



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 119895548 A

(43) 申请公布日 2025. 04. 25

(21) 申请号 202380066899.4

(22) 申请日 2023.10.04

(30) 优先权数据

2022-209067 2022.12.26 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.03.18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/036229 2023.10.04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/142528 JA 2024.07.04

(71) 申请人 株式会社国际电气

地址 日本

(72) 发明人 中西坚斗 村田等 上野正昭

山口英人

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

专利代理师 范胜杰 姚海

(51) Int.Cl.

H01L 21/31 (2006.01)

C23C 16/44 (2006.01)

C23C 16/52 (2006.01)

H01L 21/22 (2006.01)

H01L 21/324 (2006.01)

权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

温度控制方法、半导体装置的制造方法、以及基板处理装置及程序

(57) 摘要

本发明可以实现在低温区域的升温速度的提升。一种温度控制方法,具有:处理温度设定工序,控制反应管内的加热和对反应管内的冷却,使配置于反应管内的基板的温度成为预先设定的处理温度,其中,处理温度设定工序具有:升温工序,供给一定的电力,使配置于反应管的外部的加热器线材的温度高于处理温度;以及冷却气体供给工序,向反应管供给冷却气体。

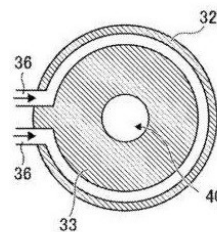


图 2A

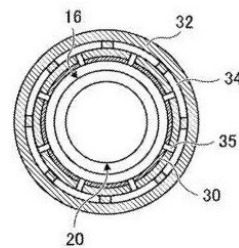


图 2B

1. 一种温度控制方法,具有:处理温度设定工序,控制反应管内的加热和对反应管内的冷却,使配置于所述反应管内的基板的温度成为预先设定的处理温度,其特征在于,

所述处理温度设定工序具有:

升温工序,供给一定的电力,使配置于所述反应管的外部的加热器线材的温度高于所述处理温度;以及

冷却气体供给工序,向所述反应管供给冷却气体。

2. 根据权利要求1所述的温度控制方法,其特征在于,

所述温度控制方法还具有:调整工序,对所述冷却气体的供给量和所述电力进行调整,并将所述基板的温度控制为所述处理温度。

3. 根据权利要求1所述的温度控制方法,其特征在于,

所述升温工序和所述冷却气体供给工序同时开始。

4. 根据权利要求2所述的温度控制方法,其特征在于,

所述调整工序和所述冷却气体供给工序同时执行。

5. 根据权利要求1所述的温度控制方法,其特征在于,

所述升温工序中的所述一定的电力的供给将持续到所述加热器线材的温度成为高于所述处理温度的设定温度为止。

6. 根据权利要求1所述的温度控制方法,其特征在于,

所述温度控制方法以如下方式进行控制:在所述升温工序中的所述加热器线材的温度成为高于所述处理温度的设定温度时,使从所述一定的电力所供给的电力降低。

7. 根据权利要求6所述的温度控制方法,其特征在于,

在所述升温工序中的所述加热器线材的温度成为高于所述处理温度的设定温度时,停止所述电力的供给。

8. 根据权利要求5所述的温度控制方法,其特征在于,

所述设定温度被设定为从所述加热器线材的辐射波得到短波长。

9. 根据权利要求2所述的温度控制方法,其特征在于,

所述温度控制方法被设定为在所述调整工序结束前,使所述加热器线材的温度降低至所述处理温度。

10. 根据权利要求5所述的温度控制方法,其特征在于,

所述一定的电力的供给时间根据所述处理温度来决定。

11. 根据权利要求1所述的温度控制方法,其特征在于,

直到所述加热器线材的温度成为高于所述处理温度的设定温度为止,对所述冷却气体供给工序中的所述冷却气体的供给量进行控制。

12. 根据权利要求1所述的温度控制方法,其特征在于,

从所述加热器线材的温度成为高于所述处理温度的设定温度前到成为所述处理温度为止,对所述冷却气体供给工序中的所述冷却气体的供给量进行控制。

13. 根据权利要求1所述的温度控制方法,其特征在于,

在所述反应管内的温度成为所述处理温度附近时,减少所述冷却气体供给工序中的所述冷却气体的供给量。

14. 根据权利要求1所述的温度控制方法,其特征在于,

使反应管内的温度升温的开始时期和所述反应管内的温度到达所述处理温度的时期的所述加热器线材的温度与所述处理温度相同。

15. 根据权利要求14所述的温度控制方法, 其特征在于,

所述处理温度低于所述反应管内未配置有所述基板的状态下所保持的所述加热器线材的待机温度。

16. 一种半导体装置的制造方法, 其特征在于,

所述制造方法具有通过权利要求1所记载的温度控制方法使所述基板的温度成为处理温度的工序,

一边维持所述处理温度, 一边对配置于所述反应管内的所述基板进行处理。

17. 一种程序, 其通过具备控制部的基板处理装置来执行, 所述控制部构成为对由加热部所进行的反应管内的加热、以及由供给将所述反应管冷却的冷却气体的冷却机构所进行的对所述反应管的冷却进行控制, 并能够使所述反应管内的基板的温度成为处理温度, 其特征在于,

所述程序通过计算机使所述基板处理装置执行:

对所述加热部供给规定的电力, 使所述加热部所包含的加热器线材的温度高于所述处理温度的过程; 以及

使所述冷却机构向所述反应管供给冷却气体的过程。

18. 一种基板处理装置, 其特征在于, 具备:

反应管, 其在内部配置基板;

加热机构, 其具有对所述反应管内的所述基板进行加热的加热部、和对所述加热部供给电力的电力供给部;

冷却机构, 其对所述反应管供给冷却气体; 以及

控制部, 其构成为控制所述反应管内的加热和对所述反应管的冷却, 并能够使所述反应管内的所述基板的温度成为处理温度,

所述控制部构成为能够至少执行:

通过所述电力供给部供给规定的电力, 使所述加热部所包含的加热器线材的温度高于所述处理温度的处理; 以及

通过所述冷却机构向所述反应管供给所述冷却气体的处理。

温度控制方法、半导体装置的制造方法、以及基板处理装置及程序

技术领域

[0001] 本公开关于温度控制方法、半导体装置的制造方法、以及基板处理装置及程序。

背景技术

[0002] 作为半导体装置的制程的一工序,在晶圆(的后,也称为基板)上进行规定的处理(例如参照专利文献1~3)。在这些文献中,记载了一种控制为对晶圆进行处理的处理温度的技术。近年,对晶圆进行处理的温度有降低倾向。由于在低温下用于温度控制的加热器线材的温度较低,因此主要放出长波长的辐射。有时该长波长的辐射被反应管所吸收,并关联于晶圆的升温速度的降低。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2000-181549号公报

[0006] 专利文献2:国际公开2018-100826号公报

[0007] 专利文献3:日本特开2014-209569号公报

发明内容

[0008] 发明所要解决的问题

[0009] 本公开提供一种可以实现提升低温区域的升温速度的技术。

[0010] 解决问题的技术手段

[0011] 根据本公开的一方式,提供如下技术:一种温度控制方法,具有:处理温度设定工序,控制反应管内的加热和对反应管内的冷却,使配置于所述反应管内的基板的温度成为预先设定的处理温度,其中,所述处理温度设定工序具有:升温工序,供给规定的电力,使配置于所述反应管的外部的加热器线材的温度高于所述处理温度;以及冷却气体供给工序,向所述反应管供给冷却气体。

[0012] 发明效果

[0013] 根据本公开时,可以使低温区域的升温速度提升。

附图说明

[0014] 图1为表示本公开的实施方式的基板处理装置的截面图。

[0015] 图2A为示于图1的基板处理装置的2A-2A线截面图。

[0016] 图2B为示于图1的基板处理装置的2B-2B线截面图。

[0017] 图3为示意性地表示本公开的实施方式的基板处理装置中的控制装置的结构、和控制装置与半导体制造装置的关系的图。

[0018] 图4为表示本公开的实施方式的基板处理装置中的控制用计算机的硬件结构的图。

- [0019] 图5为表示加热部和收容了基板的反应管的截面图。
- [0020] 图6A为表示在通过本公开的实施方式的基板处理装置10进行的基板处理时的温度控制的一例的图。
- [0021] 图6B为表示基板温度与加热器输出的关系的图表。
- [0022] 图7为表示本公开的变形例的加热器输出与时间的关系的图表。
- [0023] 图8为表示示出本公开的实施方式的成膜处理中与温度相关的处理的一例的流程图。
- [0024] 图9为表示图8所示的流程图中的炉内的温度变动的图。

具体实施方式

[0025] 以下,针对本公开的一方式,一边参照图式一边进行说明。另外,在以下的说明中所使用的附图均为示意性,附图所示的各要素的尺寸的关系、各要素的比率等,未必与现实一致。此外,即使在多个附图彼此之间各要素的尺寸的关系、各要素的比率也未必一致。此外,各图中,对相同结构标注相同附图标记。

[0026] 本实施方式的基板处理装置10,如图1所示,具备:圆筒形的加热装置12;圆筒形的反应管16,其被加热装置12的内部所具有的炉内空间14收容;以及晶舟20,其在反应管16内保持处理对象的基板18。晶舟20可以将基板18以水平状态具有间隙地多层装填,在该状态下在反应管16内保持多个基板18。晶舟20隔着晶舟盖22而载置于图外的升降机上,可以通过该升降机而升降。因此,基板18向反应管16内的装填及从反应管16的取出将通过升降机的工作来进行。此外,反应管16形成对基板18进行收容的处理室24,在反应管16内连通有未图示的气体导入管,气体导入管被连接于图外的反应气体供给源。此外,在反应管16内连通有排气管56,进行处理室24的排气。

[0027] 作为加热器单元的加热装置12为圆筒形,如图1所示,形成为在积层了多个隔热体下的构造的隔热构造体的内侧至少具有加热部30的结构。加热部30在未图示的隔热材部与该隔热材部的炉内空间14侧具备加热器线材30a。

[0028] 此外,加热装置12还具有:形成为圆筒形的作为隔热部的侧壁部32、以及以覆盖侧壁部32的上端的方式形成的作为隔热部的上壁部33。

[0029] 侧壁部32形成为多层构造,并由形成于侧壁部32的多层中的外侧的侧壁外层32a、以及形成于多层中的内侧的侧壁内层32b构成。在侧壁外层32a与侧壁内层32b之间形成有作为冷却气体通路的圆筒空间34。并且,在侧壁内层32b的内侧设置有加热部30,加热部30的内侧成为包含后述的发热部的发热区域。炉内空间14与圆筒空间34经由吹出孔35而连通。另外,虽然侧壁部32为被积层了多个隔热体的构造,但是也可以不限定于这样的构造。

[0030] 在侧壁外层32a的上部形成有冷却气体供给口36。

[0031] 与炉内空间14连通的急冷排气口40被设置于冷却气体供给口36的大致水平方向的中央部分。

[0032] 此外,如图2B所示,在冷却气体供给口36下方的侧壁内层32b,以所需的分布形成将圆筒空间34与炉内空间14连通的多个吹出孔35,如图1所示,将圆筒空间34与炉内空间14大致水平地连通。即,构成为可以经由吹出孔35从圆筒空间34向炉内空间14吹出冷却气体,将反应管16冷却。

[0033] 如图1所示,吹出孔35形成于水平方向,但是不限定于此方式。例如,也可以倾斜为朝向急冷排气口40。

[0034] 如图2A所示,在上壁部33形成有圆形的急冷排气口40,该急冷排气口40位于加热装置12的中心轴上。此外,在上壁部33的上方侧面,形成有急冷气体排出口42,并连通于急冷排气口40。

[0035] 此外,急冷气体排出口42连接于导管50,导管50从上游侧连接了水箱52及排气扇54,经由这些导管50、水箱52及排气扇54而使加热装置12的被加热的冷却气体向装置外排出。

[0036] 这里,在冷却气体供给口36的附近,设置有可开闭的阀39a。此外,在急冷气体排出口42及导管50的附近,设置有可开闭的阀39b。

[0037] 而且,可以通过阀39a的开闭及排气扇54的开启/关闭来操作冷却气体的供给,经由作为冷却气体通路的圆筒空间34,从急冷气体排出口42排出冷却气体。这里,使排气扇54工作,当冷却气体经由急冷气体排出口42而被排出时,炉内空间14成为负压,低温的冷却气体从冷却气体供给口36被吸引。从冷却气体供给口36吸引的低温的冷却气体经由圆筒空间34及吹出孔35,向炉内空间14的反应管16吹出,进行反应管16的冷却。本实施方式的排气扇54、急冷气体排出口42、吹出孔35、圆筒空间34、冷却气体供给口36等为本公开的冷却机构的一例。

[0038] 如图1所示,在反应管16内,设置有能够与晶舟20一起旋转并检测基板18的温度的检测部(第1检测部)27。检测部27例如在被多层保持于晶舟20的基板18与基板18之间配置其测定部。此外,检测部27具备4个温度传感器,从上端依次具备第1基板温度传感器27-1、第2基板温度传感器27-2、第3基板温度传感器27-3、和第4基板温度传感器27-4。此外,在反应管16附近,设置有作为第2检测部的第1~4的反应管温度传感器70-1、70-2、70-3、70-4。图1中,这些温度传感器虽然设置有4个,但并不限于该数量,可以根据膜种、工序条件来变更传感器的数量。另外,有时称为基板温度传感器(第1检测部)27、反应管温度传感器(第2检测部)70。这里,第1基板温度传感器27为第1基板温度传感器27-1、第2基板温度传感器27-2、第3基板温度传感器27-3、第4基板温度传感器27-4的总称。而且,虽未图示,但是作为第3检测部在加热部30附近设置有温度传感器。

[0039] 图3为示意地表示控制装置60的结构、和控制装置60与基板处理装置10的关系的图。如图3所示,处理室24具有:基板温度传感器27、反应管温度传感器70、气体流量调整器62、流量传感器64、压力调整装置66、以及压力传感器68。

[0040] 如图3所示,处理室24的第1~4基板温度传感器27-1、27-2、27-3、27-4分别被配设于作为加热装置12的发热区域的温度调整部分72-1、72-2、72-3、72-4中的每一个,测定与温度调整部分72-1、72-2、72-3、72-4分别对应的基板18的温度。

[0041] 第1~4反应管温度传感器70-1、70-2、70-3、70-4在圆筒空间34中分别与温度调整部分72-1、72-2、72-3、72-4对应地配设,测定圆筒空间34的内部温度分布。此外,在本实施方式的情况下,由于构成为设置于反应管16附近,因此可以测定反应管16的温度。

[0042] 气体流量调整器62对经由未图示的气体导入喷嘴而导入至反应管16内的气体的流量进行调节。

[0043] 流量传感器64对经由气体导入喷嘴而供给至反应管16内的气体的流量进行测定。

[0044] 压力调整装置66对反应管16内的压力进行调整。

[0045] 压力传感器68对反应管16内的压力进行测定。

[0046] (控制装置)

[0047] 控制装置60具有:温度控制装置74;加热器驱动装置76,其作为本公开的电力供给部的一例;流量控制装置78;以及压力控制装置80。控制装置60,通过这些结构部分,基于从控制用计算机82设定的温度及压力、流量的设定值来对作为基板处理装置10的半导体制造装置的各结构部分进行控制。

[0048] 温度控制装置74控制加热器驱动装置76-1、76-2、76-3、76-4分别对温度调整部分72-1、72-2、72-3、72-4中的每一个所供给的电力,以便使得通过第1~4基板温度传感器27-1、27-2、27-3、27-4分别测定出的温度调整部分72-1、72-2、72-3、72-4中的每一个的基板18温度成为通过控制用计算机82对温度调整部分72-1、72-2、72-3、72-4中的每一个所设定的温度。也可以对加热部添加本实施方式的加热器驱动装置76,另外,加热器驱动装置76及加热器线材30a为本公开的加热机构的一例。

[0049] 流量控制装置78以使流量传感器64所测定的气体的流量的值与通过控制用计算机82设定的气体流量的值相等的方式,对气体流量调整器62进行控制,并对导入至处理室24的反应管16内的气体的流量进行控制。

[0050] 压力控制装置80以使压力传感器68所测定的反应管16内部的压力与通过控制用计算机82设定的压力的值成为相等的方式,对压力调整装置66进行控制,并对处理室24的反应管16内的压力进行控制。

[0051] [硬件结构]

[0052] 图4为针对控制用计算机82的结构进行表示的图。

[0053] 控制用计算机82具有:包含CPU84及存储器86等的计算机主体88;通信IF(Interface:接口)90;记录装置92;以及显示、输入设备94。即,控制用计算机82包含作为一般的计算机的结构部分。

[0054] CPU(Central Precessing Unit:中央处理单元)构成操作部的中枢,执行存储于记录装置92的控制程序,根据来自显示、输入设备94的指示,执行记录于记录装置92的配方(例如,制程用配方)。

[0055] 此外,作为存储CPU的动作程序等的记录介质96,使用ROM(Read Only Memory:只读存储器)、EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory:电可擦除可编程只读存储器)、闪存、硬盘等。这里,RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)作用为CPU的工作区等。

[0056] 在本公开的实施方式中,虽然举出控制用计算机82为例进行了说明,但是不限于此,可以使用通常的计算机系统来实现。例如,也可以通过从储存了用于执行上述的处理的程序的软盘、CD-ROM、USB等记录介质96将该程序安装于通用计算机,从而执行上述的处理。

[0057] 此外,也可以使用通信线路、通信网络、通信系统等通信IF90。此情况下,例如也可以在通信网络的公告板发布该程序,将其经由网络而叠加于载波来提供。并且,启动这样提供的程序,在OS(Operating System:操作系统)的控制下,通过与其他应用程序同样地执行,从而可以执行上述的处理。

[0058] 例如,存储于记录装置92的控制程序是在具备作为控制部的控制用计算机82的基

板处理装置10中执行的程序,该控制部构成为可以对由反应管16内的加热部30所进行的加热、以及由供给将反应管16冷却的冷却气体的上述排气扇54等冷却机构所进行的对反应管16的冷却进行控制,使反应管16内的基板18的温度成为处理温度。通过该程序,使控制用计算机82执行:对加热部30供给一定的电力,使加热部30所包含的加热器线材30a的温度高于处理温度的过程;以及使排气扇54等冷却机构向反应管16供给冷却气体的过程。

[0059] 由此,对加热器线材30a施加规定的电力,可以使加热器线材30a高于基板18的处理温度,可以使从加热器线材30a辐射的各种波长中的短波长的比例变多。而且,从冷却机构向反应管16供给冷却气体,可以对加热器线材30a施加电力,同时对反应管16进行冷却。

[0060] 接着,使用图6A说明关于在由基板处理装置10进行的基板处理时所进行的温度控制的一例。

[0061] 图6A为表示各部分(加热器线材30a、反应管16、基板18、晶舟20)的温度变动的图表,为表示加热器输出(即,加热器线材30a的输出)的变化的图表,以及为表示鼓风机频率(排气扇54的马达转速)的图表。

[0062] 在本实施方式的温度控制中,作为一例,如图6A所示,在将保持于晶舟20的基板18向炉内进行配置(晶舟装载结束)后,以对反应管16内高效加热,使反应管16内的基板18的温度的升温率提升,换言之使升温速度提升的方式,来进行反馈控制。首先,说明图6A中的温度控制的概略。

[0063] 工序(1)(升温工序)

[0064] 首先,为了在使基板18从晶舟卸除完成时的温度升温至稳定目标温度(处理温度)的情况下,快速使加热器线材30a成为高温,以使加热器线材30a成为高输出(作为一例,全功率(加热部30的最大输出))的方式进行控制,以规定时间维持高输出以上。例如,以全功率的电力使加热器线材30a成为一定输出。

[0065] 高输出的电力是指,不限于加热部30的最大输出而大于维持以处理气体等对基板18进行处理的处理温度的电力,该电力的值被预先设定于装置。

[0066] 另外,本说明书中的处理温度表示基板18的温度,但是有时也表示形成于反应管16内的处理室24的温度。

[0067] 这里,构成为将加热部30以规定时间维持为高输出以上时,加热器线材30a的温度上升至预先设定的温度(第1设定温度)。该设定温度被决定为使基板18的温度至少不超过处理温度(不发生超出(overshoot))的温度。关于设定温度的详细内容将予以后述。

[0068] 然而,加热部30的加热器线材30a的温度可以通过供给至加热器线材30a的电力容易且迅速地进行控制,另一方面,反应管16难以如加热器线材30A那样进行温度控制并迅速地变更其该温度。换言之,难以对来自反应管16的二次辐射(相对长波长的红外线多)进行控制。

[0069] 因此,为了尽可能不使反应管16的温度上升,至少在工序(1)中,一边供给冷却气体而将反应管16进行冷却,一边实施基板18的加热。即,在本实施方式中,为了使加热器线材30a成为高输出,将来自容易控制的加热器线材30a的一次辐射(短波长较多)赋予基板18,抑制来自反应管16的二次辐射,而在基于加热器线材30a的基板18的加热中进行反应管16的冷却。如上所述,反应管16的冷却可以通过使排气扇54工作,将冷却气体从吹出孔35向反应管16吹出来高效地进行。

[0070] 这样,通过对加热器线材30a施加规定的电力,使加热器线材30a的温度高于基板18的处理温度,由此可以使从加热器线材30a辐射的各种波长中的短波长(例如,比 $4\mu\text{m}$ 小的波长)的比例变多。而且,通过向反应管16供给冷却气体、即、通过冷却气体供给工序,使得能够以对加热器线材30a施加电力同时抑制来自反应管16的长波长的二次辐射的方式,对反应管16进行冷却。因此,可以抑制来自反应管16的长波长的二次辐射,使透过反应管16的短波长的辐射波的量变多,因此可以高效地对反应管16内进行加热,使反应管16内的基板18温度的升温率提升,换言之使升温速度提升。

[0071] 工序(2)(调整工序)

[0072] 其是在工序(1)后,以使基板18的温度到达稳定目标温度(处理温度)的方式进行调整的工序,具体而言,调整向加热器线材30a的电力供给。例如,也可以使电力供给量为零。此外,调整鼓风机频率,当基板18的温度成为处理温度附近时,抑制鼓风机频率,调整冷却气体的供给。由此,通过对加热器线材30a及鼓风机频率双方进行反馈控制,由此以使基板18的温度在不发生超出的情况下收敛于处理温度的方式进行控制。

[0073] 工序(3)(稳定化工序)

[0074] 在工序(2)后,在基板18的温度到达处理温度后,以使基板18的温度稳定于稳定目标温度的方式通过反馈控制进行温度控制(对基板18的温度进行测定,并控制加热器线材30a的输出)。另外,在工序(3)中,也可以一边持续供给低温的冷却气体来对反应管16进行冷却一边进行温度控制。即,可以使鼓风机导通来供给冷却气体。

[0075] 另外,在上述工序(1)、(2)中,一边对基板18的升温进行反馈控制一边进行实施,由此也可以跟随于周围环境的变动因素。例如,如工序(1)这样,在以使加热器线材30a的输出成为高输出的方式指定温度设定值时,即使变动因素产生了影响,通过进行反馈控制,仍可调节使加热器线材30a成为高输出的时间。在工序(2)中,使基板18的目标稳定温度作为温度设定值来进行反馈控制,由此将调节直到基板18的温度到达目标稳定温度为止的待机时间。

[0076] 另外,对基板18进行加热的加热器线材30a可以分为多个区域(多个发热区域)来进行控制。关于本温度控制方式,工序(1)、(2)、(3)也按区域分别独立来进行控制,由此可以对放置于晶舟20的多个基板18,控制为温度均等。

[0077] (温度控制的补足)

[0078] 在对基板18的温度进行调整的调整工序中,对冷却气体的供给量和供给至加热器线材30a的电力进行调整来将基板18控制为处理温度,由此提升配置于反应管16内的基板18的温度的升温率,可以缩短反应管16内的温度从升温开始直到稳定于处理温度为止的时间。由此,例如能够以短时间使基板温度稳定于处理温度。

[0079] 如图6A所示,通过使由加热器线材30a所进行的加热即使升温工序、和对反应管16进行冷却的冷却气体供给工序同时开始,相比于使冷却气体供给工序的开始比升温工序慢的情况,可以提升基板18的温度的升温率,且能够以短时间使基板温度稳定于处理温度。

[0080] 并且,通过以全功率进行升温工序中的对加热器线材30a的规定的电力的供给,相较于不以全功率进行的情况,可以对基板18迅速进行基于短波长的辐射的加热。

[0081] 通过持续升温工序中的对加热器线材30a的规定的电力的供给,直到加热器线材30a的温度成为比处理温度高的设定温度为止,由此可以高效地对反应管16内进行加热,例

如可以使反应管16内的基板18温度的升温率提升。

[0082] 如图6A所示,在升温工序中的加热器线材30a的温度成为高于处理温度的设定温度后,从一定的电力使电力降低,由此可以使加热器线材30a的温度在反应管16内的温度成为处理温度前,从高于处理温度的温度回到原本的温度,即可以使温度降低。由此,如图6B所示,可以抑制温度变过高的超出(以上侧的图表线表示),可以使处理温度稳定化。

[0083] 在升温工序中的加热器线材30a的温度成为高于处理温度的设定温度时,向加热器线材30a的电力供给被停止,因此加热器线材30a的温度在反应管16内的温度成为处理温度前,从高于处理温度的温度回到原本的温度,即温度被降低。由此,可以抑制温度变得过高的超出,可以使处理温度稳定化。

[0084] 在升温工序中的对加热器线材30a的规定的电力的供给,虽然将持续直到加热器线材30a的温度成为高于处理温度的设定温度为止,但是优选为,将设定温度设定为能够从加热器线材的辐射波得到短波长,即,使加热器线材30a高于基板18的处理温度。因此,能够以短波长的辐射波,高效地对反应管16内(尤其基板18)进行加热,例如可以使反应管16内的基板18温度的升温率提升。

[0085] 优选为,将加热器线材30a的设定温度设定为450℃以上(然而,非必须)。在加热器线材30a的温度不足450℃时,有时无法充分得到从加热器线材30a所辐射的各种波长中的短波长(例如,比4μm小的波长)。于是,从加热器线材30a所辐射的长波长的红外线被反应管16吸收,反应管16被加热,另一方面,配置于反应管16内的基板18有时未被充分加热。

[0086] 相对于此,在加热器线材30a的温度成为450℃以上时,从加热器线材30a所辐射的各种波长中的短波长的比例会增加。该短波长的辐射波透过反应管16并被配置于反应管16内的基板18所吸收,因此可以有助于使升温效率提升。而且,在加热器线材30a的温度例如成为800℃以上时,从加热器线材30a所辐射的各种波长大多成为短波长。这样,使加热器线材30a的温度上升,由此较多地放射出短波长的红外线,放射出的短波长的红外线透过反应管16并被配置于反应管16内的基板18所吸收,因此可以使升温效率提升。

[0087] 对加热器线材30a的一定的电力的供给时间可以根据处理温度来决定。在使加热器线材30a的温度高于处理温度的状态下使反应管16内的温度升温时,例如可以使来自加热器线材30a的红外线中的短波长的红外线的比例变多,该短波长的红外线透过反应管16并被配置于反应管16内的基板18所吸收,可以使升温效率提升。此外,加热器线材30a的温度可以从高于处理温度的设定温度降低至原本的温度,例如降低至处理温度。

[0088] 这样,通过使对加热器线材30a的一定的电力的供给时间根据处理温度来决定,从而可以兼顾升温效率和温度稳定化。

[0089] 可以对冷却气体供给工序中的冷却气体的供给量进行控制,直到加热器线材30a的温度成为设定温度为止。由此,反应管16被冷却,直到加热器线材30a的温度成为设定温度为止,来自反应管16的长波长的红外线的辐射被抑制,直到加热器线材30a的温度成为设定温度为止。

[0090] 可以对冷却气体供给工序中的冷却气体的供给量进行控制,直到加热器线材30a的温度从晶舟装载完成时的温度成为处理温度为止。由此,可以从在加热器线材30a的温度成为设定温度前对反应管16进行冷却,即使加热器线材30a的温度成为高于处理温度的设定温度,仍可以抑制来自反应管16的长波长的红外线的辐射。

[0091] 冷却气体供给工序中的冷却气体的供给量可以在反应管16内的温度成为处理温度后进行减少。由此,可以抑制基板18的温度变过高的超出,从而可以使处理温度稳定化。

[0092] 通过使反应管16内的温度升温的开始时期和反应管16内的温度到达处理温度的时期的加热器线材30a的温度与处理温度相同,可以抑制来自反应管16的长波长的二次辐射,增加透过反应管16的短波长的辐射波的量,高效地对反应管16内进行加热。

[0093] 可以使处理温度低于以在反应管16内未配置有基板18的状态(例如,将保持于晶舟20的基板18往炉内进行配置前的待机状态)所保持的加热器线材30a的待机温度。由此,在低于以在反应管16内未配置有基板18的状态所保持的加热器线材30a的待机温度的低温区域域的制程中的温度控制中,对于加热器线材30a的温度,可以使从加热器线材30a所辐射的各种波长中的短波长、例如小于 $4\mu\text{m}$ 的波长的比例增加。由此,例如可以使来自加热器线材30a的短波长的比例较多的红外线透过反应管16,使反应管16内的基板温度的升温率提升。

[0094] 在图7中,示出如下例子:不进行反馈控制,以规定时间使加热器线材30a成为高输出,然后,在使加热器线材30a为零而维持了规定时间后,进行反馈控制。并且,以在基板18的温度超过稳定目标温度(容许的范围以上)的情况下,缩短使加热部30的输出成为高输出的时间(规定时间),并在基板18的温度低于稳定目标温度的情况下,增长使加热部30的输出成为高输出的时间(规定时间)的方式进行控制,从而决定最佳的规定时间。另外,鼓风机输出为恒定。

[0095] 此外,在图6A中,示出了使工序(I)为高输出恒定、使工序(II)为低输出恒定(在图7为电力零的例子)的例子。根据图6A时,仅对工序(I)、工序(II)的时间进行设定,只要是有一定程度的知识和技能的操作员即可简单地导出最佳的规定时间。另外,虽然从工序(III)执行反馈控制,但是也可以如本实施方式这样,从工序(II)的中途对加热部30、或者加热部30及鼓风机进行反馈控制。

[0096] 以下,利用图8及图9对以基板处理装置10所进行的成膜处理的一例进行说明。本例为成为待机温度 $T_0 < \text{目标温度 } T_1$ 的情况下的一例。

[0097] 步骤S1为使炉内的温度稳定于较低的温度 T_0 的处理。在步骤S1中,基板18尚未被插入炉内。

[0098] 步骤S2为将保持于晶舟20的基板18向炉内插入的处理。由于基板18的温度在该时刻低于炉内的温度 T_0 ,因此将基板18向炉内进行了插入,其结果是,炉内的温度暂时低于 T_0 ,但是通过温度控制装置74等使得炉内的温度经过略微的时间而再次稳定于温度 T_0 。

[0099] 步骤S3为使炉内的温度从温度 T_0 逐渐上升至为了对基板18实施成膜处理的目标温度 T_1 为止的处理。

[0100] 步骤S4为为了对基板18实施成膜处理而将炉内的温度维持并稳定于目标温度 T_1 的处理。

[0101] 步骤S5为在成膜处理结束后使炉内的温度从温度 T_1 再次逐渐下降至较低的温度 T_0 为止的处理。

[0102] 步骤S6为将实施成膜处理后的基板18与晶舟20一同从炉内抽出的处理。

[0103] 在剩余有应实施成膜处理的未处理的基板18的情况下,晶舟20上的处理完毕的基板18被更换为未处理的基板18,重复这些步骤S1~S6的一系列的处理。

[0104] 对于步骤S1~S6的处理,炉内温度相对于目标温度均处于预先设定的微小温度范围内,且在得到该状态持续了预先设定的时间这样的稳定状态后,转入下一个步骤。或者,近来,以使一定时间下的基板18的成膜处理片数增大为目的,也会在步骤S1、S2、S5、S6等中不得到稳定状态而向下一个步骤转移。

[0105] 这里,步骤S3(升温)、步骤S5(降温)不是必须的,由于待机温度T0与目标温度T1(处理温度)不同,因此被实施。因此,在待机温度T0与目标温度T1(处理温度)为相同的情况下,步骤S3(升温)、步骤S5(降温)被省略。此外,在目标温度T1低于待机温度T0的情况下,可以省略步骤S3(升温)。

[0106] [其他实施方式]

[0107] 本公开不仅是半导体制造装置,也可以应用于对如LCD装置这样的玻璃基板进行处理的装置。例如,在以加热器线材对玻璃基板进行加热来处理的装置等,也可以得到与本公开相同的效果。

[0108] 此外,本公开涉及半导体制造技术,尤其涉及在将被处理基板收容于处理室并通过加热装置进行了加热的状态下实施处理的热处理技术,例如可以利用于如下基板处理装置而应用于有效的技术,该基板处理装置被用于对半导体集成电路装置(半导体装置、半导体设备)制作的半导体基板进行氧化处理、扩散处理、用于离子注入后的载体活性化和平坦化的回流、退火、以及热CVD反应所涉及的成膜处理等。

[0109] 本说明书中使用的“基板”这样的用语,有时表示基板本身、有时表示基板与形成于其表面上的规定的层和膜的积层体。

[0110] 2022年12月26日申请的日本特愿2022-209067号的公开通过参照的方式将其整体引入本说明书。关于被记载于本说明书的全部的文献、专利申请以及技术规格,是以与具体且分开地记载通过参照的方式引入各个文献、专利申请以及技术规格的情况相同的程度,通过参照的方式引入本说明书中。

[0111] 工业实用性

[0112] 本发明可以应用于具有多个基板保持具,并对保持于该基板保持具的基板进行处理的基板处理装置。尤其是,可以应用于以低温对基板进行处理的基板处理装置。

[0113] 附图标记说明

[0114] 16反应管,18基板。

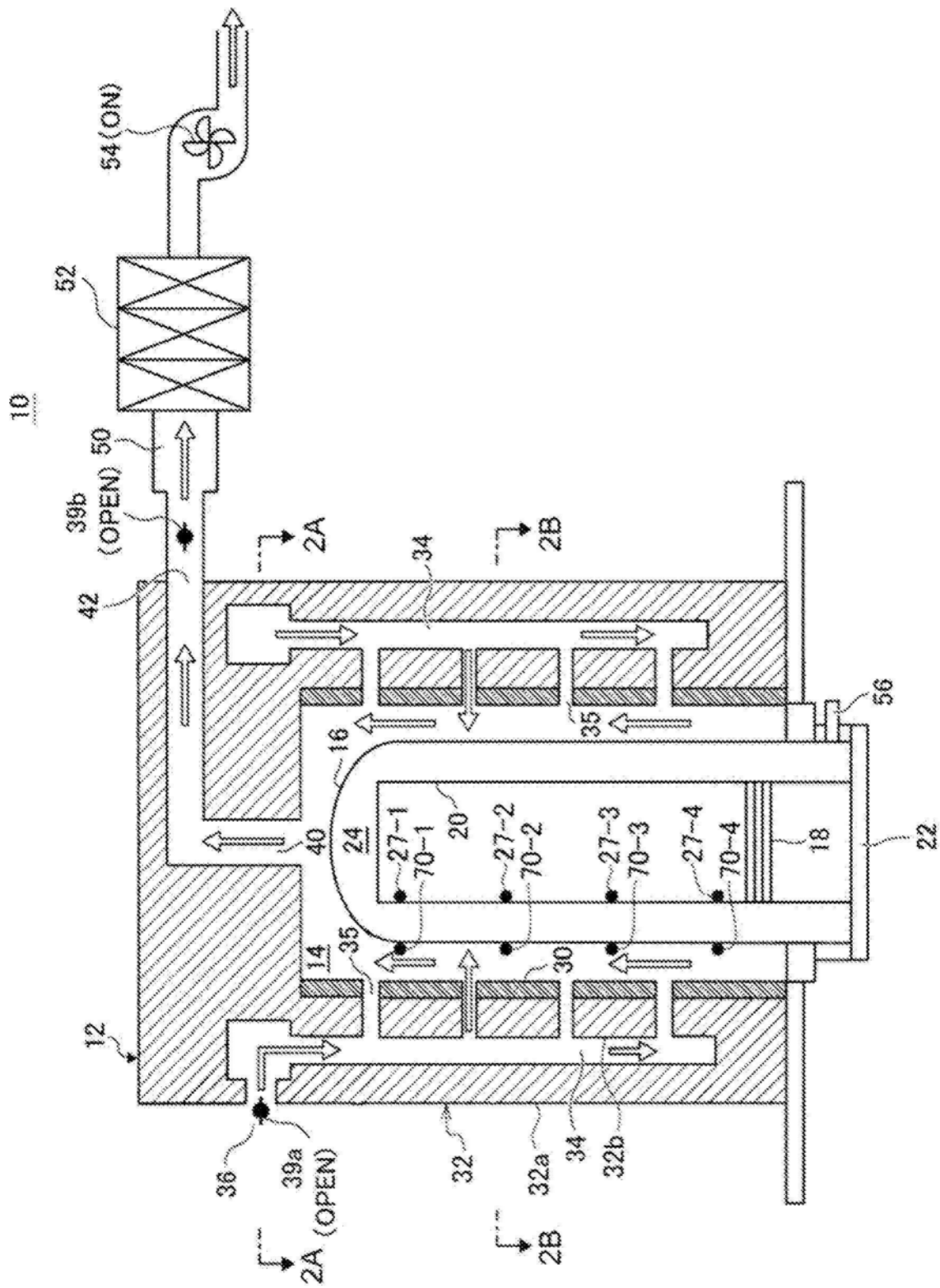


图1

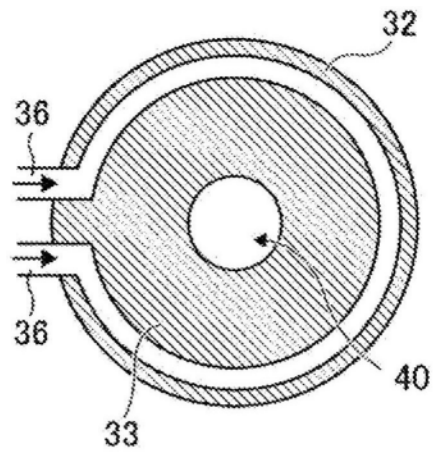


图2A

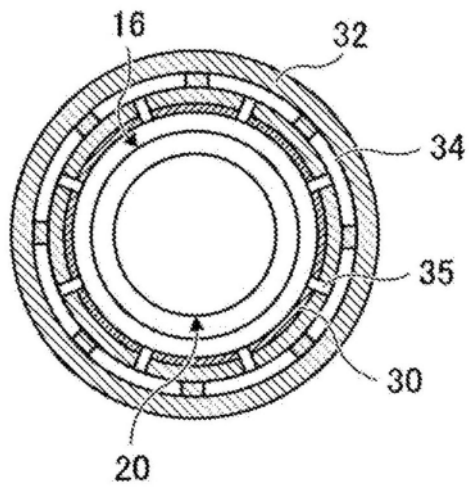


图2B

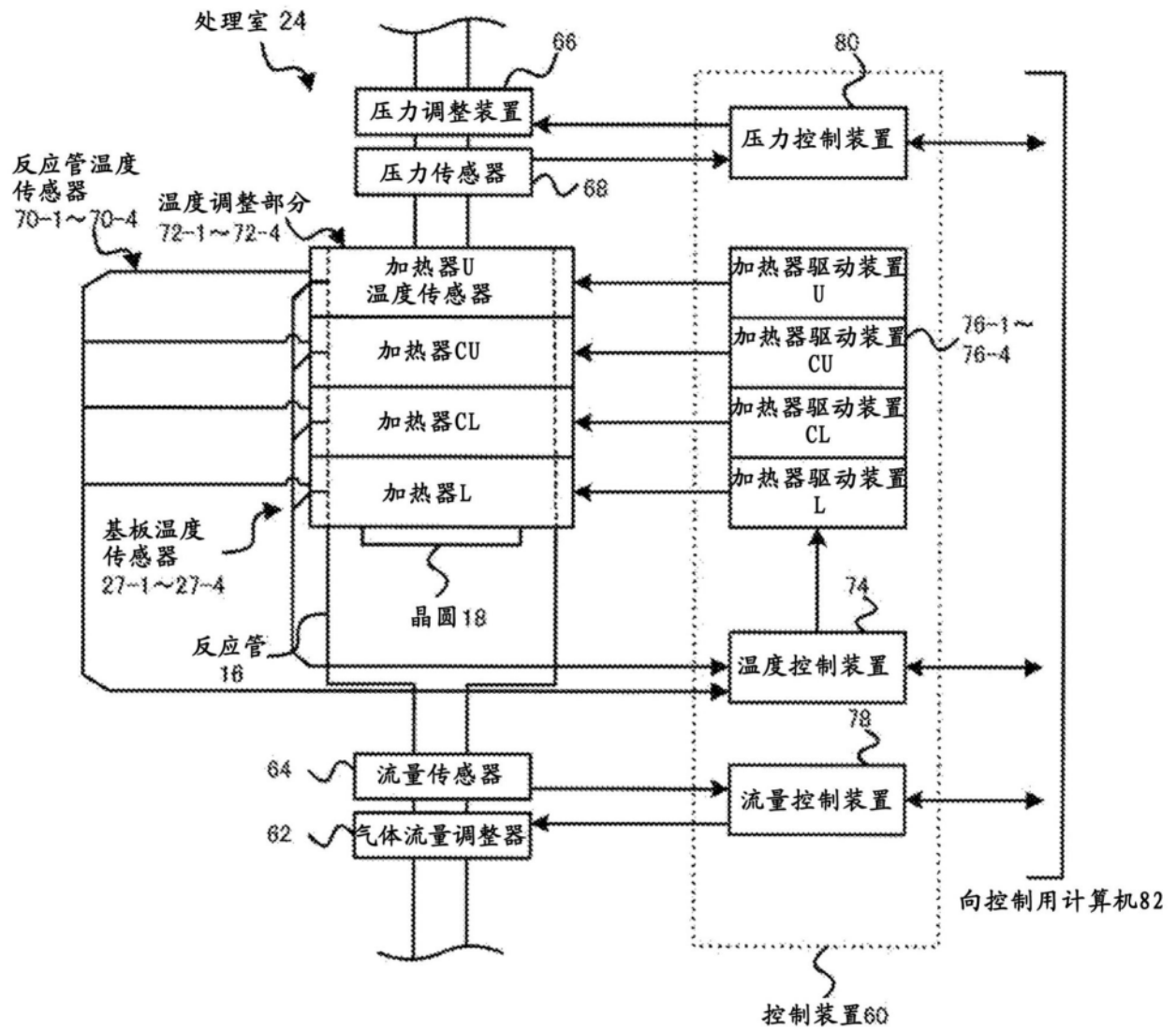


图3

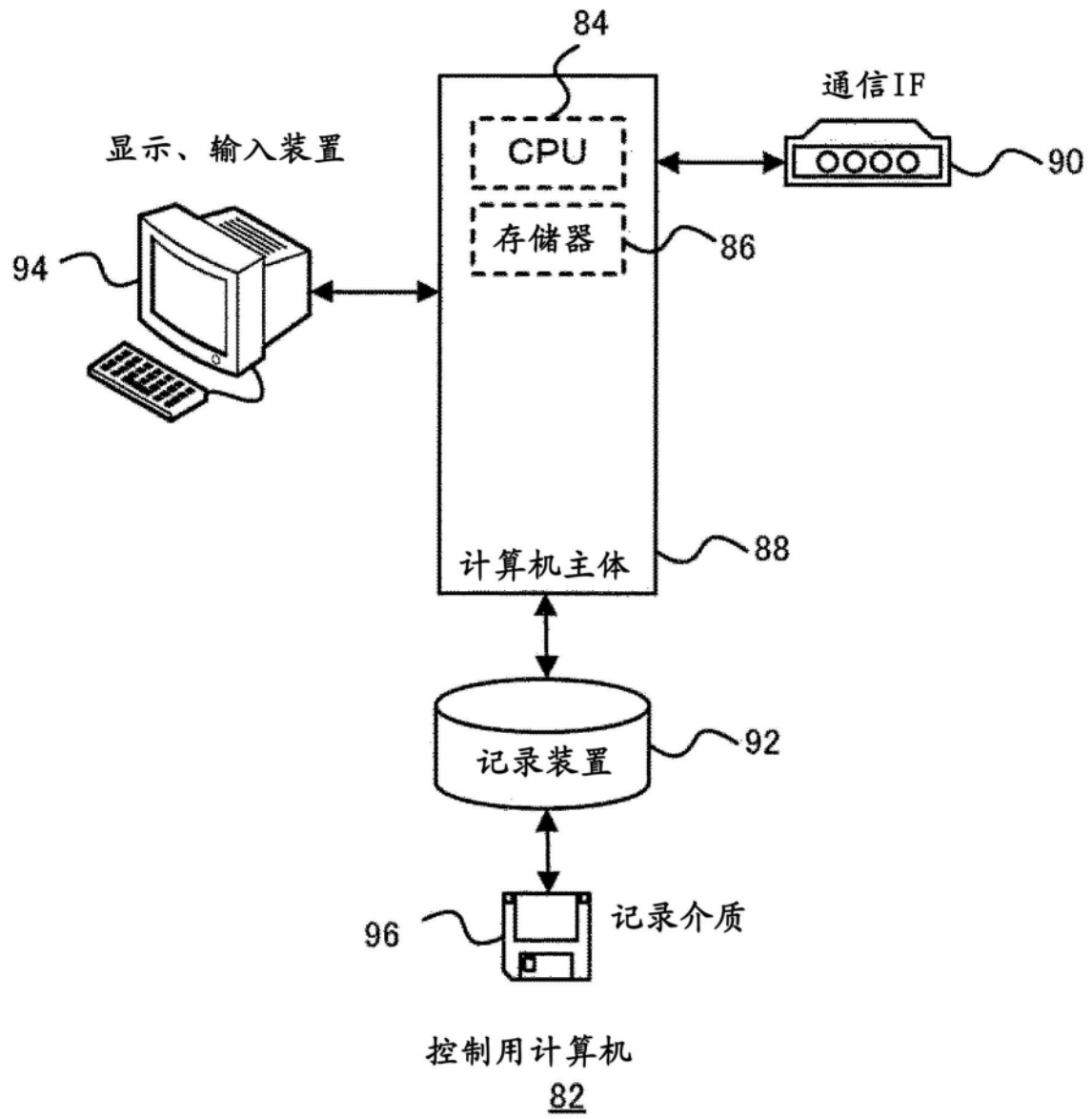


图4

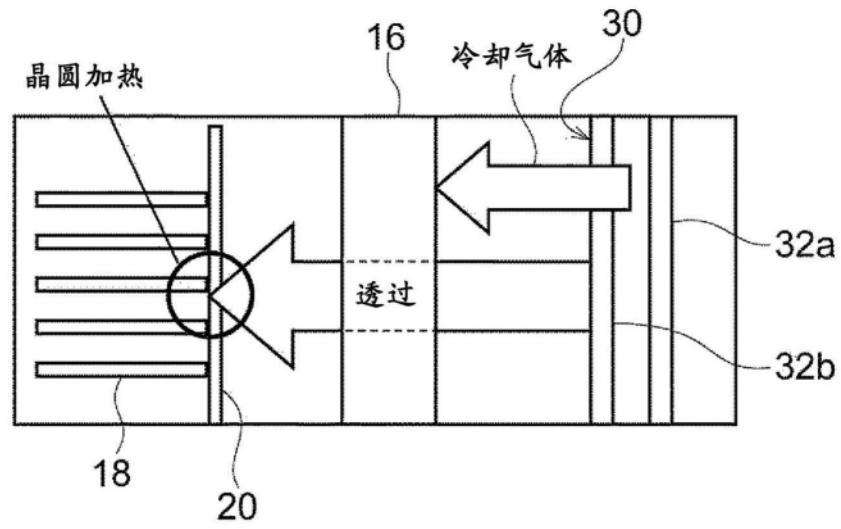


图5

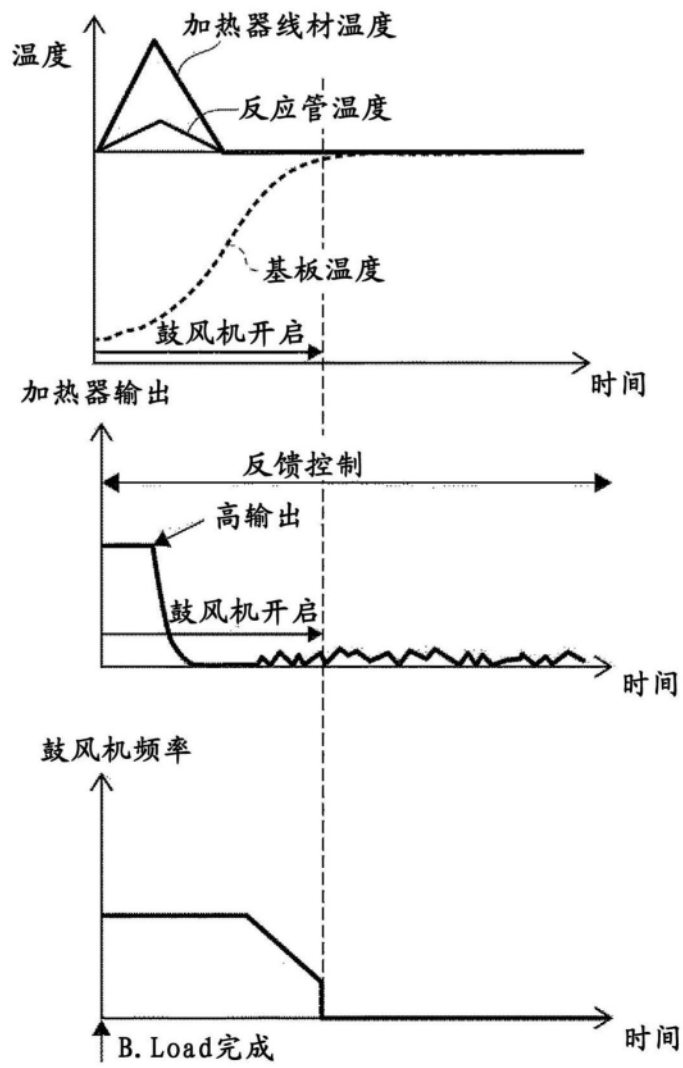


图6A

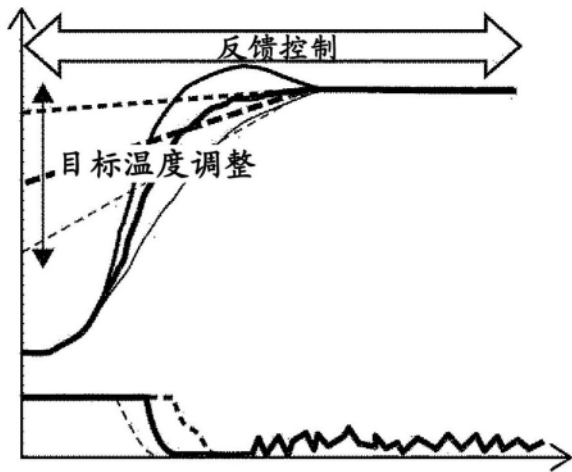


图6B

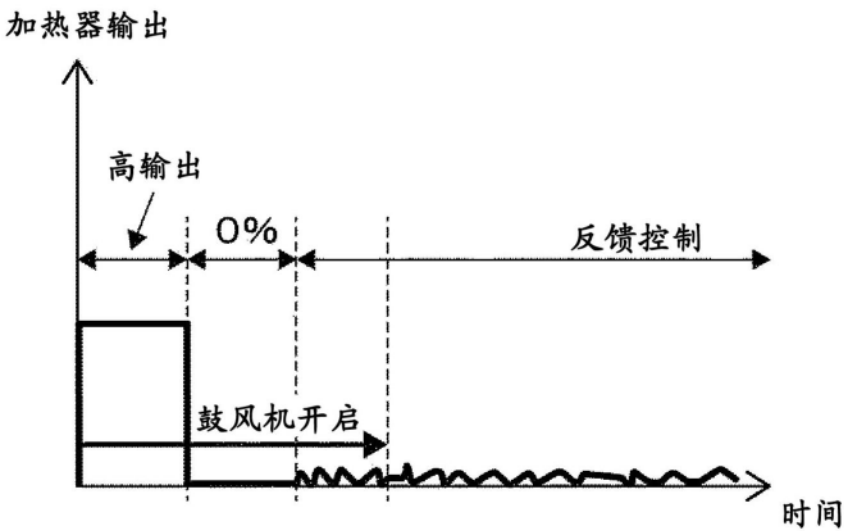


图7

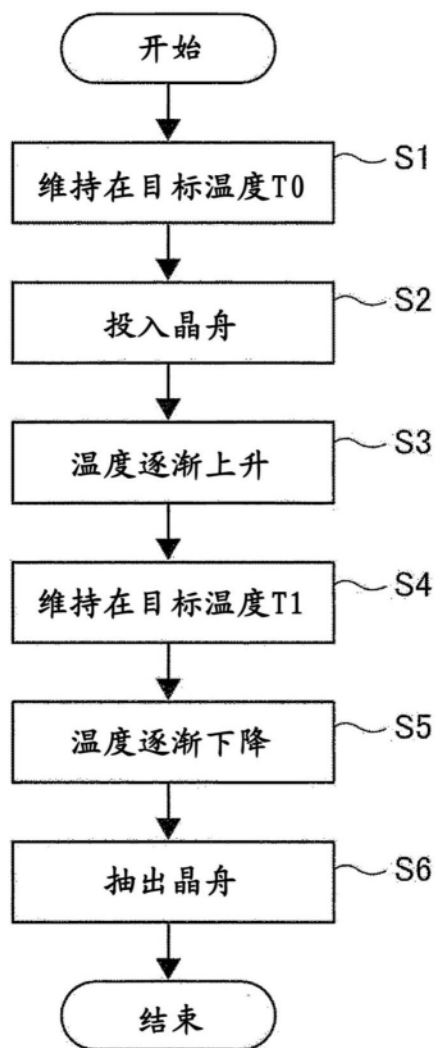


图8

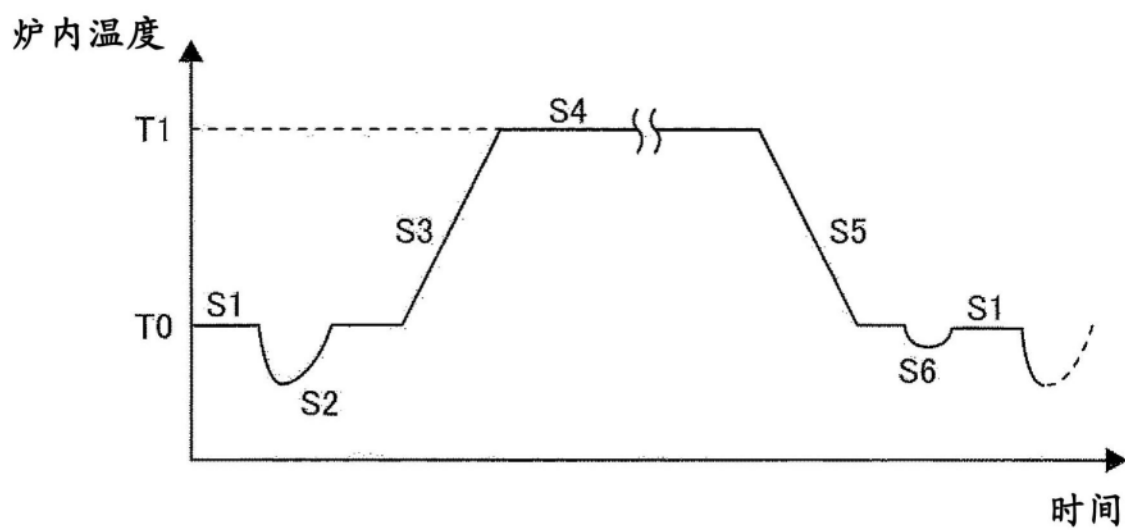


图9