

## 一种洁净设备及其气嘴装置、气路装置、控制方法、接口电路、控制系统

### 相关申请的交叉引用

[0001] 本申请基于申请号为“202321185278.1”、申请日为2023年5月16日的中国专利申请，以及，“202310553820.2”、申请日为2023年5月16日的中国专利申请提出，并要求上述中国专利申请的优先权，上述中国专利申请的全部内容在此以引入方式并入本申请。

### 技术领域

[0002] 本申请实施例涉及半导体制造设备技术领域，具体涉及一种用于对晶圆进行洁净的洁净设备及其气嘴装置、气路装置、控制方法、接口电路、控制系统。

### 背景技术

[0003] 装载机台 (Load Port, LP) 是设置在晶圆处理设备前端的对接设备，其上设置载盘。晶圆流转环节中，前开放式晶圆盒 (Front Open Unified Pod, Foup) 放置在 LP 的载盘上，在盒盖打开后，晶圆可以从 Foup 载入到晶圆处理设备，或者晶圆在晶圆处理设备被处理完成后再次放入到 Foup。因此，在盒盖打开阶段，需要 LP 上配置的洁净设备来维持 Foup 内部的洁净环境。

[0004] 现有机台所配置的洁净设备中，与对接 Foup 的气嘴，采用刚性件作为气嘴进口气口，并针对该刚性件的进口气口设置有相关的弹性减震结构以及密封连接结构。虽然弹性减震结构能够在一定程度上减轻 Foup 与气嘴接触时的碰撞力，以及密封连接结构能够一定程度上保证气路与气嘴密封连接、气嘴与 Foup 密封连接等，但是这些结构通常过于复杂，结构之间也需要复杂连接，以及需要复杂安装结构安装到载盘上，气嘴不能在洁净设备中进行快速部署、维护等操作，而且采用刚性气口组件的气嘴与 Foup 之间进行密封对接时，对接难度大、时间长，这些因素严重影响到晶圆通过装载机台进行交换时的整体效率。

[0005] 另外，半导体工厂的生产车间通常配置有数量较多的装载机台，由装载机台完成半导体工厂的晶圆处理设备与半导体工厂的自动物料搬运系统 (Automatic Material Handling System, AMHS) 之间的晶圆交换。

[0006] 因此，洁净设备的操作效率是提升装载机台晶圆交换整体效率的一个重要因素。

### 发明内容

[0007] 有鉴于此，本申请提供一种洁净设备及其气嘴装置、气路装置、控制方法、接口电路、控制系统，通过简化气嘴体结构，能够在装载机台中快速对气嘴进行部署、维护，并且气嘴能够提供更好密封性能，方便与 Foup 快速密封对接，有利于提升洁净设备的操作效率，从而提升装载机台晶圆交换的整体效率。

[0008] 本申请提供一种洁净设备气嘴装置，包括：气口组件，所述气口组件为能够弹性形变的一体组件，所述气口组件设置有对接部、连接部、第一通孔和第一凹槽，其中第一通孔为从对接部的顶端面中部延伸至连接部的底端面中部的通孔，第一凹槽为位于外侧壁上且位于对接部的下端面与连接部的上端面之间位置并以第一通孔为轴环绕一周的凹槽；上组件，所述上组件设置有第二凹槽、第二通孔和用于安装的若干第一连接孔，其中第二凹槽为自上组件的顶端中部下沉设置的凹槽，第二通孔为从第二凹槽的底面中部延伸至上组件的底端面的通孔；下组件，所述下组件设置有第三凹槽、第四凹槽、用于连接气路的气路连接孔和用于安装的若干第二连接孔，其中第三凹槽为自下组件的顶端中部下沉设置的凹槽，第四凹槽为自第三凹槽的底面中部下沉设置的凹槽，气路连接孔自第四凹槽的底面延伸至下组件的底端部，第二连接孔对应于第一连接孔设置；其中，所述第一连接孔和所述第二连接孔用于通过固定紧固件将所述上组件和所述下组件固定安装于晶圆盒载盘上；所述对接部用于与放置于所述载盘上的晶圆盒的对接口进行密封对接；在所述上组件的底面与所述第三凹槽之间形成第一容纳空间，所述连接部被压缩形变地容纳于所述第一容纳空间，以使所述连接部的底面抵接于所述第三凹槽的底面上，并使得所述上组件的底面抵接于所述连接部的上端面；以及，所述第一凹槽作为第二容纳空间，用于容纳所述上组件中自所述第二凹槽的底面至所述上组件的底端面之间的部分结构。

[0009] 本申请实施例采用的上述至少一个技术方案能够达到的有益效果至少包括：

[0010] 通过采用能够弹性形变的气口组件（如硅胶、橡胶制成的软质气口组件）作为气嘴进出气组件，以及通过设置筒形结构的上组件和下组件来一并形成气嘴实现密封性能的容纳空间及安装于载盘时的外部安装结构，一方面气嘴可以基于上组件和下组件构成的外部安装结构能够牢靠地固定在载盘上，二方面软质气口组件的下部连接端能够非常方便地、可靠地被压接于筒形结构的上组件和下组件之间构成的内部容纳空间中，以及上组件的对接部配合软质气口组件的上端凸出部与晶圆盒气口对接。因此，气嘴的整体结构简单且紧凑、可靠，不仅便于气嘴在装载机台中进行快速部署、维护，而且气嘴与晶圆盒的气口之间能够进行快速的密封对接，对接难度小、时间短，因而气嘴非常适合应用到半导体工厂中装载机台的洁净设备中，进而提升洁净设备在装载机台的操作效率，最终来提高晶圆通过装载机台进行交换的效率。

### 附图说明

[0011] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其它的附图。

[0012] 图1是本申请中晶圆盒放置在载盘上的结构示意图；

- [0013] 图 2 是本申请中气路的结构示意图；  
[0014] 图 3 是本申请中气嘴的结构示意图；  
[0015] 图 4 是本申请中气嘴的剖视图结构示意图；  
[0016] 图 5 是本申请中气口组件的剖视图结构示意图；  
[0017] 图 6 是本申请中上组件的剖视图结构示意图；  
[0018] 图 7 是本申请中下组件的剖视图结构示意图；  
[0019] 图 8 是本申请中一种洁净设备接口电路及系统的结构示意图；  
[0020] 图 9 是本申请中一种洁净设备接口电路及系统的结构示意图；  
[0021] 图 10 是本申请中一种数字量输入接口的结构示意图；  
[0022] 图 11 是本申请中一种模拟量输入接口的结构示意图；  
[0023] 图 12 是本申请中一种双路模拟量输入接口的结构示意图；  
[0024] 图 13 是本申请中一种数字量输出接口的结构示意图；  
[0025] 图 14 是本申请中一种 IO-Link 接口的结构示意图；  
[0026] 图 15 是本申请中一种二级控制电路的结构示意图；  
[0027] 图 16 是本申请中一种二级控制电路中单片机及外围电路的电路原理图；  
[0028] 图 17 是本申请中一种二级控制电路中 RS485 通信电路的结构示意图；  
[0029] 图 18 是本申请中一种二级控制电路中电源电路的结构示意图；  
[0030] 图 19 是本申请中一种二级控制电路中 EEPROM 电路的结构示意图；  
[0031] 图 20 是本申请中一种一级控制电路的结构示意图；  
[0032] 图 21 是本申请中一种洁净设备控制方法的流程示意图；  
[0033] 图 22 是本申请中一种一级控制电路工作流程的示意图；  
[0034] 图 23 是本申请中一种一级控制电路采集流程的示意图；  
[0035] 图 24 是本申请中一种一级控制电路工作流程的示意图；  
[0036] 图 25 是本申请中一种一级控制电路采集流程的示意图。

#### 具体实施方式

[0037] 下面结合附图对本申请实施例进行详细描述。

[0038] 以下通过特定的具体实例说明本申请的实施方式，本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本申请的其他优点与功效。显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。本申请还可以通过另外不同的具体实施例加以实施或应用，本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用，在没有背离本申请的精神下进行各种修饰或改变。需说明的是，在不冲突的情况下，以下实施例及实施例中的特征可以相互组合。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有作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。

[0039] 要说明的是，下文描述在所附权利要求书的范围内的实施例的各种方面。应显而易见，本文中所描述的方面可体现于广泛多种形式中，且本文中所描述的任何特定结构及/或功能仅为说明性的。基于本申请，所属领域的技术人员应了解，本文中所描述的一个方面可与任何其它方面独立地实施，且可以各种方式组合这些方面中的两者或两者以上。举例来说，可使用本文中所阐述的任何数目和方面来实施设备及/或实践方法。另外，可使用除了本文中所阐述的方面中的一或多者之外的其它结构及/或功能性实施此设备及/或实践此方法。

[0040] 还需要说明的是，以下实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本申请的基本构想，图式中仅显示与本申请中有关的组件而非按照实际实施时的组件数目、形状及尺寸绘制，其实际实施时各组件的型态、数量及比例可为一种随意的改变，且其组件布局型态也可能更为复杂。

[0041] 另外，在以下描述中，提供具体细节是为了便于透彻理解实例。然而，所属领域的技术人员将理解，可在没有这些特定细节的情况下实践。

[0042] 参考图 1 至图 2 的示意，本申请实施例提出一种用于在装载机台中对放置于载盘上的晶圆盒进行洁净的洁净设备。

[0043] 在一种示例中，该洁净设备包括安装在载盘 10 上的气嘴装置，例如进气嘴 110、排气嘴 120，气嘴装置用于与放置于载盘 10 上的晶圆盒 20 进行密封对接，其中进气嘴 110 用于与晶圆盒 20 底部的充气口（图中未示出）对接，排气嘴 120 用于与晶圆盒 20 底部的排气口（图中未示出）对接。需要说明的是，本示例中的气嘴装置可以参见下述气嘴装置对应的各个示例说明。另外，进气嘴 110 和排气嘴 120 的数量均至少一个，也可以根据需要设置为多个，例如图 1 示意出两个进气嘴 110 和两个排气嘴 120。

[0044] 在一种示例中，该洁净设备包括气路装置，其中气路装置包括前述示例的气嘴装置、与气嘴装置对应连接的各个气路、设置在气路上的传感器，以及一级控制电路和二级控制电路。需要说明的是，本示例中的气路装置可以参见下述气路装置对应的各个示例说明。

[0045] 在一些实施例中，载盘 10 上还设有 3 个定位销 102，对应与晶圆盒 20 上的定位孔（未示出）对接以使得晶圆盒 20 可准确地放置于载盘 10 上的目标位置。载盘 10 上还设有第一位置传感器 101，用于检测晶圆盒 20 是否放置到位。

[0046] 参考图 3 至图 4 的示意，本申请实施例提供一种洁净设备气嘴装置，包括：气口组件 100 和安装结构 130，安装结构 130 包括上组件 131 和下组件 132，其中，上组件 131 和下组件 132 对气口组件 100 进行夹持后，通过固定螺钉 30 固定安装于载盘 10 上。

[0047] 在一些实施例中，气口组件 100 整体可以为筒形结构，为具有柔性的材料（如硅胶、橡胶等）制成的软质一体组件。作为安装用的装配组件，上组件 131、下组件 132 均可以大致呈杯形结构，上组件 131 的边缘部和下组件 132 的边缘部通过螺丝固定在一起并且固定在载盘 10 上。在一些实施例中，还可以采用其它类型的紧固件或者固定方式将上组件 131 及下组件 132 安装于载盘上。

[0048] 如图 5 示意，该气口组件 100 上设置有对接部 111、连接部 112、第一通孔 113 和第一凹槽 114，其中第一通孔 113 为从对接部 111 的顶端面中部延伸到连接部 112 的底端面中部的通孔，第一凹槽 114 为位于外侧壁上且位于对接部 111 的下端面与连接部 112 的上端面之间位置并以第一通孔 113 为轴环绕一周的凹槽。

[0049] 在一些实施例中，可定义沿气口组件 100 的第一通孔 113 的虚拟中心轴线的方向为厚度方向，对接部 111 的厚度设置为  $H_3$ ，连接部 112 的厚度设置为  $H_1$ ，具体的  $H_3$ 、 $H_1$  的设置数值可以根据实际需要设置，这里不作限定。

[0050] 在一些实施例中，如图 6 示意，上组件 131 上设置有第二凹槽 133、第二通孔 134 和用于安装的若干第一连接孔 1391（如螺钉孔），其中，第二凹槽 133 为自上组件 131 的顶端中部下沉设置的凹槽，第二通孔 134 为从第二凹槽 133 的底面中部延伸至上组件 131 的底端面的通孔。

[0051] 在一些实施例中，如图 7 示意，下组件 132 上设置有第三凹槽 137、第四凹槽 138、用于连接气路的气路连接孔 136（如螺纹孔）和用于安装的若干第二连接孔 1392（如螺钉孔），其中第三凹槽 137 为自下组件 132 的顶端中部下沉设置的凹槽，第四凹槽 138 为自第三凹槽 137 的底面中部下沉设置的凹槽，气路连接孔 136 为自第四凹槽 138 的底面至下组件 132 的底端面之间的螺纹孔，第二连接孔 1392 对应于第一连接孔 1391 设置。

[0052] 基于上述各个组件设置，气嘴装置的安装及其使用的示意说明如下：

[0053] 第一连接孔 1391 和第二连接孔 1392 共同用于通过紧固件（如螺钉）将安装结构 130（即上组件 131 和下组件 132）固定安装于放置晶圆盒 20 的载盘 10 上；

[0054] 对接部 111 用于与放置于载盘 10 上的晶圆盒 20 的对接口（图中未示出）进行密封对接。在一些实施例中，可以是晶圆盒 20 的对接口向下压迫柔性的对接部 111，从而通过对接部 111 的形变实现密封连接。

[0055] 上组件 131 的底面与下组件 132 的顶面抵接后，在所述上组件 131 的底面与所述第三凹槽 137 之间将形成第一容纳空间，所述第一容纳空间用于在所述连接部 112 穿过所述第二通孔 134 后，使得所述连接部 112 被压缩形变，以使所述连接部 112 的底面抵接于所述第三凹槽 137 的底面上，并使得所述上组件 131 的底面抵接于所述连接部 112 的上端面；以及，所述第一凹槽 114 作为第二容纳空间，用于容纳所述上组件 131 中自所述第二凹槽 133 的底面至所述上组件 131 的底端面之间的部分结构。

[0056] 换言之，气口组件 100 下部的连接部被压接于筒形结构的上组件 131 和下组件 132 之间，上组件 131、下组件 132 可采用螺丝固定在载盘 10 上，且气口组件 100 是软质的，气口组件 100 与上组件 131、下组件 132 之间通过气口组件 100 形变能够实现密封连接。在一些实施例中，气口组件 100 的连接部 112 可以设置为凸出与上组件 131 的上端面，非常方便地与晶圆盒 20 对接后，该对接通过形变后也能够实现密封连接。另外，下组件 132 的下端设有的气路连接孔 136（如螺纹孔），可以方便地与通气管道连接。

[0057] 在一些实施例中，连接部 112 在自然状态下（未安装时）具有高度  $H_1$ 。当气口组件 100、上组件 131 及下组件 132 装配在一起时，从上组件 131 与气口组件 100 抵接的端面，至下组件 132 与气口组件 100 抵接的端面，两端面之间的距离记为  $D_1$ ，根据连接部 112 形变实现气口组件 100、上组件 131 和下组件 132 之间密封连接需要，高度  $H_1 \geq$  距离  $D_1$ ，具体相差余量可以根据密封连接的形变量进行设置，不作限定。

[0058] 在一些实施例中，下组件 132 还设置有第一开口 135，其中，第一开口 135 为自下组件 132 的顶端中部下沉设置的开口（如图 7 示意的斜口），这时第三凹槽 137 为自第一开口 135 的底部下沉设置的凹槽。通过设置第一开口 135 使得该第一开口 135 可以用于容纳被压缩形变的连接部 112 的部分结构，和/或，所述上组件 131 的底面与所述下组件 132 的顶面抵接，不仅能够为连接部的形变提供更合适的形变空间，而且能够进一步地提高上组件 131、气口组件 100 和下组件 132 之间的密封连接特性。需要说明的是，第一开口 135 的开口大小、开口深度等，这里不作限定。

[0059] 在一些实施例中，通过设置组件之间的装配相对关系，可以进一步提高密封连接性能和气流流通性能。

[0060] 如图 4 示意，在上组件 131 和下组件 132 之间完成装配后，下组件 132 中第四凹槽 138 的边缘与上组件 131 中第二通孔 134 的边缘对齐，第三凹槽 137 能够提供足够的面积与连接部 112 进行接触，有利于提高密封性能。

[0061] 或者，在一些实施例中，第四凹槽 138 的边缘相对于第二通孔 134 的边缘在径向方向上向内凸（即第四凹槽 138 的宽度稍小于第二通孔 134 的宽度），从而可以在晶圆盒 20 的对接口压迫所述对接部 111 完成密封对接后，由于第四凹槽 138 内凸，使得第三凹槽 137 能够提供更多面积与连接部 112 进行接触，有利于提高密封性能，而且在第四凹槽 138 内凸后，由第四凹槽 138 内凸形成气体流通的气道与第一通孔 113 更匹配，使得气流更顺畅。

[0062] 在一些实施例中，当气口组件 100 的对接部 111 未与晶圆盒 20 对接时，气口组件 100 的对接部 111 的下端面与上组件 131 的上端面之间具有间隙  $H_4$ 。当气口组件 100 的对接部 111 与晶圆盒 20 对接时被下压，对接部 111 被下压至对接部 111 的下端面与上组件 131 的上端面相抵，因而间隙  $H_4$  可以作为形变空间，确保气口组件 100 的对接部与晶圆盒 20 连接时的平稳地发生形变并且气密地对接。

[0063] 此外, 所述对接部 111 未与晶圆盒 20 的对接口进行密封对接前, 所述对接部 111 的下端面与所述上组件 131 的顶端面之间具有第一间隙, 其中所述第一间隙作为形变空间, 以在晶圆盒 20 的对接口压迫所述对接部 111 完成密封对接后, 所述对接部 111 与所述上组件 131 之间可配置为所述对接部 111 的下端面被下压至与所述上组件 131 的顶端面相互抵接。

[0064] 在一些实施例中, 通过设置上组件 131、气口组件 100 和下组件 132 之间相对尺寸, 能够进一步提高柔性的气口组件 100 的形变性能, 便于气嘴提供更好的密封性能。

[0065] 如图 4 至图 6 示意, 第二凹槽 133 的宽度 D2、对接部 111 的宽度 D3 以及第一间隙 H4 之间设置为满足以下关系:  $(D2-D3) > 2 \times H4$ , 或者还可以设置为满足:  $(D2-D3) > H4$ 。因此, 在晶圆盒 20 的对接口压迫所述对接部 111 进行密封对接中, 第二凹槽 133 能够为所述对接部 111 沿着所述第一通孔 113 的轴向及径向提供形变空间。

[0066] 在一些示例中, 如图 6 示意, 上组件 131 上的第二凹槽 133 具有深度 H2, 且具有宽度 D2。气口组件 100 的对接部 111 的下部容纳于该槽内时, 且在对接部 111 具有高度 H3 及宽度 D3 时, 这些尺寸之间可以设置如下关系: 宽度  $D2 > D3$ , 高度  $H3 > H2$ 。

[0067] 前述结构使得气口组件 100 在径向上的变形空间相对于轴向的变形空间更富余, 在两个方向上均有一定的形变空间, 确保气口组件 100 的对接部 111 与晶圆盒 20 连接时向前述两个方向平稳形变, 进而具有较好的接触配合。

[0068] 在一些示例中, 如图 4 示意, 第一间隙 H4 可以设置为小于 2mm, 该间隙能够在晶圆盒 20 的对接口压迫所述对接部 111 进行密封对接的过程中, 使得第一凹槽 114 更好地作为缓冲空间来减小第一凹槽 114 的上侧角 115 与上组件 131 中第二通孔 134 的上侧内边缘相抵时的作用力。

[0069] 例如, 上组件 131 通孔的上侧内边缘位置与气口组件 100 环形凹槽的上侧角部相接近, 并在未放置晶圆盒 20 时两者之间具有间隙。当放置晶圆盒 20 时, 晶圆盒 20 的对接口压在气口组件 100 上, 由于气口组件 100 整体均是可弹性形变的, 此时气口组件 100 的环形凹槽 (即第一凹槽 114) 处的部位也受到向下的作用力, 使得气口组件 100 环形凹槽的上侧角部在形变时向下移动, 在间隙 H4 作为缓冲空间下, 可对气口组件 100 环形凹槽的该角部位置起到防护作用, 减小该位置处在气口组件 100 因被下压而与上组件 131 通孔的上侧内边缘相抵时的作用力, 进而不易被边缘顶破而损伤, 利于提高结构寿命。

[0070] 在一些示例中, 如图 4 示意, 所述对接部 111 未与晶圆盒 20 的对接口进行密封对接前, 所述对接部 111 的上端面与所述上组件 131 的顶端面之间具有第一高度 H5, 以及所述对接部 111 与晶圆盒 20 的对接口完成密封对接后, 所述对接部 111 的上端面与所述上组件 131 的顶端面之间具有第二高度 H6 (图中未示出), 这些尺寸之间可以设置如下关系:  $H5 > H6$ ,  $H5 > D2-D3$ 。如此, 气口组件 100 上部的对接部 111 具有较好的强度及适宜的形变空间, 进而使所述对接部 111 与晶圆盒 20 的充气口或者排气口紧密对接, 保持良好的密封接触; 同时, 气口组件 100 与上组件 131 之间具有紧凑的装配结构。

[0071] 在未放置晶圆盒 20 的状态下, 气口组件 100 的对接部 111 的上端面凸出于上组件 131 的上端面的第一高度为 H5; 在放置晶圆盒 20 的状态下, 气口组件 100 受压收缩而呈其对接部的上端面与上组件 100 的上端面的高度差为第二高度 H6, 通常可以将 H5 设置为 0~4 mm, H6 可设置为  $>0$  mm, 不仅方便晶圆盒 20 密封对接, 同时能够进一步提高密封对接的密封性能。

[0072] 综上, 载盘 10 与气嘴的安装结构非常紧凑, 且气口组件 100 的连接部 112 被可靠地固定在上组件 131、下组件 132 之间, 且上组件 131、下组件 132 使用通用螺丝能够方便且牢靠地固定在载盘 10, 使得柔性的气嘴稳定地装配在载盘 10 上, 不易产生漏气或者脱离。

[0073] 因此, 气嘴装置的结构简单, 密封性能好, 还方便进行安装、维护等操作, 能够在装载机台中进行快速部署和维护, 有利于提高效率。

[0074] 基于相同发明构思, 本实施例还提供一种洁净设备气路装置。

[0075] 参考前述图 1 至图 2 示意, 该洁净设备气路装置包括: 设置在装载机台上的用于放置晶圆盒 20 的载盘 10; 安装于所述载盘 10 上的若干进气嘴 110 和若干排气嘴 120, 其中, 所述进气嘴 110 和所述排气嘴 120 均可以是以上任一实施例的所述的洁净设备气嘴装置 (具体可以参见前述各个示例); 与进气嘴 110 的螺纹孔连接的进气端气路 1210, 以及与排气嘴 120 的螺纹孔连接的排气端气路 1220。

[0076] 进气端气路 1210 和排气端气路 1220 均可以设置于载盘 10 的下方空间, 或者安装于载盘 10 的下侧。

[0077] 进气端气路 1210 设有通过管路依次串连的隔膜阀 1211、第一节流阀 1212、过滤器 1213, 过滤器 1213 的气体输出端与进气嘴 110 连接, 这时洁净气体将可以沿管道从隔膜阀 1211 流入, 经过第一节流阀 1212、过滤器 1213、进气嘴 110 后进入晶圆盒 20 内部;

[0078] 另外, 排气端气路 1220 设有通过管路依次串连的第二节流阀 1221、真空发生器 1222, 真空发生器 1222 的吸入端通过管路与排气嘴 120 连接, 真空发生器 1222 的排出端与排气管路连接, 经第二节流阀 1221 的进气输入到真空发生器 1222 以调节真空发生器 1222 工作状态, 因而晶圆盒 20 中的气体在真空发生器 1222 工作时被吸出到排气管路上。

[0079] 在一些实施例中, 可以在气路上设置相应传感器来对气流进行传感检测和数据采样, 使得洁净设备能够实时获知洁净参数。

[0080] 如图 2 示意, 若干传感器设置于对应晶圆盒载盘 10 下方的气路管路上, 用于对管路中的气体进行传感检测, 并输出对应的检测数据。

[0081] 例如，在进气端气路 1210 中：隔膜阀 1211 与第一节流阀 1212 之间的气路上设有进气流量传感器 1214，以检测从隔膜阀 1211 流入第一节流阀 1212 的气体流量；或者，隔膜阀 1211 与第一节流阀 1212 之间连接有 MFC（质量流量控制器，图中未示出）。

[0082] 例如，在排气端气路 1220 中，排气嘴 120 与真空发生器 1222 之间的气路上设有压力传感器 1224 和温湿度传感器 1225，以检测从排气嘴 120 到真空发生器 1222 的吸气压力，以及从晶圆盒 20 中排出的气体的温湿度。

[0083] 如图 2 示意，针对一个载盘 10（对应一洁净设备），对应设有一个二级控制电路 220，该二级控制电路 220 与前述各传感器电连接，以采集这些传感器检测的信息。在一些实施例中，可以设置若干二级控制电路 220，其中，所述二级控制电路 220 对应一个晶圆盒载盘进行部署，并分别与若干所述传感器电连接后用于控制所述传感器的工作和采集所述传感器的检测数据。需要说明的是，二级控制电路 220 的数量、部署位置等不过限定。

[0084] 在一些实施例中，该气路装置中设置于用于远程控制二级控制电路 220 的一级控制电路 210，其中，所述一级控制电路 210 对应若干晶圆盒载盘进行部署，所述一级控制电路 210 与若干所述二级控制电路 220 通信连接，并用于控制二级控制电路 220 的工作和采集二级控制电路 220 输出的反馈数据，所述反馈数据包括所述传感器的检测数据。

[0085] 因此，多个洁净设备的二级控制电路 220 可以与一个一级控制电路 210 进行通信连接，该一级控制电路 210 与上位机通信，接收指令或者上传数据，并将检测信息及时上传至上位机以供监控。通过上位机一对多地连接一级控制电路 210、一级控制电路 210 一对多地连接二级控制电路 220 的方式，减小了上位机的交互频次，同时减少了等待上传的时间，提高了通信效率。在一些实施例中，在需要控制阀动作时，指令也能够及时地被发送到二级控制电路 220 并且完成相应的控制操作，提高了指令执行的整体通信效率和执行效率，有利于提升装载机台的工作效率。

[0086] 在对洁净设备及其对外提供的接口电路，以及需要与其进行连接的外部传感器和执行电路等，进行深入研究及改进探索后，如上述实施例，其提出的一种洁净设备接口电路及其采样控制系统：上位机 001 一对多地连接一级控制电路 210，以及一级控制电路 210 一对多地连接二级控制电路 220，并且在二级控制电路 220 设置不同对外接口（如第一接口至第 N 接口，N 为正整数）来一对多地满足洁净设备的外部电路 300（如传感器、执行电路等第一电路至第 N 电路）的连接需要。因此，一级控制电路 210 能够一对多地支持二级控制电路 220 的通信连接，以及二级控制电路 220 能够一对多地支持各式各样的外部电路（如传感器、执行电路等）的通信连接的情况下，使得这些外部电路（甚至是与其对应的二级控制电路、一级控制电路等）均能够根据晶圆厂生产车间的生产环节对晶圆盒进行洁净的需要，进行灵活现场部署，比如多个二级控制电路可设置在不同的晶圆盒加载设备上，一级控制电路可与二级控制电路邻近设置，也可以设置在距离二级控制电路较远的位置。

[0087] 在一些实施例中，针对较多的洁净设备，设置多个一级控制电路 210，各一级控制电路 210 分别连接多个二级控制电路 220。二级控制电路 220 可以及时地采集洁净设备的工作状态信息，一级控制电路 210 通过查询的方式收集二级控制电路 220 所采集的信息，并且可一次向上位机发送多个采集洁净设备的相关信息。

[0088] 在一些示例中，所述二级控制电路 220 设置有若干数字输出接口，所述数字输出接口用于受数字量触发控制的执行电路电连接于所述二级控制电路；

[0089] 在一些实施例中，洁净设备气路装置还包括：电磁阀 1223，设置于进气气路上，并对应电连接于所述二级控制电路提供的所述数字输出接口，其中电磁阀 1223 的输入端被注入气体，电磁阀 1223 的一个输出端与隔膜阀 1211 的气动控制输入端连接以在二级控制电路的控制下控制隔膜阀 1211 动作，电磁阀 1223 的另一个输出端与排气端气路上的第二节流阀 1221 连接，以在二级控制电路的控制下使得进气经过第二节流阀 1221 向真空发生器 1222 注入气体以调节真空发生器工作；

[0090] 在一些示例中，所述洁净设备气路装置还包括：若干质量流量控制器，设置于对应的所述进气端气路上或所述排气端气路，并对应电连接于所述二级控制电路提供所述数字量输出接口，其中所述质量流量控制器用于在二级控制电路的控制下对气路的气体流量进行稳流控制，以使气路的气体流量稳定在设定值上。

[0091] 在一些示例中，所述二级控制电路设置有若干 IO-link 接口，所述 IO-link 接口用于基于 IO\_Link 协议的执行电路或传感器电连接于所述二级控制电路。

[0092] 在一些示例中，所述传感器包括以下至少一种传感器：温湿度传感器，位置传感器，钩爪传感器，流量传感器，压力传感器；

[0093] 其中，所述温湿度传感器的感测部设置于排气端气路中以检测从晶圆盒中排出气体的温度、湿度；所述位置传感器设置于晶圆盒载盘上，用于检测晶圆盒是否放置于载盘上预设位置；所述钩爪传感器设置于晶圆盒载盘中，用于检测钩爪是否勾住载盘上的晶圆盒；所述流量传感器设置于进气端气路上，用于检测进气的流量；所述压力传感器设置在排气端气路上，用于检测排气的压力。

[0094] 在一些示例中，所述一级控制电路与所述二级控制电路之间的通信连接包括 RS485 远程通信。

[0095] 在一些示例中，可以将前述一级控制电路、二级控制电路形成接口电路，使得该接口电路可以作为洁净设备中进行电连接的接口，方便相应的设备/电路接入到洁净设备中。

[0096] 如图 8 至图 9 所示，本实施例提供一种洁净设备接口电路 200，包括：至少一个一级控制电路 210 和若干二级控制电路 220，其中二级控制电路 220 包括第二控制电路 2206 以及与该第二控制电路 2206 分

别电连接的以下一个或多个接口单元：集成电路总线接口 2201、数字量输入接口 2202、模拟量输入接口 2203、IO-link 接口 2204、数字量输出接口 2205。

[0097] 在一些实施例中，一级控制电路 210 与二级控制电路 220 之间可以基于预设的通讯接口进行电连接。因此，一级控制电路 210 中包括第一通讯接口 2101，相应地二级控制电路 220 包括第二通讯接口 2207，进而二级控制电路 220 的第二控制电路 2206 通过第二通讯接口 2207 与一级控制电路 210 中的第一通讯接口 2101 进行通讯电连接。需要说明的是，通讯接口可以是支持远程连接的 RS485 工业通讯接口，也可以是有线连接或无线连接的其他通讯接口形式，这里不展开说明。

[0098] 因此，基于控制电路一对多地与二级控制电路 220 电连接，以及二级控制电路 220 一对多地与多个外部电路 300 电连接，并且二级控制电路 220 提供的电连接接口是与待部署的外部电路 300 相对应，因而这些外部电路 300 在晶圆厂进行现场部署后就能够电连接于洁净设备。

[0099] 例如，针对集成电路总线（I2C）的第一传感器 310，比如温度传感器、湿度传感器、温湿度传感器等，这些传感器的接口通常是集成电路总线接口（I2C 接口），此时二级控制电路 220 提供相应的集成电路总线接口 2201 与之进行电连接。因此，在二级控制电路 220 提供集成电路总线接口 2201 的情况下，温度、湿度等传感器可以根据实际应用部署能够在晶圆厂中进行灵活的现场部署，如能够灵活地增减传感器的数量、部署位置等。

[0100] 例如，针对数字量的第二传感器 320，比如针对晶圆盒进行位置是否到位检测的位置传感器、针对载盘上临时锁住晶圆盒的钩爪是否到位勾住晶圆盒进行检测的钩爪传感器等数字量检测的传感器，这些传感器的接口通常是数字量接口（比如检测到预设结果时输出数字量信号“1”，否则输出数字量信号“0”），此时二级控制电路 220 提供相应的数字量输入接口 2202 与之进行电连接。因此，在二级控制电路 220 提供数字量输入接口 2202 的情况下，这些检测传感器可以根据实际应用部署能够在晶圆厂中进行灵活的现场部署，如能够灵活地增减传感器的数量、部署位置等。

[0101] 例如，针对模拟量的第三传感器 330，比如在对晶圆盒进行洁净处理（即充气、排气等处理）中，需要检测进排气流量的流量传感器，检测进排气压力的压力传感器等模拟量检测的传感器，这些传感器的接口通常是模拟量接口（比如气流量是连续的模拟信号，比如压力是连续的模拟信号），此时二级控制电路 220 提供相应的模拟量输入接口 2203 与之进行电连接。因此，在二级控制电路 220 提供模拟量输入接口 2203 的情况下，这些传感器可以根据实际应用部署能够在晶圆厂中进行灵活的现场部署，如能够灵活地增减传感器的数量、部署位置等。

[0102] 例如，针对 IO-Link 的外部电路，如第四传感器 340、第一执行电路 350（其中执行电路也可以称为执行器，这里不作区分）等，二级控制电路 220 可以提供相应的 IO-Link 接口 2204 与之进行电连接。

[0103] 在一些实施例中，在二级控制电路 220 提供 IO-Link 接口 2204 的支持下，除了简化外部电路 300 的接口和布线外，还能够通过 IO-Link 接口提供一个集成的参数分配和诊断通道等功能，进而有利于洁净设备可以从传感器/执行器层面获得额外的数据，从而产生有意义的附加值。因此，在 IO-Link 接口支持下，洁净设备可以很好地适应今后工业 4.0 应用，外部电路 300 更方便地在晶圆厂中进行灵活现场部署。

[0104] 需要说明的是，IO-Link 是一种点对点的、串行数字通信协议，它的目的是在传感器/执行器与控制器（PLC）之间进行周期性的数据交换。而且，本领域的技术人员应当理解的是，有关 IO-Link 协议及其接口的定义等，可以根据 IO-Link 协议标准（如国际标准 IEC 61131-9）进行确定，这里不展开说明。另外，IO-Link 传感器/执行器等，本领域的技术人员可以根据晶圆厂对晶圆盒进行洁净处理的实际需要选择，这里不作限定。

[0105] 例如，针对基于数字量实现触发控制的执行电路（如图 9 示意的第二执行电路 360），比如在对晶圆盒进行洁净处理（即充气、排气等处理）中，需要控制进排气的开关电路（如进气电磁阀、排气电磁阀）等，这些执行电路的工作通常是受数字量触发控制（比如在数字量信号“1”的触发下工作，在数字量信号“0”的触发下停止工作等），因而在二级控制电路 220 提供相应的数字量输出接口 2205 与之进行电连接的支持下，这些执行电路可以根据实际应用部署能够在晶圆厂中进行灵活的现场部署，如能够灵活地增减执行器的数量、部署位置等。

[0106] 需要说明的是，通过二级控制电路 220 针对晶圆厂对这些外部电路 300 的部署需要而提供相应的接口，因而可以通过提供具有不同接口类型及接口数量的二级控制电路 220，进而通过这些二级控制电路 220 配合这些外部电路 300 的现场部署需要，就能够在晶圆厂的生产车间中根据实际生产应用需要而实现灵活部署。

[0107] 另外，与一级控制电路 210 通信连接的上位机 001，可以是控制洁净设备进行工作的上位机，例如触发洁净设备对晶圆盒（FOUP）进行充气、排气的控制器，因而上位机 001 可以是设置于洁净设备中的控制器，比如洁净设备中的一个控制单元，也可以是设置于洁净设备外的控制器，比如半导体晶圆厂的自动物料传送系统 AMHS（Automated Material Handling System）中的一个控制器，这里不对上位机作限定。

[0108] 因此，本申请实施例提供的洁净设备接口电路及采样控制系统，通过将接口电路划分为多个一级控制电路 210，以及与该一级控制电路 210 对应电连接的多个二级控制电路 220，进而通过二级控制电路 220 分别向不同的外部电路 300 提供电连接接口，进而由二级控制电路 220 与各传感器、执行电路等外部电路单元电连接，实现了各个外部电路单元（甚至是与之对应的二级控制电路 220、一级控制电路 210 等）均能够进行灵活现场部署。

[0109] 在一些实施例中，数字量输入接口 2202 可以是基于光电隔离器的电接口，基于光电隔离后，二级控制电路 220 与外部电路 300 之间能传输数字量信号外，还具有良好隔离特性，电路之间相互不影响，简化了电连接关系的同时也有利于提高电路性能。

[00110] 在一些实施例中,如图 10 示意,数字量输入接口 2202 以光电隔离器 U9A 为核心的接口电路。数字量输入接口 2202 包括:输入接口 DI<sub>input1</sub>、输出接口 DI<sub>1</sub>、第一电阻 R1、第二电阻 R2、第三电阻 R3、第四电阻 R4、第一电容 C1、第二电容 C2 以及光电耦合电路 U9A。

[00111] 其中,输入接口 DI<sub>input1</sub> 作为第二传感器 320 (见前述图 9 示意) 的电连接接口,并与第一电阻 R1 的一端电连接;第一电阻 R1 的另一端与光电耦合电路 U9A 的第一输入端 (如图 10 示意的 1 号引脚) 电连接;光电耦合电路 U9A 的第一输入端、第二输入端并联有第二电阻 R2 和第一电容 C1,光电耦合电路 U9A 的第二输入端 (如图 10 示意的 2 号引脚) 接地;光电耦合电路 U9A 的第一输出端 (如图 10 示意的 16 号引脚) 通过第三电阻 R3 连接至第一电源 VCC,以及光电耦合电路 U9A 的第一输出端经第四电阻 R4 电连接于输出接口 DI<sub>1</sub>,第二电容 C2 并联于输出接口 DI<sub>1</sub> 与地之间,此时输出接口 DI<sub>1</sub> 电连接于第二控制电路 2206。

[00112] 需要说明的是,每个数字量的外部电路 300 可以在二级控制电路 220 中设置相应的数字量输入接口 2202,从而这些外部电路 300 可以通过数字量输入接口 2202 电连接于二级控制电路 220。因此,本领域的技术人员应当理解的是,如图 10 示意出一路数字量输入接口 2202 的示意,当外部电路 300 需要多路数字量输入接口 2202,则可以参考图 10 示意的电路形式设置,不再一一展开说明。

[00113] 在一些实施例中,模拟量输入接口 2203 可以是基于运算放大器进行信号调理的电接口。通过采用运放进行信号调理,如滤波、放大、差分输入转单端输出等,能够在二级控制电路 220 与外部电路 300 之间传输模拟量信号外,还具有具有良好的互连特性和隔离特性,且相互不影响,简化电连接关系的同时也提高电路整体性能。

[00114] 如图 11 示意,模拟量输入接口 2203 包括:差分接口 AI1+/AI1-、第一运算放大器 U11B、第二运算放大器 U11A、第五电阻 R5、第六电阻 R6、第七电阻 R7、第八电阻 R8、第九电阻 R9、第十电阻 R10、第十一电阻 R11、第三电容 C3 和第四电容 C4;

[00115] 其中,差分接口 (如图 11 示意的正端输入 AI1+、负端输入 AI1-) 作为第三传感器 330 (见前述图 9 示意) 的电连接接口,并分别通过第五电阻 R5、第六电阻 R6 耦接于第一运算放大器 U11B 的反相输入端和同相输入端;第七电阻 R7 并联于差分接口;第八电阻 R8 并联于第一运算放大器 U11B 的同相输入端与地之间;第九电阻 R9 和第三电容 C3 并联后串接于第一运算放大器 U11B 的反相输入端和输出端之间;第十电阻 R10 串接于第一运算放大器 U11B 的输出端和第二运算放大器 U11A 的同相输入端之间;第二运算放大器 U11A 的反相输入端、输出端之间电连接后通过第十一电阻 R11 与第二控制电路电连接,其中第十一电阻的一端通过第四电容 C4 耦接于地,第十一电阻与第四电容 C4 的连接处作为输出端口 AO1 与第二控制电路电连接。

[00116] 在一些实施例中,第一运算放大器 U11B 为核心构成差分输入单端输出的信号放大调理电路,第五电阻 R5、第六电阻 R6 和第七电阻 R7 构成差分输入端的接口,第八电阻 R8、第九电阻 R9 和第三电容 C3 构成平衡支路进行信号放大调理;第二运算放大器 U11A 为核心构成电压跟随器,以及在跟随器输出端通过 RC 滤波匹配电路 (即第十一电阻 R11 和第四电容 C4 构成的 RC 电路) 在二级控制电路 220 与输入接口之间实现信号驱动的电连接,不仅有利于输入接口与后级电路进行电连接,而且前后级电连接的电路对模拟量信号影响小,有利于提高电路性能。

[00117] 需要说明的是,每个模拟量外部电路可以在二级控制电路 220 中设置相应的模拟量输入接口 2203,从而这些模拟量外部电路可以通过模拟量输入接口 2203 电连接于二级控制电路 220。因此,本领域的技术人员应当理解的是,图 11 示意出一路模拟量输入接口 2203 的示意,当外部电路 300 需要多路模拟量输入接口 2203,则可以参考图 4 示意的电路形式设置,不再一一展开说明。

[00118] 在一些实施例中,可以在跟随器的运算放大器的输入端设置电阻、电容,利用这些电容对模拟量信号进一步调理。

[00119] 在一些实施例中,如图 11 示意,该模拟量输入接口 2203 还包括:第十二电阻 R12、第五电容 C5 和第六电容 C6。因此,前述示例中,第十电阻 R10 串接于第一运算放大器 U11B 的输出端和第二运算放大器 U11A 的同相输入端之间包括:第一运算放大器 U11B 的输出端和第十二电阻 R12 的一端之间串接有第十电阻 R10;第十二电阻 R12 的另一端与第二运算放大器 U11A 的同相输入端连接;第二运算放大器 U11A 的同相输入端通过第五电容 C5 耦接于地;第二运算放大器 U11A 的反相输入端、同相输入端之间并联有第六电容 C6。

[00120] 其中,第十二电阻 R12 和第五电容 C5 构成 RC 电路对模拟量信号进行调理,以及电压跟随器 (即第二运算放大器 U11A) 的同相输入端和反相输入端依靠第六电容 C6 保持一致。

[00121] 在一些实施例中,可以采用模数转换器对模拟量信号转换为数字信号,有利于二级控制电路中的第二控制电路 2206 向一级控制电路 210 传输。

[00122] 在一种示例中,可以在模拟量输入接口 2203 中设置该模数转换电路,依次简化模拟量输入接口 2203 与第二控制电路 2206 之间的电连接关系,也有利于提高电路性能。

[00123] 一些实施例中,如图 12 示意,模数转换电路包括具备两路的 ADC 转换电路,此时该转换电路可以电连接有如前述示例的两路调理电路。

[00124] 其中,每一路调理电路的第二运算放大器 U11A,其反相输入端、输出端之间电连接后通过电阻与模数转换器的输入端耦接,然后模数转换器的输出端与第二控制电路 2206 电连接。

[00125] 实施中,模数转换器 (ADC) U10 的供电端可以采用穿心电容 C47 进行滤波,即电源 VDD 经穿心电容 C47 后形成更加干净的模拟电源 AVDD (比如 5V 直流)。以及,模数转换器 U10 的模拟负输入端通过电阻 (如图 12 示意的 R63、R87 等电阻) 耦接到地。

[00126] 需要说明的是，模数转换器（如位数、转换速率等）可以根据应用需要进行选型，以及 ADC 的输出接口与第二控制电路 2206 之间的连接方式可以根据 ADC 的具体接口进行连接，例如 ADC 输出接口为 SPI（Serial Peripheral Interface）接口（比如图 12 示意的 SS/SCK/MOSI/MISO 等接线），则可以将这些接口通过电阻上拉后与第二控制电路 2206 电连接，模数转换芯片的输出端的四个引脚对应与单片机 U3 的 33 号-36 号引脚连接，分别用于传输信号这里不限定。

[00127] 在一些实施例中，图 12 示意的两路基于运放的模拟信号调理电路，与前述图 11 的示意相同/相近，不再对图 12 的各个器件的功能及连接关系等进行示意说明。

[00128] 还有，前述第一运算放大器 U11B 和第二运算放大器 U11A 可以为双运放器件，以及在运放电源端设置相应滤波电容（如图 12 示意的 C59、C60 等）。

[00129] 在一些实施例中，可以根据洁净过程中采用的执行电路（如电磁阀）所需的驱动信号，进而在二级控制电路 220 中的数字量输出接口 2205 设置相应驱动电路来提供该驱动信号，以此来触发执行电路可靠地进行执行预设的动作。

[00130] 如图 13 示意，该数字量输出接口 2205 包括：输入接口 D01、输出接口 VAL1、第一 MOS 管 Q1、第二 MOS 管 Q2、第十三电阻 R13、第十四电阻 R14、第十五电阻 R15、第十六电阻 R17 和第七电容 C7。

[00131] 其中，输入接口 D01 与第二控制电路 2206（如前述图 9 示意）电连接；输入接口 D01 与第一 MOS 管 Q1 的栅极连接，第一 MOS 管 Q1 的栅极通过第十三电阻 R13 耦接于地；第一 MOS 管 Q1 的源极接地；第一 MOS 管 Q1 的漏极与第十四电阻 R14 的一端连接；第十四电阻 R14 的另一端与第二 MOS 管 Q2 的栅极连接，第二 MOS 管 Q2 的栅极通过第十五电阻 R15 耦接于第二电源 VIN（比如第二电源为 24V 直流），第二 MOS 管 Q2 的漏极连接于第二电源 VIN，第二 MOS 管 Q2 的源极通过第十六电阻 R16 耦接于地，第二 MOS 管 Q2 的源极与输出接口 VAL1 连接，第七电容 C7 与第十六电阻 R16 并联。

[00132] 在一些实施例中，可以在第二 MOS 管的漏极耦接对地电容（如图 13 示意的 C33），既可以 MOS 管的电源进行稳压滤波，又可以改善 MOS 管开关时的瞬态特性，有利于提高数字量输出接口 2205 对外部电路 300 的驱动性能。

[00133] 在一些实施例中，在输出接口 VAL1 处可以通过二极管 D6 耦接到地，其中二极管 D6 的阴极与输出接口 VAL1 连接，二极管 D6 的阳极接地，此时二极管 D6 可以为第十六电阻 R16 和第七电容 C6 提供回路，以及防止输出接口 VAL1 对地短路，有利于能够提高数字量输出接口 2205 与外部电路 300 之间的连接性能。

[00134] 在一些实施例中，IO-Link 接口可以由实现 IO-Link 协议的器件构成的电接口。

[00135] 在一些实施例中，参考图 14 示意，IO-Link 接口的核心电路为 IO-link 单元 U50，IO-link 单元 U50 设置有 IO\_link\_TX 信号端、IO\_link\_RX 信号端、IO\_link\_TXEN 信号端、IO\_link\_SCL 信号端、IO\_link\_SDA 信号端、IO\_link\_WU 信号端、IO\_link\_MCLK 信号端、IO\_link\_EN 信号端、IO\_link\_L1 信号端等分别电连接于第二控制电路 2206。

[00136] IO-link 单元 U50 的 IO\_link\_CQ 信号端可以用于连接支持 IO-link 的传感器、执行器等电路单元，通过设置 IO-link 单元 U50，洁净设备能够具有丰富的接口类型，可根据现场需要灵活地选择/切换，提升了兼容性，尤其是在今后工业 4.0 中的兼容性更好。

[00137] 本领域的技术人员应当理解，IO-link 单元 U50 的选型可以根据应用需要选用相应器件，这里不限定。以及，U50 外部的电阻及电容等器件是用于配合 U50 工作的电路器件，具体参数值可以根据 U50 选型需要进行确定，这里不再一一展开说明。

[00138] 在本申请实施例提供的任意一个示例中，第一传感器 310 可以包括用于感测洁净过程中温度和/或湿度的感测传感器，且这些感测传感器可以是 I2C 的传感器，比如温度传感器、湿度传感器、温湿度传感器等。

[00139] 在本申请实施例提供的任意一个示例中，第二传感器 320 可以包括用于触发检测的检测传感器，比如位置传感器、钩爪传感器等，这些传感器输出信号通常为数字量信号，即检测到物体可以输出数字量“1”，未检测到物体可以输出数字量“0”。

[00140] 在一些实施例中，位置传感器可以用于检测物体的位置，换言之位置传感器可以被设置到某个固定点或者说从某个固定的点或者位置上，然后在该位置上对预设物体（比如晶圆盒）的放置位置是否到位提供位置的反馈。

[00141] 在一些实施例中，位置传感器可以是微动开关型传感器。

[00142] 需要说明的是，位置传感器还可以基于场检测而提供信号的传感器，比如可以是涡流传感器的电磁场，电容传感器的静电场和磁阻、磁阻变化或霍尔效应传感器的磁感应场等，这里不作具体限定。

[00143] 在一些实施例中，钩爪传感器可以用于检测钩爪是否到位，其中钩爪可以是载盘上用于临时勾住晶圆盒的钩爪。

[00144] 在本申请实施例提供的任意一个示例中，第三传感器 330 可以包括用于进排气检测的流量传感器和/或压力传感器，这些传感器的输出通常为模拟量信号，可以连接于模拟量输入接口。

[00145] 在本申请实施例提供的任意一个示例中，第二执行电路 2205 包括电磁阀。

[00146] 在本申请实施例提供的任意一个示例中，二级控制电路 220 还可以提供质量流量控制器（Mass Flow Controller，简记为 MFC）的相应接口（图中未示出），例如数字接口（如 RS485）。

[00147] 需要说明的是，质量流量控制器（Mass Flow Controller，简记为 MFC），不但具有质量流量计的功能，还能在外界信号触发下自动控制气体流量，即使系统压力有波动或环境温度有变化，MFC 能够自动地将流量恒定在设定值上。换言之，质量流量控制器相当于稳流装置。因此，通过在二级控制电路 220 中提供相应数字接口（如 RS485），可以触发 MFC 自动稳流控制。

[00148] 在一些示例中，基于二级控制电路 200 提供的相应接口，前述各个外部电路 300 可以灵活地进行现场部署。

[00149] 例如，温湿度传感器 1225 的感测部设置在排气端气路 1220 中以检测从 FOUNP 中排出气体的温度、湿度，温湿度传感器 1225 的信号输出端电连接于集成电路总线接口 2201 上，因而通过温湿度传感器 1225 能够检测排气端气体特性，便于后续数据处理中判断 FOUNP 内的气体环境。在一些实施例中，温湿度传感器 1225 的感测部设置在排气端气路 1220 上尽量靠近排气嘴 120 设置。

[00150] 例如，载盘 10 上设有 FOUNP 位置传感器，其中位置传感器数量可以是多个，用于检测 FOUNP 是否放置正确到位，该位置传感器电连接于数字量输入接口上。同理，FOUNP 钩爪传感器（图中未示出）与位置传感器的连接同理，可以电连接于另一路数字量输入接口上。

[00151] 例如，进气流量传感器 1214 设置在进气端气路 1210 上，用于检测进气的流量，而排气压力传感器 1224 设置在排气端气路 1220 上，用于检测排气的压力。另外，进气流量传感器 1214、排气压力传感器 1224 均对应地电连接于相应模拟量输入接口。

[00152] 在一些实施例中，一级控制电路 210 和/或二级控制电路 220 可以是基于单片机（MCU）为核心电路的电路结构。需要说明的是，即使采用单片机电路作为控制电路核心，但是基于本申请各实施例提供的接口电路及互连关系基础上，本领域的技术人员应当能够根据这些电路及互连关系建立出单片机内部的对立功能，因而不对单片机及其内部功能设置作具体限定。

[00153] 如图 15 至图 16 示意，本申请实施例提供一种以单片机为核心控制电路的二级控制电路 220 示例中，二级控制电路 220 中的第二控制电路 2206 可以为单片机（MCU），各个接口电路分别与单片机进行电连接，而各个外部电路 300（如传感器、执行电路等）对应的电连接于二级控制电路 220 提供的电连接接口。

[00154] 例如，数字量的传感器电连接于数字量输入接口电路上，如检测 FOUNP 的位置传感器（有时也称为位置开关）、检测钩爪勾住 FOUNP 的钩爪传感器等各自与对应的数字量输入接口电连接，以及数字量输入接口电路通过 MCU 的 GPIO（通用输入输出接口）连接于 MCU 上。如基于前述各示例，数字量输入接口 2202 中的输入端 Dinut1 可以与一位置传感器连接，数字量输入接口 2202 中的输出端 DI\_1 与单片机 U3 的 38 号引脚电连接，以将检测的数字量信号输入单片机。其他位置传感器的设置同理，分别通过一数字量输入接口 2202 连接单片机对应其他引脚，这里不再展开。以及，FOUNP 钩爪传感器与位置传感器的连接同理，可通过另一数字量输入接口连接单片机 U3 的 40 号引脚。

[00155] 例如，基于数字量触发控制的执行电路电连接于数字量输出接口 2205 上，如进气电磁阀、排气电磁阀等执行电路各自与对应的数字量输出接口 2205 电连接，以及数字量输出接口 2205 通过 MCU 的 GPIO 与 MCU 电连接。如基于前述各示例，一个数字量输出接口 2205 中，各个输出端 VAL1 对应输出一路阀门（如进气电磁阀/排气电磁阀）的控制信号，各个输入端 DO1 与单片机 U3 的 55、50 或者 57 号引脚连接。

[00156] 例如，模拟量输出的传感器电连接于模拟量输入接口 2203 上，如排气压力传感器、进气流量传感器等模拟量传感器分别与对应的模拟量输入接口 2203 进行电连接，以及前述图 11 示意的模拟量输入接口 2203 通过 MCU 自身的模数转换器（ADC）接口与 MCU 电连接，或者前述图 12 示意的模拟量输入接口 2203 通过 MCU 提供的 SPI 接口与 MCU 电连接。如基于前述 ADC 位于 MCU 外的示例，模数转换芯片 U10 输出端的四个引脚对应与单片机 U3 的 33-36 号引脚连接，分别用于传输 SPI2-NSS/SCK/MOSI/MISO 信号。

[00157] 例如，I2C 的温湿度传感器电连接于集成电路总线接口 2201 上，如温度传感器、湿度传感器、温湿度传感器等 I2C 传感器各自电连接于 I2C 总线上，以及集成电路总线接口 2201 通过 MCU 提供的 I2C 接口与 MCU 电连接。如基于前述各示例，单片机 U3 的 29、30 号引脚通过 I2C 接口连接温湿度传感器 1225。

[00158] 例如，IO-Link 的传感器、执行器等设备各自电连接于 IO-Link 接口电路上，然后 IO-Link 接口电路与 MCU 中由 GPIO 或者其他引脚构成的 IO-Link 接口进行电连接。如基于前述各示例，单片机 U3 的 51 号引脚耦接 IO\_link 单元 U50 的 IO\_link\_TX 信号端，单片机 U3 的 52 号引脚耦接 IO\_link 单元 U50 的 IO\_link\_RX 信号端，单片机 U3 的 3 号引脚耦接 IO\_link 单元 U50 的 IO\_link\_TXEN 信号端，单片机 U3 的 58 号引脚耦接 IO\_link 单元 U50 的 IO\_link\_SCL 信号端，单片机 U3 的 59 号引脚耦接 IO\_link 单元 U50 的 IO\_link\_SDA 信号端，单片机 U3 的 11 号引脚耦接 IO\_link 单元 U50 的 IO\_link\_WU 信号端，单片机 U3 的 14 号引脚耦接 IO\_link 单元 U50 的 IO\_link\_MCLK 信号端，单片机 U3 的 61 号引脚耦接 IO\_link 单元 U50 的 IO\_link\_EN 信号端，单片机 U3 的 62 号引脚耦接 IO\_link 单元 U50 的 IO\_link\_L1 信号端。

[00159] 在一些实施例中，如图 16 示意，单片机对应外围电路可以有晶振电路（如由晶振 U5 及其外围电路构成的电路）、SWD 调试接口 CN2（Serial Wire Debug，串行线调试，如由 exSWDIO、exSWCLK、exPOWER 等信号构成的电路）、调试串口 P2（如由接头 Header3 构成的电路）、复位电路（如由图 16 中所示的 R13 和 C20 构成的 RC 复位电路）等电路。

[00160] 需要说明的是，本领域的技术人员应当能够理解，图 16 示意的外围电路中各个器件选型均可以根据应用需要进行确定，这里不作限定和展开说明。

[00161] 在一些示例中，如图 16 示意，二级控制电路 220 中可以设置有第一指示灯 LED2 和第二指示灯 LED3 等电路，两者各自与单片机 U3 连接并且由单片机 U3 触发点亮。在一些实施例中，第一指示灯 LED2 可以设置在设备外壳上（图中未示出），便于在设备正常运行时察看控制电路的工作状态；第二指示灯 LED3 可以设置在电路板上（图中未示出），用于指示控制电路的工作状态，特别是在第一指示灯 LED2 解除连接时，便于指示控制电路的工作状态。

[00162] 在一些示例中,如图 15 至图 17 示意,二级控制电路 220 中可以设置有第一 RS485 通信电路。其中,第一 RS485 通信电路与单片机 U3 的 15-17 号引脚连接,以传输 RXD1、RTS1、TXD1 信号,第一 RS485 通信电路的输出端连接有连接接口 J1,以便于与一级控制电路 210 通讯连接。

[00163] 在一些示例中,如图 15 至图 17 示意,二级控制电路 220 中可以设置有第二 RS485 通信电路(如图 17 示意的 RS485 通信地址模块),其构成与第一 RS485 通信电路相同,用于连接 MFC 并且与之通讯,其中第二 RS485 通信电路与单片机 U3 的 42、43 及 45 号引脚连接,以传输 RXD2、RTS2、TXD2 信号。

[00164] 在一些示例中,如图 18 示意,二级控制电路 220 还包括电源电路。电源电路包括连接接口 CN1,共模电感 L2,DC-DC 转换电路 U30 及稳压电路 U40 (Low Dropout Regulator, 低压差线性稳压器)。连接接口 CN1 用于输入电源,其耦接共模电感 L2 的输入端;共模电感 L2 的输出端输出电源(如 24V),并且耦接 DC-DC 转换电路 U30;DC-DC 转换电路 U30 的输出端输出 VDD (如 5V),并且耦接稳压电路 U40, U40 输出电源 VCC (如 3.3V)。

[00165] 在一些示例中,如图 15、图 16 和图 19 示意,二级控制电路 220 可以设有 EEPROM (electrically erasable programmable read-only memory, 电可擦可编程只读存储器) 电路,用于存储程序/数据。其中 EEPROM 电路以 EEPROM 芯片 U6 为核心的电路单元,并通过对应电阻与单片机 U3 的 58、59 号引脚耦接。

[00166] 需要说明的是,一级控制电路其控制电路(如前述图 9 示意的第一控制电路 2102)可以参考二级控制电路 220 以单片机为核心的电路形式进行设置。

[00167] 参考图 20 示意,一级控制电路 210 中,第一控制电路 2102 以单片机为核心,以及当通讯接口为 RS485 形式时,还设置有 RS485 通信电路。在一些实施例中,还可以设置有板载 EEPROM、SWD 调试接口、RS485 通信地址模块、电源电路等功能单元,具体可以参考二级控制电路 220 的相关示意内容,不再展开说明。

[00168] 基于相同发明构思,本申请实施例还提供一种洁净设备控制方法,用于对本申请中任意一项所述的洁净设备气路装置进行控制。

[00169] 如图 21 所示,所述洁净设备控制方法包括:

[00170] 步骤 S1、通过一级控制电路接收上位机的指令,其中,所述指令包括动作执行指令和查询指令,所述动作执行指令用于指示洁净设备执行预设控制动作,所述查询指令用于指示洁净设备将已收集的工作数据向所述上位机上报;

[00171] 步骤 S2、判断所述指令,若所述指令为查询指令,则执行步骤 S3;若所述指令为动作执行指令,则执行步骤 S4;

[00172] 步骤 S3、由所述一级控制电路将当前已收集的所述工作数据向所述上位机上报,所述工作数据包括一项至少一项数据:由二级控制电路从传感器收集的传感器检测数据,二级控制电路的工作状态数据,一级控制电路的工作状态数据;

[00173] 步骤 S4、由所述一级控制电路向对应的二级控制电路发送预设控制指令,以使二级控制电路根据所述预设控制指令执行对应的电路控制动作。

[00174] 在一些示例中,所述洁净设备控制方法还包括:在完成上述指令执行,或者在没有接收到指令时,通过定时时间是否有效来控制是否启动执行一级控制电路对应的状态采集流程;其中,在定时时间内,则启动执行采集流程,超出定时时间则不启动执行采集流程,并控制指示单元指示相应工作状态。

[00175] 在一些示例中,一级控制电路执行的状态采集流程为周期性地轮询二级控制电路所采集并且存储的信息,并将所述信息上传上位机。

[00176] 在一些示例中,所述洁净设备控制方法还包括:在完成上述指令执行,或者在没有接收到指令时,通过定时时间是否有效来控制是否启动执行二级控制电路对应的状态采集流程;其中,在定时时间内,则启动执行采集流程,超出定时时间则不启动执行采集流程,并控制指示单元指示相应工作状态。

[00177] 下面以对一级控制电路和二级控制电路的工作流程及其采样流程作另外的示例说明。

[00178] 如图 22 至图 25 示意,基于一级控制电路和二级控制电路的工作流程及数据采集流程,对洁净设备进行如下的监控控制:

[00179] 一级控制电路收到指令后:

[00180] 若为查询指令,则将其当前已收集的洁净设备工作状态上报给上位机;

[00181] 若为动作执行指令,如上述控制电磁阀打开阀门的指令,则向二级控制电路发送控制指令,使相应的受控制元器件打开阀门,一级控制电路存储有电磁阀的工作状态(打开/关闭),并且根据控制动作后所响应的信息更新其存储的工作状态。针对 MFC 则还包括流量控制值参数,在前述更新操作完成后将当前的元器件的工作状态信息上报上位机。其中,除了控制动作的相关状态信息外,还将一级控制电路收集的目标洁净设备工作状态信息同步上报上位机。

[00182] 在完成上述指令执行,或者在没有接收到指令时,一级控制电路执行状态采集流程,通过定时时间是否有效来控制是否启动执行,其中,在定时时间内(有效),则启动执行采集流程,超出定时时间(无效),控制指示灯指示超时/异常。前述采集流程在没有接收到指令时可以配置为周期性地执行。

[00183] 一级控制电路的状态采集流程为周期性的轮询查询二级控制电路所采集并且存储的信息,并且上传上位机。

[00184] 一级控制电路也可以根据上位机的指令上报其所采集并且存储的信息。一级控制电路查询并且响应时,设有 T0 的超时定时,在超时未查询到相关信息时可上报超时/报警。

[00185] 设备上还设有钩爪(FOUP 钩爪,前开式晶圆盒钩爪)以及与之对应的钩爪传感器(FOUP clamp 传感器),与二级控制电路连接。

[00186] 二级控制电路的状态采集流程为接收洁净设备的工作状态信息，具体有：电磁阀的状态、获取上述压力传感器、流量传感器、温湿度传感器、位置传感器、钩爪传感器的检测信息，以及 MFC 的实时气体流量信息。其中，针对 MFC，设有 T1 的响应时间，在超时未采集到相关信息时可上报超时/报警。

[00187] 二级控制电路收到指令后：

[00188] 若为查询指令，则将其当前已收集的洁净设备工作状态上报给一级控制电路；

[00189] 若为动作执行指令，例如打开电磁阀的两个输出端，则向电磁阀发送控制指令使其打开，并且更新二级控制电路的电磁阀的状态信息并响应一级控制电路执行结果，也可以将当前已经收集的各检测信息同步上报一级控制电路。

[00190] 二级控制电路执行状态采集流程时，该流程也通过定时时间是否有效来控制是否启动执行。具体可参见前述一级控制电路。在超时/异常时，控制一级控制电路连接的指示灯指示状态。

[00191] 本申请中，各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可，每个实施例侧重说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其，对于后面说明的实施例而言，描述比较简单，相关之处参见前述实施例的部分说明即可。

[00192] 以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

## 权 利 要 求 书

## 1. 一种洁净设备气嘴装置, 包括:

气口组件, 所述气口组件为能够弹性形变的一体组件, 所述气口组件设置有对接部、连接部、第一通孔和第一凹槽, 其中: 第一通孔为从对接部的顶端面中部延伸到连接部的底端面中部的通孔, 第一凹槽为位于外侧壁上且位于对接部的下端面与连接部的上端面之间位置并以第一通孔为轴环绕一周的凹槽;

上组件, 所述上组件设置有第二凹槽、第二通孔和用于安装的若干第一连接孔, 其中: 第二凹槽为自上组件的顶端中部下沉设置的凹槽, 第二通孔为从第二凹槽的底面中部延伸至上组件的底端面的通孔;

下组件, 所述下组件设置有第三凹槽、第四凹槽、用于连接气路的气路连接孔和用于安装的若干第二连接孔, 其中: 第三凹槽为自下组件的顶端中部下沉设置的凹槽, 第四凹槽为自第三凹槽的底面中部下沉设置的凹槽, 气路连接孔设置自第四凹槽的底面延伸至下组件的底端部, 第二连接孔对应于第一连接孔设置;

其中:

所述第一连接孔和所述第二连接孔用于通过紧固件将所述上组件和所述下组件固定安装于晶圆盒载盘上; 所述对接部用于与放置于所述载盘上的晶圆盒的对接口进行密封对接;

在所述上组件的底面与所述第三凹槽之间形成第一容纳空间, 所述连接部被压缩形变地容纳于所述第一容纳空间, 以使所述连接部的底面抵接于所述第三凹槽的底面上, 并使得所述上组件的底面抵接于所述连接部的上端面; 以及, 所述第一凹槽作为第二容纳空间, 用于容纳所述上组件中自所述第二凹槽的底面至所述上组件的底端面之间的部分结构。

2. 根据权利要求 1 所述的洁净设备气嘴装置, 其中, 所述下组件还设置有第一开口, 所述第一开口为自下组件的顶端中部下沉设置的开口, 所述第三凹槽为自所述第一开口的底部下沉设置的凹槽; 其中, 所述第一开口用于容纳被压缩形变的所述连接部的部分;

和/或, 所述上组件的底面与所述下组件的顶面抵接。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的洁净设备气嘴装置, 其中, 在所述上组件和所述下组件完成装配后, 下组件中第四凹槽的边缘与上组件中第二通孔的边缘对齐, 或者第四凹槽的边缘相对于第二通孔的边缘在径向方向上向內凸; 所述第四凹槽作为气体流通的气道。

4. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的洁净设备气嘴装置, 其中, 所述对接部未与晶圆盒的对接口进行密封对接前, 所述对接部的下端面与所述上组件的顶端面之间具有第一间隙, 其中所述第一间隙作为形变空间, 以在晶圆盒的对接口压迫所述对接部完成密封对接后, 所述对接部的下端面被下压至与所述上组件的顶端面相互抵接。

5. 根据权利要求 4 所述的洁净设备气嘴装置, 其中, 所述第二凹槽的宽度记为  $D2$ 、所述对接部的宽度记为  $D3$  以及所述第一间隙记为  $H4$ ,  $D2$ 、 $D3$  和  $H4$  之间满足以下关系:  $(D2-D3) > 2*H4$  或者  $(D2-D3) > H4$ , 以在晶圆盒的对接口压迫所述对接部进行密封对接中, 使得所述第二凹槽为所述对接部沿着所述第一通孔的轴向及径向提供形变空间;

和/或, 所述对接部未与晶圆盒的对接口进行密封对接前, 所述对接部的上端面与所述上组件的顶端面之间具有第一高度记为  $H5$ ; 所述对接部与晶圆盒的对接口完成密封对接后, 所述对接部的上端面与所述上组件的顶端面之间具有第二高度记为  $H6$ , 其中  $H5$ 、 $H6$  及  $D2$ 、 $D3$  之间满足以下关系:  $H5 > H6$ ,  $H5 > D2-D3$ ;

和/或, 所述第一间隙小于 2mm, 以在晶圆盒的对接口压迫所述对接部进行密封对接的过程中, 所述第一凹槽作为缓冲空间来减小所述第一凹槽的上侧角与上组件中第二通孔的上侧内边缘相抵时的作用力。

## 6. 一种洁净设备气路装置, 包括:

设置在晶圆盒载盘上的若干进气嘴和若干排气嘴, 其中, 所述进气嘴和/或所述排气嘴为如权利要求 1-5 中任意一项所述的洁净设备气嘴装置;

与所述进气嘴中的螺纹孔连接的进气端气路, 以及与所述排气嘴中的螺纹孔连接的排气端气路; 其中: 进气端气路和排气端气路均设置于晶圆盒载盘下方; 进气端气路设有通过管路依次串联的隔膜阀、第一节流阀、过滤器, 过滤器的气体输出端与进气嘴连接, 洁净气体沿管道从隔膜阀流入, 经过第一节流阀、过滤器、进气嘴后进入晶圆盒内部; 排气端气路设有通过管路依次串联的第二节流阀、真空发生器, 真空发生器的吸入端与排气嘴连接, 真空发生器的排出端与排气管路连接, 经第二节流阀的进气输入到真空发生器以调节真空发生器工作状态, 晶圆盒中的气体在真空发生器工作时被吸出到排气管路上;

若干传感器, 其中所述传感器设置于对应晶圆盒载盘下方的气路管路上, 用于对管路中的气体进行传感检测, 并输出对应的检测数据;

若干二级控制电路, 其中所述二级控制对应一个晶圆盒载盘进行部署, 并分别与若干所述传感器电连接后用于控制所述传感器的工作和采集所述传感器的检测数据;

一级控制电路, 其中所述一级控制电路对应若干晶圆盒载盘进行部署, 所述一级控制电路与若干所述二级控制电路通信连接, 并用于控制二级控制电路的工作和采集二级控制电路输出的反馈数据, 所述反馈数据包括所述传感器的检测数据。

7. 根据权利要求 6 所述的洁净设备气路装置, 其中, 所述二级控制电路设置有若干数字输出接口, 所述数字输出接口用于受数字量触发控制的执行电路电连接于所述二级控制电路;

洁净设备气路装置还包括: 电磁阀, 设置于进气气路上, 并对应电连接于所述二级控制电路提供的所述数字输出接口, 其中电磁阀的输入端被注入气体, 电磁阀的一个输出端与隔膜阀的气动控制输入端连接以在二级控制电路的控制下控制隔膜阀动作, 电磁阀的另一个输出端与排气端气路上的第二节流阀连接, 以在二级控制电路的控制下使得进气经过第二节流阀向真空发生器注入气体以调节真空发生器工作;

和/或,所述洁净设备气路装置还包括:若干质量流量控制器,设置于对应的所述进气端气路上或所述排气端气路,并对应电连接于所述二级控制电路提供所述数字量输出接口,其中所述质量流量控制器用于在二级控制电路的控制下对气路的气体流量进行稳流控制,以使气路的气体流量稳定在设定值上。

8. 根据权利要求6或7所述的洁净设备气路装置,其中,所述二级控制电路设置有若干IO-link接口,所述IO-link接口用于基于IO-Link协议的执行电路或传感器电连接于所述二级控制电路。

9. 根据权利要求6-8中任一项所述的洁净设备气路装置,其中,所述传感器包括以下至少一种传感器:温湿度传感器,位置传感器,钩爪传感器,流量传感器,压力传感器;

其中,所述温湿度传感器的感测部设置于排气端气路中以检测从晶圆盒中排出气体的温度、湿度;和/或,所述位置传感器设置于晶圆盒载盘上,用于检测晶圆盒是否放置于载盘上预设位置;和/或,所述钩爪传感器设置于晶圆盒载盘中,用于检测钩爪是否勾住晶圆盒;和/或,所述流量传感器设置于进气端气路上,用于检测进气的流量;和/或,所述压力传感器设置在排气端气路上,用于检测排气的压力;

和/或,所述一级控制电与所述二级控制电路之间的通信连接包括RS485远程通信。

10. 一种洁净设备,包括:

如权利要求1-5中任意一项所述的洁净设备气嘴装置;

或者,如权利要求6-9中任一项所述的洁净设备气路装置。

11. 一种洁净设备控制方法,用于对权利要求6-9中任意一项所述的洁净设备气路装置进行控制,所述洁净设备控制方法包括:

通过一级控制电路接收上位机的指令,其中所述指令包括动作执行指令和查询指令,所述动作执行指令用于指示洁净设备执行预设控制动作,所述查询指令用于指示洁净设备将已收集的工作数据向所述上位机上报;

若所述指令为查询指令,则由所述一级控制电路将当前已收集的所述工作数据向所述上位机上报,所述工作数据包括以下至少一项数据:由二级控制电路从传感器收集的传感器检测数据,二级控制电路的工作状态数据,一级控制电路的工作状态数据;

若所述指令为动作执行指令,则由所述一级控制电路向对应的二级控制电路发送预设控制指令,以使二级控制电路根据所述预设控制指令执行对应的电路控制动作。

12. 根据权利要求11所述的洁净设备控制方法,其中,所述洁净设备控制方法还包括:在完成上述指令执行,或者在没有接收到指令时,通过定时时间是否有效来控制是否启动执行一级控制电路对应的状态采集流程;其中,在定时时间内,则启动执行采集流程,超出定时时间则不启动执行采集流程,并控制指示单元指示相应工作状态。

13. 根据权利要求12所述的洁净设备控制方法,其中,一级控制电路执行的状态采集流程为周期性地轮流向二级控制电路所采集并且存储的信息,并将所述信息上传上位机。

14. 根据权利要求11-13中任一项所述的洁净设备控制方法,其中,所述洁净设备控制方法还包括:在完成上述指令执行,或者在没有接收到指令时,通过定时时间是否有效来控制是否启动执行二级控制电路对应的状态采集流程;其中,在定时时间内,则启动执行采集流程,超出定时时间则不启动执行采集流程,并控制指示单元指示相应工作状态。

15. 一种洁净设备接口电路,包括:至少一个如权利要求6-9中任意一项所述的洁净设备气路装置中的一级控制电路和若干如权利要求6-9中任意一项所述的洁净设备气路装置中的二级控制电路,其中:

所述一级控制电路包括第一控制电路及与第一控制电路通信连接的第一通讯接口;

所述二级控制电路包括第二控制电路,与第二控制电路通信连接的第二通讯接口,以及与所述第二控制电路分别通信连接的以下一个或多个接口单元:集成电路总线接口、数字量输入接口、模拟量输入接口、IO-link接口、数字量输出接口;

其中:

一所述第一控制电路的所述第一通讯接口与多个所述第二控制电路的所述第二通讯接口通信连接;

所述集成电路总线接口用于向支持集成电路总线的第一传感器提供通信连接接口;

所述数字量输入接口用于向支持数字量输出的第二传感器提供通信连接接口;

所述模拟量输入接口用于向支持模拟量输出的第三传感器提供通信连接接口;

所述IO-link接口用于向支持IO-link协议的第四传感器和/或第一执行电路提供通信连接接口;

所述数字量输出接口用于向受数字量触发控制的第二执行电路提供通信连接接口。

16. 根据权利要求15所述的洁净设备接口电路,其中,所述数字量输入接口包括:输入接口、输出接口、第一电阻、第二电阻、第三电阻、第四电阻、第一电容、第二电容以及光电耦合电路;

其中,输入接口用于向所述第二传感器提供通信连接接口,并与第一电阻的一端电连接;第一电阻的另一端与光电耦合电路的第一输入端电连接;光电耦合电路的第一输入端、第二输入端并联有第二电阻和第一电容,光电耦合电路的第二输入端接地;光电耦合电路的第一输出端通过第三电阻连接至第一电源,以及光电耦合电路的第一输出端经第四电阻电连接于输出接口,第二电容并联于输出接口与地之间,输出接口通信连接于所述第二控制电路。

17. 根据权利要求15或16所述的洁净设备接口电路,其中,所述模拟量输入接口包括:差分接口、第一运算放大器、第二运算放大器、第五电阻、第六电阻、第七电阻、第八电阻、第九电阻、第十电阻、第十一电阻、第三电容和第四电容;

其中,差分接口用于向所述第三传感器提供通信连接接口,并且差分接口的两个引脚分别通过第五电阻、第六电阻耦接于第一运算放大器的反相输入端和同相输入端;第七电阻并联于差分接口的两个引脚;

第八电阻并联于第一运算放大器的同相输入端与地之间；第九电阻和第三电容并联后串接于第一运算放大器的反相输入端和输出端之间；第十电阻串接于第一运算放大器的输出端和第二运算放大器的同相输入端之间；第二运算放大器的反相输入端、输出端之间电连接，第二运算放大器的输出端通过第十一电阻与所述第二控制电路通信连接，第十一电阻与所述第二控制电路电连接的一端通过第四电容耦接于地；

其中，所述模拟量输入接口还包括：第十二电阻、第五电容和第六电容；

其中，所述第二运算放大器的同相输入端与所述第十电阻之间串接有第十二电阻的一端；第二运算放大器的同相输入端通过第五电容耦接于地；第二运算放大器的反相输入端、同相输入端之间并联有第六电容；

其中，所述模拟量输入接口还包括：模数转换电路，其中，所述第二运算放大器的输出端通过第十一电阻与所述模数转换器的输入端耦接，所述模数转换器的输出端与所述第二控制电路通信连接。

18. 根据权利要求15-17中任一项所述的洁净设备接口电路，其中，所述数字量输出接口包括：输入接口、输出接口、第一MOS管、第二MOS管、第十三电阻、第十四电阻、第十五电阻、第十六电阻和第七电容；

其中，输入接口与所述第二控制电路通信连接；输入接口与第一MOS管的栅极连接，第一MOS管的栅极通过第十三电阻耦接于地；第一MOS管的源极接地；第一MOS管的漏极与第十四电阻的一端连接；第十四电阻的另一端与第二MOS管的栅极连接，第二MOS管的栅极通过第十五电阻耦接于第二电源，第二MOS管的漏极连接于第二电源，第二MOS管的源极通过第十六电阻耦接于地，第二MOS管的源极与输出接口连接，第七电容与第十六电阻并联。

19. 根据权利要求15-18中任意一项所述的洁净设备接口电路，其中，所述第一传感器包括温湿度传感器；和/或，所述第二传感器包括位置传感器和/或钩爪传感器；和/或，所述第三传感器包括流量传感器和/或压力传感器；和/或，所述第二执行电路包括电磁阀；和/或，所述第二控制电路可通信地连接有质量流量控制器。

20. 一种洁净设备采样控制系统，包括：

上位机；

如权利要求15-19中任意一项所述的洁净设备接口电路；

外部电路，所述外部电路包括若干传感器和若干执行电路；

其中，所述上位机与所述洁净设备接口电路的一级控制电路通信连接；外部电路中的传感器和执行电路对应地连接于所述洁净设备接口电路向外部提供的通信连接接口。