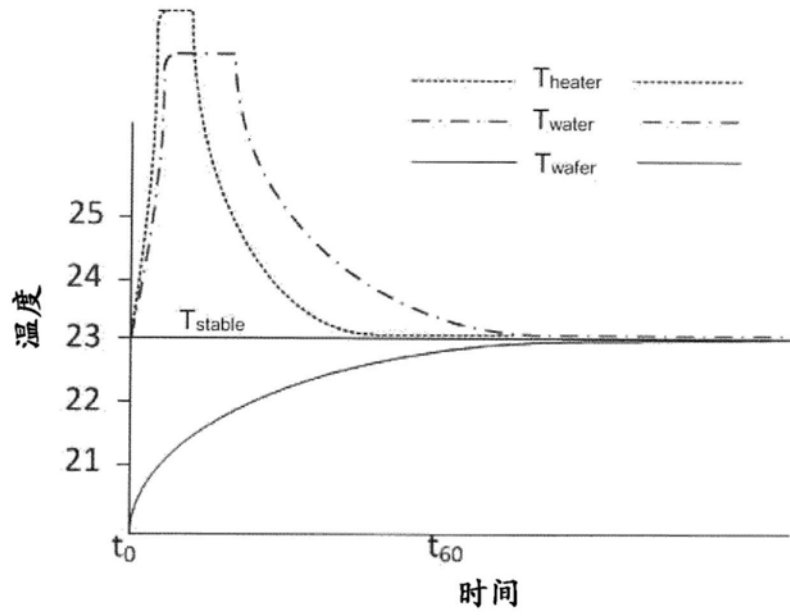


图6C

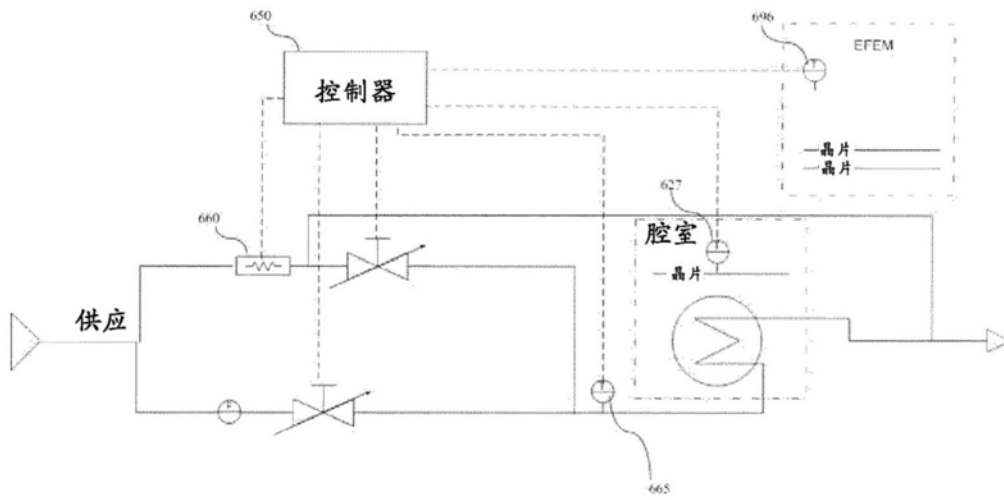


图6D

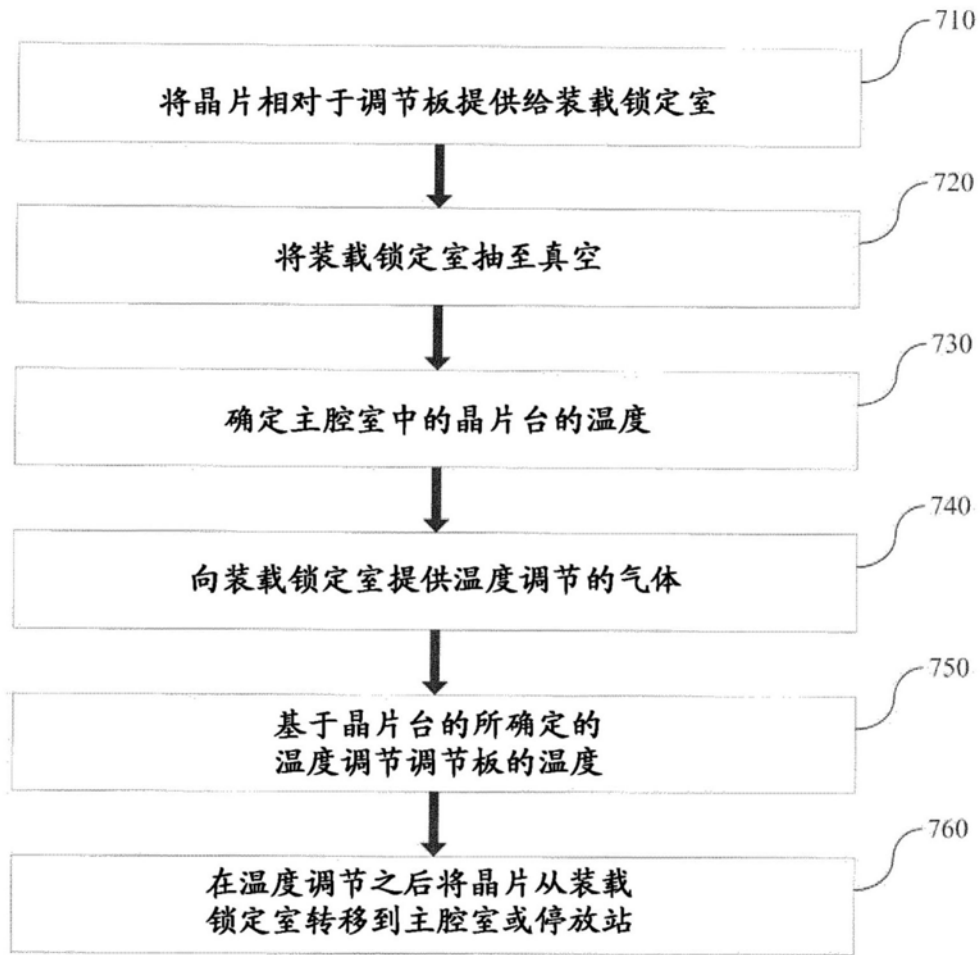


图7

800

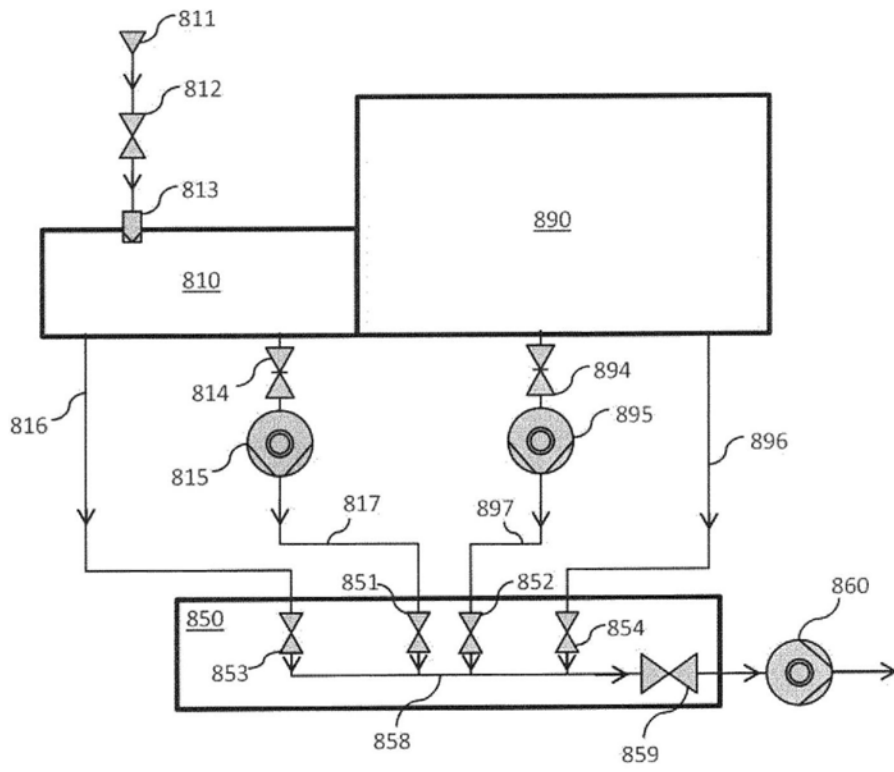


图8A

800

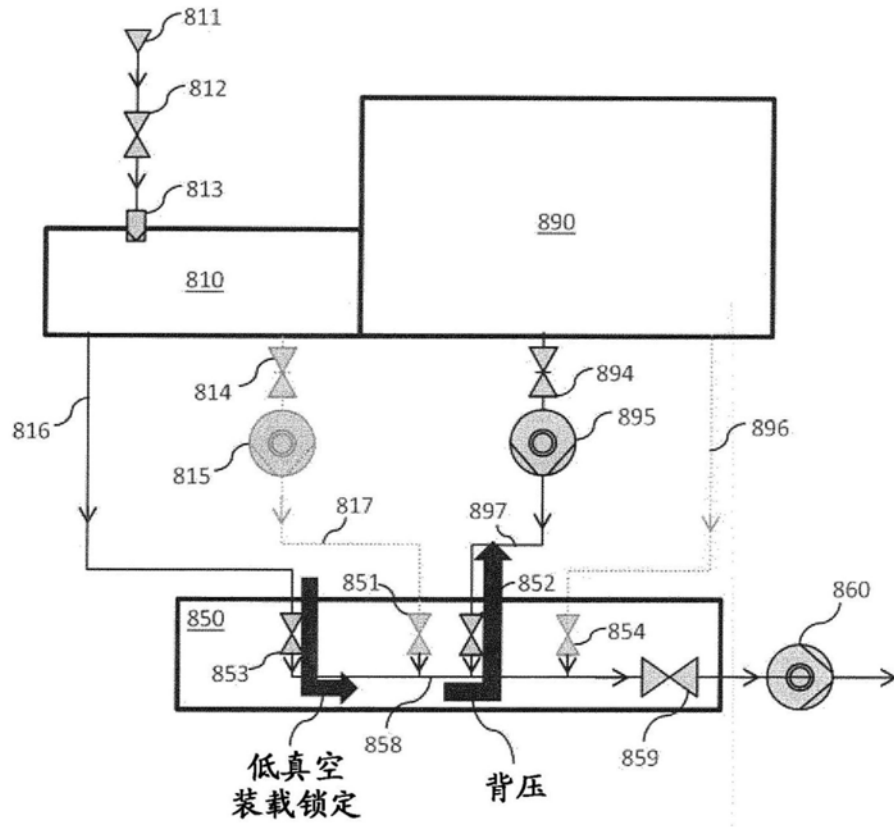


图8B

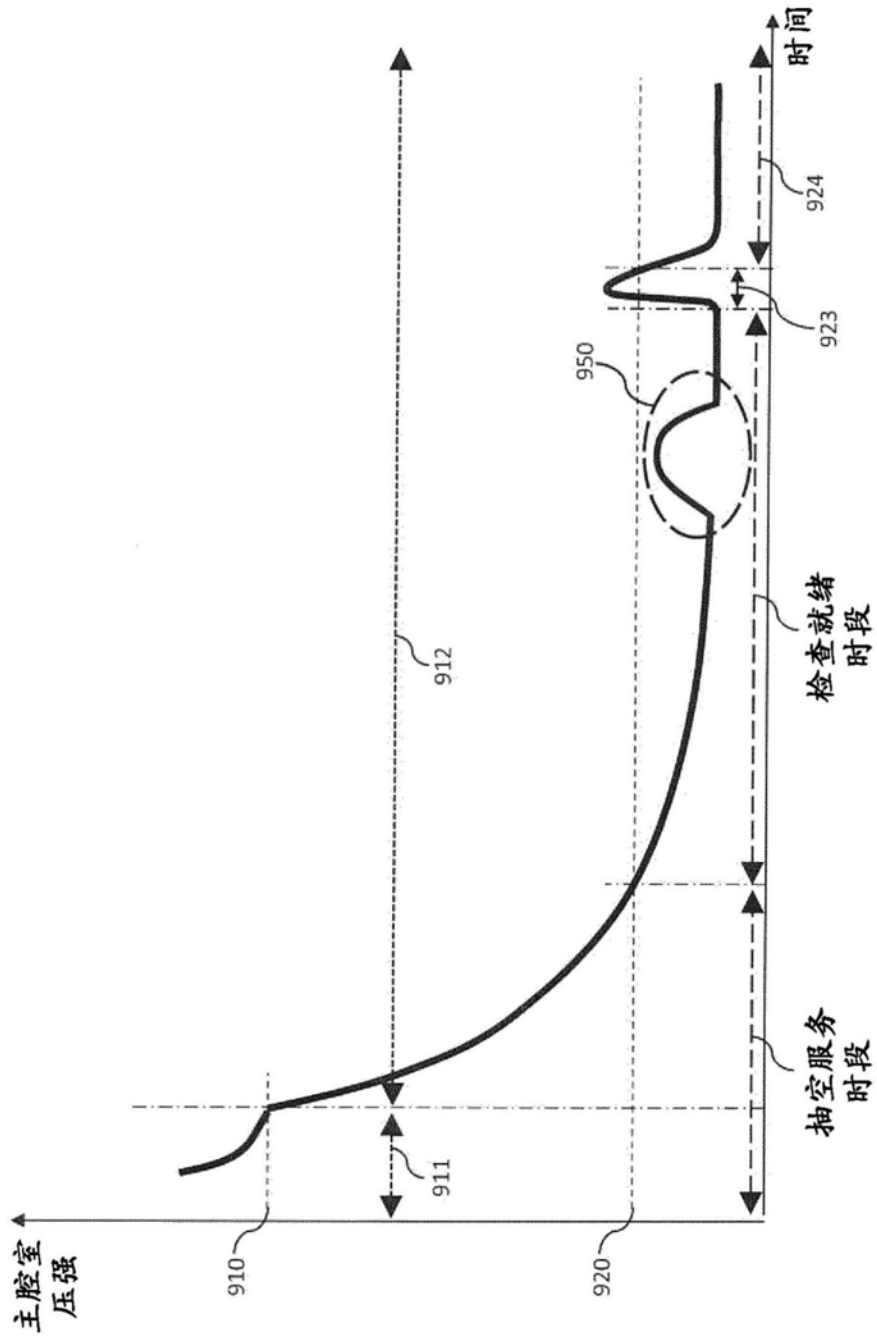


图9

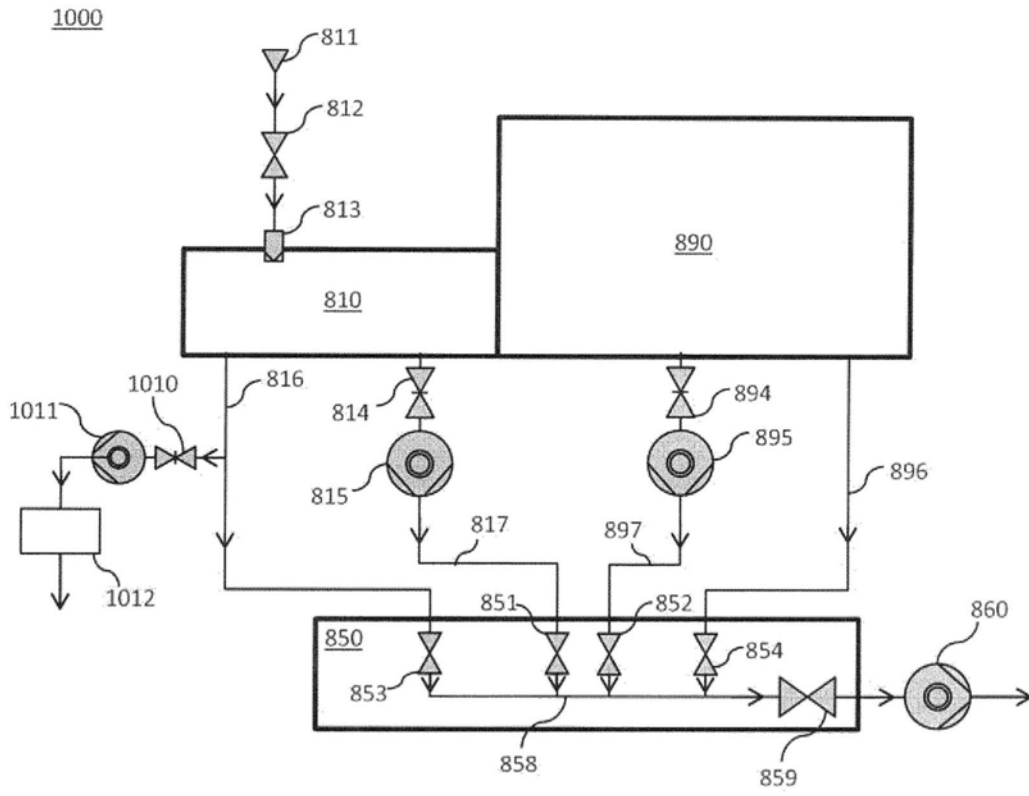


图10

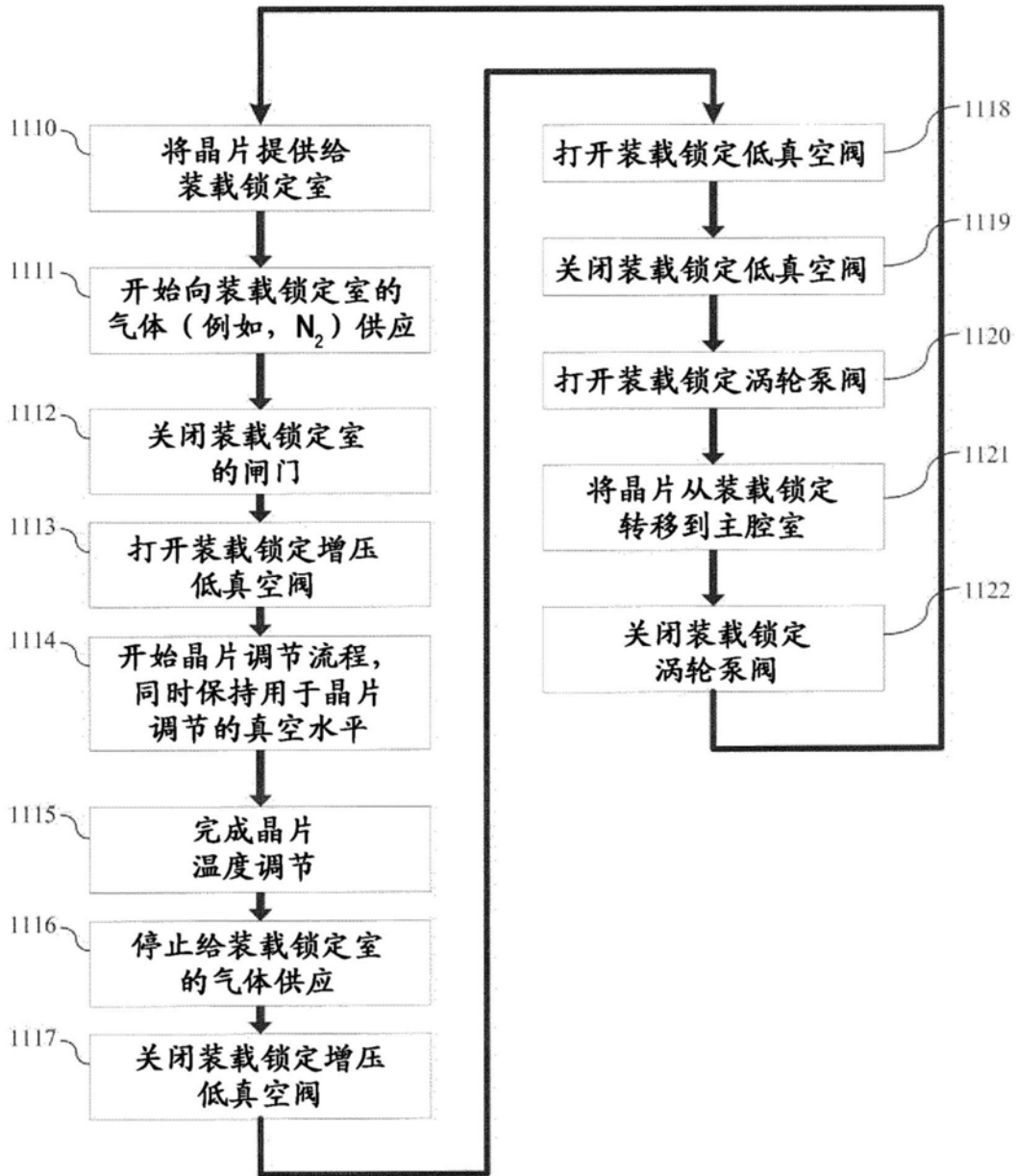


图11