



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101911252 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 23

(21) 申请号 200980101584. 9

(22) 申请日 2009. 01. 07

(30) 优先权数据

2008-009925 2008. 01. 19 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 06. 29

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/050058 2009. 01. 07

(87) PCT申请的公布数据

W02009/090899 JA 2009. 07. 23

(73) 专利权人 东京毅力科创株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 荻野贵史 小松智仁

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 李伟 舒艳君

(51) Int. Cl.

H01L 21/205 (2006. 01)

C23C 16/46 (2006. 01)

H01L 21/02 (2006. 01)

H01L 21/3065 (2006. 01)

H01L 21/31 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2007335500 A, 2007. 12. 27,

JP 2005243243 A, 2005. 09. 08,

审查员 任芸芸

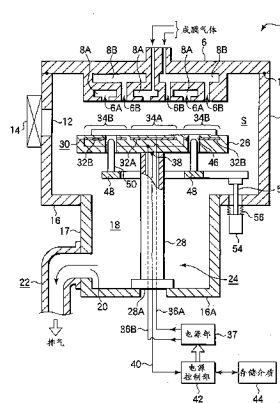
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 7 页

(54) 发明名称

载置台装置、处理装置以及温度控制方法

(57) 摘要

本发明提供一种载置台装置、处理装置以及温度控制方法。载置台装置具备：载置台 (26)，其用于在上表面载置被处理体 (W)；加热机构 (30)，其具有在载置台 (26) 上呈同心状被划分的多个加热区域的每个区域内设置的多个加热器部；腿部 (28)，其连接于载置台 (26) 的中心部，在竖立的状态下对上述载置台水平地进行支承；温度测量部 (38)，其与多个加热区域内的最内周的加热区域对应地设置；电源控制部 (42)，其基于温度测量部 (38) 的测量值对最内周的加热器部的温度进行反馈控制，并且利用对最内周的加热器部的安全供给电力比，来控制向其他的加热器部供给的电力，其中该安全供给电力比是以使加热区域间的温度差处于载置台 (26) 不破损的范围的方式决定的。



1. 一种载置台装置,其特征在于,具备:

载置台,其用于载置被处理体;

加热机构,其具有多个加热器部,这些加热器部设置在上述载置台上呈同心状划分的多个加热区域的每个区域内;

腿部,其连接于上述载置台的中心部,对上述载置台水平地进行支承;

温度测量部,其与上述多个加热区域内的最内周的加热区域对应地设置;

电源控制部,其基于上述温度测量部的测量值对上述最内周的加热器部的温度进行反馈控制,并且利用对上述最内周的加热器部的安全供给电力比,来控制对上述其他的加热器部供给的电力,其中该安全供给电力比是以使加热区域间的温度差处于上述载置台不破损的范围的方式决定的。

2. 根据权利要求1所述的载置台装置,其特征在于,

上述安全供给电力比被设定为,使上述载置台的最内周的加热区域的温度为最低。

3. 根据权利要求2所述的载置台装置,其特征在于,

上述安全供给电力比被设定为,在上述载置台为对应直径300mm的被处理体的载置台时,使上述最内周与最外周的加热区域间的温度差为33℃以内的电力比。

4. 根据权利要求1所述的载置台装置,其特征在于,

上述电源控制部在上述载置台升温时和降温时进行控制,以使最内周的加热区域的温度不会变得比最外周的加热区域的温度低规定的温度差以上。

5. 根据权利要求1所述的载置台装置,其特征在于,

上述电源控制部以如下方式进行控制:在上述载置台升温时以使最内周的加热区域的温度高于最外周的状态升温,若达到了设定温度,则使向上述各加热器部供给的电力逐渐接近上述安全供给电力比。

6. 根据权利要求1所述的载置台装置,其特征在于,

上述温度测量部具有热电偶。

7. 根据权利要求1所述的载置台装置,其特征在于,

上述载置台和上述腿部的至少一方由陶瓷材料构成。

8. 一种处理装置,其对被处理体实施规定的热处理,其特征在于,具备:

处理容器,其能够排出内部环境气体;

气体供给机构,其向上述处理容器内供给所需的气体;

载置台装置,其载置被处理体,

上述载置台装置具有:

载置台,其用于载置被处理体;

加热机构,其具有多个加热器部,这些加热器部设置在上述载置台上呈同心状划分的多个加热区域的每个区域内;

腿部,其连接于上述载置台的中心部,对上述载置台水平地进行支承;

温度测量部,其与上述多个加热区域内的最内周的加热区域对应地设置;

电源控制部,其基于上述温度测量部的测量值对上述最内周的加热器部的温度进行反馈控制,并且利用对上述最内周的加热器部的安全供给电力比,来控制向上述其他的加热器部供给的电力,其中该安全供给电力比是以使加热区域间的温度差处于上述载置台不破损

损的范围的方式决定的。

9. 一种温度控制方法,是在设置于能够排出内部环境气体的处理容器内的载置台上载置被处理体,并控制具有多个在上述载置台上呈同心状划分的多个加热区域的每个区域内设置的加热器部的加热机构,来进行上述被处理体的温度控制的方法,该温度控制方法的特征在于,包括:

测量上述多个加热区域内的最内周的加热区域的温度;

基于上述测量到的温度对上述最内周的加热器部进行反馈控制,以将其控制为设定温度;

利用对上述最内周的加热器部的安全供给电力比,来控制向上述其他的加热器部供给的电力,其中该安全供给电力比是以使加热区域间的温度差处于上述载置台不破损的范围的方式决定的。

10. 根据权利要求9所述的温度控制方法,其特征在于,

在上述载置台升温时,保持最内周的加热区域的温度不会变得比最外周的加热区域的温度低规定的温度差以上的状态。

11. 根据权利要求9所述的温度控制方法,其特征在于,

在上述载置台降温时,保持最内周的加热区域的温度不会变得比最外周的加热区域的温度低规定的温度差以上的状态。

12. 一种存储介质,其特征在于,存储有使计算机控制处理装置的程序,

在设置于能够排出内部环境气体的处理容器内的载置台上载置被处理体,控制具有多个加热器部的加热机构,这些加热器部在上述载置台上呈同心状划分的多个加热区域的每个区域内设置,进行上述被处理体的温度控制,在对被处理体实施规定的处理时,执行包括如下内容的温度控制方法:

测量上述多个加热区域内的最内周的加热区域的温度;

基于上述测量到的温度对上述最内周的加热器部进行反馈控制,以将其控制为设定温度;

利用对上述最内周的加热器部的安全供给电力比,来控制向上述其他的加热器部供给的电力,其中该安全供给电力比是以使加热区域间的温度差处于上述载置台不破损的范围的方式决定的。

载置台装置、处理装置以及温度控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于对半导体晶片等被处理体进行成膜处理等热处理的处理装置、和该处理装置使用的载置台装置以及温度控制方法。

背景技术

[0002] 为了制造半导体集成电路,通常对半导体晶片等被处理体反复进行成膜处理、蚀刻处理、热扩散处理、改性处理等各种处理。

[0003] 例如以对每一枚半导体晶片实施热处理的单张式的处理装置为例进行说明,在能够进行抽真空的处理容器内,例如将内装有由钼线构成的电阻加热器的载置台安装设置在从容器底部竖起的腿部的上端,并在该载置台上载置半导体晶片。然后,在这样将半导体晶片载置于载置台上的状态下,使规定的处理气体流入处理容器内同时将处理容器中保持为规定的减压环境。与此同时驱动电阻加热器将半导体晶片加热保持为规定的温度,来实施成膜处理等规定的处理。

[0004] 上述载置台和支承该载置台的腿部,一直以来通常使用以铝合金为主的材料,然而众所周知,由于半导体晶片非常忌讳各种金属污染,因此提出采用比上述铝合金的金属污染程度少且耐热性优越的、例如 AlN 那样的陶瓷材料作为载置台或腿部的方案(例如,日本实开平 3-128668 号公报、日本特开平 6-252055 号公报)。

[0005] 在上述专利文献中,在载置台背面的中央部连接一条中空状的腿部,在该中空状的腿部内容纳有对电阻加热器供电的供电线等必须的配线类。而且在上述载置台中心部的下表面侧设置热电偶,并且将载置台的电阻加热器上呈同心状设置多个、例如通过分割为两个从而能够相互独立控制的同心状的两个加热区域,基于设置在载置台中心部的上述热电偶的测量值,来个别地控制上述各加热区域的温度。

[0006] 具体而言,例如以成膜处理为例,由于膜厚的面内均匀性最好的温度分布因加热半导体晶片的工艺温度而不同,因此在处理成品晶片之前,要预先求出依存于工艺温度的最佳温度分布的各加热器间的电流比或电压比,然后在实际处理成品晶片时,基于在上述热电偶的测量值对最内周的加热区域的温度进行反馈控制,而对除此以外的外侧的加热区域的温度,则是基于对应于工艺温度预先求出的对最内周加热区域的加热器的电流比或电压比来供给电力,由此进行所谓的开环控制。

[0007] 然而,如上所述载置台和支承载置台的腿部,例如由 AlN(氮化铝)等陶瓷材料构成,然而该陶瓷材料是脆性材料,因此有时以载置台的内外周间的温度分布为起因产生的热应力容易使该载置台破损。特别是在利用依存于工艺温度的电流比和电压比来控制载置台内外周的加热区域(加热器)的温度的方法中,存在易使陶瓷制的载置台等破损的问题。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供一种将被处理体载置在载置台上进行加热时,不易因热应力而破损的载置台装置以及搭载有该载置台装置的处理装置。

[0009] 本发明的另一目的在于提供一种将被处理体载置在载置台上进行加热时,载置台不易因热应力而破损的温度控制方法。

[0010] 本发明的再一目的在于提供一种存储有用于执行上述温度控制方法的程序的存储介质。

[0011] 本发明人等对由陶瓷材料构成的载置台的破损进行锐意研究的结果发现,通过对利用电流比和电压比的温度控制进行比较,在利用电力比进行温度控制的情况下,能够将成为破损原因的内外周间的温度差限制到比较小的程度,由此做出了本发明。

[0012] 即,根据本发明的第一观点,提供一种载置台装置,其特征在于,具备:载置台,其用于载置被处理体;加热机构,其具有多个加热器部,这些加热器部设置在上述载置台上呈同心状划分的多个加热区域的每个区域内;腿部,其连接于上述载置台的中心部,对上述载置台水平地进行支承;温度测量部,其与上述多个加热区域内的最内周的加热区域对应地设置;电源控制部,其基于上述温度测量部的测量值对上述最内周的加热器部的温度进行反馈控制,并且利用对上述最内周的加热器部的安全供给电力比,来控制向上述其他的加热器部供给的电力,其中该安全供给电力比是以使加热区域间的温度差处于上述载置台不破损的范围的方式决定的。

[0013] 这样,在控制载置被处理体的载置台的温度时,基于温度测量部的测量值对上述最内周的加热器部的温度进行反馈控制,并且利用对最内周的加热器部的电力比(安全供给电力比),来控制向上述其他的加热器部供给的电力,其中该电力比是以使载置台的各加热区域(加热器)的温度差处于上述载置台不破损的范围的方式决定的,由此抑制载置台的内外周间产生的温度差,因而能够防止载置台因应力而破损。

[0014] 在这种情况下,上述安全供给电力比被设定为,使上述载置台的最内周的加热区域的温度为最低,具体而言,上述安全供给电力比被设定为,在上述载置台为对应直径300mm的被处理体的载置台时,将使上述最内周与最外周的加热区域间的温度差为33℃以内的电力比。

[0015] 另外,优选为,上述电源控制部在上述载置台升温时和降温时进行控制,以使最内周的加热区域的温度不会变得比最外周的加热区域的温度低规定的温度差以上。

[0016] 另外,优选为,上述电源控制部以如下方式进行控制:在上述载置台升温时以使最内周的加热区域的温度高于最外周的状态升温,若达到了设定温度,则使向上述各加热器部供给的电力逐渐接近上述安全供给电力比。

[0017] 另外,作为上述温度测量部,典型地可以使用具有热电偶的部件。

[0018] 上述载置台和上述腿部的至少一方,可以使用由陶瓷材料构成的材料。

[0019] 根据本发明的第二观点,提供一种对被处理体实施规定的热处理的处理装置,具备:处理容器,其能够排出内部环境气体;气体供给机构,其向上述处理容器内供给所需的气体;载置台装置,其用于载置被处理体,上述载置台装置具有:载置台,其用于载置被处理体;加热机构,其具有多个加热器部,这些加热器部设置在上述载置台上呈同心状划分的多个加热区域的每个区域内;腿部,其连接于上述载置台的中心部,对上述载置台水平地进行支承;温度测量部,其与上述多个加热区域内的最内周的加热区域对应地设置;电源控制部,其基于上述温度测量部的测量值对上述最内周的加热器部的温度进行反馈控制,并且利用对上述最内周的加热器部的安全供给电力比,来控制向上述其他的加热器部供给的

电力,其中该安全供给电力比是以使加热区域间的温度差处于上述载置台不破损的范围的方式决定的。

[0020] 根据本发明的第三观点,提供一种温度控制方法,是在设置于能够排出内部环境气体的处理容器内的载置台上载置被处理体,并控制具有多个在上述载置台上呈同心状划分的多个加热区域的每个区域内设置的加热器部的加热机构,来进行上述被处理体的温度控制的方法,该温度控制方法包括:测量上述多个加热区域内的最内周的加热区域的温度;基于上述测量到的温度对上述最内周的加热器部进行反馈控制,以将其控制为设定温度;利用对上述最内周的加热器部的安全供给电力比,来控制向上述其他的加热器部供给的电力,其中该安全供给电力比是以使加热区域间的温度差处于上述载置台不破损的范围的方式决定的。

[0021] 在上述第三观点中,优选为,在上述载置台升温时,保持最内周的加热区域的温度不会变得比最外周的加热区域的温度低规定的温度差以上的状态。并且优选为,在上述载置台降温时,保持最内周的加热区域的温度不会变得比最外周的加热区域的温度低规定的温度差以上的状态。

[0022] 根据本发明的第四观点,提供一种存储介质,存储有使计算机控制处理装置的程序,在设置于能够排出内部环境气体的处理容器内的载置台上载置被处理体,并控制具有多个在上述载置台上呈同心状划分的多个加热区域的每个区域内设置的加热器部的加热机构,进行上述被处理体的温度控制,在对被处理体实施规定的处理时,执行包括如下内容的温度控制方法:测量上述多个加热区域内的最内周的加热区域的温度;基于上述测量到的温度对上述最内周的加热器部进行反馈控制,以将其控制为设定温度;利用对上述最内周的加热器部的安全供给电力比,来控制向上述其他的加热器部供给的电力,其中该安全供给电力比是以使加热区域间的温度差处于上述载置台不破损的范围的方式决定的。

附图说明

[0023] 图 1 是表示本发明的一个实施方式涉及的处理装置的简略剖视图。

[0024] 图 2 是表示设置在图 1 的处理装置所具备的载置台装置的载置台上的加热机构的俯视图。

[0025] 图 3 是示意地表示在半导体晶片的直径方向上的处理气体浓度与温度分布的关系的图。

[0026] 图 4 是表示供给电力比与膜厚波动的关系的一个例子的曲线图。

[0027] 图 5 是表示利用规定的电力供给比对外侧区域加热器进行电力控制,实际进行成膜处理时载置台有无破损的结果的图。

[0028] 图 6 是表示依存于工艺温度所容许的供给电力比的范围的图。

[0029] 图 7A 是表示进行以往的电压比控制时的加热器温度以及操作量变化的曲线图。

[0030] 图 7B 是表示进行本发明的电压比控制时的加热器温度以及操作量变化的曲线图。

[0031] 图 8 是用于说明载置台升温时加热器的温度变化和供给电力比的变化状态的一个例子的曲线图。

具体实施方式

[0032] 以下,参照附图说明本发明的实施方式。

[0033] 图 1 是表示本发明的一个实施方式涉及的处理装置的简略剖视图,图 2 是表示设置在图 1 的处理装置所具备的载置台装置的载置台上的加热机构的俯视图。另外,这里以利用 CVD 对被处理体即半导体晶片进行成膜处理的情况为例进行说明。

[0034] 如图所示该处理装置 2,具备例如由镍、镍合金或铝合金成形为圆筒体状的处理容器 4。在该处理容器 4 的顶面部,作为气体供给机构设有喷头部 6,该喷头部 6 在下表面具有多个气体喷出孔 6A、6B,由此能够将处理气体例如成膜气体导入处理容器 4 内的处理空间 S。该喷头部 6 内,例如被分隔划分为两个气体空间 8A、8B,并且上述各气体喷出孔 6A、6B 分别与各气体空间 8A、8B 连通,在处理空间 S 内是一开始就将两个气体混合而得到的所谓的混合后型 (mixed type)。

[0035] 该喷头部 6 整体,例如由镍、镍合金、铝合金等形成。具有该喷头部 6 的处理容器 4 的顶面部,经例如由 O 形圈构成的密封部件 10 而安装在处理容器 4 的侧壁的上端,以保持处理容器 4 内的气密性。

[0036] 而且,在该处理容器 4 的侧壁上形成有搬入搬出口 12,用于将作为被处理体的半导体晶片 W 搬入搬出,在该搬入搬出口 12 设有闸阀 14 能够进行开闭。在该闸阀 14 上连接有未图示的装载锁定 (load lock) 室或者传送室。

[0037] 另外,在该处理容器 4 的底部 16 的中央部侧形成有向下方凹进的凹状部 17,该凹状部 17 的内部为排气空间 18。而且在规定该排气空间 18 的凹状部 17 的下部侧壁上设有排气口 20。在该排气口 20 上连接有在中途插入设置了未图示的压力控制阀或真空泵的真空排气系统 22,且处理容器 4 内被该真空排气系统 22 抽真空,从而保持为规定的压力。

[0038] 在处理容器 4 内设置有载置台装置 24,用于载置作为被处理体的半导体晶片。该载置台装置 24 具有:实际上在其上表面载置晶片 W 的载置台 26;和连接于载置台 26 下表面的中心部而向下方延伸并对载置台 26 水平地进行支承的腿部 28。腿部 28 的下端支承于规定排气空间 18 的凹状部 17 的底部 16A。腿部 28 内部为中空状,即圆筒体状且下端开放。载置台 26 和腿部 28 均由例如 AlN 等陶瓷材料形成。另外,也可以是载置台 26 和腿部 28 中的一个由陶瓷材料形成。

[0039] 在载置台 26 的上部侧埋设电阻加热器 30,作为用于加热载置于载置台上的晶片 W 的加热机构。该电阻加热器 30 例如由钼线构成,如图 2 所示电阻加热器 30 在此以同心状一分为二成为内侧区域加热器 32A 和外侧区域加热器 32B,由此形成内侧加热区域和外侧加热区域这两个加热区域,从而能够对每个区域控制加热温度。而且,由陶瓷材料构成的载置台 26 和电阻加热器 30 构成陶瓷加热器。

[0040] 另外,该区域数未作限定,也可以是三个区域以上。

[0041] 各区域的加热器 32A、32B 的连接端子位于载置台 26 的中心部(参照图 1),在这些连接端子上例如通过 Ni-Au 钎焊而分别接合有例如由 Ni 构成的供电棒 36A、36B。上述供电棒 36A、36B 向下方延伸且穿过中空状的腿部 28 内而向外部延伸,并与供给电力的电源部 37 连接。

[0042] 另外,供电棒 36A、36B 在图 1 中分别只记载了各一根,然而实际上是各设置两根。

[0043] 陶瓷制的腿部 28 的上端,与载置台 26 中央部的下表面气密地接合。另外,该腿部

28 下端部的安装凸缘部 28A 气密地安装在规定排气空间 18 的凹状部 17 的底部 16A。并且，向腿部 28 内供给 N_2 气等惰性气体。

[0044] 在作为被处理体的半导体晶片为 300mm 的晶片时，载置台 26 的直径为 340mm 左右，腿部的直径为 40 ~ 50mm 左右。

[0045] 在载置台 26 背面侧（下表面侧）的中央部，与最内周的加热区域，在此为与内侧加热区域 34A 对应地设置有温度测量部 38，从而能够测量内侧加热区域 34A 的温度。作为该温度测量部 38，例如可以使用热电偶，并通过热粘接将该热电偶安装在载置台 26 背面的中央部。在这种情况下，由该热电偶构成的温度测量部 38 处于容纳在腿部 28 内的状态，因此热电偶不会暴露于供给至处理容器 4 内的各种气体中，从而防止热电偶被腐蚀。

[0046] 从上述温度测量部 38 延伸的配线 40，贯通底部 16A 侧而向外侧被拉出，并连接于例如由微处理器（计算机）构成的电源控制部 42。并且，该电源控制部 42，基于上述温度测量部 38 的检测值，能够控制上述加热区域的各加热器 32A、32B。此时，上述内侧加热区域 34A 的内侧区域加热器 32A 被反馈控制以保持成膜处理的工艺温度。与此相对，外侧加热区域 34B 的外侧区域加热器 32B 采用电流控制、电压控制、电力控制等某种控制方式来控制内侧区域加热器 32A，并以向内侧区域加热器 32A 供给的电力为基准，以供给利用预先确定的安全供给电力比决定的电力的方式设定，进行开环控制。

[0047] 例如在某工艺温度下的安全供给电力比为 0.8 时，将向外侧区域加热器 32B 供给的电力控制为向内侧区域加热器 32A 供给的电力的 0.8 倍。

[0048] 在此电流控制是指，将与设定温度和实际温度的差分对应的操作量作为电流的形式输出，电压控制是指将该差分作为电压输出，电力控制是指将该差分作为电力输出。

[0049] 上述安全供给电力比是以使各加热区域间的温度差处于上述载置台 26 不破损的范围的方式来决定的，根据工艺温度不同，即使让膜厚的面内均匀性略微降低，也要设定为能够防止载置台 26 破损的电力比的情况也会发生。对于这点详见后述。

[0050] 上述电源控制部 42，除了控制载置台装置 24 的动作以外，还兼具控制处理装置 2 的动作整体的功能，在电源控制部 42 上连接有存储介质 44，该存储介质 44 存储有用于控制电源控制部 42 动作的程序。作为该存储介质 44，例如可以使用软盘或闪存等。

[0051] 另一方面，在上述载置台 26 上贯通其上下方向形成有多个销孔 46，在各销孔 46 中以间隙配合状态容纳有例如由石英制的推升销 50，该推升销 50 的下端共同连结于连结环 48。而且，上述连结环 48 与贯通容器底部能够上下移动地设置的进出杆 52 的上端连结，该进出杆 52 的下端与气缸 54 连接。由此，在交接晶片 W 时，能够使上述各推升销 50 从各销孔 46 的上端向上方进出。另外，在上述进出杆 52 相对于容器底部的贯通部设置有可伸缩的波纹管 56，由此上述进出杆 52 在保持处理容器 4 内的气密性的同时也能够进行升降。

[0052] 接下来，对使用以上那样构成的处理装置 2 进行的成膜方法（包括温度控制方法）进行说明。

[0053] 首先，使推升销 50 上下移动，将未处理的半导体晶片 W 载置于被保持为工艺温度的载置台 26 上并密闭于处理容器 4 内，通过真空排气系统 22 将该处理容器 4 内保持为规定的工艺压力，且通过气体供给单元即喷头部 6 将规定的处理气体（成膜气体）向处理容器 4 内导入，并通过 CVD 对晶片 W 形成规定的薄膜。例如，作为一例在利用热 CVD 对 TiN 膜进行成膜时，向喷头部 6 的一个气体空间 8A 内供给 NH_3 气体，向另一个气体空间 8B 供给

TiCl₄+N₂ 气体,并使上述各气体在处理空间 S 内混合来进行 TiN 膜的成膜处理。

[0054] 然后,在进行这样的成膜处理时,上述电源控制部 42 基于来自设置在载置台 26 的下表面中央部的热电偶构成的温度测量部 38 的测量值,通过上述电源部 37 控制对区域加热器 32A、32B 的操作量。例如向内侧加热区域 34A 的内侧区域加热器 32A 供给的电压以保持该成膜处理的工艺温度的方式进行反馈控制(电压控制)。与此相对,外侧加热区域 34B 的外侧区域加热器 32B,是以向上述内侧区域加热器 32A 供给的供给电力(不是供给电压)为基准,并以变为由预先设定的安全供给电力比所确定的电力的方式设定,进行开环控制。由此,能够防止载置台 26 的内外周间的温度差过度增大,因此能够阻止载置台 26 破损。

[0055] 此时载置台 26 的温度分布为,载置台 26 中央部的温度最低,越接近周边部(边缘部)温度逐渐变高的温度分布,即成为中央冷的温度分布状态。参照图 3 说明该温度分布的状态。

[0056] 图 3 是示意地表示半导体晶片的直径方向上的处理气体浓度与温度分布的关系的图。上述处理气体通常是从设置在处理容器的顶面部的喷头部 6 供给到处理空间,并使处理气体在处理空间中向下流动且朝向载置台 26 的周边部大致均匀地扩散,之后从载置台 26 的下方排出。因此,从喷头部 6 供给到处理空间的处理气体的浓度为在晶片中央部高,且越向边缘部越逐渐降低。由此,如果晶片温度在整个面上均匀,则在气体浓度较高的部分(中央部)的反应会被促进,从而使这部分的膜厚变得比其他部分(边缘部)厚因而不是优选的。

[0057] 因此,如图 3 所示,通过设定为中央冷的温度分布状态,即,在晶片中央部的晶片温度最低,越向边缘部温度越逐渐升高,从而抑制在中央部的反应,其结果能够进一步提高膜厚的面内均匀性。如上所述,将中心部的温度设定得低于晶片周边部的状态称为中央冷状态。另外,相反的温度关系称为中央热状态。

[0058] 在这种情况下,虽然因工艺温度而不同,然而在直径 300mm 的晶片的情况下,晶片中央部和边缘部的温度差 Δt 例如为 5℃ 左右。

[0059] 然而,在上述那样的中央冷的温度分布状态下,当上述温度差 Δt 过度增大时,则在由陶瓷材料构成的载置台 26 和由陶瓷材料构成的腿部 28 的接合部产生较大的应力集中,因而可知会造成载置台 26 破损。根据本发明人等的研究,在中央冷的温度分布的情况下,上述温度差 Δt 的上限值 33℃ 左右,因此为了防止破损,优选将温度差 Δt 设定为 33℃ 以下。

[0060] 如上所述,在以往的载置台装置的温度控制中,对于内侧加热器是基于在由热电偶构成的温度测量部的测量值进行反馈控制,关于外侧加热器的温度,是预先求出与工艺温度对应使膜厚的面内均匀性最佳的电流比或者电压比,并以内侧加热器为基准,以保持与电流比和电压比对应的电流和电压的方式对外侧加热器进行开环控制。

[0061] 然而,在这样以往的控制方法中存在以下问题:当在温度被控制为 700℃ 左右的载置台 26 上载置室温的晶片 W 等而施加了热的乱流时,则在载置台的中央部和边缘部之间产生大温度差,并由此引起载置台 26 破损。如上所述温度差增大的原因之一被认为是由于钼线构成的加热器的电阻依存于温度而变动。

[0062] 因此在本发明中,如上所述利用电力比代替电流比和电压比来控制外侧区域加热

器 32B。此时,当总是单纯地以膜厚的面内均匀性为最优先的方式控制电力比时,根据情况也产生温度差超过 33℃ 而增大的情况,因此在这种情况下,即使略微降低膜厚的面内均匀性,也设定为使载置台 26 不产生破损的电力比。

[0063] 下面,说明为了求出最佳的电力比,即安全供给电力比的过程。首先,在通常的处理装置中,向外侧区域加热器 32B 供给的电力与向内侧区域加热器 32A 供给的电力之比,即供给电力比(外侧区域加热器供给电力/内侧区域加热器供给电力=OUT/IN)与晶片面内的膜厚的不均匀性的关系为图 4 所示的关系。另外,膜厚不均匀性越少则表示膜厚的面内均匀性越好。即,在图 4 中供给电力比为“1.1”时的膜厚不均匀性最少,表示膜厚的面内均匀性最优。从这样的膜厚不均匀性反映出的最佳的供给电力比,因工艺温度而不同。

[0064] 因此,首先对各种工艺温度,例如 400 ~ 900℃ 左右的范围内的各种工艺温度,预先求出使膜厚的面内均匀性为最佳的供给电力比(OUT/IN)。例如工艺温度为 400℃、450℃ 时,预先求出供给电力比为“0.65”,工艺温度为 500℃、550℃ 时,预先求出供给电力比为“0.70”……。

[0065] 在实际过程中,只要根据工艺温度并利用上述那样的供给电力比,就能够控制向外侧区域加热器 32B 供给的电力,从而成为最佳的中央冷状态,并在膜厚的面内均匀性最佳的状态下获得薄膜,然而此时,有时因条件不同会使载置台 26 产生破损。

[0066] 因此,为了防止该破损的产生,而对上述供给电力比加以限制。即,首先预先在各种工艺温度(660℃ 以下)下,利用上述电力供给比对外侧区域加热器 32B 进行电力控制,并实际进行成膜处理,对此时载置台 26 是否破损进行了探讨。另外,内侧区域加热器 32A 以保持所设定的工艺温度的方式进行了反馈控制。将此时的结果表示于图 5。在图 5 中横轴表示进行了实验的加热器的数量。

[0067] 如从图 5 中所明确的那样,判明了对于该载置台,供给电力比大致以“1.00”为界线并划分为载置台产生裂缝的情况(图中左侧),和不产生裂缝的情况(图中右侧)。因此可知,在 660℃ 以下的工艺温度时,只要供给电力比为 1.00 以下,则载置台 26 不产生破损。

[0068] 因此,在工艺温度为 660℃ 以下时,在获得最佳膜厚的面内均匀性的供给电力比为 1.00 以下时,其供给电力比为安全供给电力比。另一方面,在获得最佳膜厚的面内均匀性的供给电力比超过 1.00 时,则将“1.00”作为该工艺温度的安全供给电力比。即,在此,在供给电力比超过“1.00”时,通过略牺牲膜厚的面内均匀性来实现载置台 26 的安全。

[0069] 另外对于工艺温度大于 660℃ 的情况,也进行了与上述同样的探讨。其结果可知,在工艺温度高于 660℃ 的情况下,只要供给电力比为“0.82”以下,载置台 26 就不会产生破损。而且,采用以上方式获得的每个工艺温度的安全供给电力比,被预先存储于电源控制部 42。因此,只要按照该供给电力比进行温度控制,就能够在中央冷的温度分布状态下,将载置台 26 的内外周间的温度差 Δt 控制在 33℃ 以内,能够防止该破损。

[0070] 将以上述方式求出的供给电力比的结果表示于图 6。图 6 是表示依存于工艺温度所容许的供给电力比的范围的曲线图,为了便于参考也同时示出根据以往的供给电压比进行控制时的控制范围。在该图中,越靠近右侧中央冷的状态越大,越靠近左侧则变为中央热的状态。如上所述,在工艺温度为 660℃ 以下时,供给电力比容许在 0.38 ~ 1.00 的范围,在工艺温度大于 660℃ 时,供给电力比容许在 0.38 ~ 0.82 的范围。另外,实验的结果表明,在中央部的温度高于晶片边缘部的中央热的情况下,在其温度差到 70℃ 之前载置台 26 都未

产生破损。

[0071] 另外在作为参考表示的以往的供给电压比的控制范围内,在右侧表示的区域 A1 的部分,存在产生载置台破裂的情况,因此不优选。

[0072] 然后,实际进行了以往的电压比控制和本发明的电力比控制。参照图 7A、图 7B 说明此时的加热器温度以及操作量的变化。

[0073] 图 7A 表示以往的电压比控制的情况,图 7B 表示本发明的电力比控制的情况。各曲线图的左侧纵轴均表示加热器温度(内侧区域加热器),右侧纵轴表示操作量。在此,图 7A 的情况是表示操作量 100% 为 200 伏,图 7B 的情况是操作量 100% 为 4000 瓦特。此时的设定工艺温度是 700℃,所设定的供给电压比(图 7A 的情况)以及供给电力比(图 7B 的情况)分别为“0.95”和“0.82”。

[0074] 如图所示,表示从搬入晶片起各加热器的操作量的变化以及加热器的温度变化,在图 7A 表示的以往的电压比控制的情况下,从搬入晶片后到温度稳定为止的温度变动量 H1 为非常大的值。这样大的温度变动量 H1 是引起载置台 26 的内外周间较大的温度差的原因,其结果成为使载置台 26 产生破损的结果。

[0075] 与此相对,图 7B 表示的本发明的电力比控制的情况是,从搬入晶片后到温度稳定为止的温度变动量 H2 非常小,与图 7A 的情况相比较为一半左右。其结果可知,在载置台 26 的内外周间产生的温度差并不那么大,因而能够防止载置台 26 破损,并且表现了良好的结果。

[0076] 在上述实施例中,对实际操作过程中载置台 26 的温度控制进行了说明,但实际上在载置台 26 升温时和降温时都需要进行使载置台 26 不产生裂缝的温度控制。此时,在载置台 26 升温时和降温时,保持内侧加热区域 34A 的温度不会变得比外侧加热区域 34B 的温度低规定的温度差、例如 33℃ 以上的状态。具体而言,在中央热的状态下升降温,或者即使在中央冷的状态下也使其温度差为 33℃ 以下的状态进行升降温。另外,即使在中央热的情况下,由于当将其温度差设定为超过例如 70℃ 左右以上时,如上所述载置台 26 会破损,因此将温度差设为 70℃ 以下。

[0077] 在此参照图 8,说明载置台 26 升温时加热器的温度变化和供给电力比的变化状态的一个例子。在此也将工艺使的安全供给电力比设定为“0.82”。

[0078] 首先,在怠速状态下加热器温度被保持在 300℃,且此时的供给电力比被保持为“0.58”。在这种情况下,将载置台的内周温度控制为高于外周温度的中央热的状态。然后,通过继续保持上述供给电力比,即继续保持中央热的状态,来增加供给到两个加热器的电力,由此例如以 5℃/min 左右的升温率对加热器进行加热。然后,若加热器温度达到了 700℃ 的工艺温度(设定温度),则慢慢地使上述供给电力比以逐渐接近安全供给电力比“0.82”的方式变化。由此,载置台的温度分布逐渐从中央热的状态向中央冷的状态过渡。

[0079] 如上所述,若加热器的温度稳定后,将晶片载置于载置台来开始成膜处理。另外,在加热器降温时以将上述经过反向进行方式来控制加热器温度即可。

[0080] 这样,在加热器升降温时也能够将载置台的内外周间的温度差设定为载置台不裂缝的温度差,从而能够防止载置台的破损。

[0081] 另外,本发明不限于上述实施方式还可以进行各种变形。例如,在上述说明中使用的各数值例只不过是单纯地表示的一个例子,当然可以根据载置台 26 和电阻加热器 30

等的设计而改变其数值。

[0082] 另外,在上述实施方式中作为工艺处理是以成膜处理的情况为例进行了说明,然而不限于此,也可以将本发明适用于蚀刻处理、氧化扩散处理、退火处理、改性处理等各种热处理。此外,本发明还适用于等离子体处理装置。

[0083] 此外,在上述实施例中,以呈同心圆状设置了两个加热区域的情况为例进行了说明,然而不限于此,在以同心圆状设置了三个以上加热区域时也可以适用本发明。在这种情况下,在中间冷的温度分布状态下,当然也以最内周的加热区域和最外周的加热区域之间的温度差处于载置台不裂缝的温度范围、例如 33℃ 以内的温度范围来设定安全供给电力比。

[0084] 另外,被处理体不限于半导体晶片,也可以用于 LCD 基板、玻璃基板、陶瓷基板等。

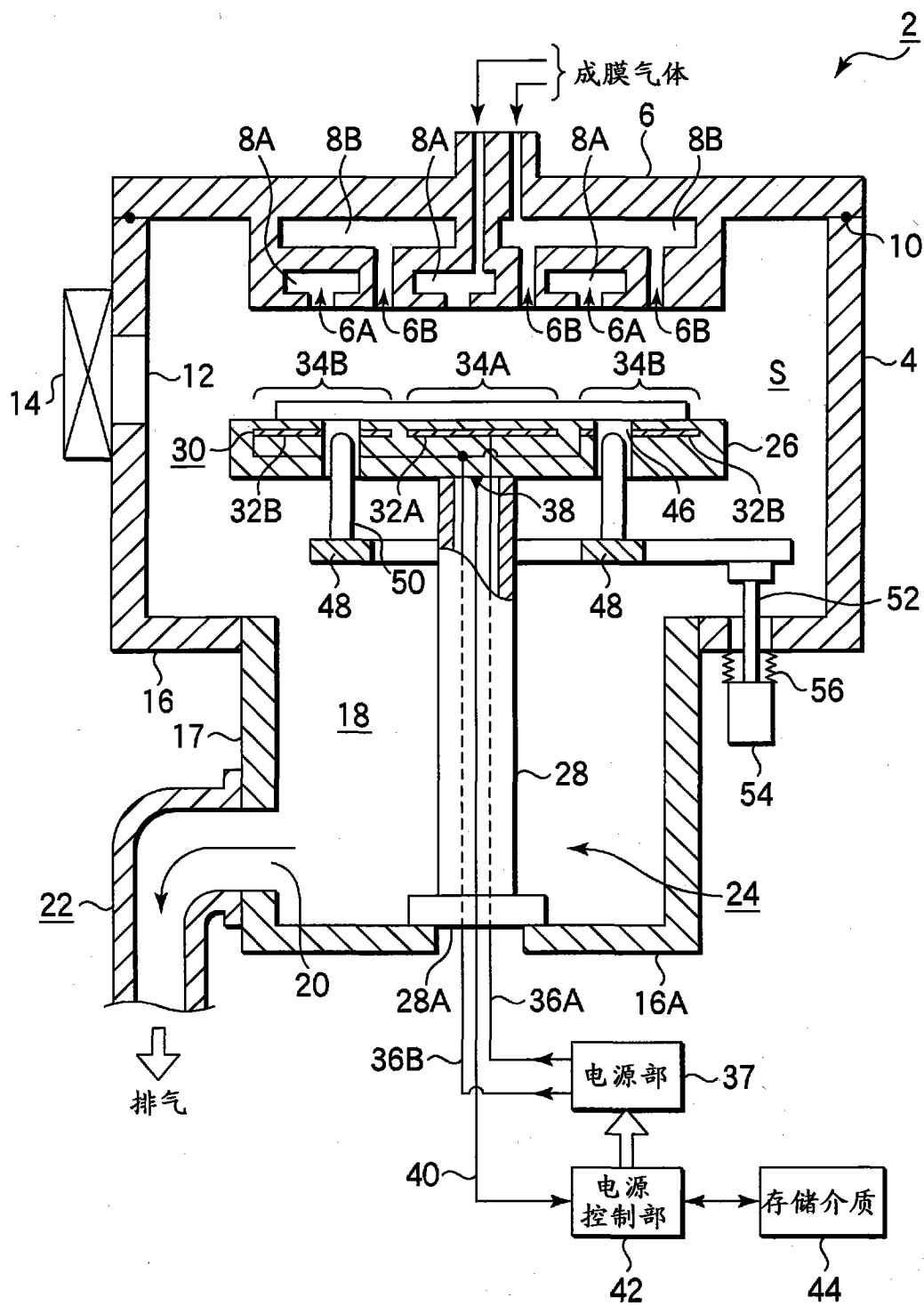


图 1

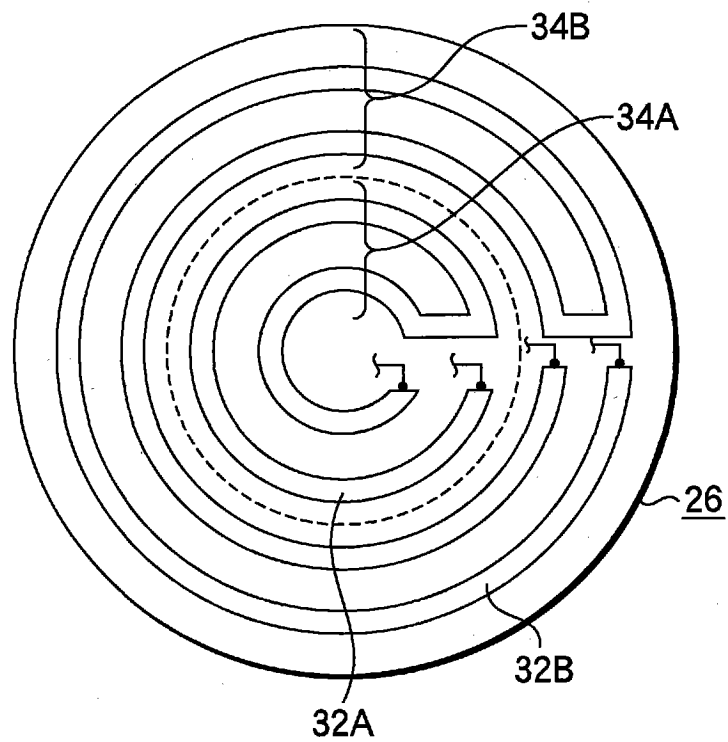


图 2

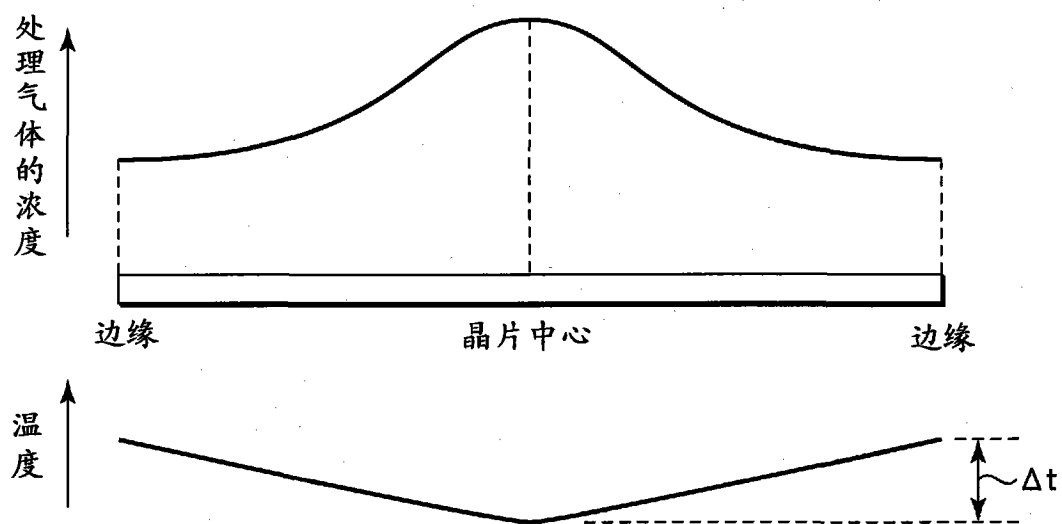


图 3

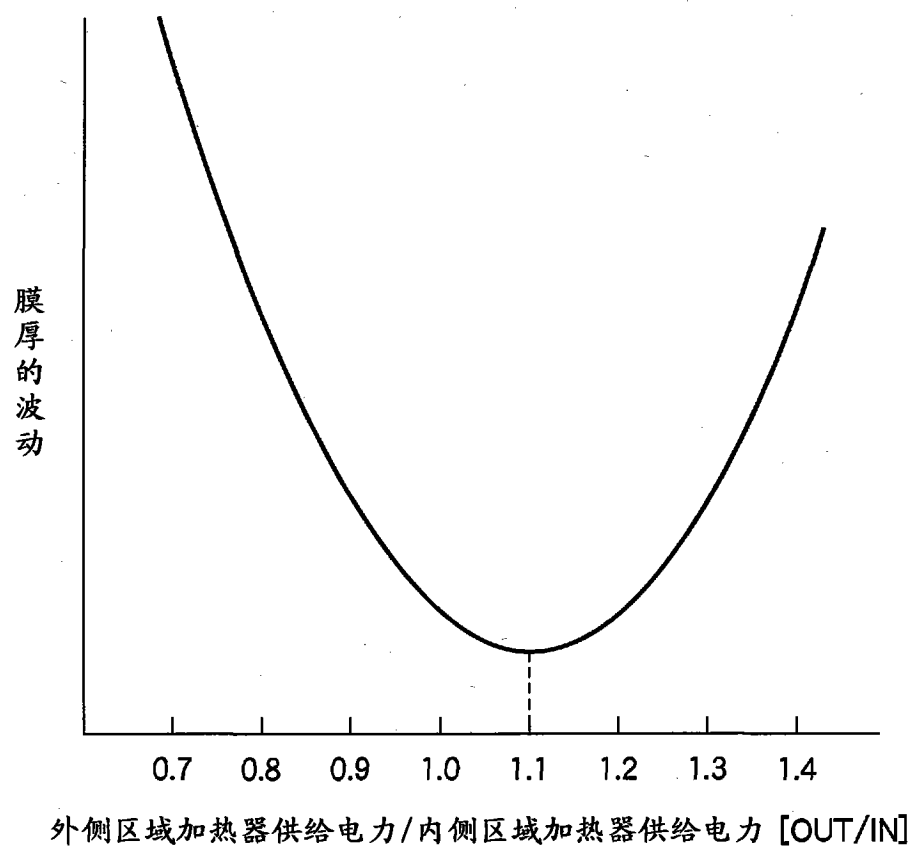


图 4

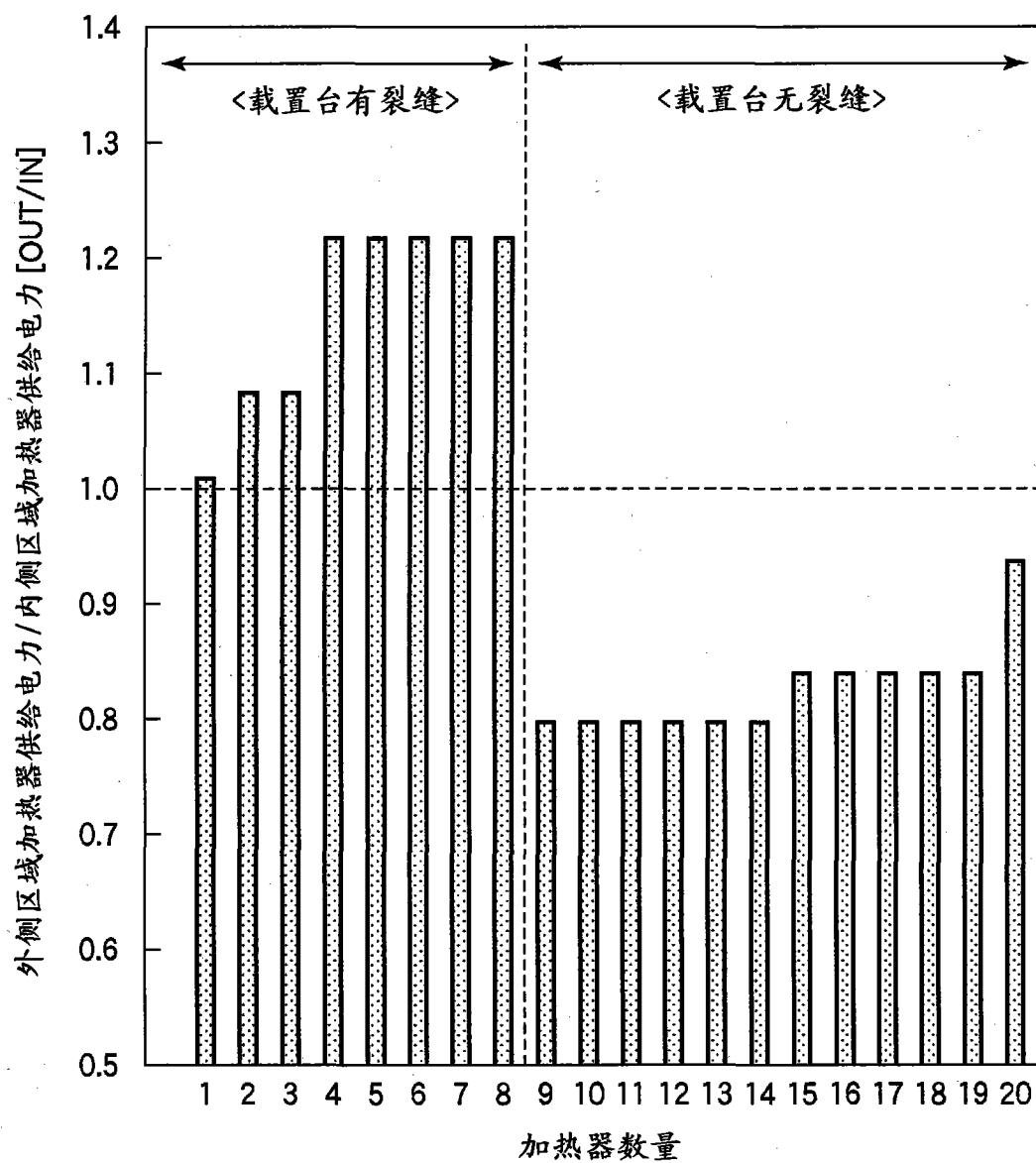


图 5

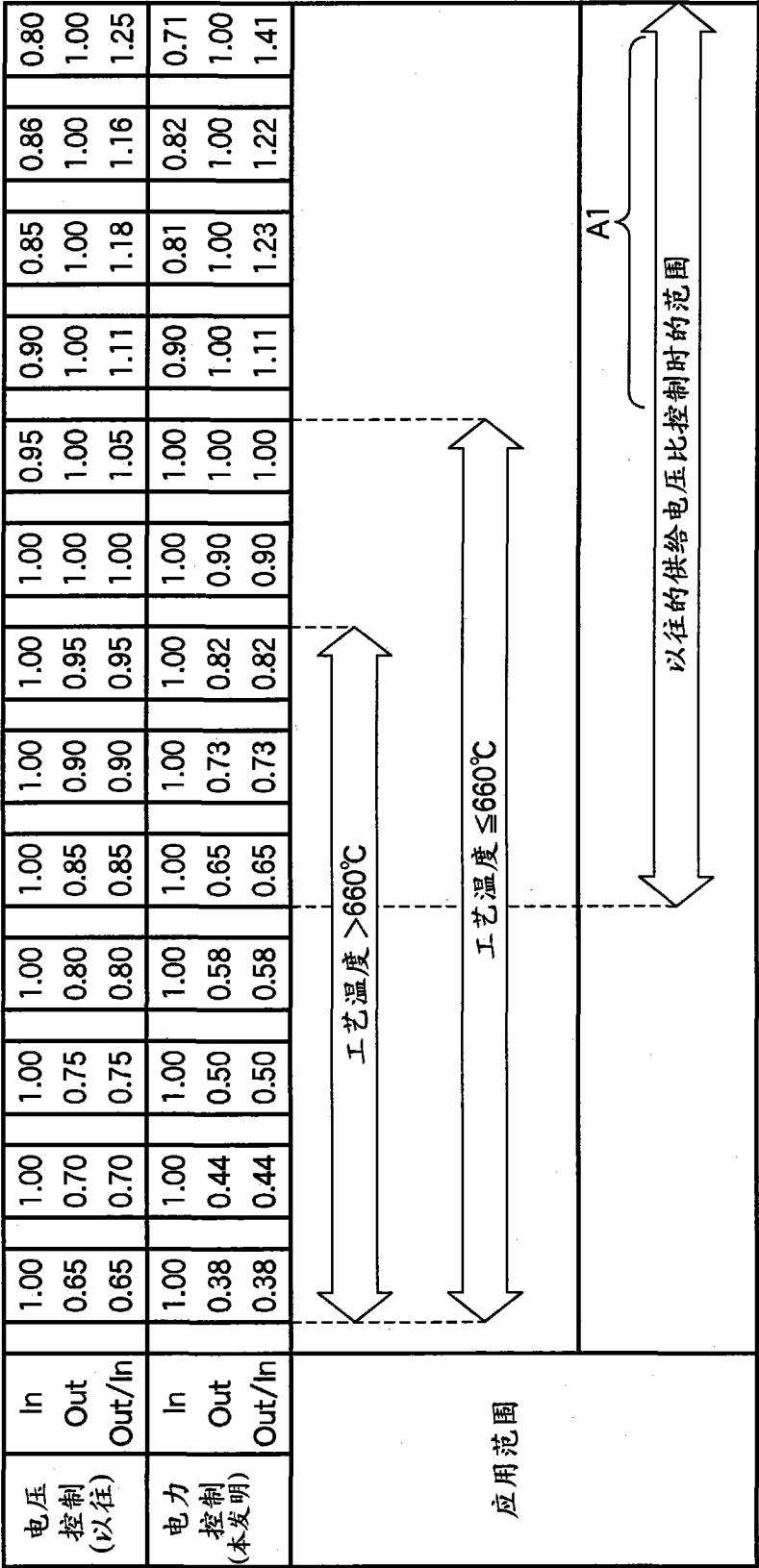


图 6

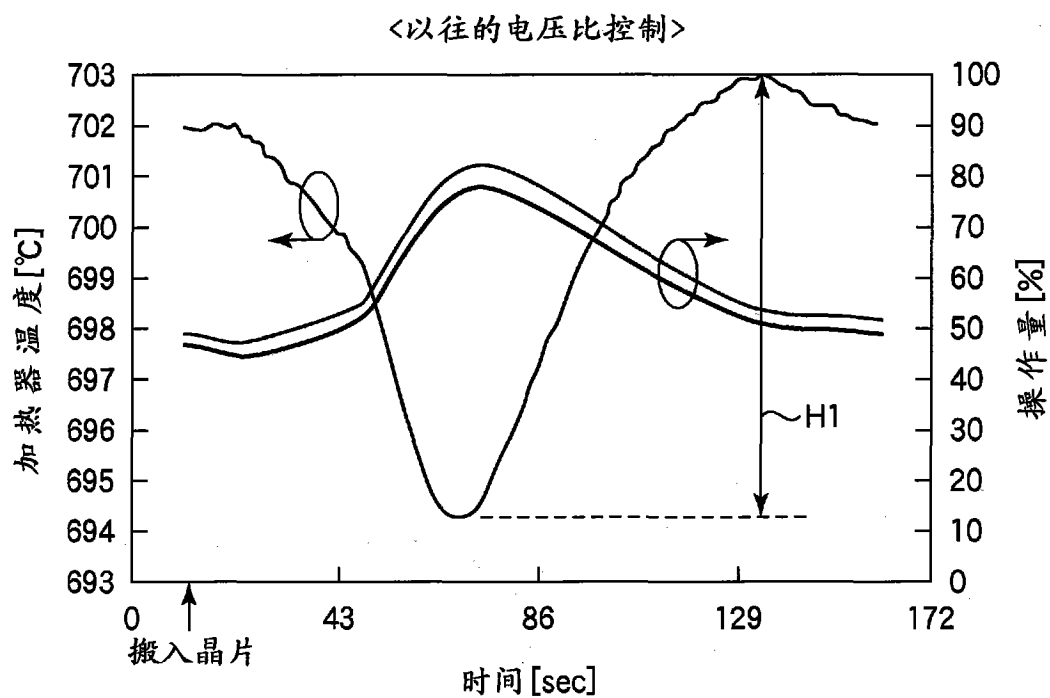


图 7A

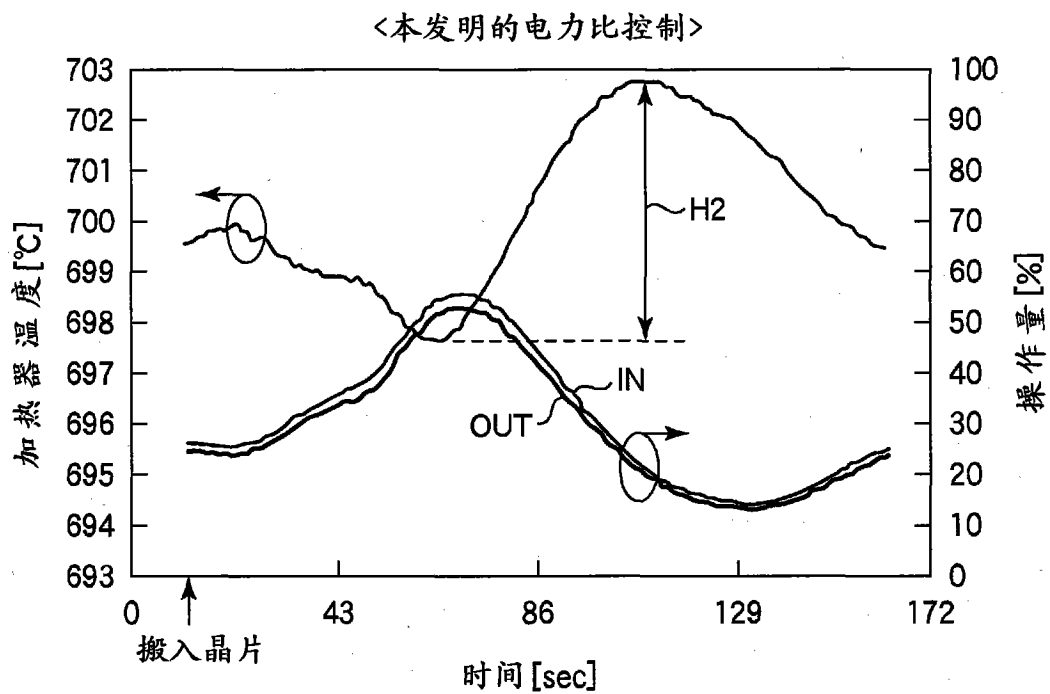


图 7B

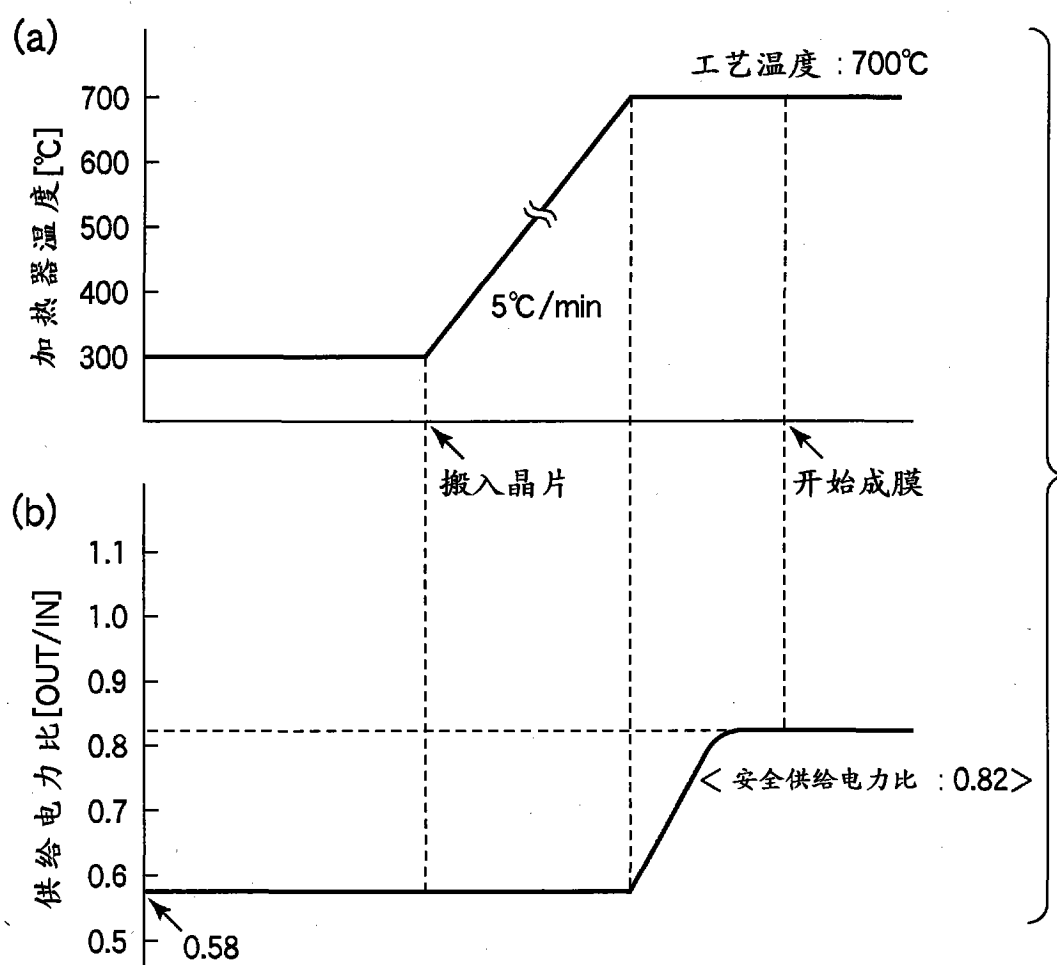


图 8