(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2023 年 7 月 27 日 (27.07.2023)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2023/138489 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 21/683 (2006.01) *H01L 21/67* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/072018

(22) 国际申请日: 2023 年 1 月 13 日 (13.01.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202210074039.2 2022年1月21日 (21.01.2022) CN

(71) 申请人: 北京北方华创微电子装备有限公司 (**BEIJING NAURA MICROELECTRONICS EQUIPMENT CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国北京市大兴区北京经济技术开发区文昌大道8号, Beijing 100176 (CN)。

(72) 发明人: 刘建 (**LIU, Jian**); 中国北京市大兴区北京经济技术开发区文昌大道8号, Beijing 100176 (CN)。

(74) 代理人: 北京天昊联合知识产权代理有限公司 (**TEE & HOWE INTELLECTUAL PROPERTY ATTORNEYS**); 中国北京市东城区东长安街1号东方广场东方经贸城西一办公楼5层1, 6-12室, Beijing 100738 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE,

(54) **Title:** ELECTROSTATIC CHUCK DEVICE AND TEMPERATURE CONTROL METHOD

(54) 发明名称: 静电卡盘装置和温度控制方法

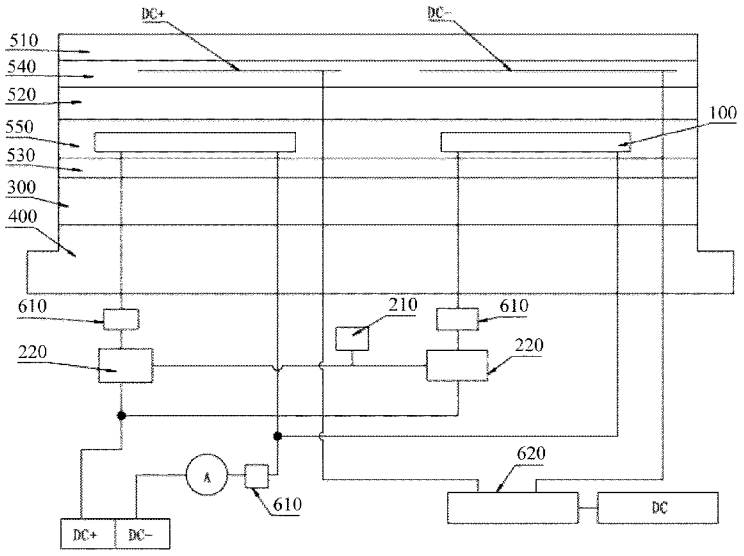

图 5

(57) **Abstract:** Disclosed in the present application are an electrostatic chuck device and a temperature control method. The electrostatic chuck device comprises a device base body, a heating layer and an insulating adsorption layer used for bearing a wafer, the device base body, the heating layer and the insulating adsorption layer being sequentially arranged from bottom to top. An adsorption electrode is arranged in the insulating adsorption layer, and is used for adsorbing a wafer. At least two main heaters are arranged in the heating layer, and are used for heating a wafer borne by the insulating adsorption layer. The electrostatic chuck device further comprises a controller. A plurality of compensation heaters are further arranged in the insulating adsorption layer, are all insulated from the adsorption electrode, and are all electrically connected to the controller. The controller is used for controlling the on-off state of each compensation heater and

WO 2023/138489 A1

[见续页]

PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护)：ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

controlling the power of each compensation heater. The technical solution solves the existing problem that a processed wafer exhibits poor process uniformity because temperatures at different positions of the wafer may deviate from each other.

(57) 摘要：本申请公开一种静电卡盘装置和温度控制方法，静电卡盘装置，包括自下而上依次设置的装置基体、加热层以及用于承载晶圆的绝缘吸附层，绝缘吸附层中设置有吸附电极，吸附电极用于吸附晶圆；加热层中设置有至少两个主加热器，主加热器用于加热绝缘吸附层承载的晶圆，绝缘吸附层中设置有吸附电极，吸附电极用于吸附晶圆；静电卡盘装置还包括控制器，绝缘吸附层中还设置有多个补偿加热器，多个补偿加热器均与吸附电极绝缘设置，且多个补偿加热器均与控制器电连接，控制器用于控制各补偿加热器的开启或关断，以及控制各补偿加热器的功率。上述技术方案能够解决因目前晶圆上不同位置的温度可能存在偏差，导致被加工件的工艺均匀性较差的问题。

静电卡盘装置和温度控制方法

技术领域

本申请属于半导体加工技术领域，具体涉及一种静电卡盘装置和温度控制方法。

背景技术

在晶圆等半导体被加工件（例如晶圆）的加工过程中，为了提升工艺效率和/或工艺效果等原因，通常会借助静电卡盘等加热器对晶圆等被加工件进行加热，且使被加工件的整体温度升高。但是，在实际加工过程中，因为各种原因，支撑于同一加热器的被加工件上不同位置处的温度可能存在偏差，这会导致被加工件的工艺均匀性较差。

发明内容

本申请公开一种静电卡盘装置和温度控制方法，能够解决因目前被加工件上不同位置的温度可能存在偏差，导致被加工件的工艺均匀性较差的问题。

为了解决上述问题，本申请实施例是这样实现地：

第一方面，本申请实施例提供了一种静电卡盘装置，用于半导体设备，所述静电卡盘装置包括自下而上依次设置的装置基体、加热层以及用于承载晶圆的绝缘吸附层，所述绝缘吸附层中设置有吸附电极，所述吸附电极用于吸附所述晶圆；所述加热层中设置有至少两个主加热器，所述主加热器用于加热所述绝缘吸附层承载的所述晶圆，所述绝缘吸附层中设置有吸附电极，所述吸附电极用于吸附所述晶圆；所述静电卡盘装置还包括控制器，所述绝缘吸附层中还设置有多个补偿加热器，多个所述补偿加热器均与所述吸附电

极绝缘设置，且多个所述补偿加热器均与所述控制器电连接，所述控制器用于控制各所述补偿加热器的开启或关断，以及控制各所述补偿加热器的功率。

第二方面，本申请实施例公开一种温度控制方法，所述温度控制方法应用于上述静电卡盘装置，所述静电卡盘装置用于承载并加热晶圆，所述温度控制方法包括：

S1、建立工艺步骤与目标补偿加热器之间的对应关系，其中，所述目标补偿加热器为进行各所述工艺步骤时，多个所述补偿加热器中除多个原始工艺结果的极值所在位置对应的所述补偿加热器之外的其余所述补偿加热器，所述原始工艺结果为在保持所述加热层中的所述至少两个主加热器开启，且保持各所述补偿加热器均关闭的状态下，进行各所述工艺步骤的所述晶圆上与多个所述补偿加热器对应的位置处的工艺结果，在所述工艺结果与所述晶圆上对应位置处的温度呈正相关的情况下，所述极值为最大值，在所述工艺结果与所述晶圆上对应位置处的温度呈负相关的情况下，所述极值为最小值；

S2、获取即将进行的工艺步骤，控制所述加热层中的各所述主加热器开启，且根据所述对应关系，控制与即将进行的所述工艺步骤对应的各所述目标补偿加热器开启。

本申请实施例公开一种静电卡盘装置，其可以应用在半导体设备中。该静电卡盘装置中，绝缘吸附层层叠设置在加热层上，加热层层叠设置在装置基体上，加热层中的至少两个主加热器能够对承载于绝缘吸附层上的晶圆进行加热，绝缘吸附层中的吸附电极能够吸附电极，从而保证晶圆可以稳定地支撑在绝缘吸附层上。同时，静电卡盘装置设有控制器，且绝缘吸附层中还设有多个补偿加热器，多个补偿加热器均与控制器电连接，控制器能够控制各补偿加热器的开启或关断，以及控制各补偿加热器的功率。继而，通过对晶圆上不同位置处的刻蚀速率等工艺结果进行检测，可以通过多个工艺结果间接地获取晶圆上对应位置的温度情况，从而如果在进行某些工艺时仅依靠

加热层中的主加热器对晶圆加热存在晶圆上不同位置处的温度不一致的情况时，在进行前述工艺时，可以在利用主加热器加热晶圆的基础上，利用控制器控制静电卡盘装置中对应地至少一个补偿加热器开启，且控制处于开启状态的补偿加热器的功率，使开启的补偿加热器能够对晶圆上对应的位置处进行加热，使该位置处的温度升高至与晶圆上最高的温度值（即晶圆上工艺结果的最大值或最小值）相同，保证晶圆的工艺均匀性相对较高。并且，由于补偿加热器的功率相较于主加热器的功率相对较小，从而通过使补偿加热器位于与晶圆距离较小的绝缘吸附层，可以使补偿加热器的热量能够更快且更精准地传递至晶圆与该补偿加热器所对应的区域处，进而为晶圆的对应位置提供热量补偿，响应速度较快。

附图说明

此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解，构成本申请的一部分，本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请，并不构成对本申请的不当限定。在附图中：

图 1 是本申请实施例公开的静电卡盘装置的结构示意图；

图 2 是本申请实施例公开的静电卡盘装置中绝缘吸附部的结构示意图；

图 3 是本申请实施例公开的静电卡盘装置中多个补偿加热部的分布示意图；

图 4 是本申请实施例公开的静电卡盘装置中吸附电极的结构示意图；

图 5 是本申请实施例公开的静电卡盘装置的电气原理示意图；

图 6 是本申请实施例公开的静电卡盘装置中部分结构的电气原理示意图；

图 7 是本申请实施例公开的温度控制方法的流程图；

图 8 是本申请实施例公开的温度控制方法中晶圆上多个被测温点的位置分布示意图；

图9是本申请实施例公开的温度控制方法中晶圆上多个被测温点与一补偿加热器之间相对位置的示意图；

图10为本申请实施例公开的温度控制方法中补偿加热器处于开启和关闭状态下晶圆上多个被测温点的温度对比示意图。

具体实施方式

为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请具体实施例及相应的附图对本申请技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

以下结合附图，详细说明本申请各个实施例公开的技术方案。

如图1-图5所示，本申请实施例公开一种静电卡盘装置，其可以应用在半导体设备中，以利用静电卡盘装置承载晶圆等被加工件，且改变晶圆等被加工件的温度，提升工艺效率和工艺结果的优异性。静电卡盘装置包括装置基体400、加热层300和绝缘吸附层500，且装置基体400、加热层300和绝缘吸附层500自下而上依次设置。需要说明的是，前述上下方向为静电卡盘装置在进行正常工作过程时竖直方向所在的方位，更直观地，可以为图1中的方向A。

其中，绝缘吸附层500用于承载晶圆；加热层300中设置有至少两个主加热器，主加热器能够加热绝缘吸附层500承载的晶圆，使晶圆的温度上升，提升晶圆的工艺效率和效果。主加热器具体可以包括电阻丝等加热器件，保证主加热器具备加热能力。主加热器的数量可以为两个、三个或更多个，主加热器的数量可以根据各主加热器的尺寸和形状等参数确定,此处不作限定。多个主加热器的形状可以为扇形，且一并组成加热层300完整的加热区域。在本申请的另一实施例中，各主加热器中的一者为圆形结构件，其余几者均

为圆环形结构件，多个主加热器套设组装，形成加热层300的加热区域，这种主加热器的分布方式可以根据晶圆等被加工件的直径等尺寸控制加热区域的大小，控制精度相对较高。当然，加热层300中除了主加热器之外，还可以包括固定主加热器的结构，具体可以为石英或陶瓷等成型材料，多个主加热器可以埋设在石英或陶瓷等成型材料中，形成结构稳定的加热层300。

绝缘吸附层500中设置有吸附电极，吸附电极能够吸附晶圆，从而使晶圆可以稳定地承载且固定于静电卡盘装置之上。吸附电极具体可以采用印刷的方式形成，其具体形状和结构可以根据实际情况确定，如图4所示，吸附电极分为DC+和DC-两个区域，吸附电极整体上可以为环状结构件，且可以利用金属丝呈多圈绕设的方式形成吸附电极。并且，亦可以通过使吸附电极形成于石英或陶瓷等成型材料内的方式，形成绝缘层，一方面实现吸附电极的固定目的，另一方面可以使绝缘吸附层500具备绝缘能力，不会对下文提及的设置于吸附绝缘层中的补偿加热器100的正常工作产生不利影响。

并且，本申请实施例公开的静电卡盘装置中还包括控制器，且绝缘吸附层500中还设有多个补偿加热器100，各补偿加热器100亦能够在工作的情况下加热绝缘吸附层500，从而使各补偿加热器100所在的区域的温度得到补偿，升高各补偿加热器100所在区域的温度，同时，多个补偿加热器100均与吸附电极绝缘设置。

具体地，各补偿加热器100均可以包括电阻丝等加热器件，当然，其具体形状和尺寸等参数可以根据实际需求确定，此处不作限定。补偿加热器100的数量可以根据补偿加热器100的尺寸和形状，以及绝缘吸附层500的尺寸和形状等实际参数确定，此处不作限定。更具体地，可以使各补偿加热器100的加热功率基本相同，以降低多个补偿加热器100的控制难度，提升静电卡盘装置的控温精度。另外，补偿加热器100亦可以形成于绝缘吸附层500中的石英或陶瓷等成型材料中，且通过使补偿加热器100与吸附电极在绝缘吸

附层 500 的厚度方向上相互间隔，保证各补偿加热器 100 均能够与吸附电极相互绝缘。

一种具体地实施例是，沿绝缘吸附层 500 的厚度方向，可以使多个补偿加热器 100 在绝缘吸附层 500 中的位置相同，且多个补偿加热器 100 均匀分布，使各补偿加热器 100 可以分别对应绝缘吸附层 500 中的不同区域，且使多个补偿加热器 100 对应的区域共同组成绝缘吸附层 500 的整面。如图 3 所示，补偿加热器 100 整体上可以呈环形结构分布，且任一环形结构中的各补偿加热器 100 沿周向分布，各环形结构中所包括的补偿加热器 100 的结构和尺寸可以根据实际情况确定，此处不作限定。

需要说明的是，可以使各补偿加热器 100 的尺寸相对较小，且在布设补偿加热器 100 的过程中，可以使补偿加热器 100 的分布情况尽可能得均匀，这可以提升补偿加热器 100 对静电卡盘装置进行温度补偿的能力相对较强，且较为全面。

如上，本申请实施例公开的静电卡盘装置包括控制器，基于此，可以使多个补偿加热器 100 均与控制器电连接，以利用控制器控制各补偿加热器 100 的开启或关断，以及控制各补偿加热器 100 的功率。在静电卡盘装置的工作过程中，可以预先为控制器设置相应的控制规则，且使控制器能够根据所要进行的工艺步骤的具体情况，基于预先输入的控制规则，控制与即将进行的工艺步骤对应的补偿加热器 100。

更详细地，在静电卡盘装置被应用至量产工艺过程之前，可以预先对静电卡盘装置的加热情况进行测试。在测试的过程中，可以仅开启加热层 300 中的全部主加热器，且控制多个补偿加热器 100 均处于关闭状态，进而测量静电卡盘装置上多个被测位置处的温度，多个被测位置与多个补偿加热器 100 所在的位置一一对应，从而得到多个基础数据。

当然，在测量过程中，由于温度数据的测量难度相对较大，进而可以通

过测量晶圆等被加工件上不同位置处的被刻蚀速率等参数，从而利用与温度直接关联的被刻蚀速率等参数表征晶圆上该位置处的温度的具体情况，也即，上述基础数据具体可以为被刻蚀速率。另外，刻蚀速率等参数可能与温度的高低呈正比，亦有可能呈反比，为了便于下文描述，下文均以晶圆的被刻蚀速率与温度呈正比为例。需要说明的是，多个被测位置具体可以为各补偿加热器 100 的结构中心，当然，被测位置亦可以为各补偿加热器 100 的边缘，只需保证多个补偿加热器 100 上各自的被测位置相互对应即可。

并且，受静电卡盘装置上不同位置处的导热情况不同等多种因素影响，上述多个基础数据的大小可能会存在差异，基于此，可以通过开启与基础数据对应的补偿加热器 100，利用补偿加热器 100 对其所在的位置进行加热，使该补偿加热器 100 所在的区域的温度升高，实现减小甚至消除多个基础数据中的数值最大的一者与该基础数据之间的差值的目的，使多个基础数据之间的差值均相对较小，甚至使多个基础数据各自之间的差值均为零。

在上述测试过程中，可以通过控制器控制各补偿加热器 100 的开启或关断，也即，使晶圆上对应于刻蚀速率最高的补偿加热器 100 处于关断状态，且使晶圆上刻蚀速率小于前述最高的一者的其他位置对应的补偿加热器 100 处于开启状态，利用这些处于开启状态的补偿加热器 100 对各自所在的位置进行温度补偿，使晶圆上对应于多个处于开启状态的补偿加热器 100 的区域的温度升高，进而增大其刻蚀速率。

虽然晶圆上刻蚀速率相对较低的位置处所对应的补偿加热器 100 处于开启状态的情况下能够增大前述位置处的刻蚀速率，但是，处于开启状态的补偿加热器 100 可能会将其所在处的温度升高至超过晶圆上温度最高的位置处的温度，从而导致该位置处的刻蚀速率成为新的刻蚀速率最大的位置，进而可能会造成晶圆上不同位置处的刻蚀速率仍存在加大的差异。基于此，控制器还可以控制多个补偿加热器 100 以不同的功率工作，从而使处于开启状态

的补偿加热器 100 可以将各自所对应的区域处的温度补偿至与晶圆上的最高温度接近甚至相同的状态，保证晶圆上不同位置处的刻蚀速率的一致性相对较高。

其中，对于多个补偿加热器 100 的开启功率，亦可以通过预先测试的方式得到。具体地，可以根据所要进行的具体工艺，通过使晶圆上刻蚀速率小于最大值的区域对应的补偿加热器 100，且使该补偿加热器 100 分别以不同的功率开启，记录其与刻蚀速率中最大值最为贴近的功率值，从而在量产过程中，只要进行前述工艺过程，即可利用控制器控制该补偿加热器 100 以前述测试得到的功率值开启，使晶圆上与该补偿加热器 100 对应的区域的温度和刻蚀速率均能够与晶圆上温度和刻蚀速率的最大值对应，保证晶圆具有较高的工艺均匀性。

本申请实施例公开一种静电卡盘装置，其可以应用在半导体设备中。该静电卡盘装置中，绝缘吸附层 500 层叠设置在加热层 300 上，加热层 300 层叠设置在装置基体 400 上，加热层 300 中的至少两个主加热器能够对承载于绝缘吸附层 500 上的晶圆进行加热，绝缘吸附层 500 中的吸附电极能够吸附电极，从而保证晶圆可以稳定地支撑在静电卡盘装置上。同时，静电卡盘装置设有控制器，且绝缘吸附层 500 中还设有多个补偿加热器 100，多个补偿加热器 100 均与控制器电连接，控制器能够控制各补偿加热器 100 的开启或关断，以及控制各补偿加热器 100 的功率。继而，通过对晶圆上不同位置处的刻蚀速率等工艺结果进行检测，可以通过多个工艺结果间接地获取晶圆上对应位置的温度情况，从而如果在进行某些工艺时仅依靠加热层 300 中的主加热器对晶圆加热存在晶圆上不同位置处的温度不一致的情况时，在进行前述工艺时，可以在利用主加热器加热晶圆的基础上，利用控制器控制静电卡盘装置中对应地至少一个补偿加热器 100 开启，且控制处于开启状态的补偿加热器 100 的工作功率，使开启的补偿加热器 100 能够对晶圆上对应的位置

处进行加热，使该位置处的温度升高至与晶圆上最高的温度值（即晶圆上工艺结果的最大值或最小值）相同，保证晶圆的工艺均匀性相对较高。并且，由于补偿加热器 100 的功率相较于主加热器的功率相对较小，从而通过使补偿加热器 100 位于与晶圆距离较小的绝缘吸附层 500，可以使补偿加热器 100 的热量能够更快且更精准地传递至晶圆与该补偿加热器 100 所对应的区域处，进而为晶圆的对应位置提供热量补偿，响应速度较快。

如上所述，可以通过一体成型等方式形成包括补偿加热器 100 和吸附电极的绝缘吸附层 500，具体地，可以通过一体烧结的方式，在补偿加热器 100 和吸附电极之间，以及二者之外设置陶瓷材料，且通过烧结的方式，使补偿加热器 100 和吸附电极被固定在陶瓷材料内，形成绝缘吸附层 500。

在本申请的另一实施例中，可选地，如图 2 所示，绝缘吸附层 500 包括第一绝缘子层 530、第二绝缘子层 520 和第三绝缘子层 510，且三者自下而上依次设置。第一绝缘子层 530、第二绝缘子层 520 和第三绝缘子层 510 均为绝缘结构件，也即，三者均采用陶瓷等绝缘材料形成，三者均可以为板状或层状结构件，以保证位于三者中任一者相背两侧的器件之间均具备相互绝缘的能力。

并且，吸附电极设置在第三绝缘子层 510 和第二绝缘子层 520 之间，形成吸附子层 540，多个补偿加热器 100 均设置在第二绝缘子层 520 和第一绝缘子层 530 之间，形成补偿加热层 550。也即，在本实施例中，吸附电极和补偿加热器 100 之间通过第二绝缘子层 520 这种成型结构件相互绝缘，进而使所形成的绝缘吸附层 500 中，吸附电极和补偿加热器 100 之间的绝缘效果相对较为可靠；同时，通过预制第一绝缘子层 530、第二绝缘子层 520 和第三绝缘子层 510 的方式为吸附电极和补偿加热器 100 提供固定基础，还可以使吸附电极和补偿加热器 100 之间相对位置的稳定性更高，防止在吸附电极、补偿加热器 100 和绝缘材料一体成型过程中出现吸附电极和/或/相对于各自

的原始位置发生偏移，保证吸附电极，尤其是多个补偿加热器100的位置保持在预设位置处，从而提升整个静电卡盘的加热均匀能力。

具体地，第一绝缘子层530、第二绝缘子层520和第三绝缘子层510均为陶瓷颗粒与粘接剂混合形成的薄片状结构件，之后，可以在第一绝缘子层530上设置多个补偿加热器100,各补偿加热器100具体可以为相互独立的电热器件，多个补偿加热器100的具体位置可以根据预先对加热层300的加热测试得到，使多个补偿加热器100尽量靠近加热层300对晶圆上加热温度相对较低的位置处。当然，多个补偿加热器100亦可以均匀地分布在第一绝缘子层530上，且根据具体的工艺类型，确定该工艺过程中需要开启的补偿加热器100。之后，再将第二绝缘子层520按压覆盖在补偿加热层550背离第一绝缘子层530的一侧，之后，再在第二绝缘子层520上通过印刷等方式形成吸附电极，之后，再在吸附层的上方压覆第三绝缘子层510，形成绝缘吸附层500的整体结构。最后，通过整体烧结的方式，可以使吸附电极和补偿加热器100被可靠地固定在第一绝缘子层530、第二绝缘子层520和第三绝缘子层510中，形成结构稳定的绝缘吸附层500。

可选地，补偿加热器100包括丝网印刷形成的金属电阻加热器，这可以降低多个补偿加热的加工难度。并且，补偿加热器100的线缆穿过装置基体400和加热层300,且引出至装置基体400之外，以利用装置基体400和加热层300为补偿加热器100的线缆提供保护作用,且可以对多个补偿加热器100各自的线缆进行收束，降低各补偿加热器100的线缆的整理难度。另外，可选的，可以使补偿加热器100的数量大于等于10且小于等于100，从而保证在多个补偿加热器100的组装和连接难度可控的情况下，尽可能精细地为加热层300提供稳定补偿作用。

如上所述,可以使多个补偿加热器100均匀地分布在绝缘吸附层500中，可选地，多个补偿加热器100组成中心补偿区和多个环形补偿区，多个环形

补偿区呈同心环分布，也即，中心补偿区为圆形结构，多个环形补偿区均为圆环形结构，且多个环形补偿区中的一者环绕设置在中心补偿区之外，其他的环形补偿区则依次依环绕设置，即，多个环形补偿区均以中心补偿区的中心为圆心环绕于该中心补偿区周围，使多个补偿加热器100形成与晶圆仿形的结构，以在为晶圆提供热量补偿的过程中，防止出现热量浪费的情况，且可以在一定程度上提升对晶圆进行温度补偿的精度。

并且，任一环形补偿区均包括多个补偿加热器100，以进一步减小任一补偿加热器100的尺寸大小，提升温度补偿精度。另外，在布设任一环形补偿区中的多个补偿加热器100的过程中，可以使任一环形补偿区中多个补偿加热器100包括对称且成组设置的两个补偿加热器100，如图3所示，其可以为中心对称，以便于多个补偿加热器100的补偿计算过程的进行。另外，中心补偿区包括一个补偿加热器。

可选地，上述控制器可以包括控制部210和多个执行部220，控制部210具体可以为PLC（Programmable Logic Controller，可编程逻辑控制器）或FPGA（Field Programmable Gate Array，现场可编程逻辑门阵列）等。多个补偿加热器100与多个执行部220一一对应设置，且使各补偿加热器100与各执行部220一一对应地连接，从而利用多个执行部220分别为多个补偿加热器100发送执行命令。可选的，执行部220具体可以包括PWM（Pulse width modulation，脉冲宽度调制）执行器，这种执行器的成本相对较低，且抗噪性能好。更具体地，PWM执行器可以为继电器，执行部220能够接收控制部210所发送的PWM信号，且通过控制开闭比例的方式控制对应的补偿加热器100的开启功率。并且，控制部210通过多个执行部220控制对应的补偿加热器100输出目标功率，从而可以减少控制部210的设置数量，一方面进一步降低静电卡盘装置的整体成本，另一方面还可以降低控制器的组装难度。

可选地，如图 5 所示，本申请实施例公开的静电卡盘装置还可以包括滤波器 610，各补偿加热器 100 与对应的执行部 220 之间均连接有滤波器 610，以利用滤波器 610 对处于射频环境的静电卡盘装置与外部电路之间进行滤波，防止对外部电路产生不利影响。外部电路包括电源正极和电源负极，二者均连接至静电卡盘装置的电路中，以为各补偿加热器 100 供电。当然，吸附电极亦与外部电路连接，外界电源与吸附电极之间亦设置有提供滤波作用的电源滤波盒 620。

基于上述任一实施例公开的静电卡盘装置，如图 7 所示，本申请实施例还公开一种温度控制方法，该温度控制方法可以应用在上述任一实施例公开的静电卡盘装置中，以对静电卡盘装置的工作状态进行控制，使承载于静电卡盘装置上的晶圆上的不同位置处的温度趋近一致，提升晶圆的工艺均匀性。

温度控制方法包括：

S1、建立工艺步骤与目标补偿加热器的对应关系，其中，目标补偿加热器为进行各工艺步骤时，多个补偿加热器中除多个原始工艺结果的极值所在位置对应的补偿加热器之外的其余补偿加热器。上述原始工艺结果为在保持加热层，且保持各补偿加热器均关闭的状态下，进行各工艺步骤的晶圆上与多个补偿加热器对应的位置处的工艺结果。另外，针对上述极值，在工艺结果与晶圆上对应位置处的温度呈正相关的情况下，上述极值为最大值，对应地，在工艺结果与晶圆上对应位置处的温度呈负相关的情况下，上述极值为最小值。

展开地说，在晶圆的加工过程中，需要对晶圆进行至少一个工艺步骤，任一工艺步骤中，晶圆的工艺结果均与晶圆的温度相关，且工艺结果与温度可能呈正相关，亦有可能呈负相关。但无论如何，晶圆上某一位置的温度必然与该位置处的工艺结果相关，从而通过对晶圆上多个位置的工艺结果进行检测，即可获得晶圆上对应位置处的温度情况。其中，上述工艺结果可以为

晶圆的刻蚀速率等，当然，工艺结果还可以为沉积速率等，此处不作限定。

如上所述，在仅利用加热层对晶圆进行加热时，理论上，加热层对晶圆上不同位置处的加热效率相同。但是，受各种因素影响，晶圆上仍存在温度不同的位置。进而，晶圆上必然存在至少一处温度最高的位置，而且，前述至少一个位置可能正好与静电卡盘装置上多个补偿加热器中的至少一者对应重合，也即，承载于静电卡盘装置上的晶圆中温度最高的位置处的正下方正好设置有补偿加热器；或者，晶圆上温度最高的位置处在静电卡盘装置上所对应的位置处亦有可能未设置补偿加热器，因而，在获取晶圆的温度（也即工艺结果）的过程中，可以测量晶圆中与多个补偿加热器对应的多个位置的温度（或工艺结果），在这种情况下，可以更为直观地获取任一补偿加热器对应于晶圆上的位置处的温度（或工艺结果）。

当然，在测量晶圆中与多个补偿加热器对应的多个位置的温度（或工艺结果）的过程中，需要使加热层保持开启状态，且使各补偿加热器保持关闭状态，从而得到晶圆进行该工艺步骤时的工艺结果的原始值，也即，得到与多个补偿加热器所在位置一一对应的多个原始工艺结果。

在晶圆的加工过程中，为了保证晶圆的工艺结果的均匀性较高，需要使晶圆上不同位置处的温度趋近一致，由于补偿加热器只能使晶圆上对应位置处的温度升高，进而在利用补偿加热器补偿晶圆上的温度时，只能使温度相对较低的位置处的补偿加热器工作，以补偿该温度较低的位置处的温度。

如上所述，上述多个原始工艺结果中，必然有至少一个极值，以工艺结果与温度呈正相关为例，上述多个原始工艺结果中存在至少一个最大值，以原始工艺结果为六个，最大值为一个为例，显然，在进行该工艺步骤时，可以通过开启除了与前述最大值对应的补偿加热器之外的其他补偿加热器，从而晶圆上温度较低的五个位置处能够在补偿加热器的作用下在一定范围内升高其温度，使前述五个位置处的温度与前述最大值对应的位置处的温度之间

的差值得到减小，从而使晶圆的工艺均匀性得到提升。

需要说明的是，为了防止因补偿加热器的温度补偿作用较强而造成前述五个位置处的温度超出前述最大值对应的位置处的温度，甚至超出较多，可以使补偿加热器的加热功率相对较小。进一步地，可以根据晶圆在工艺步骤中的工艺结果的差值等信息，对应地确定补偿加热器的加热功率，以尽量使补偿加热器的补偿温度不会超过前述最大值对应的位置处的温度过多，进而保证晶圆的工艺结果的均匀性相对较高。

当然，在工艺步骤的数量为多个的情况下，可以针对每一工艺步骤分别单独进行上述过程，且得到与该工艺步骤对应的需要开启的补偿加热器所在的位置，记为与该工艺步骤对应的目标补偿加热器，从而形成工艺步骤与目标补偿加热器之间的对应关系。

基于上述步骤 S1，本申请实施例公开的温度控制方法还包括：

S2、获取即将进行的工艺步骤，控制开启加热层中的各主加热器开启，且根据上述步骤得到的对应关系，控制与即将进行的工艺步骤对应的各目标补偿加热器开启。

如上所述，可以预先得到一组对应关系的数据，基于上述数据可以得到任一工艺步骤与目标补偿加热器之间的联系，从而只要确定所要进行的工艺步骤，即可基于上述对应关系得到目标补偿加热器为多个补偿加热器中的哪一者或哪几者。基于此，在进行工艺步骤时，为了保证晶圆上任意位置处的工艺效果均相对较好，可以开启加热层中的所有主加热器和即将进行的工艺步骤对应的目标补偿加热器，从而在加热层和目标补偿加热器的共同作用下，尽量使晶圆上任意位置处的温度趋近一致，提升晶圆的工艺结果的均匀性。

在上述实施例公开的温度控制方法中，只要在进行某一工艺步骤的过程中，存在至少一个补偿加热器与晶圆上对应的区域的工艺结果不是多个原始工艺结果中的极值的情况，则在后续进行该工艺步骤时，即控制上述至少一

个补偿加热器开启，这可能会导致在后续进行该工艺步骤时，因前述至少一个补偿加热器开启，造成某一补偿加热器所对应的晶圆的区域的温度超过多个原始工艺结果中的极值，造成晶圆上工艺均匀性仍无法较好地实现。

基于此，上述步骤 S2 可以包括：

获取即将进行的工艺步骤，控制加热层中的各主加热器开启，且根据上述对应关系和开启比例，控制与即将进行的工艺步骤对应的各目标补偿加热器以目标功率开启。也就是说，在本实施例中，当进行某工艺步骤时，不仅基于上述对应关系控制与所要进行的工艺步骤对应的目标补偿加热器，还可以根据开启比例使所要开启的目标补偿加热器以目标功率开启，从而进一步提升各目标补偿加热器的控制精度。

上述开启比例可以为 0.1、0.2、1.1 等值，其可以根据温差与开启功率的对应关系等实际情况选定，此处不作限定。目标功率与开启比例相关，且目标功率还与待补偿值相关，详细地说，目标功率为开启比例与待补偿值的乘积。其中，待补偿值为多个原始工艺结果中的极值与目标补偿加热器对应的原始工艺结果之间的差值，也即，目标补偿加热器的目标功率与其所对应的晶圆上的区域的工艺结果直接相关。在这种情况下，借助多个目标补偿加热器的共同作用可以使晶圆上原本温度小于温度最大处的温度的区域的温度，能够更接近最大温度，且即便某一处的温度经目标补偿加热器的加热而超过原本的最大温度，由于目标补偿加热器的目标功率与该目标补偿加热器对应的区域的原始工艺结果密切相关，且原始工艺结果与温度直接相关，从而也不会出现经目标补偿加热器进行热量补偿之后，导致该处的温度超过原本的温度最大值过多，进而可以保证晶圆上各处的温度的均匀性更高，从而使晶圆的工艺结果的均匀性得到提升。

考虑到晶圆的温度受多方面因素的影响，为了进一步提升补偿加热器对晶圆上对应位置的温度的补偿精度，在本申请的另一实施例中，可选地，上

述步骤S2包括：

获取即将进行的工艺步骤，控制加热层中的各主加热器开启，且根据上述对应关系，待补偿值和影响函数，控制与即将进行的工艺步骤对应的各目标补偿加热器以目标功率开启。也即，在本申请中，基于影响函数和待补偿值,进一步对需要开启的各目标补偿加热器的目标功率进行更为精准的控制，使目标补偿加热器在目标功率下工作，能够将其所对应的位置处的工艺结果补偿至与多个原始工艺结果中的极值相当甚至相等，进一步提升晶圆的工艺均匀性。

当然，为实现上述目的，需要使影响函数的可靠性相对较高，进而，可以通过使目标补偿加热器分别以多个不同的开启功率工作，且记录目标补偿加热器以对应的开启功率工作时晶圆上对应位置处的工艺结果，任一组数据均包括工艺结果和开启功率，在多组数据的支持下，即可得到一函数关系，其即为上述影响函数。并且，影响函数的级数与前述数据的组数有关，进而可以针对每一目标补偿加热器均进行至少两次测试，使任一目标补偿加热器的影响函数均至少为二次函数，使基于影响函数得到的目标功率的准确性更好。具体地，可以针对任一目标补偿加热器设置10%、50%和90%功率，且得到与该目标补偿加热器对应的位置的工艺结果分别为Tn1、Tn2和Tn3，通过二次函数拟合可获得该目标补偿加热器的输出功率与工艺结果之间的影响函数：$Pn=k1\times T^2+k2\times T+k3$。继而，在进行对应的工艺步骤时，可以根据该目标补偿加热器对应的位置处的工艺结果的待补偿值，得到该目标补偿加热器所要开启的目标功率。

如上所述，在采用上述温度控制方法的进行工艺步骤的过程中，基于上述步骤S1中所建立的对应关系控制对应的目标补偿加热器开启之后，可能会造成某一或某多个目标补偿加热器对应的位置处的工艺结果超过（具体为大于或小于）多个原始工艺结果中的极值，从而导致补偿后的工艺结果中出

现新的极值，这会造成晶圆的工艺均匀性可能无法被满足，基于此，在采用步骤 S1 建立的对应关系控制目标补偿加热器工作之前，可以先对所建立的对应关系进行验证，且在验证的结果满足要求的情况下，才根据所要进行的工艺步骤，基于上述对应关系，控制对应的目标补偿加热器开启。

详细地，上述步骤 S2 包括：

在进行即将进行的工艺步骤之前，开启加热层中各主加热器，且基于上述对应关系开启对应的目标补偿加热器；

在晶圆上与多个补偿加热器对应的位置处的工艺结果中任意两者的差值均小于预设值的情况下，获取即将进行的工艺步骤，控制加热层中各主加热器开启，且根据上述对应关系，控制与即将进行的工艺步骤对应的目标补偿加热器开启。

在采用上述技术方案的情况下，通过预先对进行工艺步骤时，根据对应关系开启对应的目标补偿加热器，所得到的晶圆上与多个补偿加热器对应的位置的工艺结果进行验证,只有在多个工艺结果的均匀性满足需求的情况下，后续进行对应的工艺步骤时，才会根据上述对应关系，控制对应的目标补偿加热器开启，以与加热层共同作用，为承载于静电卡盘装置上的晶圆提供加热作用，使晶圆上任意位置处的温度相同或基本相同。

相应地，如果在进行工艺步骤，开启加热层中的各主加热器，且基于对应关系开启对应的目标补偿加热器，晶圆上与多个补偿加热器对应的位置处的工艺结果中任意两者之间的差值中包括大于或等于预设值的情况，则认为上述对应关系可能存在准确性不足的情况。

为解决上述情况，可以控制补偿后的工艺结果中与多个原始工艺结果的极值的差值等于或大于上述预设值的目标补偿加热器在进行对应的工艺步骤时处于关闭状态，这使得该位置处的工艺结果小于多个原始工艺结果中的极值，但亦可以在一定程度上提升晶圆的工艺均匀性。

或者，还可以采用上述实施例中基于上述极值与补偿加热器对应的位置处的工艺结果的待补偿值，比例性地控制补偿加热器的开启功率。再或者，还可以采用上述实施例中，基于影响函数和上述极值与补偿加热器对应的位置处的工艺结果的待补偿值，对应地控制补偿加热器的开启功率。当然，在采用此两种替代方案的过程中，亦有可能存在目标补偿加热器以对应的目标功率开启时，出现某一或某多个目标补偿加热器对应的位置处的工艺结果与多个原始工艺结果的极值之间的差值等于或大于上述预设值，基于此，可以对上述两种替代方案中的比例系数或影响函数中的各项系数进行调整，得到新的比例系数或影响函数，提升上述两种替代方案的精确度。

在上述任一实施例中，均涉及到对晶圆上与多个补偿加热器对应的位置处的工艺结果的采样工作。如图 8 和图 3 所示，在实际应用过程中，用以提供采样功能的采样设备上的采样点位（即测温点）可能并非与已经成型的静电卡盘装置中多个补偿加热器的位置一一相互对应，且为了保证静电卡盘装置的温度补偿能力相对较强，通常需要使多个补偿加热器的分布尽可能得均匀。

基于此，在获取晶圆上与任一补偿加热器对应的位置处的工艺结果的过程中，如果采样设备上的某一采样点位正好与该位置对应，则可以利用前述采样点位为该位置提供采样工作。而如果采样设备中任一采样点位均无法与某一补偿加热器所对应的位置相互对应，则可以通过采集该补偿加热器对应的位置周围的多个位置的工艺结果，且经插值法计算得到该补偿加热器对应的位置处的工艺结果，降低采样难度。

详细地说，晶圆上与至少一个补偿加热器对应的位置处的工艺结果为晶圆上围绕前述位置的多个其他位置处的工艺结果的均值。其中，晶圆上与补偿加热器对应的位置处的工艺结果为待测工艺结果，且待测工艺结果无法通过直接测量的方式得到；围绕前述位置的多个其他位置的工艺结果为已知工

艺结果，已知工艺结果能够通过直接测量的方式得到。

更具体地，如图 6 所示，静电卡盘装置中设置有 6 个补偿加热器，以晶圆中心为坐标 X 和 Y 的零点，补偿加热器中心位置的坐标分别为（X1，Y1）、（X2，Y2）……(X6，Y6)，工艺步骤中检查了 10 个点的工艺结果，这个 10 个点的坐标分别为（A1，B1）、（A2，B2）……(A10，B10)，则按照上述温度控制方法，需要首先测试当补偿加热器全部关闭时，这 10 个工艺点的原始工艺结果（C1，C2，……，C10），之后，可以通过线性插值的方式利用上述 10 个点的工艺结果，计算得到晶圆上与 6 个补偿加热器的中心位置相对对应的位置的工艺结果。更具体地，以图 9 中空心圆圈所示的点（X1，Y1）的计算为例说明具体计算步骤如下：10 个工艺点的横坐标分别为 A1-A10，则 X1 位于其中两个数之间，例如位于 A2 和 A3 之间，10 个工艺点的纵坐标分别为 B1-B10，则 Y1 位于其中两个数之间，例如 B3 和 B4 之间，则 X1，Y1 所处的结果如图 9 所示，图 9 中 C1-C5 为已知测到的工艺结果数据，（X1，Y1）对应的周边除（A3，B3）外其余 3 个点的坐标分别为(A2，B3)、(A2，B4)、(A3，B4)，假设这 3 个点的工艺数据分别为 P1，P2，P3，则进行如下计算：P1=（C2+C3）/2， P2=(P1+P3)/2，P3=(C3+C4)/2，则（X1，Y1）处的工艺数据 P=（P1+P2+P3+C3）/4=(3×C2+22×C3+3×C4)/16。

之后，再从上述 6 个工艺结果中找出工艺结果的极值（该极值是温度最高的位置处对应的工艺结果的值，不一定是真实的数值最大值，因为有些工艺是温度越高，工艺结果越小的），假设极值为第一个补偿加热器所对应的位置处，分别计算其余 5 个补偿加热器对应的位置处的工艺结果与前述极值的差值，分别假设为 PE1，PE2，…，PE5。由于补偿加热器只能进行升温补偿，后续补偿中保持第一个补偿加热器处于关闭状态，通过打开其他 5 个补偿加热器对各自对应的位置进行温度补偿。在温度控制过程中，将 PE1-PE5 分别代入上述 5 个补偿加热器各自的影响函数关系 $Pn=k1\times T^2+k2\times T+k3$ 中，

得到其余 5 个补偿加热器各自的输出功率 T1-T5，将功率数据发给控制部，控制 PWM 执行器按照该输出功率控制对应的补偿加热器工作。

之后，对晶圆上的工艺结果进行再次收集，以确认上述控制方式是否可以使晶圆的均匀性得到满足，如果可以，则在量产工艺过程中，即可利用上述控制方法对静电卡盘装置进行控制，如果不可以，则通过再次取值的方式，得到新的影响函数。

如图 10 所示，通过对晶圆上的多个位置（即，测温点位置）的温度进行测量，可以发现，在采用上述控制方法对静电卡盘装置的加热过程进行控制之后，晶圆上不同位置处的温度（即，测温点温度）之间的差值明显减小，晶圆上的温度均匀性得到显著提升，进而可以保证晶圆的工艺均匀性得到较大提升。

本申请上文实施例中重点描述的是各个实施例之间的不同，各个实施例之间不同的优化特征只要不矛盾，均可以组合形成更优的实施例，考虑到行文简洁，在此则不再赘述。

以上所述仅为本申请的实施例而已，并不用于限制本申请。对于本领域技术人员来说，本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原理之内所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的权利要求范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种静电卡盘装置，用于半导体设备，其特征在于，所述静电卡盘装置包括自下而上依次设置的装置基体、加热层以及用于承载晶圆的绝缘吸附层，所述绝缘吸附层中设置有吸附电极，所述吸附电极用于吸附所述晶圆；所述加热层中设置有至少两个主加热器，所述主加热器用于加热所述绝缘吸附层承载的所述晶圆；所述静电卡盘装置还包括控制器，所述绝缘吸附层中还设置有多个补偿加热器，多个所述补偿加热器均与所述吸附电极绝缘设置，且多个所述补偿加热器均与所述控制器电连接，所述控制器用于控制各所述补偿加热器的开启或关断，以及控制各所述补偿加热器的功率。

2、根据权利要求 1 所述的静电卡盘装置，其特征在于，所述绝缘吸附层包括自下而上依次设置的第一绝缘子层、第二绝缘子层和第三绝缘子层，所述吸附电极设置于所述第三绝缘子层和所述第二绝缘子层之间，形成吸附子层，多个所述补偿加热器均设置于所述第二绝缘子层和所述第一绝缘子层之间，形成补偿加热层。

3、根据权利要求 2 所述的静电卡盘装置，其特征在于，所述补偿加热器包括丝网印刷形成的金属电阻加热器，所述补偿加热器的线缆穿过所述装置基体和所述加热层，且引出至所述装置基体之外。

4、根据权利要求 1-3 中任意一项所述的静电卡盘装置，其特征在于，所述补偿加热器的数量大于等于 10 且小于等于 100。

5、根据权利要求 3 所述的静电卡盘装置，其特征在于，多个所述补偿加热器组成中心补偿区和多个环形补偿区，多个环形补偿区呈同心环分布，且均以所述中心补偿区的中心为圆心环绕于所述中心补偿区周围；任一环形

补偿区均包括多个所述补偿加热器；所述中心补偿区包括一个所述补偿加热器。

6、根据权利要求 1 所述的静电卡盘装置，其特征在于，所述控制器包括相互连接的控制部和多个执行部，各所述补偿加热器与各所述执行部一一对应地连接，所述控制部通过所述执行部控制对应的所述补偿加热器输出目标功率。

7、根据权利要求 6 所述的静电卡盘装置，其特征在于，所述执行部包括脉冲宽度调制执行器。

8、根据权利要求 6 所述的静电卡盘装置，其特征在于，所述静电卡盘装置还包括滤波器，各所述补偿加热器与对应的所述执行部之间均连接有所述滤波器。

9、一种温度控制方法，其特征在于，所述温度控制方法应用于权利要求 1-8 任一所述的静电卡盘装置，所述静电卡盘装置用于承载并加热晶圆，所述温度控制方法包括：

S1、建立工艺步骤与目标补偿加热器之间的对应关系，其中，所述目标补偿加热器为进行各所述工艺步骤时，多个所述补偿加热器中除多个原始工艺结果的极值所在位置对应的所述补偿加热器之外的其余所述补偿加热器，所述原始工艺结果为在保持所述加热层中的所述至少两个主加热器开启，且保持各所述补偿加热器均关闭的状态下，进行各所述工艺步骤的所述晶圆上与多个所述补偿加热器对应的位置处的工艺结果，在所述工艺结果与所述晶圆上对应位置处的温度呈正相关的情况下，所述极值为最大值，在所述工艺结果与所述晶圆上对应位置处的温度呈负相关的情况下，所述极值为最小值；

S2、获取即将进行的工艺步骤，控制所述加热层中的各所述主加热器开启，且根据所述对应关系，控制与即将进行的所述工艺步骤对应的各所述目标补偿加热器开启。

10、根据权利要求 9 所述的温度控制方法，其特征在于，所述 S2 包括：

获取即将进行的工艺步骤，控制所述加热层中的各所述主加热器开启，且根据所述对应关系和开启比例，控制与即将进行的所述工艺步骤对应的各所述目标补偿加热器以目标功率开启；其中，多个所述原始工艺结果中的所述极值与各所述目标补偿加热器对应的原始工艺结果之间的差值均为待补偿值，所述目标功率为所述开启比例与所述待补偿值的乘积。

11、根据权利要求 9 所述的温度控制方法，其特征在于，所述 S2 包括：

获取即将进行的工艺步骤，控制所述加热层中的各所述主加热器开启，且根据所述对应关系、待补偿值和影响函数，控制与即将进行的所述工艺步骤对应的各所述目标补偿加热器以目标功率开启；其中，所述待补偿值为多个所述原始工艺结果中的所述极值与各所述目标补偿加热器对应的原始工艺结果之间的差值，所述影响函数为各所述目标补偿加热器分别工作于多个不同的开启功率的情况下，所述开启功率与所述晶圆上与所述目标补偿加热器对应的位置处的工艺结果形成的函数关系。

12、根据权利要求 9 所述的温度控制方法，其特征在于，所述 S2 包括：

在进行即将进行的工艺步骤之前，开启所述加热层中的各所述主加热器，且基于所述对应关系开启对应的目标补偿加热器；

在晶圆上与多个所述补偿加热器对应的位置处的工艺结果中任意两者之间的差值均小于预设值的情况下，获取即将进行的工艺步骤，控制所述加热层中的各所述主加热器开启，且根据所述对应关系，控制与即将进行的所述工艺步骤对应的各所述目标补偿加热器开启。

13、根据权利要求 9 所述的温度控制方法，其特征在于，所述晶圆上与至少一个所述补偿加热器对应的位置处的工艺结果为所述晶圆上围绕所述位置的多个其他位置处的工艺结果的均值。

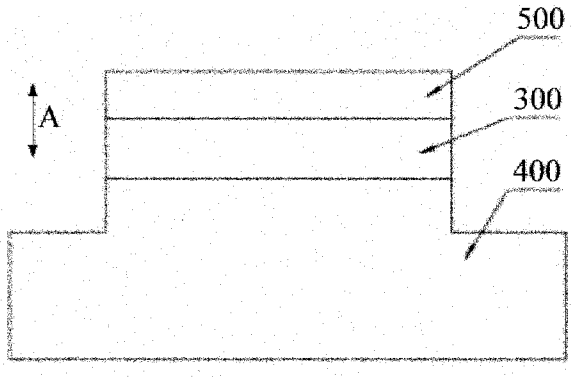

图 1

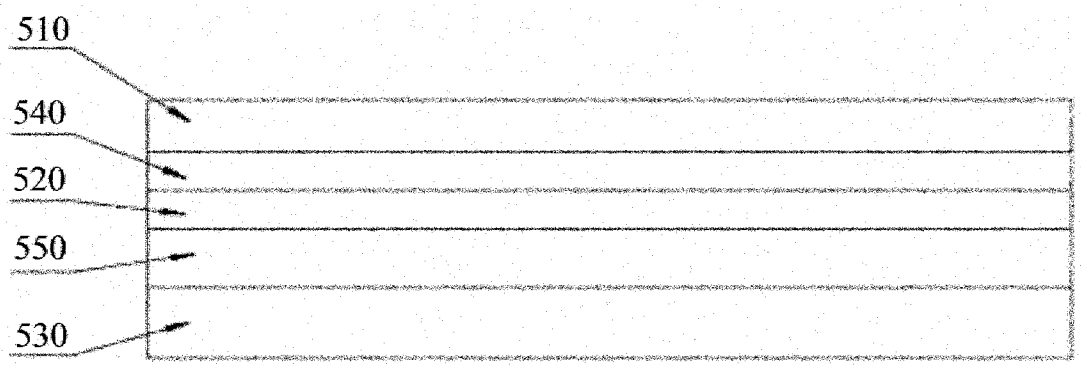

图 2

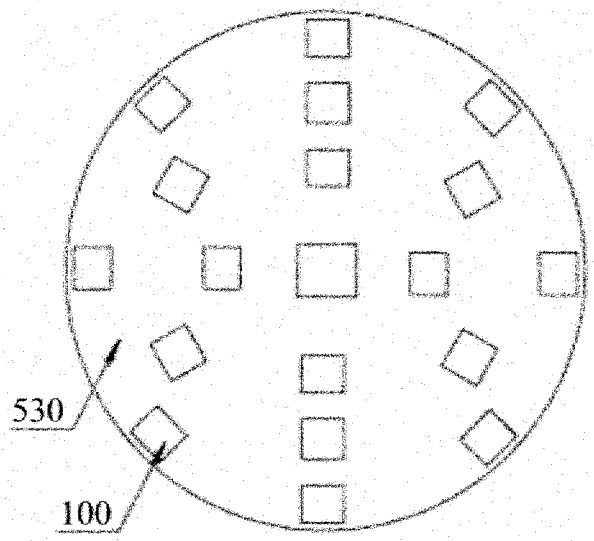

图 3

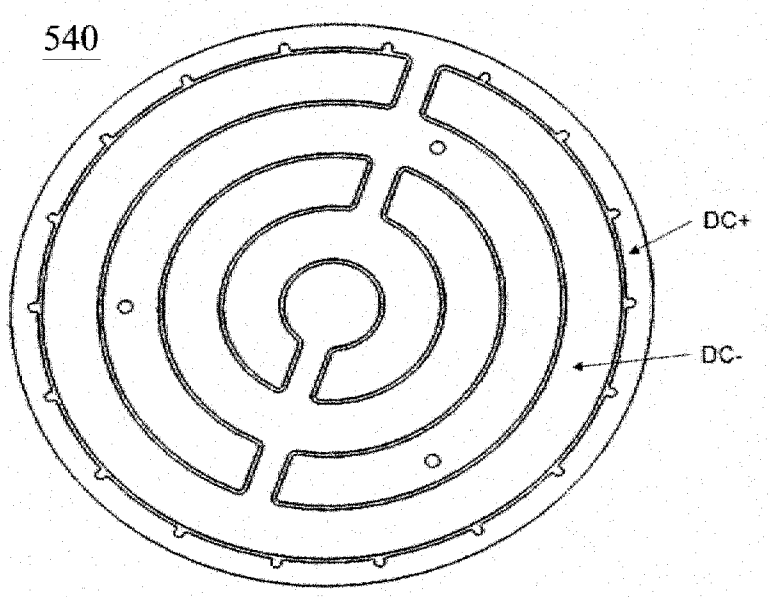

图 4

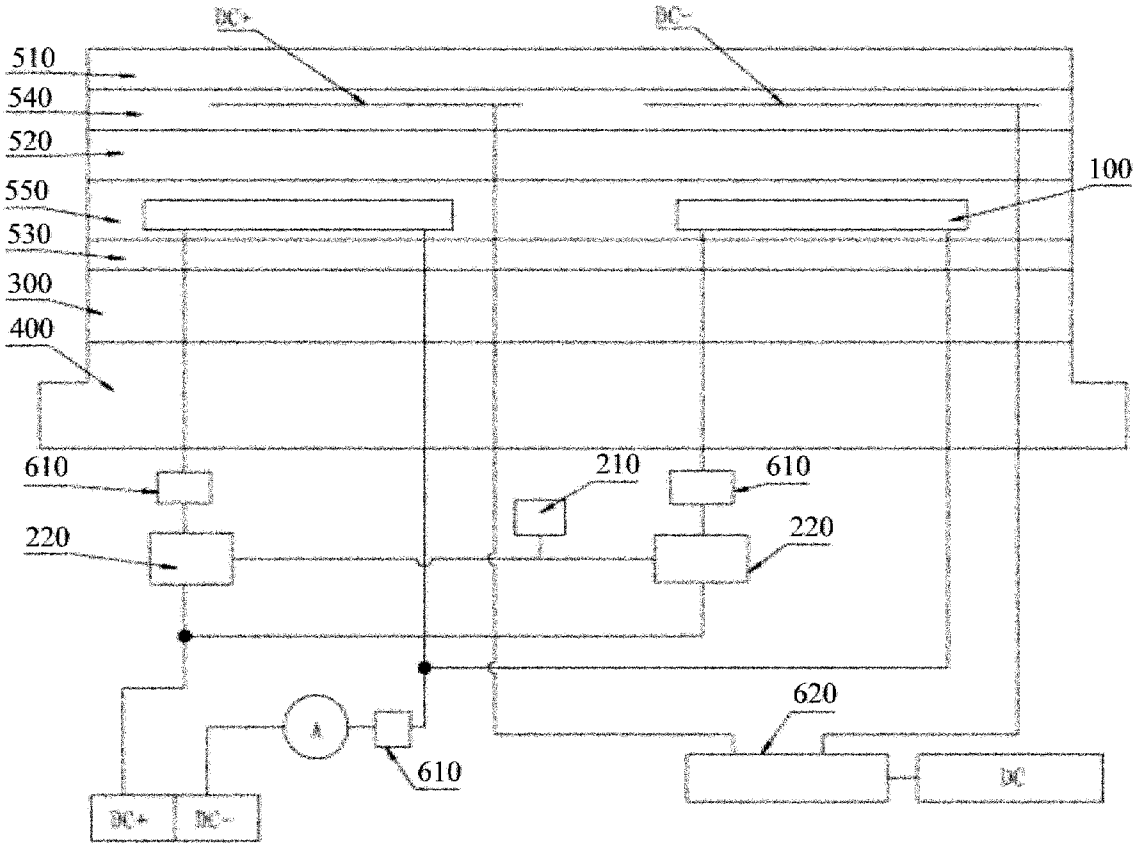
DC+
DC-
510
540
520
550
530
300
400
100
610
210
610
220
220
620
610
DC
DC+
DC-

图 5

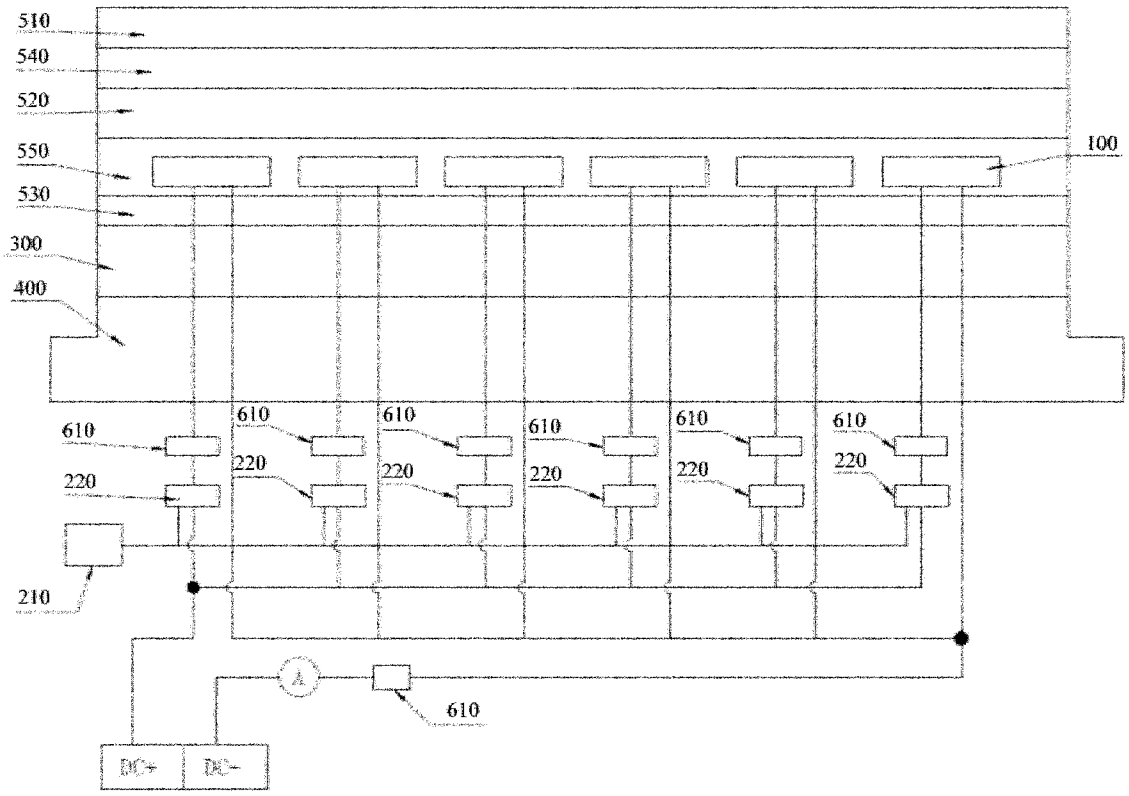
510
540
520
550
530
300
400
100
610
220
210
DC+
DC-

图 6

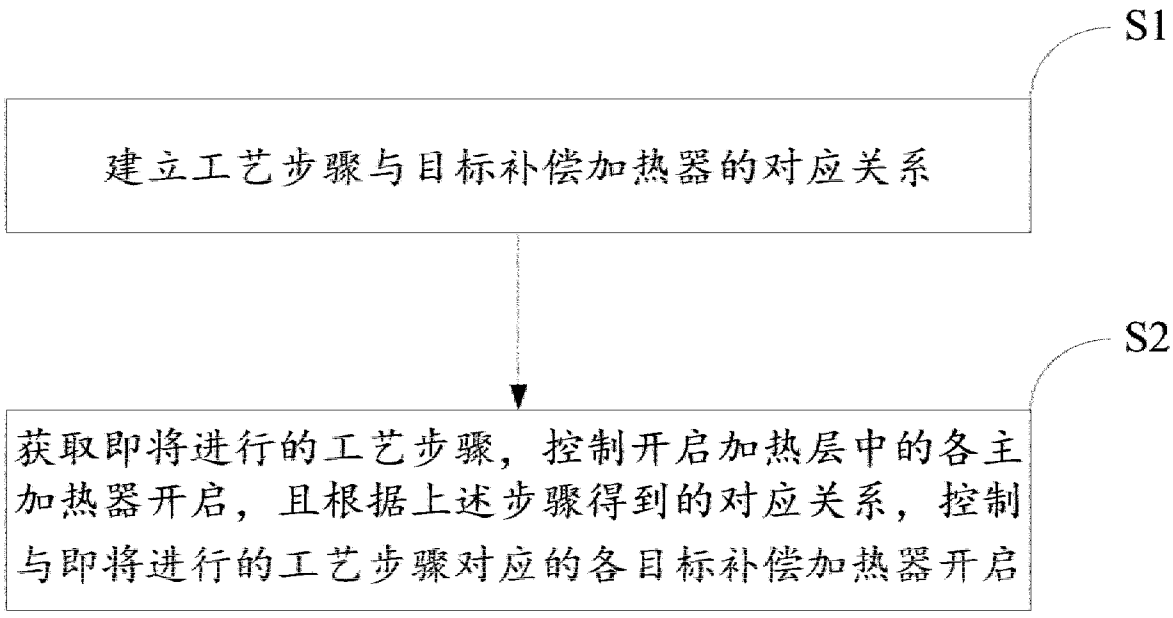
S1
建立工艺步骤与目标补偿加热器的对应关系
S2
获取即将进行的工艺步骤，控制开启加热层中的各主加热器开启，且根据上述步骤得到的对应关系，控制与即将进行的工艺步骤对应的各目标补偿加热器开启

图 7

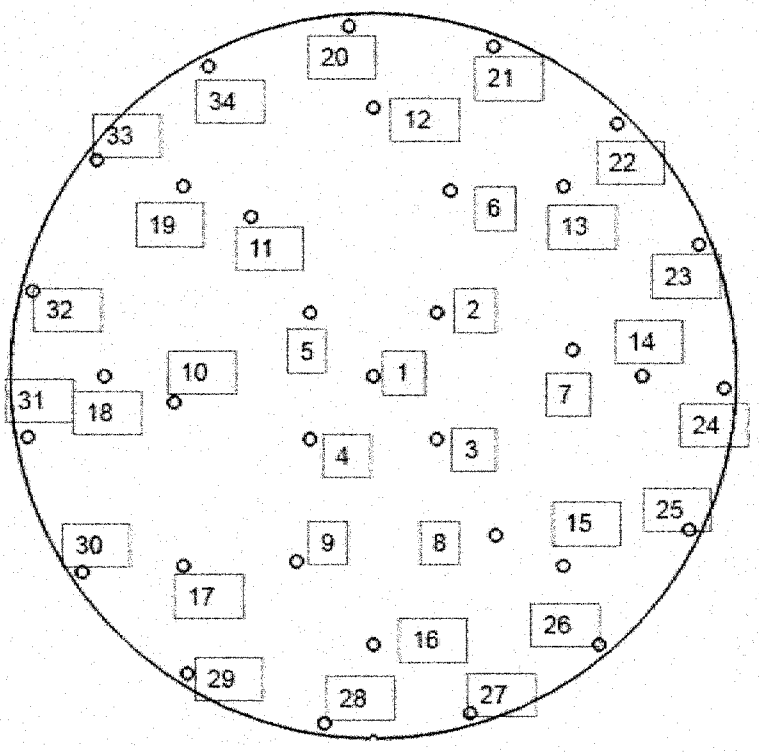
20
21
34
12
33
22
19
6
13
11
23
32
2
5
14
10
1
7
31
18
24
4
3
25
15
30
9
8
17
26
16
29
28
27

图 8

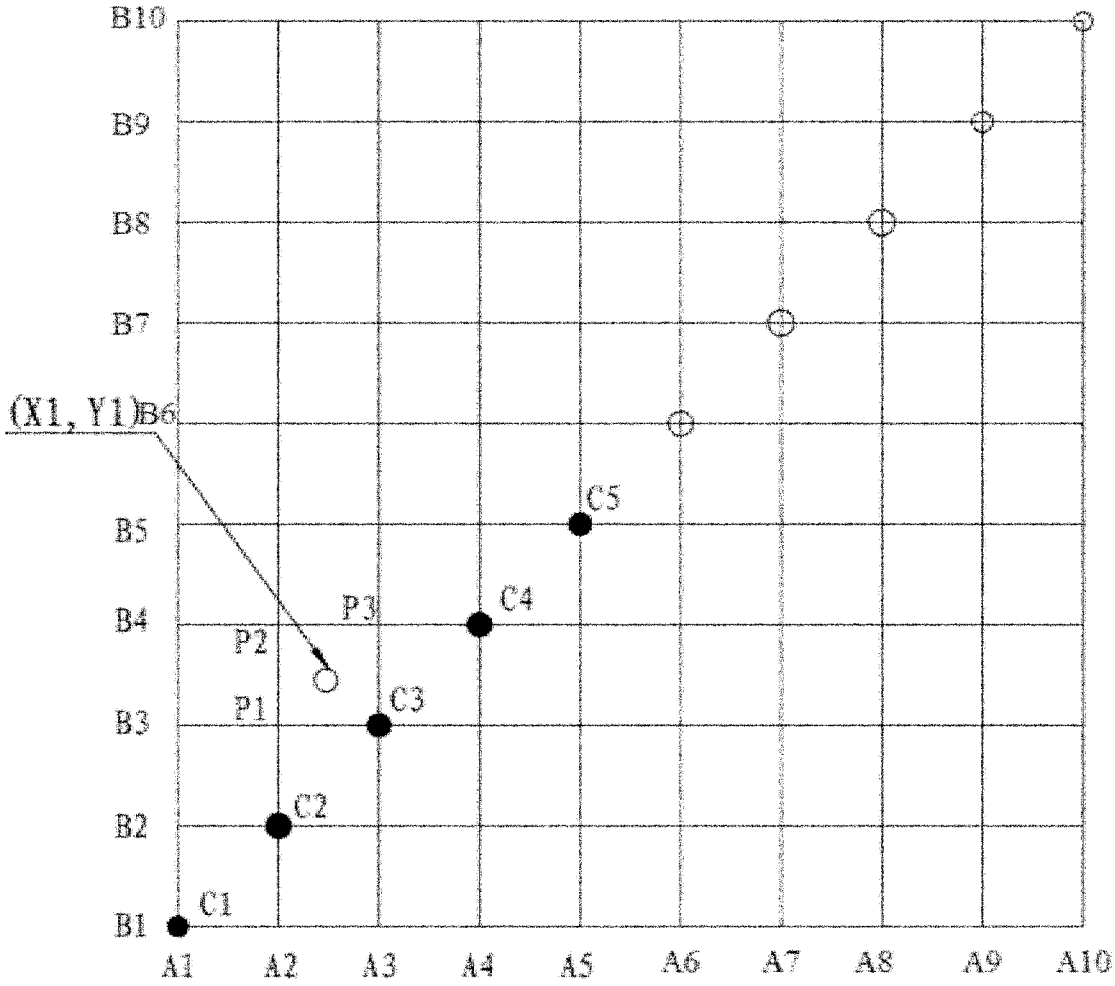
B10
B9
B8
B7
(X1, Y1)B6
B5
B4
B3
B2
B1
A1
A2
A3
A4
A5
A6
A7
A8
A9
A10
C1
C2
C3
C4
C5
P1
P2
P3

图 9

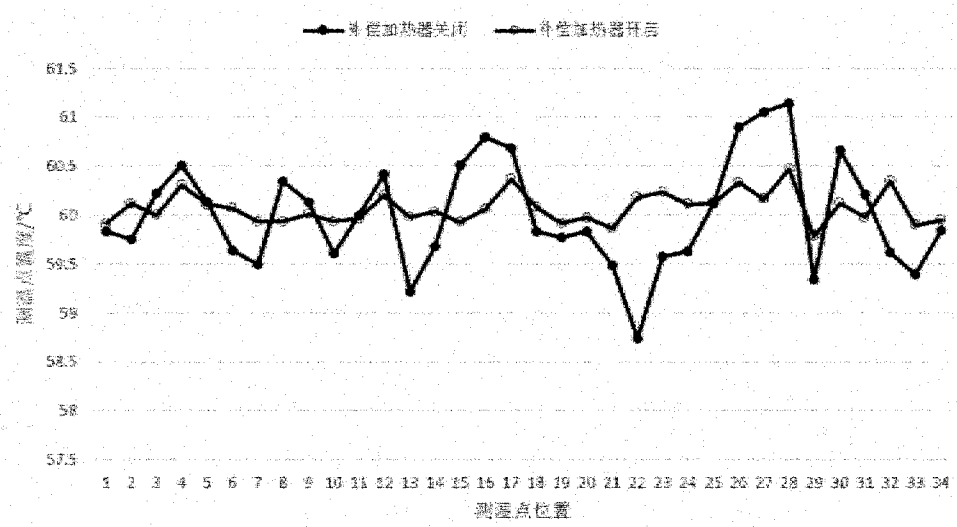
61.5
61
60.5
60
59.5
59
58.5
58
57.5
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34
测温点位置

图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2023/072018

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/683(2006.01)i;H01L21/67(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTXT, ENTXT, ENTXTC, DWPI, CNKI, IEEE: 静电, 吸盘, 卡盘, 夹盘, 夹具, 载盘, 补偿, 控制, 温度, 加热, electrostatic, chuck, temperature, heat, control, compensation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 114496889 A (BEIJING NAURA MICROELECTRONICS EQUIPMENT CO., LTD.) 13 May 2022 (2022-05-13) description, paragraphs [0030]-[0087], and figures 1-10	1-13
X	CN 111446198 A (BEIJING NAURA MICROELECTRONICS EQUIPMENT CO., LTD.) 24 July 2020 (2020-07-24) description, paragraphs [0031]-[0082], and figures 1-6	1-13
X	CN 106935468 A (ADVANCED MICRO-FABRICATION EQUIPMENT INC.) 07 July 2017 (2017-07-07) descriptions, paragraphs [0009]-[0014], and figures 2-3b	1-8
A	CN 107004626 A (SUMITOMO OSAKA CEMENT CO., LTD.) 01 August 2017 (2017-08-01) entire document	1-13
A	TW 201523786 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 16 June 2015 (2015-06-16) entire document	1-13

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
06 March 2023	**14 March 2023**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088**	
Facsimile No. **(86-10)62019451**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2023/072018

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 111490000 A (BEIJING NAURA MICROELECTRONICS EQUIPMENT CO., LTD.) 04 August 2020 (2020-08-04) entire document	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2023/072018

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	114496889	A	13 May 2022	None			
CN	111446198	A	24 July 2020	None			
CN	106935468	A	07 July 2017	TW	201724259	A	01 July 2017
				TWI	631621	B	01 August 2018
CN	107004626	A	01 August 2017	JP	2017157855	A	07 September 2017
				JP	6586975	B2	09 October 2019
				KR	20170088352	A	01 August 2017
				KR	102233925	B1	30 March 2021
				WO	2016080502	A1	26 May 2016
				JP	2017163157	A	14 September 2017
				JPWO	2016080502	A1	27 April 2017
				JP	6202111	B2	27 September 2017
				US	2019088517	A1	21 March 2019
				US	10475687	B2	12 November 2019
				CN	107004626	B	05 February 2019
TW	201523786	A	16 June 2015	TWI	635563	B	11 September 2018
CN	111490000	A	04 August 2020	None			

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2023/072018

A. 主题的分类

H01L21/683(2006.01)i;H01L21/67(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H01L

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNTXT, ENTXT, ENTXTC, DWPI, CNKI, IEEE: 静电, 吸盘, 卡盘, 夹盘, 夹具, 载盘, 补偿, 控制, 温度, 加热, electrostatic, chuck, temperature, heat, control, compensation

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 114496889 A (北京北方华创微电子装备有限公司) 2022年5月13日 (2022-05-13) 说明书第[0030]-[0087]段及附图1-10	1-13
X	CN 111446198 A (北京北方华创微电子装备有限公司) 2020年7月24日 (2020-07-24) 说明书第[0031]-[0082]段及附图1-6	1-13
X	CN 106935468 A (中微半导体设备（上海）有限公司) 2017年7月7日 (2017-07-07) 说明书第[0009]-[0014]及附图2-3b	1-8
A	CN 107004626 A (住友大阪水泥股份有限公司) 2017年8月1日 (2017-08-01) 全文	1-13
A	TW 201523786 A (TOKYO ELECTRON LTD) 2015年6月16日 (2015-06-16) 全文	1-13
A	CN 111490000 A (北京北方华创微电子装备有限公司) 2020年8月4日 (2020-08-04) 全文	1-13

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"D" 申请人在国际申请中引证的文件

"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2023年3月6日	2023年3月14日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	房华龙
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (+86) 010-62411892

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/072018

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	114496889	A	2022年5月13日	无			
CN	111446198	A	2020年7月24日	无			
CN	106935468	A	2017年7月7日	TW	201724259	A	2017年7月1日
				TWI	631621	B	2018年8月1日
CN	107004626	A	2017年8月1日	JP	2017157855	A	2017年9月7日
				JP	6586975	B2	2019年10月9日
				KR	20170088352	A	2017年8月1日
				KR	102233925	B1	2021年3月30日
				WO	2016080502	A1	2016年5月26日
				JP	2017163157	A	2017年9月14日
				JPWO	2016080502	A1	2017年4月27日
				JP	6202111	B2	2017年9月27日
				US	2019088517	A1	2019年3月21日
				US	10475687	B2	2019年11月12日
				CN	107004626	B	2019年2月5日
TW	201523786	A	2015年6月16日	TWI	635563	B	2018年9月11日
CN	111490000	A	2020年8月4日	无			