



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101504928 B

(45) 授权公告日 2011.08.03

(21) 申请号 200910005160.4

(22) 申请日 2009.02.06

(30) 优先权数据

2008-026235 2008.02.06 JP

(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 佐佐木康晴

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司
11322

代理人 龙淳

(51) Int. Cl.

H01L 21/687(2006.01)

H01L 21/00(2006.01)

G05D 23/00(2006.01)

H01L 21/324(2006.01)

审查员 马圆

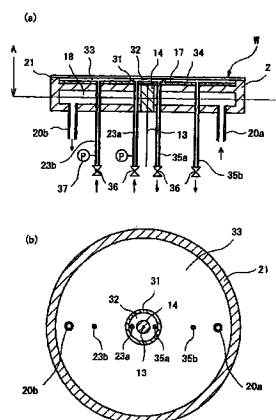
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 7 页

(54) 发明名称

基板载置台、基板处理装置和被处理基板的温度控制方法

(57) 摘要

本发明涉及基板载置台、基板处理装置和被处理基板的温度控制方法。在具有静电卡盘的基板载置台中,由于向静电卡盘电极供电的供电线的周围由绝缘材料包围,因而产生传热不良的部分。由此,提供一种补偿该部分的传热,使基板整体温度均匀的手段。在供电线周围的基板载置台表面形成有环状凸部,将基板与载置台之间的间隙的空间划分为内侧区域和外侧区域,在各区域配置冷却气体的供给管和排出管,独立地控制各区域冷却气体的压力。



1. 一种基板载置台,其特征在于,包括:

设置在对基板进行等离子体处理的处理腔室内,并且供电线周围由绝缘材料构成的供电部;和设置在内部的冷却介质流路,其中,所述载置台设置有:

将所述载置台的基板载置面侧分隔成多个区域的凸部;

将冷却气体导入到由所述凸部所分隔的区域中的导入口;和

调节所述冷却气体的压力或流量的调节单元,

分别在由所述凸部分隔的多个区域中形成所述冷却气体的排出口。

2. 根据权利要求1所述的基板载置台,其特征在于:

所述区域的面积越靠近所述供电线的中心的区域越小。

3. 根据权利要求1所述的基板载置台,其特征在于:

所述供电部位于基板载置台的中心部。

4. 根据权利要求3所述的基板载置台,其特征在于:

所述凸部以规定的半径呈同心圆状地在所述供电部的周围形成。

5. 根据权利要求4所述的基板载置台,其特征在于:

所述凸部以所述供电部的中心作为中心轴形成为同心圆状。

6. 根据权利要求1所述的基板载置台,其特征在于:

在基板载置台的周缘部具有至少一个以上的所述供电部。

7. 根据权利要求6所述的基板载置台,其特征在于:

形成以规定的半径呈同心圆状地将所述供电部的周围分隔成至少一个以上的区域的凸部。

8. 根据权利要求7所述的基板载置台,其特征在于:

所述凸部以所述供电部的中心作为中心轴形成为同心圆状。

9. 一种基板处理装置,其特征在于:

包括权利要求1~8中任一项所述的基板载置台。

10. 一种被处理基板的温度控制方法,其特征在于:

该温度控制方法是载置在基板载置台上的被处理基板的温度控制方法,其中,所述基板载置台包括设置在对基板进行等离子体处理的处理腔室内并且供电线周围由绝缘材料构成的供电部和设置在内部的冷却介质流路,在该温度控制方法中,

在所述载置台的基板载置面侧形成将所述供电线周围分隔成多个区域的凸部,

将冷却气体分别导入由所述凸部所分隔的多个区域,

通过调节供给到所述区域的所述冷却气体的压力或流量来调节被处理基板的温度。

11. 根据权利要求10所述的被处理基板的温度控制方法,其特征在于:

使所述区域的面积比其外侧区域的面积小来调整被处理基板的温度。

12. 根据权利要求10或11所述的被处理基板的温度控制方法,其特征在于:

形成以所述供电部作为中心、以规定的半径呈同心圆状地将所述供电部的周围分隔成多个区域的凸部来调整被处理基板的温度。

基板载置台、基板处理装置和被处理基板的温度控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有静电卡盘的半导体晶片等的基板的载置台,涉及能够消除由静电卡盘的供电线周围的热传导的特异性而造成的基板温度不均匀的基板载置台,具有该载置台的基板处理装置以及被处理基板的温度控制方法。

背景技术

[0002] 在半导体晶片等的基板处理装置中,为了保持固定基板,大多使用静电卡盘。对于静电卡盘,由电介质构成基板的载置台表面,在其正下方埋入金属性质的电极板,对该电极板施加直流高电压,通过库仑力或约翰逊·拉别克力吸附并保持基板。

[0003] 此外,在等离子体处理装置中,为了使作为被处理基板的晶片从上方受热,由热传导率高的材料例如金属构成基板载置台,其内部设置有冷却介质流路,对载置台进行冷却,并且向载置台和晶片背面的间隙导入 He 气体等热传导用气体,促进晶片的冷却。

[0004] 为了从电源供给施加电压,在静电卡盘的电极板上安装有供电线。该供电线具有下述情形:例如以下述专利文献 1 所记载的方式设置在载置台中央部的情形,例如以下述专利文献 2 所记载的方式设置在载置台周缘部的情形。

[0005] 专利文献 1:日本特开 2000-317761 号公报

[0006] 专利文献 2:日本特开 2001-274228 号公报

[0007] 由于施加给静电卡盘的电极板的电压是高电压,因而供电线的周围必须由绝缘材料构成。通常,由于绝缘材料的热传导率低,因而会产生因供电线周围的绝缘材料部分和其以外的高热传导率材料的部分,从基板向载置台的传热量不同这样的问题。即,供电线的周围向冷却介质的传热量减少,载置台表面的温度变高。由此,从基板向载置台的传热量减少,使基板温度比其它部分的高。因此,在进行等离子体蚀刻等处理时,会在供电线的周围和其它部分产生蚀刻等处理特性的差异,优选没有这些差异。

发明内容

[0008] 因此,本发明的目的在于提供一种基板载置台和温度控制方法,在进行等离子体处理的减压腔室内,对于通过静电卡盘吸附保持被处理基板的基板载置台,在静电卡盘的供电线周围和其它部分,能够将来自基板的传热量控制在期望值,使基板的整体温度大致均匀。

[0009] 为了解决上述问题,本发明的基板载置台的特征在于:包括设置在对基板进行等离子体处理的腔室内、供电线周围由绝缘材料构成的供电部和设置在内部的冷却介质流路的基板载置台,该基板载置台设置有:将上述载置台的基板载置面侧分隔成多个区域的凸部;将冷却气体导入到由上述凸部所分隔的区域中的导入口;和调节上述冷却气体的压力或流量的调节单元。

[0010] 该载置台也可以分别在由上述凸部所分隔的多个区域中形成包括上述冷却气体的导入口和排出口的气体流路。

[0011] 此外,在该载置台中,优选上述区域的面积越靠近上述供电线中心的区域越小。

[0012] 上述供电部也可以在上述基板载置台的中心部。在这种情况下,也可以形成以规定的半径呈同心圆状地将上述供电部的周围分隔成多个区域的凸部。

[0013] 在基板载置台的周缘部也可以具有至少一个以上的上述供电部。在这种情况下,也可以形成以规定的半径呈同心圆状地将上述供电部的周围分隔成至少一个以上的区域的凸部。此外,上述凸部也可以以上述供电部的中心作为中心轴形成为同心圆状。

[0014] 本发明的被处理基板的温度控制方法的特征在于:该温度控制方法是被载置在基板载置台上的被处理基板的温度控制方法,其中,所述基板载置台包括设置在对基板进行等离子体处理的处理腔室内、供电线周围由绝缘材料构成的供电部和设置在内部的冷却介质流路,在该方法中,在上述载置台的基板载置面侧形成将上述供电线周围分隔成多个区域的凸部,将冷却气体分别导入到由上述凸部所分隔的多个区域,通过调节供给至上述区域的上述冷却气体的压力或流量来调节被处理基板的温度。

[0015] 在该温度控制方法中,优选使所述区域的面积比其外侧区域的面积小来调整被处理基板的温度。

[0016] 此外,优选形成以上述供电部作为中心、以规定的半径呈同心圆状地将上述供电部的周围分隔成多个区域的凸部来调整被处理基板的温度。

[0017] 此外,本发明包括具有上述基板载置台的基板处理装置。

[0018] 根据本发明,能够消除设置于载置台的静电卡盘的供电线周围的传热特异状态,能够使载置台上的基板的温度均匀,提高被处理基板的品质。

附图说明

[0019] 图1是表示在本发明的实施中所使用的等离子体处理装置(等离子体蚀刻装置)的简要构成图。

[0020] 图2是表示在本发明的一个实施例中的基座上部的结构图。

[0021] 图3是表示在本发明的第二实施例中的基座上部的结构图。

[0022] 图4是表示在本发明的第三实施例中的基座上部的结构图。

[0023] 图5是基座上部的传热解析条件及其结果的说明图。

[0024] 图6是表示实际的基座表面温度分布和与其对应的区域分割的方案的说图。

[0025] 图7是表示估算冷却气体的压力和基板温度的关系的例子示意图。

[0026] 符号说明

[0027] 1腔室;2基座(载置台);3筒状保持部;4筒状支撑部;5聚焦环;6排气流路;7缓冲板;8排气管;9排气装置;10搬入搬出口;11门阀;12直流高压电源;13供电线;14绝缘部件;15喷淋头;16静电卡盘;17内部电极;18冷却介质流路;19冷却介质单元;20、20a、20b配管;21周缘环状凸部;22冷却气体供给部;23a、23b、23c气体供给管;24电极板;25电极支撑体;26缓冲室;27气体导入口;28处理气体供给部;29气体导入管;30环形磁石;31、31a、31b内部环状凸部;32、32a、32b内侧区域;33外侧区域;34电介质层;35a、35b、35c气体排出管;36流量调节阀;37压力计;W基板(半导体晶片)

具体实施方式

[0028] 下面,参照实施例的附图详细地说明本发明。图 1 表示在本发明的实施中所使用的等离子体处理装置(等离子体蚀刻装置)整体的简要构成图。在图 1 中,腔室 1 由例如铝、不锈钢等材料构成,呈能够气密(气体密封)地密闭内部的圆筒形。该腔室 1 与地接地连接。

[0029] 在腔室 1 的内部设置有载置被处理基板例如半导体晶片 W 的载置台(下面称为“基座”)2。图 1 所示的基座 2 用作通过与半导体晶片 W 接触进行热交换来调节半导体晶片 W 的温度的热交换板。基座 2 由铝等导电性和热传导性好的材料构成,并兼作下部电极。

[0030] 基座 2 被支撑在陶瓷等绝缘性的筒状保持部 3 上。筒状保持部 3 被支撑在腔室 1 的筒状支撑部 4 上。在筒状保持部 3 的上面配置有环状地围绕基座 2 的上面的、由石英等构成的聚焦环 5。

[0031] 在腔室 1 的侧壁与筒状支撑部 4 之间形成有环状的排气流路 6。在该排气流路 6 的入口处或途中安装有环状的缓冲板 7。排气流路 6 的底部通过排气管 8 与排气装置 9 连接。排气装置 9 具有真空泵,能够将腔室 1 内的空间减压至规定的真空度。在腔室 1 的侧壁上安装有用于打开关闭半导体晶片 W 的搬入搬出口 10 的门阀 11。

[0032] 用于等离子体生成的高频电源通过整流器和供电棒(都没有图示出)与基座 2 电连接。高频电源将例如 40MHz 的高频率的高频电力供给至由基座 2 兼作的下部电极。在腔室 1 的顶部设置有喷淋头 15 作为上部电极。利用来自于高频电源的高频电力,在基座 2 和喷淋头 15 之间生成等离子体。

[0033] 此外,将等离子体中的离子引向半导体晶片 W 的偏压用高频电源通过整流器和供电棒(都没有图示出)与基座 2 连接。偏压用高频电源向基座 2 供给例如 12.88MHz、3.2MHz 等略低频率的高频电力。

[0034] 在基座 2 的上面设置有用以利用静电吸附力保持半导体晶片 W 的由陶瓷等介电体构成的静电卡盘 16。在静电卡盘 16 的内部埋入设置有由导电体例如铜、钨等导电膜构成的内部电极 17。内部电极 17 通过供电线 13 与高电压例如 2500V、3000V 等的直流高压电源 12 电连接。当从直流高压电源 12 向内部电极 17 施加直流高电压时,通过库仑力或约翰逊·拉别克力将半导体晶片 W 吸附并保持在静电卡盘 16 上。

[0035] 在基座 2 的内部设置有冷却介质流路 18。从冷却介质单元 19 通过配管 20 向该冷却介质流路 18 循环供给例如冷水。

[0036] 在静电卡盘 16 的边缘设置有周缘环状凸部 21,在静电卡盘 16 的表面与半导体晶片 W 的背面之间形成有间隙。该间隙通过在供电线 13 的周围以规定半径设置的内部环状凸部 31 而被划分成内侧区域 32 和外侧区域 33。来自于冷却气体供给部 22 的冷却气体例如 He 气体通过气体供给管 23a 被供给至内侧区域 32,通过气体供给管 23b 被供给至外侧区域 33。通过改变该冷却气体的压力,能够得到任意控制静电卡盘 16、即基座 2 与半导体晶片 W 之间的热传导程度的效果。该方面为本发明的发明点,在下面将详细进行说明。

[0037] 喷淋头 15 包括:具有多个气体通气孔的下电极板 24;和可装卸地支撑该电极板 24 的电极支撑体 25。在电极支撑体 25 的内部设置有缓冲室 26,该缓冲室 26 的气体导入口 27 与来自处理气体供给部 28 的气体导入管 29 连接。

[0038] 喷淋头 15 与基座 2 平行地相对设置,起到作为一对电极即上部电极和下部电极的功能。在喷淋头 15 与载置有半导体晶片 W 的基座 2 之间的空间中,利用高频电力形成垂直

方向的高频电场,利用高频放电在半导体晶片W的表面附近生成高密度的等离子体。此外,在腔室1的周围配置有与腔室1呈同心圆状的环状的环形磁石30,在喷淋头15与基座2之间的处理空间中形成磁场。

[0039] 图2是表示本发明实施例的基座上部的结构图。图2(a)是截面图,图2(b)是图2(a)的A-A截面的平面图。在基座2的上部形成有电介质层34,在其正下方埋入设置有由导电膜构成的内部电极17。通过供电线13向内部电极17施加直流高电压。在供电线13的周围配置有圆筒状的绝缘部件14以防止漏电。基座2由热传导率高的材料例如金属构成,其内部设置有冷却介质流路18。该冷却介质从配管20a被供给至冷却介质流路18,然后从配管20b被排出,从而该冷却介质进行循环。

[0040] 在基座2的上端的整个外周缘上,设置有周缘环状凸部21,基板W被载置在该周缘环状凸部21上。这样,在基板W与电介质层34之间形成微小空间。此外,以围绕绝缘部件14的方式设置内部环状凸部31,将上述空间划分为内侧区域和外侧区域。

[0041] 冷却气体通过气体供给管23a被供给至内侧区域,从气体排出管35a排出。冷却气体通过气体供给管23b被供给至外侧区域33,从气体排出管35b排出。在气体供给管23a、23b和气体排出管35a、35b上配设有流量调节阀36,并且在气体供给管23a、23b上分别设置有压力计37。能够通过调节流量调节阀36,将内侧区域32和外侧区域33的压力控制在期望值。

[0042] 此外,在本实施例中,虽然设置有冷却气体的供给管和排出管,但是排出管不一定是必须的。通过调整周缘环状凸部21、内部环状凸部31与基板W之间的密封的方法(密封的程度),能够通过使冷却气体泄漏到腔室内而产生气体流。

[0043] 在本发明中,将基座2与基板W之间的间隙划分成内侧区域32和外侧区域33并且分别独立地使冷却气体流入的理由为,为了调节来自于基板W的发热量以保持整个基板的温度一致。因为供电线13周围的绝缘部件14的热传导程度小,所以难以向冷却介质传热。因此,基座2的表面温度在内侧区域比在外侧区域的高,从基板W向基座2的传热量变低。因此,在内侧区域32和外侧区域33分别控制在基座2的表面与基板W之间的间隙中流动的冷却气体的压力,促进在内侧区域32中的通过冷却气体的传热,是本发明的发明点。

[0044] 即,在等离子体处理装置内,因为相对于空间的维持压力,空间的代表长度较短,因此,导入到装置内的冷却气体存在分子流区域。在分子流区域中,因为气体的热传导程度与其压力成比例,通过使内侧区域32的压力比外侧区域33的压力高,能够促进由基板W向基座2的传热,由此,能够使基板W的整体温度相同。关于其可能的根据,将在后面详细地说明。

[0045] 图3是表示在本发明第二实施例中的基座上部的结构图(只将中央附近放大示出),图3(a)是截面图,图3(b)是平面图。在该实施例中,在供电线13的周围的绝缘部件14的周边,设置有双重内部环状凸部即内侧第一环状凸部31a和外侧第二环状凸部31b。由此,基座2与基板W之间的间隙被分割成第一内侧区域32a、第二内侧区域32b和外侧区域33。各区域分别独立地流入冷却气体,能够独立地控制区域内部的压力。

[0046] 即,冷却气体通过气体供给管23a被供给至第一区域32a,从气体排出管35a排出。冷却气体通过气体供给管23c被供给至第二内侧区域32b,从气体排出管35c排出。此外,冷却气体通过气体供给管23b被供给至外侧区域33,从气体排出管35b排出。在气体供给

管 23a、23b、23c 和气体排出管 35a、35b、35c 上分别配设有流量调节阀（未图示），能够独立地控制各区域的压力。如此分割成三个区域的理由是为了提高基板的温度控制精度，关于该方面在后面进行详述。

[0047] 此外，在本实施例中，虽然第一环状凸部 31a 和第二环状凸部 31b 是以供电线 13 的中心作为中心轴而形成同心圆状，但是，同心圆的中心也可以不与供电线 13 的中心一致，只要大致在其附近即可。

[0048] 图 4 是表示在本发明第三实施例中的基座上部的结构图。图 4(a) 是截面图，图 4(b) 是图 4(a) 的 B-B 截面的平面图。在该实施例中，供电线 13 不在基座 2 的中央，而是在周缘附近在大致对称的位置设置有一对。与图 2 相同，供电线 13 的周围由绝缘部件 14 绝缘。因此，在各自的绝缘部件 14 的周围设置有内部环状凸部 31，基座 2 与基板 W 之间的间隙被分割成两个内侧区域 32 和外侧区域 33。利用这样的结构，即使在向内部电极 17 供电的供电线 13 在基座 2 的周缘时，也能够实现本发明的目的。

[0049] 下面，对成为本发明根据的热解析结果进行说明。图 5 是基座上部的传热解析条件以及结果的说明图。为了简单地计算，以假定热量只在高度方向流动的一维热传导模型进行考虑。假定热流束在任何位置为定值 $2\text{W}/\text{cm}^2$ ，冷却介质的温度即冷却流路的表面温度为 T_1 （定值），传热层的厚度为 15mm。此外，假定供电线周围的绝缘材料 (Al_2O_3) 的热传导率为 $16\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ ，其它的构造材料 (Al) 的热传导率为 $160\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ 。

[0050] 以该条件计算基座表面温度的结果表明，绝缘材料和构造材料的表面温度的温差 $\Delta T = T_2$ （绝缘材料）- T_2 （构造材料）为 16.9°C 。如果基座表面温度产生这样的差值，则基板在其附近也会产生温差，并且对等离子体处理的品质的均匀性产生不良影响的可能性增大。

[0051] 实际的热流并非一维模型，因为横向也存在热的扩散，因此，有必要考虑轴对称的二维传热模型。图 6 是表示实际的基座表面温度分布的概念图和与其对应的坐标区域分割的说明图。如图 6(a) 所示，分为表面温度 T_2 为峰状时变高的区域 1、 T_2 逐渐降低的区域 2 和 T_2 成为一定值的区域 3。因此，如图 6(b) 所示，在基板 W 和基座 2 之间的空间由第一环状凸部 31a 和第二环状凸部 31b 设置双重分隔，分割成第一内侧区域（区域 1）和第二内侧区域（区域 2）和外侧区域（区域 3），将压力 P 控制成（区域 1）>（区域 2）>（区域 3）即可。

[0052] 因此，通过适当地控制区域 1 ~ 3 的压力，能够进一步提高基板 W 的温度的均匀性。上述的第二实施例旨在根据如上所述的方法，进行比第一实施例更加精确的基板温度的控制。此外，也可以有更多的区域分割数。

[0053] 此外，也可以如第三实施例那样，在将供电线 13 设置在基座 2 的周缘部的情况下，在各供电线 13 的绝缘部 14 设置双重或双重以上的环状凸部 31，各自分割成三个以上的区域也可以。由此，能够提高基板温度控制的精度。

[0054] 下面，对给冷却气体压力的传热带来的影响进行说明。在等离子体处理等的真空处理装置中，在基板 W 和基座 2 之间的空间所导入的冷却气体存在分子流域，其热传导程度与绝对压力成比例。因此，通过冷却气体从基板 W 向基座 2 所传导的热量与冷却气体的压力成比例地增加。这样，假设热流束和基座表面的温度一定，则冷却气体 (He) 的压力与基板温度之间的关系的关系的计算结果的例子示于图 7 中。在该图中，以 He 压力为 50Torr 的情形

作为基准,设定此时基板温度为 0℃的条件,计算 He 压力变化时基板的温度。

[0055] 如图 7 所示,假设 He 压力为 50Torr 时基板温度为 0℃,则基板温度随着 He 压力的降低而升高,当压力为 20Torr 时,基板温度约为 10℃,当压力为 10Torr 时,基板温度约为 20℃。由此,可以理解,为了与前面图 5 所示的绝缘材料和构造材料的表面温度的温差 16.9℃相当,使从基板 W 向基座 2 的传热量增加,只需使绝缘材料的部分(内侧区域 32)的 He 压力为 50Torr,使构造材料的部分(外侧区域 33)的压力为 13.5Torr 左右即可。从上面基本的推定可以得知,在本发明的方法中,在如上所述那样地控制 He 压力的方面不存在困难,通过本发明能够避免供电线部分的基板温度的特异性。

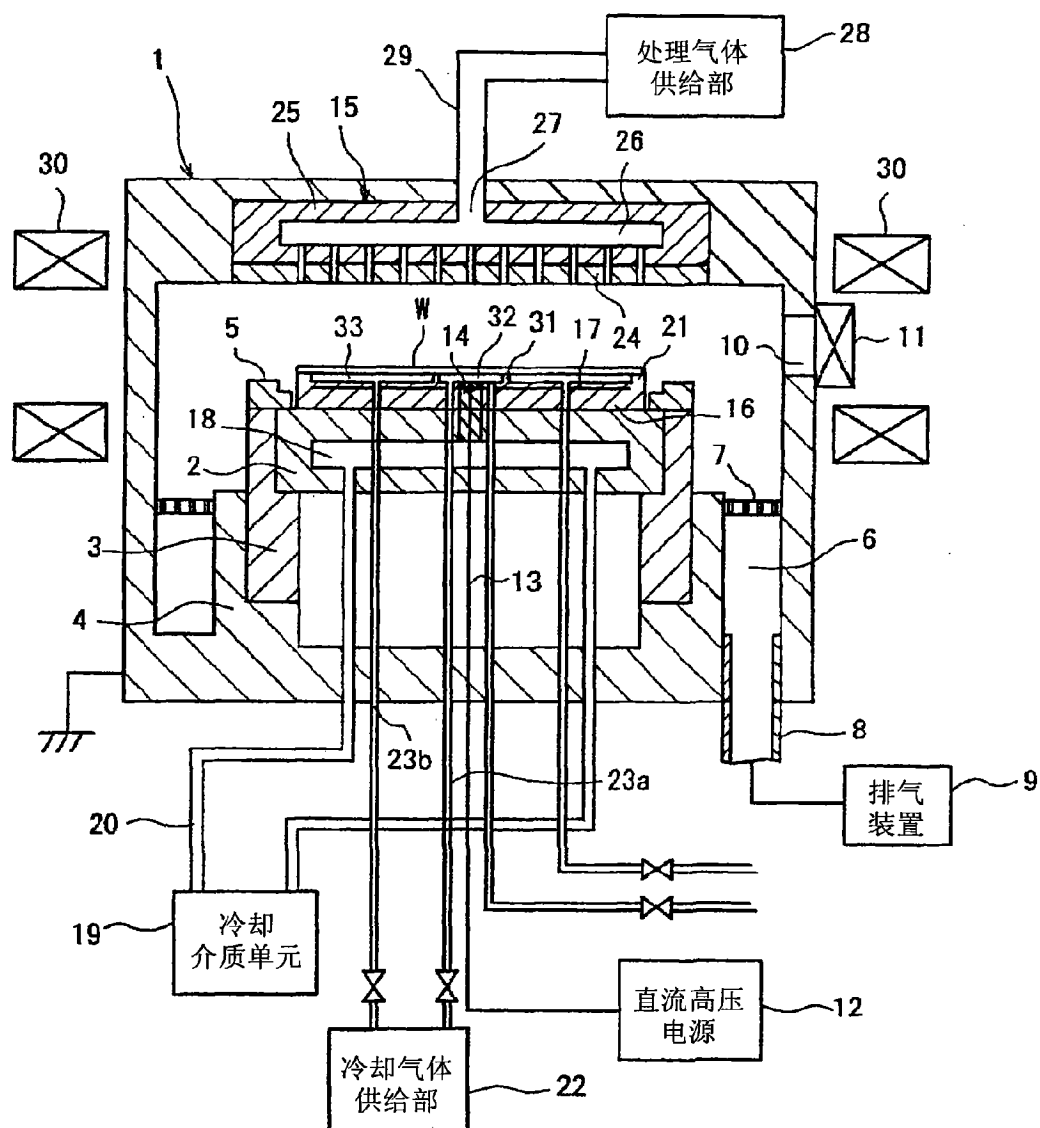


图 1

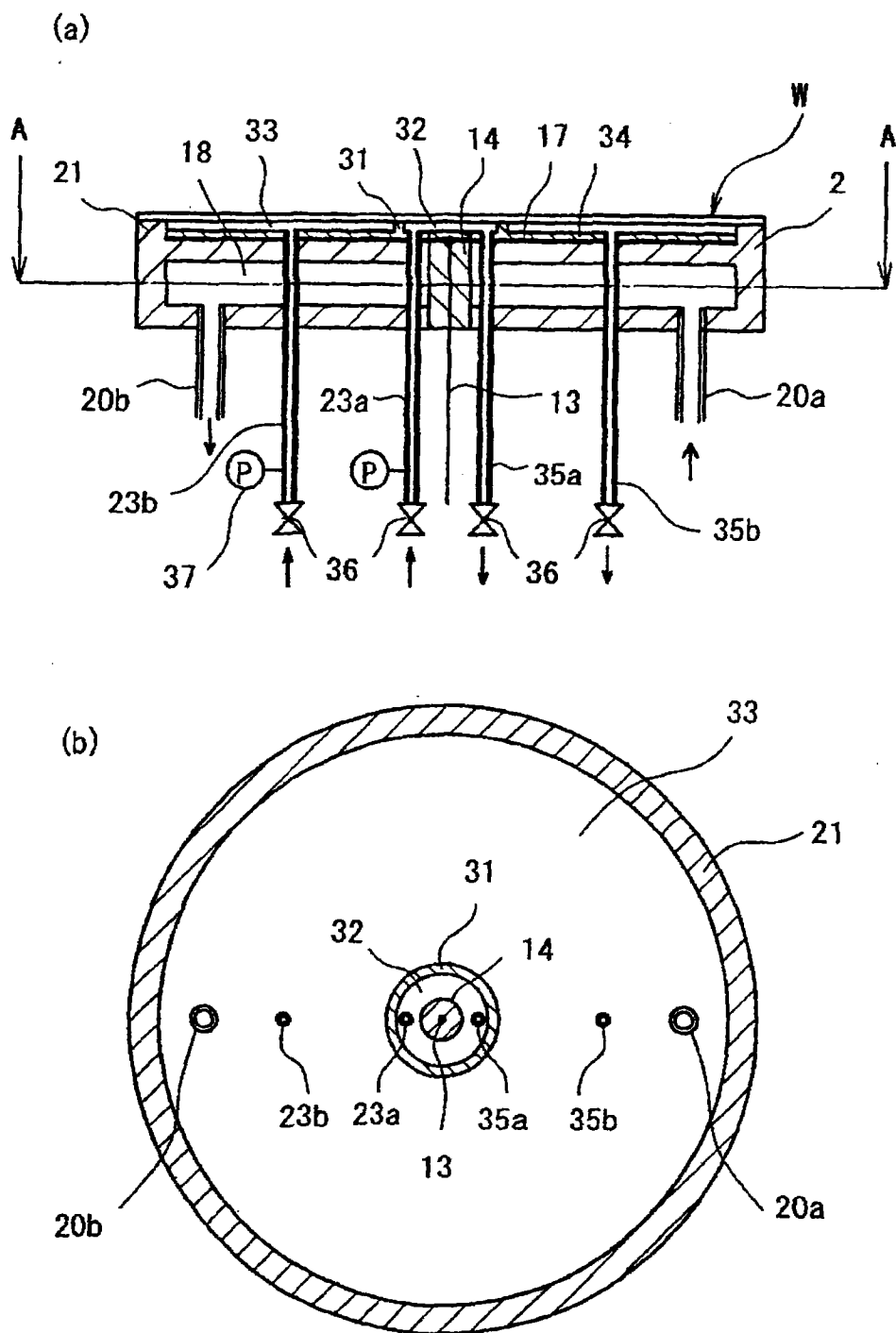


图 2

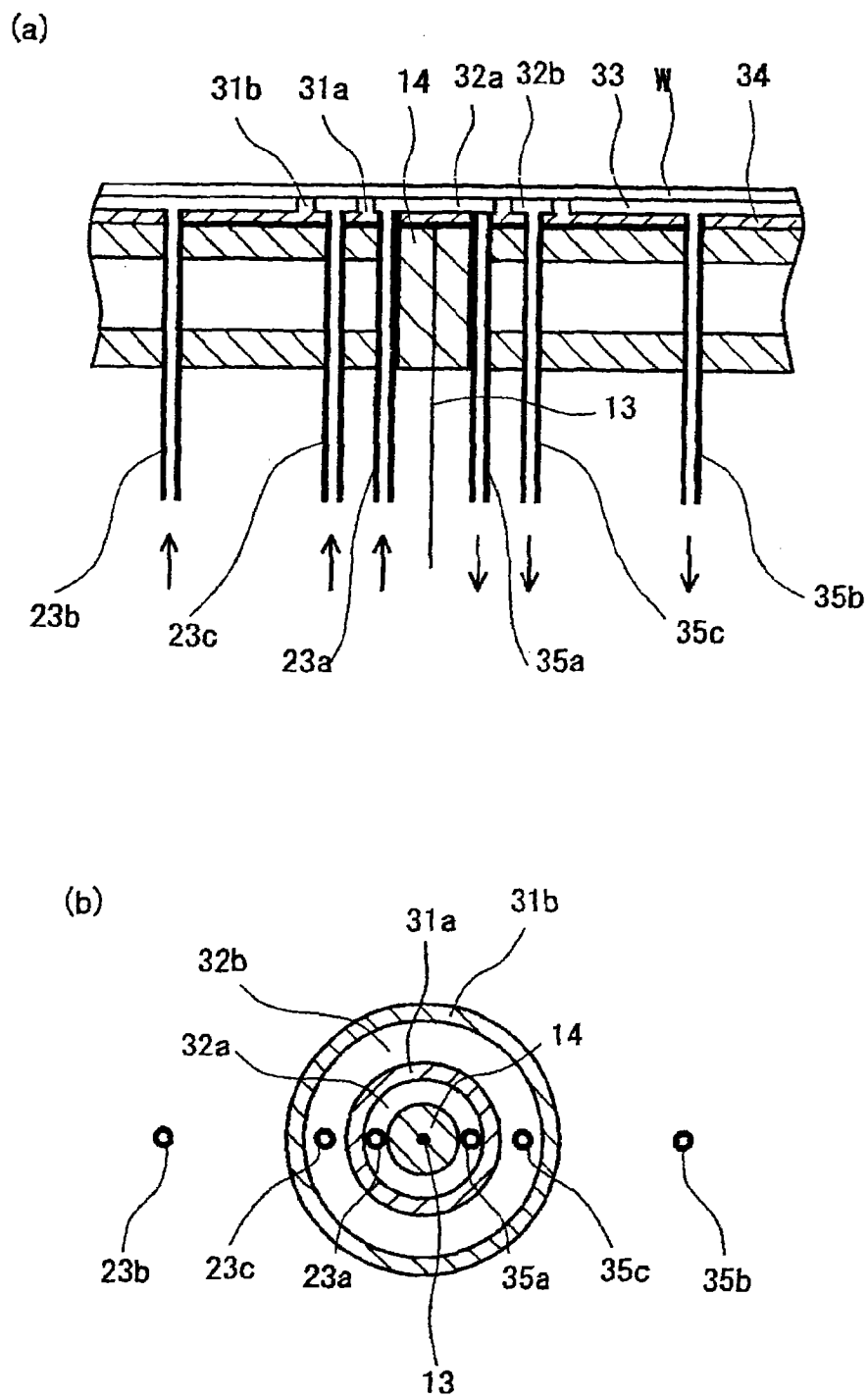


图 3

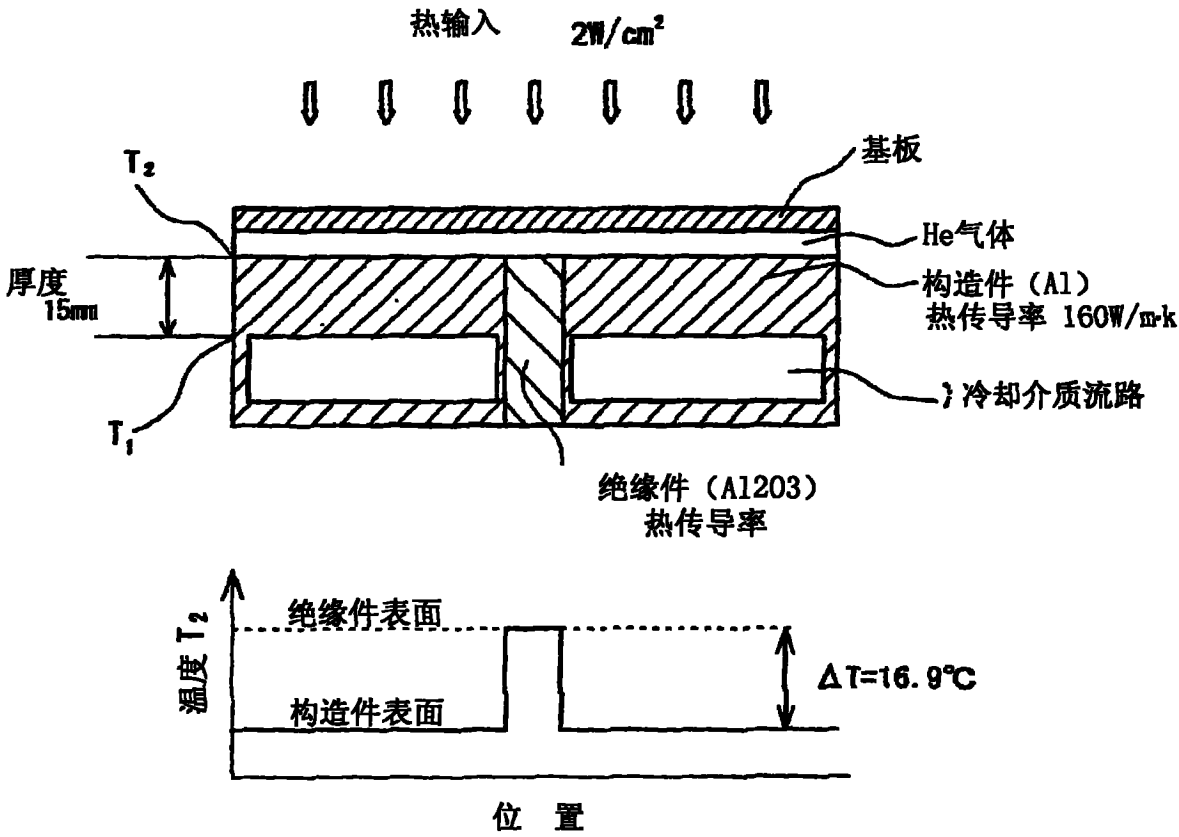


图 5

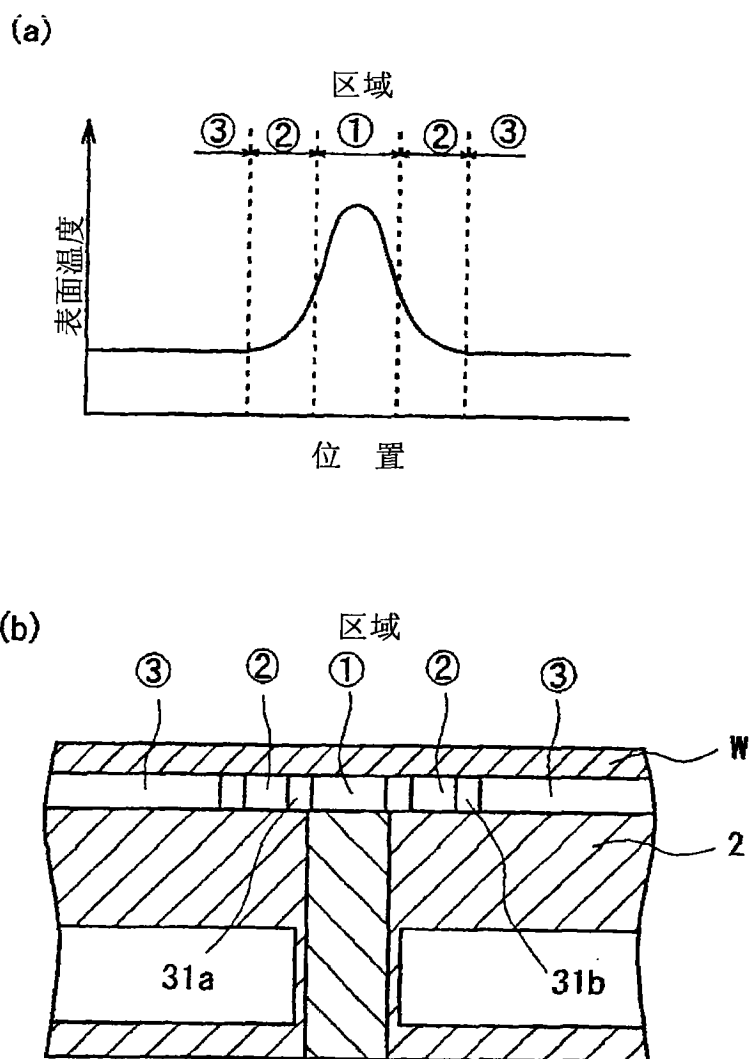


图 6

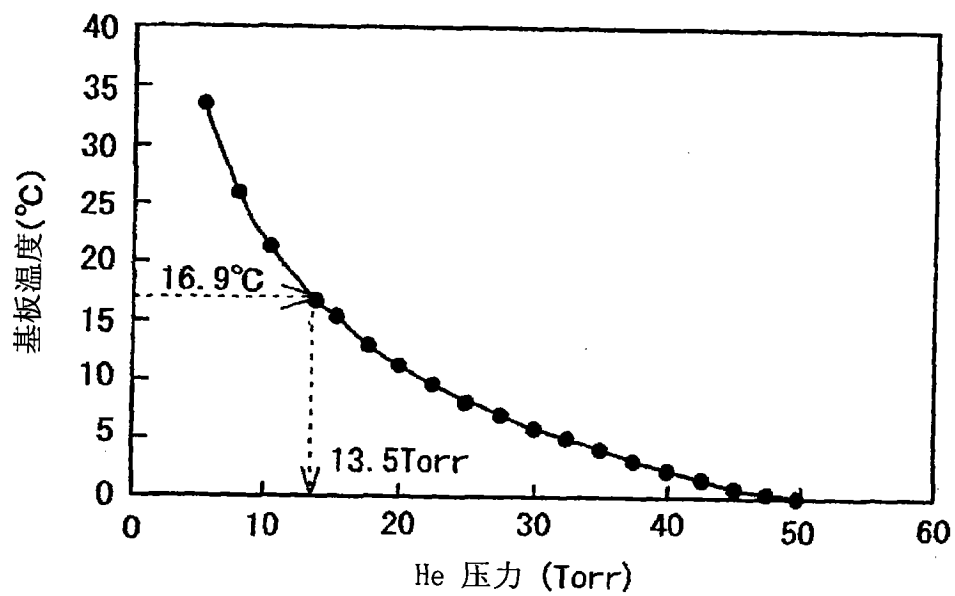


图 7