

半导体工艺设备的补水控制方法和半导体工艺设备

技术领域

本发明涉及半导体工艺设备技术领域，特别是涉及一种半导体工艺设备的补水控制方法、补水控制装置、扩散工艺方法、半导体工艺设备和计算机可读存储介质。

背景技术

晶硅太阳能电池产品价格大幅下降，推动着低成本、高效率太阳能电池技术的发展，在此形势下，具有双面细栅线结构的 N-pert 电池兼顾了低成本、高效率两大特点，在 N-pert 结构中，P-N 结及背场的形成是获得高效率电池的关键，通常使用硼扩设备采用硼原子掺杂的方法形成 P-N 结。

在硼扩设备中，通常各炉管各有一个鼓泡瓶通过 N₂ 携带水蒸气来实现硼扩工艺中的补水步骤，各炉管之间互不干扰。部分厂家为了降低成本或者节省设备空间，通过多炉管共用一个液体蒸发器 (Controlled evaporator mixer, CEM) 的方式来代替各炉管的鼓泡瓶，在各炉管共用过程中，根据当前正在使用液体蒸发器的管数来调节液体蒸发器中的水流量和气体流量来稳定通入各炉管的 N₂ 和水蒸气，为了保证每次各炉管通入的 N₂ 和水蒸气的量是固定的，通过各炉管之间补水阶段的互斥实现每次只有一个炉管在使用液体蒸发器，然而每次占用炉管的液体蒸发器的使用时间以及排队炉管的个数都是不确定的，造成每次的工艺等待过程都无法预估时长，导致工艺控制过程需要进行人工监控，不定时及不定时的工艺等待会给工艺结果带来无法预估的影响，增大了人工成本，大大影响了工艺的稳定性，降低了生产效率。

发明内容

鉴于上述问题，提出了本发明实施例以便提供一种克服上述问题或者至少部分地解决上述问题的一种半导体工艺设备的补水控制方法、补水控制装置、扩散工艺方法、半导体工艺设备和计算机可读存储介质。

为了解决上述问题，本发明实施例公开了一种半导体工艺设备的补水控制方法，所述半导体工艺设备包括液体蒸发器和共用所述液体蒸发器的多个炉管，所述方法包括：

获取各个所述炉管需要预约的补水时间段信息；

根据各个所述炉管需要预约的补水时间段信息，更新当前的预约队列；

根据更新的所述预约队列中已预约的补水时间段信息，设置所述液体蒸发器对各个所述炉管的可用状态或不可用状态，以使所述液体蒸发器在同一时刻只能向一个所述炉管进行补水。

可选地，所述获取各个所述炉管需要预约的补水时间段信息包括：

对每个所述炉管，依次查询所述炉管对应的多步工艺步骤，根据所述工艺步骤的工艺类型判断所述工艺步骤是否为补水段步骤，根据所述补水段步骤的工艺开始时间和结束时间确定所述炉管需要预约的补水时间段信息。

可选地，所述根据各个所述炉管需要预约的补水时间段信息，更新当前的预约队列包括：

根据所述预约队列和各个所述炉管需要预约的补水时间段信息，对各个所述炉管进行预约处理，并根据预约处理结果，更新当前的所述预约队列。

可选地，所述对各个所述炉管进行预约处理，并根据预约处理结果，更新当前的所述预约队列包括：

判断当前的所述预约队列与各个所述炉管需要预约的补水时间段信息是否产生冲突；

若当前的所述预约队列与各个所述炉管需要预约的补水时间段信息均发生冲突，则当前的所述预约队列不发生改变；

若当前的所述预约队列与任意一个或多个所述炉管需要预约的补水时间段信息不发生冲突，则将不发生冲突的所述炉管需要预约的补水时间段信息添加到所述预约队列中，并更新当前的所述预约队列。

可选地，所述根据更新的所述预约队列中已预约的补水时间段信息，设置所述液体蒸发器对各个所述炉管的可用状态或不可用状态，以使所述液体蒸发器在同一时刻只向一个所述炉管进行补水，包括：

根据所述已预约的补水时间段信息，判断当前时间是否到达所述已预约的补水时间段信息；

当所述当前时间到达所述已预约的补水时间段信息，设置所述液体蒸发器对所述当前时间到达所述已预约的补水时间段对应的所述炉管为可用状态，对其余的所述炉管为不可用状态；

当所述当前时间未到达所述已预约的补水时间段信息，设置所述液体蒸发器对各个所述炉管均为可用状态。

可选地，所述当所述当前时间到达所述已预约的补水时间段信息，设置所述液体蒸发器对所述当前时间到达所述已预约的补水时间段对应的所述炉管为可用状态，对其余的所述炉管为不可用状态，包括：

当所述当前时间到达所述已预约的补水时间段信息，判断在所述当前时间所述液体蒸发器为空闲状态还是占用状态；

若在所述当前时间所述液体蒸发器为空闲状态，则设置所述液体蒸发器对所述当前时间到达的所述已预约的补水时间段对应的所述炉管为可用状态，对其余的所述炉管为不可用状态；

若在所述当前时间所述液体蒸发器为占用状态，则判断占用所述液体蒸发器的所述炉管是否在进行手动补水；

若占用所述液体蒸发器的所述炉管在进行手动补水，则控制所述炉管释放对所述液体蒸发器的占用，设置所述液体蒸发器对所述当前时间到达所述

已预约的补水时间段对应的所述炉管为可用状态，对所述其余的所述炉管为不可用状态；

若占用所述液体蒸发器的所述炉管不在进行手动补水，则等待占用所述液体蒸发器的所述炉管释放所述液体蒸发器，在所述占用所述液体蒸发器的所述炉管结束对所述液体蒸发器的占用时，设置所述当前时间到达所述已预约的补水时间段对应的所述炉管为可用状态，对所述其余的所述炉管为不可用状态。

可选地，所述当所述当前时间未到达所述已预约的补水时间段信息，设置所述液体蒸发器对各个所述炉管均为可用状态，包括：

当所述当前时间未到达所述已预约的补水时间段信息，判断在当前时间所述液体蒸发器为空闲状态还是占用状态；

若在所述当前时间所述液体蒸发器为空闲状态，设置所述液体蒸发器对各个所述炉管均为可用状态，并在目标的所述炉管接收到手动补水的指令时，设置所述液体蒸发器对目标的所述炉管进行手动补水；

若在所述当前时间所述液体蒸发器为占用状态，设置所述液体蒸发器对占用的所述炉管为可用状态，以及设置所述液体蒸发器对其余的所述炉管为不可用状态；等待占用所述液体蒸发器的所述炉管释放所述液体蒸发器，在所述占用所述液体蒸发器的所述炉管结束对所述液体蒸发器的占用，并设置所述液体蒸发器对各个所述炉管均为可用状态，在目标的所述炉管接收到手动补水的指令时，设置所述液体蒸发器对目标的所述炉管进行手动补水。

可选地，所述方法还包括：

当所述已预约的补水时间段信息对应的所述炉管的工艺由于故障导致终止时，将所述炉管的所述已预约补水时间段信息从所述预约队列中剔除掉。

可选地，所述方法还包括：

当所述预约队列中已预约的补水时间段信息为空时，且在目标的所述炉

管接收到补水指令后，判断目标的所述炉管是否为工艺状态；

若为工艺状态，则设置目标的所述炉管禁止进行补水；

若不为工艺状态，则判断所述液体蒸发器针对目标的所述炉管是否为可用状态；

若为可用状态，则设置目标的所述炉管进行补水；

若为不可用状态，则设置目标的所述炉管禁止进行补水。

可选地，本发明还公开了一种半导体工艺设备的补水控制装置，用于控制所述半导体工艺设备中的液体蒸发器对共用所述液体蒸发器的各个炉管进行补水，所述补水控制装置包括至少一个处理器和至少一个存储器，所述存储器中存储有至少一个程序；

当所述至少一个程序被所述至少一个处理器执行时，使得所述至少一个处理器实现如本发明公开的上述方法。

可选地，本发明实施例还公开了一种扩散工艺方法，所述扩散工艺方法包括多步工艺步骤，多步所述工艺步骤中包括补水步，所述补水步采用如上述的补水控制方法进行控制，所述扩散工艺方法包括：

在所述炉管执行工艺时，若下一工艺步骤为所述补水步，获取对应的所述炉管的可用状态；

判断所述液体蒸发器对对应的所述炉管是否为可用状态；

若为可用状态，则设置对应的所述炉管执行当前工艺步骤结束后，跳步至所述下一工艺步骤；

若为不可用状态，则设置对应的所述炉管保持所述当前工艺步骤并等待；

若所述下一工艺步骤不为所述补水步，则设置对应的所述炉管执行所述当前工艺步骤结束后，跳步至所述下一工艺步骤。

可选地，本发明还公开了一种半导体工艺设备，所述半导体工艺设备包

括液体蒸发器、控制器和共用所述液体蒸发器的多个炉管，所述控制器用于控制所述液体蒸发器对各个所述炉管进行补水，所述控制器用于：

获取对应的所述炉管需要预约的补水时间段信息；

根据各个所述炉管需要预约的补水时间段信息，更新当前的预约队列；

根据更新的所述预约队列中已预约的补水时间段信息，设置所述液体蒸发器对各个所述炉管的可用状态或不可用状态，以使所述液体蒸发器在同一时刻只向一个所述炉管补水。

可选地，本发明还公开了一种计算机可读存储介质，用于半导体加工设备，其上存储有计算机程序，所述程序被处理器执行时实现如本发明公开的上述方法。

本发明实施例包括以下优点：

本发明实施例提供了一种半导体工艺设备的补水控制方法、补水控制装置、扩散工艺方法、半导体工艺设备和计算机可读存储介质，该补水控制方法包括：获取各个炉管需要预约的补水时间段信息；根据各个炉管需要预约的补水时间段信息，更新当前的预约队列；根据更新的预约队列中已预约的补水时间段信息，设置液体蒸发器对各个炉管的可用状态或不可用状态，以使液体蒸发器在同一时刻只能向一个炉管进行补水。本发明通过提前获取需要预约的炉管的补水时间段信息，使得各个预约炉管可以按照时间先后顺序进行补水，避免了在工艺过程中的人工干预，降低了人工成本；通过设置液体蒸发器对各个炉管的可用状态或不可用状态，以使液体蒸发器在同一时刻只能被一个炉管占用，降低了工艺过程中多管对液体蒸发器占用出现时间冲突的风险，最大程度的降低工艺过程中出现工艺等待的概率，提高了生产效率。

附图说明

图1是本发明实施例提供的一种半导体工艺设备的补水控制方法的步骤

流程图；

图 2 是本发明实施例提供的上位机与下位机之间的框架图；

图 3 是本发明实施例提供的另一种半导体工艺设备的补水控制方法的步骤流程图；

图 4 是本发明实施例提供的一个炉管的工艺步骤时间分布图；

图 5 是本发明实施例提供的下位机确定各个炉管需要预约的补水时间段信息流程图；

图 6 是本发明实施例提供下位机计算出的一个炉管的补水时间段信息；

图 7 是本发明实施例提供的预约队列更新后的补水时间段信息；

图 8 是本发明实施例提供的预约队列实时更新的补水时间段信息；

图 9 是本发明实施例提供的异常工况下预约队列实时更新的补水时间段信息；

图 10 是本发明实施例提供的下位机进行工艺跳步的步骤流程图；

图 11 是本发明实施例提供的一种扩撒工艺的步骤流程图；

图 12 是本发明实施例提供的一种半导体工艺设备的结构框图；

图 13 为本发明实施例中提供的半导体工艺设备的补水控制装置的一种结构框图。

具体实施方式

为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

现有技术中，为了降低成本和节省设备空间，通过多个炉管共用一个 CEM（Controlled evaporator mixer，液体蒸发器）的方式代替各炉管的鼓泡瓶，同时，在多个炉管共用液体蒸发器的情况下，为了保证每次各炉管通入的 N₂ 和水蒸气的量是固定的，通过各炉管之间补水阶段的互斥实现每次只有一个炉管在使用液体蒸发器，然而各炉管之间补水阶段的互斥的等待时间

和补水时长无法确定，需要进行人工监控每个炉管补水的结束时间，从而产生较大的人工成本，还会给工艺结果造成无法预估的影响，降低生产效率。

本发明实施例的核心构思之一在于，提出一种半导体工艺设备的补水控制方法，通过获取每个炉管需要预约的补水时间段信息，并根据获取的补水时间段信息对预约队列进行更新，实现多个炉管对于液体蒸发器的分时复用。

参照图 1，示出了本发明实施例提供的一种半导体工艺设备的补水控制方法的步骤流程图，该半导体工艺设备包括液体蒸发器和共用液体蒸发器的多个炉管，该方法可以包括如下步骤 101-103：

步骤 101，获取各个炉管需要预约的补水时间段信息。

在本发明实施例中，参照图 2 示出了多个炉管分别通过对应的下位机控制，下位机与上位机通信，上位机与下位机之间通信的软件框架，上位机可以包括以下三个程序：

液体蒸发器控制系统，该系统通过串口与液体蒸发器通讯以及与 PLC（Programmable logic controller，可编程控制器）通讯控制，用于读取液体蒸发器的温度及流量参数，同时为高级用户提供液体蒸发器调试界面，液体蒸发器控制系统与各炉管对应的下位机通信连接，用于为下位机提供液体蒸发器的相关参数。

上位机控制软件，分别与各炉管对应的下位机连接，用于为用户提供设备操作界面，以及实时显示当前各炉管的状态。

液体蒸发器调度系统，分别与各炉管对应的下位机连接，用于在工艺开始前对液体蒸发器资源进行分配和管理，并控制工艺过程中的跳步事件和手动补水事件从而避免各个炉管之间出现液体蒸发器使用冲突。

每个下位机包括一个下位机控制软件，并与对应的炉管连接，可以获取对应炉管的补水时间段的时间参数，并携带对应炉管的补水时间段参数发送至上位机进行补水开始前的工艺申请；下位机与液体蒸发器调度系统通讯，

可获取当前液体蒸发器是否可用的状态。

需要说明的是，一般情况下，半导体工艺设备中的炉管数量可以按照需求设定，本发明实施例中的炉管数量以 5 个为例来进行解释，炉管的编号为 1-5。

下位机可以获取对应炉管需要预约的补水时间段信息并发送至上位机，该时间段信息可通过下位机查询炉管的每个工艺步骤的工艺时间计算得到；

需要说明的是，该时间段信息包括本次工艺过程中或者手动过程中，每一次补水步骤的开始时间（单位，s）、结束时间、管号，开始时间或者结束时间指的是距离当前时间还剩多少秒，例如，1 号炉管补水步骤的开始时间 90s，指的是距离当前时刻还剩 90 秒执行本次补水步骤，1 号炉管补水步骤的结束时间 270s，指的是距离当前时刻还剩 270 秒结束本次补水步骤。

步骤 102，根据各个炉管需要预约的补水时间段信息，更新当前的预约队列。

在本发明实施例中，预约队列指的是已经预约好的工艺中的补水时间段队列，当预约队列为空集时，上位机可以将各个炉管需要预约的补水时间段信息直接加入到预约队列中，并按照补水时间段信息的先后顺序进行排列，形成新的预约队列，上位机通过下位机不断实时更新已预约的炉管的补水时间段信息；

当预约队列不为空集时，上位机通过比较预约队列与各个炉管需要预约的补水时间段信息之间的差异来形成新的预约队列，并通过下位机不断实时更新已预约的炉管的补水时间段信息。

步骤 103，根据更新的预约队列中已预约的补水时间段信息，设置液体蒸发器对各个炉管的可用状态或不可用状态，以使液体蒸发器在同一时刻只能向一个炉管进行补水。

上位机中的液体蒸发器调度系统可以根据预约队列中已经预约的补水

时间段信息，对设备的每个炉管的状态进行设置，该状态可以为液体蒸发器可用和液体蒸发器不可用，然后上位机可以根据炉管的液体蒸发器可用状态或者不可用状态、预约队列中炉管补水时间的先后顺序给炉管分配液体蒸发器资源，使得液体蒸发器资源在同一时刻只能被一个炉管占用。

需要说明的是，本发明实施例中提前对液体蒸发器进行分配的预设时间可以根据用户需求设定，在此不做限定。

本发明实施例中，获取各个炉管需要预约的补水时间段信息；根据各个炉管需要预约的补水时间段信息，更新当前的预约队列；根据更新的预约队列中已预约的补水时间段信息，设置液体蒸发器对各个炉管的可用状态或不可用状态，以使液体蒸发器在同一时刻只能向一个炉管进行补水。本发明通过提前获取需要预约的炉管的补水时间段信息，使得各个预约炉管按照时间先后顺序进行补水，避免了在工艺过程中的人工干预，通过设置液体蒸发器对各个炉管的可用状态或不可用状态，以使液体蒸发器在同一时刻只能被一个炉管占用，降低了工艺过程中多管对液体蒸发器占用出现时间冲突的风险，最大程度的降低工艺过程中出现工艺等待的概率，降低了人工成本，提高了生产效率。

参照图 3，示出了本发明实施例提供的另一种半导体工艺设备的补水控制方法的步骤流程图，该半导体工艺设备包括液体蒸发器和共用液体蒸发器的多个炉管，多个炉管分别通过对应的下位机控制，下位机与上位机通信，该方法可以包括如下步骤 201-207：

步骤 201，对每个炉管，依次查询炉管对应的多步工艺步骤，根据工艺步骤的工艺类型判断工艺步骤是否为补水段步骤，根据补水段步骤的工艺开始时间和结束时间确定炉管需要预约的补水时间段信息。

在本发明的实施例中，每个炉管的工艺步骤有多个，在一种示例中，假设 1 号炉管的工艺步骤有七个，如图 4，示出了 1 号炉管的工艺步骤时间分

布图，图4中的序号1-7指的是第一个工艺步骤到第七个工艺步骤，类型包括需要补水和不需要补水，时间指的是该步骤的时长，开始时间指的是该工艺步骤开始的时间，结束时间指的是该工艺步骤结束的时间。

下位机接收到上位机发送的工艺请求后，会依次查询炉管的每一个工艺步骤，如图5示出了本发明实施例中下位机确定各个炉管需要预约的补水时间段信息流程图，下位机先查询第一个工艺步骤，并清空补水时间段信息表，设置时间累加变量 $S_0=0$ ，判断该步骤是否为空步骤，如果不为空步骤，继续判断该步骤是否为补水步骤，如果不是补水步骤， $S_0=S_0$ +本步骤工艺时长，并查询下一个步骤；如果是补水步骤，补水开始时间为 S_0 ，补水结束时间为 S_0 +本步骤工艺时长，并将该补水步骤的补水开始时间、补水结束时间、管号加入到补水时间段信息表中，并查询下一个步骤，直到查询完所有工艺步骤，即该工艺步骤为空步骤时，输出该炉管的补水时间段信息表，下位机查询完所有各个炉管的补水时间段信息表得到各个炉管需要预约的补水时间段信息。

在一种示例中，下位机查询1号管的补水时间段信息时，先查询第一个工艺步骤，该步骤的工艺时长为60s，第一个工艺步骤为不需要补水的步骤，累计变量 $S_0=0+60=60s$ ；然后查询第二个工艺步骤，该步骤的工艺时长为60s，第二个工艺步骤也为不需要补水的步骤，累计变量 $S_0=60+60=120s$ ；并查询第三个工艺步骤，第三个工艺步骤为需要补水的步骤，该步骤的工艺时长为600s，补水开始时间=120s，补水结束时间= $S_0+600=120+600=720s$ ，并将（1号管，120,720,）加入到补水时间段信息表中，依次查询完第七个步骤，可以得到1号管的补水时间段信息，如图6示出了1号管的补水时间段信息。

步骤202，根据预约队列和各个炉管需要预约的补水时间段信息，对各个炉管进行预约处理，并根据预约处理结果，更新当前的预约队列。

在本发明的实施例中，上位机中可能已经有预约队列在排队进行补水，

上位机接收到需要预约的补水时间段信息后，比较预约队列和各个炉管需要预约的补水时间段信息，并根据差异对液体蒸发器进行预约，根据预约结果，对预约队列进行更新。

在一种实施例方式中，步骤 202 可以包括步骤子步骤 S21-子步骤 S23；

子步骤 S21，判断当前的预约队列与各个炉管需要预约的补水时间段信息是否产生冲突；

子步骤 S22，若当前的预约队列与各个炉管需要预约的补水时间段信息均发生冲突，则当前的预约队列不发生改变；

在一种示例中，假设各个炉管需要预约的补水时间段信息均已在预约队列中，也就是说，各个炉管需要预约的补水时间段都已被占用。则说明预约队列与各个炉管需要预约的补水时间段信息发生冲突，此时预约队列不发生改变，该炉管对应的下位机不开始工艺，预约队列不发生改变，下位机继续向上位机位机发送该炉管需要预约的补水时间段信息，直到该炉管需要预约的补水时间段信息与预约队列不发生冲突。

子步骤 S23，若当前的预约队列与任意一个或多个炉管需要预约的补水时间段信息不发生冲突，则将不发生冲突的炉管需要预约的补水时间段信息添加到预约队列中，并更新当前的预约队列。

在一种示例中，假设 3 号炉管和 4 号炉管在预约队列中，1 号炉管有两个补水时间段信息，且 1 号炉管的两个补水时间段信息一个在 4 号炉管之前；一个在 4 号炉管后，3 号炉管后；则 1 号炉管需要补水的时间段信息与预约队列不发生冲突，并将一号炉管需要补水的时间段信息加入到预约队列中进行更新，如图 7 示出了预约队列更新后的补水时间段信息，此时 1 号炉管可以开始工艺，并根据工艺的进程不断实时更新已预约的队列，例如，当 1 号炉管的第一个工艺步骤运行了 30s，第一段补水段的开始时间变为=第一步剩余时间 30s+第二步工艺时间 60s=90s，第一段补水段的结束时间变为=第二步

剩余时间 $90s + \text{第三步工艺时间 } 600s = 690s$ ，即第一段补水时间段信息更新为(1号管, 90, 690)，同理第二段补水时间段信息更新为(1号管, 1470, 1770)，如图8示出了预约队列实时更新的补水时间段信息。

需要说明的是，本发明实施例中已预约的队列会根据工艺进行的时间不间断更新，贯穿整个工艺过程。

在本发明的一种实施例方式中，所述更新所述预约队列还包括：

当已预约的补水时间段信息中对应的炉管的工艺由于故障导致终止时，将炉管的已预约的补水时间段信息从预约队列中剔除掉。

在本发明的实施例中，正常情况下，工艺过程会按照图4和图8中已预约的队列进行液体蒸发器的占用及释放，但是当出现异常工况时，已预约的队列会根据异常工况做出处理，例如，当一号炉管在第一个工艺步骤运行了30s后由于报警导致整个工艺过程终止，此时，上位机将该异常炉管的补水时间段信息从已预约的队列中剔除，如图9示出了异常工况下预约队列实时更新的补水时间段信息。

在本发明的一示例中，当已预约的补水时间段信息中对应炉管发生故障时，上位机向更新后的已预约的补水时间段信息中各炉管发送液体蒸发器是否可用的状态，并根据更新后的已预约的补水时间段信息分配液体蒸发器；并在液体蒸发器开始使用前预设时间，上位机将液体蒸发器提前预定给目标炉管，且液体蒸发器对目标炉管为可用状态。

假设正在进行工艺的预约队列为图8，当1号炉管运行了30s后导致工艺终止时，上位机将1号炉管的补水时间段信息从预约队列中剔除掉，此时预约队列更新为图9中的时间段信息，即更新后的已预约的补水时间段信息，上位机向更新后的已预约的补水时间段信息中的4号炉管和3号炉管发送液体蒸发器是否可用的状态，假设都可用，按照时间段信息的先后顺序分配液体蒸发器，并在液体蒸发器开始使用前预设时间，假设为20s，上位机

将液体蒸发器提前预定给4号炉管，从而可以有准备的应对工艺中出现的异常工艺终止等突发事件，提高工艺的稳定性。

步骤203，根据已预约的补水时间段信息，判断当前时间是否到达已预约的补水时间段信息。

由于已预约的补水时间段中补水开始时间和结束时间都是指的是距离当前时刻还剩多少秒，上位机根据补水开始时间还剩多少秒来判断当前时间是否到达已预约的补水时间段信息。

步骤204，当当前时间到达已预约的补水时间段信息，设置液体蒸发器对当前时间到达已预约的补水时间段对应的炉管为可用状态，对其余的炉管为不可用状态；

当补水开始时间剩0s时，说明当前时间到达已预约的补水时间段信息，上位机可以根据当前是否有炉管占用液体蒸发器和已预约的补水时间段信息，设置液体蒸发器对炉管的可用状态，使液体蒸发器在同一时刻只能被一个炉管占用。

在一种实施例方式中，步骤206可以包括子步骤S31-子步骤S35；

子步骤S31，当当前时间到达已预约的补水时间段信息，判断当前时间液体蒸发器为空闲状态还是占用状态；

子步骤S32，若在当前时间所述液体蒸发器为空闲状态，则设置液体蒸发器对当前时间到达已预约的补水时间段对应的炉管为可用状态，对其余的炉管为不可用状态；

若在当前时间液体蒸发器为空闲状态，说明没有炉管占用液体蒸发器，上位机设置液体蒸发器对预约队列中到达已预约的补水时间段对应的炉管为可用状态，设置液体蒸发器对其余炉管设置为不可用状态，即设置未到达已预约的补水时间段对应的炉管为不可用状态，此时预约队列中的炉管按照时间先后顺序进行补水，例如图8中，按照1号管-4号管-1号管-3号管的先后

顺序进行补水。

子步骤 S33，若当前时间液体蒸发器为占用状态，则判断占用液体蒸发器的炉管是否在进行手动补水；

在本发明的实施例中，补水可分为自动补水和手动控制补水，若当前时间液体蒸发器为占用状态，说明有炉管在使用液体蒸发器进行补水，此时按照工艺优先顺序进行补水，并判断占用炉管是否为手动控制补水炉管。

子步骤 S34，若占用液体蒸发器的炉管在进行手动补水，则控制炉管释放对液体蒸发器的占用，设置液体蒸发器对当前时间到达已预约的补水时间段对应的炉管为可用状态，对其余的炉管为不可用状态；

若占用炉管在进行手动补水，则手动占用管直接停止补水，取消占用管对液体蒸发器的占用状态，并遵循工艺已预约队列优先的原则，设置液体蒸发器对已预约队列中预约炉管为可用状态，此时已预约队列中的炉管可以按照预约顺序进行补水，具体顺序在此不再做赘述，并设置未预约成功的炉管为不可用状态，且未预约成功的炉管禁止补水。

子步骤 S35，若占用液体蒸发器的炉管不在进行手动补水，则等待占用液体蒸发器的炉管释放液体蒸发器，在占用液体蒸发器的炉管结束对液体蒸发器的占用时，设置当前时间到达已预约的补水时间段对应的炉管为可用状态，对其余的炉管为不可用状态。

在一种示例中，假设 2 号炉管为占用炉管，并且正在使用液体蒸发器进行自动补水，此时上位机等待 2 号炉管补水结束时，即结束对液体蒸发器的占用时，设置液体蒸发器对当前时间到达已预约的补水时间段对应的炉管为可用状态，此时已预约队列中到达已预约的补水时间段对应的炉管可以按照预约顺序进行补水，具体顺序在此不再做赘述，并设置未到达已预约的补水时间段对应的炉管为不可用状态，且未到达已预约的补水时间段对应的炉管禁止补水。

步骤 205，当当前时间未到达已预约的补水时间段信息，设置液体蒸发器对各个炉管均为可用状态。

当补水开始时间不为 0 时，说明当前时间未到达已预约的补水时间段信息，上位机可以根据当前是否有炉管占用液体蒸发器和已预约的补水时间段信息，并在满足预设要求时控制液体蒸发器进行手动补水，使液体蒸发器在同一时刻只能被一个炉管占用。

在一种实施例方式中，步骤 207 可以包括子步骤 S41-S43；

子步骤 S41，当当前时间未到达已预约的补水时间段信息，判断当前时间液体蒸发器为空闲状态还是占用状态；

子步骤 S42，若在当前时间液体蒸发器为空闲状态，设置液体蒸发器对各个炉管均为可用状态，并在目标的炉管接收到手动补水的指令时，设置液体蒸发器对目标的炉管进行手动补水；

在本发明的实施例中，目标的炉管指的是用户指定的炉管；在一种示例中，若当前时间为空闲状态，说明在当前时间，液体蒸发器对各个炉管都可以进行手动控制补水，此时上位机设置液体蒸发器对各个炉管为可用状态，可以按照用户需求对各个炉管中的任意一个炉管进行手动控制补水，无论是否预约成功。

子步骤 S43，若在当前时间液体蒸发器为占用状态，设置液体蒸发器对占用的炉管为可用状态，以及设置液体蒸发器对其余的炉管为不可用状态；等待占用液体蒸发器的炉管释放液体蒸发器，在占用液体蒸发器的炉管结束对液体蒸发器的占用，并设置液体蒸发器对各个炉管均为可用状态，在目标的炉管接收到手动补水的指令时，设置液体蒸发器对目标的炉管进行手动补水。

若当前时间为占用状态，由于工艺优先的原则，则设置液体蒸发器对占用炉管为可用状态，设置液体蒸发器对其余炉管为不可用状态，在占用液体

蒸发器的炉管结束对液体蒸发器的占用时，即占用液体蒸发器的炉管释放液体蒸发器，上位机可以设置液体蒸发器对各个炉管为可用状态，可以按照用户需求对各个炉管中的任意一个炉管进行手动控制补水，无论是否预约成功。

在一种实施例方式中，所述方法还包括：

当预约队列中已预约的补水时间段信息为空时，且在目标的炉管接收到补水指令后，判断目标的炉管是否为工艺状态；

若为工艺状态，则设置目标的炉管禁止进行补水；

若不为工艺状态，则判断液体蒸发器针对目标的炉管是否为可用状态；

若为可用状态，则设置目标的炉管进行补水；

若为不可用状态，则设置目标的炉管禁止进行补水。

如图 10，示出了本发明实施例中下位机进行手动控制补水的步骤流程图，在当前时间段，预约队列为空，则该时刻液体蒸发器对所有炉管均可用，当下位机接收到上位机发送的补水指令后，为了保护人身安全，必须保证人工控制补水是在未进行工艺情况下进行，所以先判断当前炉管是否为工艺状态，如果当前炉管为工艺状态，则禁止进行补水；如果当前炉管不为工艺状态，判断液体蒸发器对该炉管是否可用，在可用的情况下下位机控制对应炉管进行补水；如果不可用，则下位机控制对应炉管禁止进行补水，直到液体蒸发器对该炉管可用时下位机控制对应炉管进行补水。

需要说明的是，由于手动补水情况属于不可控时间，液体蒸发器调度系统可以直接将整个时间段 0-32767s 设置为补水时间段，该补水时间段可以根据用户需求设定，在此时间段液体蒸发器对于手动补水炉管为可用，对其他管为不可用，其它炉管无法进行手动补水，由于工艺优先级别最高，该时间段不会影响工艺过程中的补水，当预约队列中有队列时，手动补水管会及时释放液体蒸发器资源。

如图 11 示出了本发明实施例提供的一种扩散工艺方法的步骤流程图，

所述扩散工艺方法包括多步工艺步骤，多步工艺步骤包括补水步骤，所述补水步骤采用上述的补水控制方法进行控制，所述扩散工艺方法包括如下步骤：

步骤 301，在炉管执行工艺时，若下一工艺步骤为补水步，获取对应的炉管的可用状态；

步骤 302，判断液体蒸发器对对应的炉管是否为可用状态；

步骤 303，若为可用状态，则设置对应的炉管执行当前工艺步骤结束后，跳步至下一工艺步骤；若为不可用状态，则设置对应的炉管保持当前工艺步骤并等待；

步骤 304，若下一工艺步骤不为补水步，则设置对应的炉管执行当前工艺步骤结束后，跳步至下一工艺步骤。

本发明实施例中，当某个炉管执行扩散工艺步骤时，如果下一步为补水步，则下位机从液体蒸发器调度系统获取该炉管的液体蒸发器可用状态，并在可用时，才允许跳步，否则保持跳步前状态，并持续向液体蒸发器调度系统获取该炉管的液体蒸发器可用状态，直到液体蒸发器对该管道可用时跳到下一步；如果下一步不是补水步，则直接跳到下一步工艺步骤。

本发明实施例中通过获取各个炉管需要预约的补水时间段信息；根据预约队列和各个炉管需要预约的补水时间段信息，更新预约队列；根据预约队列中已预约的补水时间段信息，设置液体蒸发器对各个炉管的可用状态或不可用状态，以使液体蒸发器在同一时刻只能被一个炉管占用。本发明通过提前获取需要预约的炉管的补水时间段信息，使得各个预约炉管按照时间先后顺序进行补水，避免了在在工艺过程中的人工干预，通过设置液体蒸发器对各个炉管的可用状态或不可用状态，以使液体蒸发器在同一时刻只能被一个炉管占用，降低了工艺过程中多管对液体蒸发器占用出现时间冲突的风险，最大程度的降低工艺过程中出现工艺等待的概率，降低了人工成本，提高了生产效率。

需要说明的是，对于方法实施例，为了简单描述，故将其都表述为一系列的动作组合，但是本领域技术人员应该知悉，本发明实施例并不受所描述的动作顺序的限制，因为依据本发明实施例，某些步骤可以采用其他顺序或者同时进行。其次，本领域技术人员也应该知悉，说明书中所描述的实施例均属于优选实施例，所涉及的动作并不一定是本发明实施例所必须的。

参照图 12，示出了本发明实施例提供的一种半导体工艺设备结构框图，所述半导体工艺设备包括液体蒸发器、控制器和共用液体蒸发器的多个炉管，所述控制器用于控制所述液体蒸发器对各个所述炉管进行补水，所述控制器用于：

获取对应的所述炉管需要预约的补水时间段信息；

根据各个所述炉管需要预约的补水时间段信息，更新当前的预约队列；

根据更新的所述预约队列中已预约的补水时间段信息，设置所述液体蒸发器对各个所述炉管的可用状态或不可用状态，以使所述液体蒸发器在同一时刻只向一个所述炉管补水。

在本发明的一种实施例方式中，所述控制器还用于对每个所述炉管，依次查询所述炉管对应的多步工艺步骤，根据所述工艺步骤的工艺类型判断所述工艺步骤是否为补水段步骤，根据所述补水段步骤的工艺开始时间和结束时间确定所述炉管需要预约的补水时间段信息。

在本发明的一种实施例方式中，所述控制器还用于根据所述预约队列和各个所述炉管需要预约的补水时间段信息，对各个所述炉管进行预约处理，并根据预约处理结果，更新当前的所述预约队列。

在本发明的一种实施例方式中，所述控制器还用于判断当前的所述预约队列与各个所述炉管需要预约的补水时间段信息是否产生冲突；

若当前的所述预约队列与各个所述炉管需要预约的补水时间段信息均发生冲突，则当前的所述预约队列不发生改变；

若当前的所述预约队列与任意一个或多个所述炉管需要预约的补水时间段信息不发生冲突，则将不发生冲突的所述炉管需要预约的补水时间段信息添加到所述预约队列中，并更新当前的所述预约队列。

在本发明的一种实施例方式中，所述控制器还用于根据所述已预约的补水时间段信息，判断当前时间是否到达所述已预约的补水时间段信息；

当所述当前时间到达所述已预约的补水时间段信息，设置所述液体蒸发器对所述当前时间到达所述已预约的补水时间段对应的所述炉管为可用状态，对其余的所述炉管为不可用状态；

当所述当前时间未到达所述已预约的补水时间段信息，设置所述液体蒸发器对各个所述炉管均为可用状态。

在本发明的一种实施例方式中，所述控制器还用于当所述当前时间到达所述已预约的补水时间段信息，判断所述当前时间所述液体蒸发器为空闲状态还是占用状态；

若所述当前时间所述液体蒸发器为空闲状态，则设置所述液体蒸发器对所述当前时间到达的所述已预约的补水时间段对应的所述炉管为可用状态，对其余的所述炉管为不可用状态；

若所述当前时间所述液体蒸发器为占用状态，则判断占用所述液体蒸发器的所述炉管是否在进行手动补水；

若占用所述液体蒸发器的所述炉管在进行手动补水，则所述炉管释放对所述液体蒸发器的占用，设置所述液体蒸发器对所述当前时间到达的所述已预约的补水时间段对应的所述炉管为可用状态，对所述其余的所述炉管为不可用状态；

若占用所述液体蒸发器的所述炉管不在进行手动补水，则等待占用所述液体蒸发器的所述炉管释放所述液体蒸发器，在所述占用所述液体蒸发器的所述炉管结束对所述液体蒸发器的占用时，设置所述当前时间到达的所述已

预约的补水时间段对应的所述炉管为可用状态，对所述其余的所述炉管为不可用状态。

在本发明的一种实施例方式中，所述控制器用于当所述当前时间未到达所述已预约的补水时间段信息，判断当前时间所述液体蒸发器为空闲状态还是占用状态；

若所述当前时间所述液体蒸发器为空闲状态，设置所述液体蒸发器对各个所述炉管均为可用状态，并在目标的所述炉管接收到手动补水的指令时，设置所述液体蒸发器对目标的所述炉管进行手动补水；

若所述当前时间所述液体蒸发器为占用状态，设置所述液体蒸发器对占用的所述炉管为可用状态，以及设置所述液体蒸发器对其余的所述炉管为不可用状态；等待占用所述液体蒸发器的所述炉管释放所述液体蒸发器，在所述占用所述液体蒸发器的所述炉管结束对所述液体蒸发器的占用，并在目标的所述炉管接收到手动补水的指令时，设置所述液体蒸发器对目标的所述炉管进行手动补水。

在本发明的一种实施例方式中，所述控制器还用于当所述已预约的补水时间段信息对应的所述炉管的工艺由于故障导致终止时，将所述炉管的所述已预约补水时间段信息从所述预约队列中剔除掉。

可选地，所述控制器还用于当所述预约队列中已预约的补水时间段信息为空时，且在目标的所述炉管接收到补水指令后，判断目标的所述炉管是否为工艺状态；

若为工艺状态，则设置目标的所述炉管禁止进行补水；

若不为工艺状态，则判断所述液体蒸发器针对目标的所述炉管是否为可用状态；

若为可用状态，则设置目标的所述炉管进行补水；

若为不可用状态，则设置目标的所述炉管禁止进行补水。

在本发明的一种实施例方式中，所述控制器还用于在所述炉管执行工艺时，若下一工艺步骤为所述补水步，获取对应的所述炉管的可用状态；

判断所述液体蒸发器对对应的所述炉管是否为可用状态；

若为可用状态，则设置对应的所述炉管执行当前工艺步骤结束后，跳步至所述下一工艺步骤；

若为不可用状态，则设置对应的所述炉管保持所述当前工艺步骤并等待；

若所述下一工艺步骤不为所述补水步，则设置对应的所述炉管执行所述当前工艺步骤结束后，跳步至所述下一工艺步骤。

本发明实施例公开了一种半导体工艺设备，该半导体工艺设备包括液体蒸发器、控制器和共用液体蒸发器的多个炉管，该控制器用于：获取对应的所述炉管需要预约的补水时间段信息；根据各个所述炉管需要预约的补水时间段信息，更新当前的预约队列；根据更新的所述预约队列中已预约的补水时间段信息，设置所述液体蒸发器对各个所述炉管的可用状态或不可用状态，以使所述液体蒸发器在同一时刻只向一个所述炉管补水。本发明通过提前获取需要预约的炉管的补水时间段信息，使得各个预约炉管按照时间先后顺序进行补水，避免了在在工艺过程中过多的人工干预降低了人工成本；通过设置液体蒸发器对各个炉管的可用状态或不可用状态，以使液体蒸发器在同一时刻只能被一个炉管占用，降低了工艺过程中多管对液体蒸发器占用出现时间冲突的风险，最大程度的降低工艺过程中出现工艺等待的概率，提高了生产效率。

对于装置实施例而言，由于其与方法实施例基本相似，所以描述的比较简单，相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

图 13 为本发明实施例中提供的半导体工艺设备的补水控制装置的一种结构框图，如图 13 所示，该补水控制装置用于控制半导体工艺设备中的液体

蒸发器对共用液体蒸发器的各个炉管进行补水,包括:至少一个处理器 1301、存储器 1302、至少一个 I/O 接口 1303。存储器 1302 上存储有至少一个程序,当该至少一个程序被该至少一个处理器 1301 执行,使得该至少一个处理器实现如上述实施例中任一控制方法中的步骤;至少一个 I/O 接口 1303 连接在处理器 1301 与存储器 1302 之间,配置为实现处理器与存储器的信息交互。

其中,处理器 1301 为具有数据处理能力的器件,其包括但不限于中央处理器(CPU)等;存储器 1302 为具有数据存储能力的器件,其包括但不限于随机存取存储器(RAM,更具体如 SDRAM、DDR 等)、只读存储器(ROM)、带电可擦可编程只读存储器(EEPROM)、闪存(FLASH);I/O 接口(读写接口) 1303 连接在处理器 1301 与存储器 1302 间,能实现处理器 1301 与存储器 1302 的信息交互,其包括但不限于数据总线(Bus)等。

在一些实施例中,处理器 1301、存储器 1302 和 I/O 接口 1303 通过总线 104 相互连接,进而与计算设备的其它组件连接。

在一些实施例中,该处理器 1301 包括 FPGA。

根据本公开的实施例,还提供一种计算机可读介质。该计算机可读介质上存储有计算机程序,其中,该程序被处理器执行时实现如上述实施例任一控制方法中的步骤。

特别地,根据本公开实施例,上文参考流程图描述的过程可以被实现为计算机软件程序。例如,本公开的实施例包括一种计算机程序产品,其包括承载在机器可读介质上的计算机程序,该计算机程序包含用于执行流程图所示的方法的程序代码。在这样的实施例中,该计算机程序可以通过通信部分从网络上被下载和安装,和/或从可拆卸介质被安装。在该计算机程序被中央处理单元(CPU)执行时,执行本公开的系统限定上述功能。

需要说明的是,本公开所示的计算机可读介质可以是计算机可读信号介质或者计算机可读存储介质或者是上述两者的任意组合。计算机可读存储介

质例如可以是——但不限于——电、磁、光、电磁、红外线、或半导体的系统、装置或器件，或者任意以上的组合。计算机可读存储介质的更具体的例子可以包括但不限于：具有一个或多个导线的电连接、便携式计算机磁盘、硬盘、随机访问存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM 或闪存)、光纤、便携式紧凑磁盘只读存储器(CD-ROM)、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。在本公开中，计算机可读存储介质可以是任何包含或存储程序的有形介质，该程序可以被指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用。而在本公开中，计算机可读的信号介质可以包括在基带中或者作为载波一部分传播的数据信号，其中承载了计算机可读的程序代码。这种传播的数据信号可以采用多种形式，包括但不限于电磁信号、光信号或上述的任意合适的组合。计算机可读的信号介质还可以是计算机可读存储介质以外的任何计算机可读介质，该计算机可读介质可以发送、传播或者传输用于由指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用的程序。计算机可读介质上包含的程序代码可以用任何适当的介质传输，包括但不限于：无线、电线、光缆、RF 等等，或者上述的任意合适的组合。

附图中的流程图和框图，图示了按照本公开各种实施例的系统、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上，流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段、或代码的一部分，前述模块、程序段、或代码的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。也应当注意，在有些作为替换的实现中，方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如，两个接连地表示的方框实际上可以基本并行地执行，它们有时也可以按相反的顺序执行，这依所涉及的功能而定。也要注意的，框图和/或流程图中的每个方框、以及框图和/或流程图中的方框的组合，可以用执行规定的功能或操作的专用的基于硬件的系统

来实现，或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可。

本领域内的技术人员应明白，本发明实施例的实施例可提供为方法、装置、或计算机程序产品。因此，本发明实施例可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本发明实施例可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

本发明实施例是参照根据本发明实施例的方法、终端设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理终端设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理终端设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理终端设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理终端设备上，使得在计算机或其他可编程终端设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程终端设备上执行的指令提供用

于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

尽管已描述了本发明实施例的优选实施例，但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念，则可对这些实施例做出另外的变更和修改。所以，所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明实施例范围的所有变更和修改。

最后，还需要说明的是，在本文中，诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者终端设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者终端设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者终端设备中还存在另外的相同要素。

以上对本发明所提供的一种半导体工艺设备的补水控制方法、扩散工艺方法和半导体工艺设备，进行了详细介绍，本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本发明的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处，综上所述，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

权 利 要 求 书

1、一种半导体工艺设备的补水控制方法，其特征在于，所述半导体工艺设备包括液体蒸发器和共用所述液体蒸发器的多个炉管，所述方法包括：

5 获取各个所述炉管需要预约的补水时间段信息；

根据各个所述炉管需要预约的补水时间段信息，更新当前的预约队列；

根据更新的所述预约队列中已预约的补水时间段信息，设置所述液体蒸发器对各个所述炉管的可用状态或不可用状态，以使所述液体蒸发器在同一时刻只能向一个所述炉管进行补水。

10

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述获取各个所述炉管需要预约的补水时间段信息包括：

对每个所述炉管，依次查询所述炉管对应的多步工艺步骤，根据所述工艺步骤的工艺类型判断所述工艺步骤是否为补水段步骤，根据所述补水段步骤的工艺开始时间和结束时间确定所述炉管需要预约的补水时间段信息。

15

3、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述根据各个所述炉管需要预约的补水时间段信息，更新当前的预约队列包括：

根据所述预约队列和各个所述炉管需要预约的补水时间段信息，对各个所述炉管进行预约处理，并根据预约处理结果，更新当前的所述预约队列。

20

4、根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述对各个所述炉管进行预约处理，并根据预约处理结果，更新当前的所述预约队列包括：

判断当前的所述预约队列与各个所述炉管需要预约的补水时间段信息是否产生冲突；

25

若当前的所述预约队列与各个所述炉管需要预约的补水时间段信息均发生冲突，则当前的所述预约队列不发生改变；

若当前的所述预约队列与任意一个或多个所述炉管需要预约的补水时间段信息不发生冲突，则将不发生冲突的所述炉管需要预约的补水时间段信息添加到所述预约队列中，并更新当前的所述预约队列。

- 5 5、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述根据更新的所述预约队列中已预约的补水时间段信息，设置所述液体蒸发器对各个所述炉管的可用状态或不可用状态，以使所述液体蒸发器在同一时刻只向一个所述炉管进行补水，包括：

10 根据所述已预约的补水时间段信息，判断当前时间是否到达所述已预约的补水时间段信息；

当所述当前时间到达所述已预约的补水时间段信息，设置所述液体蒸发器对所述当前时间到达所述已预约的补水时间段对应的所述炉管为可用状态，对其余的所述炉管为不可用状态；

15 当所述当前时间未到达所述已预约的补水时间段信息，设置所述液体蒸发器对各个所述炉管均为可用状态。

- 20 6、根据权利要求5所述的方法，其特征在于，所述当所述当前时间到达所述已预约的补水时间段信息，设置所述液体蒸发器对所述当前时间到达所述已预约的补水时间段对应的所述炉管为可用状态，对其余的所述炉管为不可用状态，包括：

当所述当前时间到达所述已预约的补水时间段信息，判断在所述当前时间所述液体蒸发器为空闲状态还是占用状态；

25 若在所述当前时间所述液体蒸发器为空闲状态，则设置所述液体蒸发器对所述当前时间到达的所述已预约的补水时间段对应的所述炉管为可用状态，对其余的所述炉管为不可用状态；

若在所述当前时间所述液体蒸发器为占用状态，则判断占用所述液体蒸发器的所述炉管是否在进行手动补水；

若占用所述液体蒸发器的所述炉管在进行手动补水,则控制所述炉管释放对所述液体蒸发器的占用,设置所述液体蒸发器对所述当前时间到达所述已预约的补水时间段对应的所述炉管为可用状态,对所述其余的所述炉管为不可用状态;

- 5 若占用所述液体蒸发器的所述炉管不在进行手动补水,则等待占用所述液体蒸发器的所述炉管释放所述液体蒸发器,在所述占用所述液体蒸发器的所述炉管结束对所述液体蒸发器的占用时,设置所述当前时间到达所述已预约的补水时间段对应的所述炉管为可用状态,对所述其余的所述炉管为不可用状态。

10

7、根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述当所述当前时间未到达所述已预约的补水时间段信息,设置所述液体蒸发器对各个所述炉管均为可用状态,包括:

- 15 当所述当前时间未到达所述已预约的补水时间段信息,判断在当前时间所述液体蒸发器为空闲状态还是占用状态;

 若在所述当前时间所述液体蒸发器为空闲状态,设置所述液体蒸发器对各个所述炉管均为可用状态,并在目标的所述炉管接收到手动补水的指令时,设置所述液体蒸发器对目标的所述炉管进行手动补水;

- 20 若在所述当前时间所述液体蒸发器为占用状态,设置所述液体蒸发器对占用的所述炉管为可用状态,以及设置所述液体蒸发器对其余的所述炉管为不可用状态;等待占用所述液体蒸发器的所述炉管释放所述液体蒸发器,在所述占用所述液体蒸发器的所述炉管结束对所述液体蒸发器的占用,并设置所述液体蒸发器对各个所述炉管均为可用状态,在目标的所述炉管接收到手动补水的指令时,设置所述液体蒸发器对目标的所述炉管进行手动补水。

25

8、根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

 当所述已预约的补水时间段信息对应的所述炉管的工艺由于故障导致

终止时，将所述炉管的所述已预约补水时间段信息从所述预约队列中剔除掉。

9、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

5 当所述预约队列中已预约的补水时间段信息为空时，且在目标的所述炉管接收到补水指令后，判断目标的所述炉管是否为工艺状态；

 若为工艺状态，则设置目标的所述炉管禁止进行补水；

 若不为工艺状态，则判断所述液体蒸发器针对目标的所述炉管是否为可用状态；

10 若为可用状态，则设置目标的所述炉管进行补水；

 若为不可用状态，则设置目标的所述炉管禁止进行补水。

10、一种半导体工艺设备的补水控制装置，用于控制所述半导体工艺设备中的液体蒸发器对共用所述液体蒸发器的各个炉管进行补水，其特征在于，所述补水控制装置包括至少一个处理器和至少一个存储器，所述存储器中存储有至少一个程序；

 当所述至少一个程序被所述至少一个处理器执行时，使得所述至少一个处理器实现如权利要求1-9中任一所述的方法。

20 11、一种扩散工艺方法，其特征在于，所述扩散工艺方法包括多步工艺步骤，多步所述工艺步骤中包括补水步，所述补水步采用如权利要求1-9任意一项所述的补水控制方法进行控制，所述扩散工艺方法包括：

 在所述炉管执行工艺时，若下一工艺步骤为所述补水步，获取对应的所述炉管的可用状态；

25 判断所述液体蒸发器对对应的所述炉管是否为可用状态；

 若为可用状态，则设置对应的所述炉管执行当前工艺步骤结束后，跳步至所述下一工艺步骤；

若为不可用状态，则设置对应的所述炉管保持所述当前工艺步骤并等待；

若所述下一工艺步骤不为所述补水步，则设置对应的所述炉管执行所述当前工艺步骤结束后，跳步至所述下一工艺步骤。

5

12、一种半导体工艺设备，其特征在于，所述半导体工艺设备包括液体蒸发器、控制器和共用所述液体蒸发器的多个炉管，所述控制器用于控制所述液体蒸发器对各个所述炉管进行补水，所述控制器用于：

获取对应的所述炉管需要预约的补水时间段信息；

10 根据各个所述炉管需要预约的补水时间段信息，更新当前的预约队列；

根据更新的所述预约队列中已预约的补水时间段信息，设置所述液体蒸发器对各个所述炉管的可用状态或不可用状态，以使所述液体蒸发器在同一时刻只向一个所述炉管补水。

15 13、一种计算机可读存储介质，用于半导体加工设备，其上存储有计算机程序，其特征在于，所述程序被处理器执行时实现如权利要求 1-9 中任一所述的方法。