



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116394251 A

(43) 申请公布日 2023.07.07

(21) 申请号 202310428462.2

(22) 申请日 2023.04.20

(71) 申请人 中芯智达半导体科技(上海)有限公司

地址 201201 上海市浦东新区上丰路633号
6幢101室

(72) 发明人 郭景华 粟及时

(74) 专利代理机构 上海光华专利事务所(普通合伙) 31219

专利代理师 卢炳琼

(51) Int. Cl.

B25J 9/16 (2006.01)

B25J 18/00 (2006.01)

H01L 21/677 (2006.01)

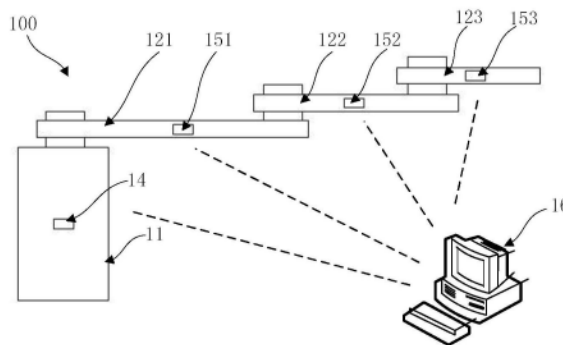
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

晶圆搬运机器人及其故障检测方法、半导体设备

(57) 摘要

本发明提供一种晶圆搬运机器人及其故障检测方法,以及一种半导体设备。晶圆搬运机器人包括垂直臂、水平臂、末端执行部、第一姿态传感器、第二姿态传感器及控制器,水平臂一端与垂直臂相连接,另一端与末端执行部相连接,第一姿态传感器设置于垂直臂上,第二姿态传感器设置于水平臂上,控制器与第一姿态传感器及第二姿态传感器相连接,以基于第一姿态传感器及第二姿态传感器监测到的晶圆搬运机器人的局部及整体振动频率分布、波形特性、幅值、温度和水平状态参数中的若干个,判断晶圆搬运机器人是否发生故障。本发明可以极大提升事故报警速度,拓宽故障识别范围,预防事故发生,减少经济损失,具有较大的利用价值。



1. 一种晶圆搬运机器人,其特征在于,所述晶圆搬运机器人包括垂直臂、水平臂、末端执行部、第一姿态传感器、第二姿态传感器及控制器,所述水平臂一端与垂直臂相连接,另一端与末端执行部相连接,所述第一姿态传感器设置于所述垂直臂上,所述第二姿态传感器设置于所述水平臂上,所述控制器与所述第一姿态传感器及第二姿态传感器相连接,以基于所述第一姿态传感器及第二姿态传感器监测到的晶圆搬运机器人的局部及整体振动频率分布、波形特性、幅值、温度和水平状态参数中的若干个,判断晶圆搬运机器人是否发生故障。

2. 根据权利要求1所述的晶圆搬运机器人,其特征在于,所述水平臂包括依次连接的第一水平臂、第二水平臂和第三水平臂,所述第一水平臂的一端与垂直臂相连接,所述末端执行部与第三水平臂的一端相连接,各水平臂上都设置有第二姿态传感器。

3. 根据权利要求2所述的晶圆搬运机器人,其特征在于,第一姿态传感器设置于与垂直臂的主轴电机相邻的主体结构壁上,第一水平臂和第二水平臂上的第二姿态传感器设置于各水平臂的传送带的中间,第三水平臂上的第二姿态传感器设置于与末端执行器相邻的一端。

4. 根据权利要求1所述的晶圆搬运机器人,其特征在于,所述控制器包括上位机,第一姿态传感器和第二姿态传感器与控制器为无线连接。

5. 根据权利要求1所述的晶圆搬运机器人,其特征在于,当监测到水平臂的加速度幅值大于 2gal ,控制器判断晶圆搬运机器人出现了晶圆碰撞或刮蹭事故;当监测到垂直臂的加速度幅值大于 0.5gal ,或两个以上水平臂出现大于正常运动的加速度阈值,或垂直臂和水平臂同时出现大于正常运动的加速度阈值时,则控制器判断外部供电出现问题;当与末端执行器相连接的水平臂持续出现 $10\text{Hz}-100\text{Hz}$ 的振动,但幅值小于 0.025gal 时,控制器判断盘片吸附不牢;当垂直臂或水平臂出现与当前转速不匹配的大幅度振动时,控制器判断用于驱动对应垂直臂或水平臂的电机出现故障。

6. 根据权利要求1所述的晶圆搬运机器人,其特征在于,当控制器发出停机指令后,第一姿态传感器和/或第二姿态传感器监测到的加速度幅值低于 2gal ,控制器判断晶圆搬运机器人处于正常状态。

7. 根据权利要求1所述的晶圆搬运机器人,其特征在于,当第一姿态传感器和/或第二姿态传感器监测到的倾角信息超过阈值,控制器判断晶圆搬运机器人出现机械磨损和/或电机故障,并控制晶圆搬运机器人停机。

8. 根据权利要求1至7任一项所述的晶圆搬运机器人,其特征在于,所述控制器同时结合驱动垂直臂和水平臂的电机的过流信息判断晶圆搬运机器人是否出现故障。

9. 一种半导体设备,其特征在于,所述半导体设备包括腔室及如权利要求1至8任一项所述的晶圆搬运机器人。

10. 一种如权利要求1至8任一项所述的晶圆搬运机器人的故障检测方法。

11. 一种控制模块,其特征在于:包括:存储器及处理器;

所述存储器用于存储计算机程序;

所述处理器用于执行所述存储器存储的计算机程序,以使所述控制模块执行如权利要求10所述的晶圆搬运机器人的故障检测方法。

12. 一种可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理

器执行时实现如权利要求10所述的晶圆搬运机器人的故障检测方法。

晶圆搬运机器人及其故障检测方法、半导体设备

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体制造技术领域,具体涉及一种半导体设备,特别是涉及一种晶圆搬运机器人及其故障检测方法,以及一种半导体设备。

背景技术

[0002] 晶圆搬运机器人是芯片制造流程中常见的用于在不同工艺腔室之间传送晶圆的设备。由于晶圆加工工艺要求,在加工过程中对搬运机器人的精度和稳定性要求极高,比如要求晶圆搬运机器人在保持动作快速精准的同时还需要能长时间运行。此外,对外部电气环境的异常变化也要有一定的容忍能力。这对机器人本体的机械及电气结构设计以及相关零配件的质量和控制系统等都提出了很高的要求。由于国内加工制造业工艺水平以及材料产业发展还不能满足半导体产业的工艺需求,目前我国大部分芯片制造厂家依然需要从国外进口相关设备,这其中就包括晶圆搬运设备。

[0003] 现阶段国内的晶圆搬运机器人的研发基本都还处在仿制国外非禁售设备的阶段。由于核心的材料问题未得到根本解决,使得目前国产晶圆搬运机器人虽然外观和结构与国外设备基本相似,但性能指标却相差甚远。比如运行过程中有时会出现诸如机器人本体末端振动幅度超标,导致晶圆跌落、长时间运转之后出现机械臂倾斜、外部供电异常时会出现电机抖动等情况。这些问题虽然不是经常发生,但是一旦出现往往会导致设备受损,甚至导致工厂被迫停产的情况,造成较大经济损失。

[0004] 为了避免上述问题,现有技术中通常采用诸如过流检测、关节限位等方法对机器人的性能进行检测,以当检测到电机受力时紧急停机。此类方法虽然可以在设备出现碰撞时及时停机,但都是在事故发生之后才能检测到相关信息,此时已经造成了损失。

[0005] 应该注意,上面对技术背景的介绍只是为了方便对本申请的技术方案进行清楚、完整的说明,并方便本领域技术人员的理解而阐述的。不能仅仅因为这些方案在本申请的背景技术部分进行了阐述而认为上述技术方案为本领域技术人员所公知。

发明内容

[0006] 鉴于以上所述现有技术的缺点,本发明的目的在于提供一种晶圆搬运机器人及其故障检测方法,以及一种半导体设备,用于解决现有技术中采用过流检测、关节限位等方法对机器人的性能进行检测,以在发现机器人本体末端振动幅度超标,长时间运转之后出现机械臂倾斜等情况下将晶圆搬运机器人停机的方式为事后控制,不能有效避免经济损失等问题。

[0007] 为实现上述目的及其他相关目的,本发明提供一种晶圆搬运机器人,所述晶圆搬运机器人包括垂直臂、水平臂、末端执行部、第一姿态传感器、第二姿态传感器及控制器,所述水平臂一端与垂直臂相连接,另一端与末端执行部相连接,所述第一姿态传感器设置于所述垂直臂上,所述第二姿态传感器设置于所述水平臂上,所述控制器与所述第一姿态传感器及第二姿态传感器相连接,以基于所述第一姿态传感器及第二姿态传感器监测到的晶

圆搬运机器人的局部及整体振动频率分布、波形特性、幅值、温度和水平状态参数中的若干个,判断晶圆搬运机器人是否发生故障。

[0008] 可选地,所述水平臂包括依次连接的第一水平臂、第二水平臂和第三水平臂,所述第一水平臂的一端与垂直臂相连接,所述末端执行部与第三水平臂的一端相连接,各水平臂上都设置有第二姿态传感器。

[0009] 可选地,第一姿态传感器设置于与垂直臂的主轴电机相邻的主体结构壁上,第一水平臂和第二水平臂上的第二姿态传感器设置于各水平臂的传送带的中间,第三水平臂上的第二姿态传感器设置于与末端执行器相邻的一端。

[0010] 可选地,所述控制器包括上位机,第一姿态传感器和第二姿态传感器与控制器为无线连接。

[0011] 可选地,当监测到水平臂的加速度幅值大于 2gal ,控制器判断晶圆搬运机器人出现了晶圆碰撞或刮蹭事故;当监测到垂直臂的加速度幅值大于 0.5gal ,或两个以上水平臂出现大于正常运动的加速度阈值,或垂直臂和水平臂同时出现大于正常运动的加速度阈值时,则控制器判断外部供电出现问题;当与末端执行器相连接的水平臂持续出现 $10\text{Hz}-100\text{Hz}$ 的振动,但幅值小于 0.025gal 时,控制器判断盘片吸附不牢;当垂直臂或水平臂出现与当前转速不匹配的大幅度振动时,控制器判断用于驱动对应垂直臂或水平臂的电机出现故障。

[0012] 可选地,当控制器发出停机指令后,第一姿态传感器和/或第二姿态传感器监测到的加速度幅值低于 2gal ,控制器判断晶圆搬运机器人处于正常状态。

[0013] 可选地,当第一姿态传感器和/或第二姿态传感器监测到的倾角信息超过阈值,控制器判断晶圆搬运机器人出现机械磨损和/或电机故障,并控制晶圆搬运机器人停机。

[0014] 可选地,所述控制器同时结合驱动垂直臂和水平臂的电机的过流信息判断晶圆搬运机器人是否出现故障。

[0015] 本发明还提供一种半导体设备,所述半导体设备包括腔室及如上述任一方案中所述的晶圆搬运机器人。

[0016] 本发明还提供一种如上述任一方案中所述的晶圆搬运机器人的故障检测方法。

[0017] 本发明还提供一种控制模块,包括:存储器及处理器;

[0018] 所述存储器用于存储计算机程序;

[0019] 所述处理器用于执行所述存储器存储的计算机程序,以使所述控制模块执行如上述任一方案中所述的晶圆搬运机器人的故障检测方法。

[0020] 本发明还提供一种可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现如上述任一方案中所述的晶圆搬运机器人的故障检测方法。

[0021] 如上所述,本发明的晶圆搬运机器人及其故障检测方法、半导体设备,具有以下有益效果:相较于现有技术,本发明的晶圆搬运机器人采用内置姿态传感器实时监测各机械臂的运行状态,通过信号分析的手段,提取识别事故特征,并结合当前控制器指令执行场景,可以极大提升事故报警速度,拓宽故障识别范围,预防事故发生,减少经济损失,具有较大的利用价值。

附图说明

- [0022] 图1显示为本发明提供的晶圆搬运机器人的例示性结构示意图。
- [0023] 图2显示为图1中的垂直臂的例示性截面结构示意图。
- [0024] 图3显示为图1中的第一水平臂的例示俯视图。
- [0025] 图4显示为图1中的第三水平臂的例示性俯视图。
- [0026] 图5显示为本发明提供的晶圆搬运机器人的例示性结构框图。
- [0027] 图6显示为本发明提供的半导体设备的例示性结构示意图。
- [0028] 图7显示为本发明提供的控制模块的结构框图。

具体实施方式

[0029] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式,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发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。如在详述本发明实施例时,为便于说明,表示器件结构的剖面图会不依一般比例作局部放大,而且所述示意图只是示例,其在此不应限制本发明保护的范围。此外,在实际制作中应包含长度、宽度及深度的三维空间尺寸。

[0030] 为了方便描述,此处可能使用诸如“之下”、“下方”、“低于”、“下面”、“上方”、“上”等的空间关系词语来描述附图中所示的一个元件或特征与其他元件或特征的关系。将理解到,这些空间关系词语意图包含使用中或操作中的器件的、除了附图中描绘的方向之外的其他方向。此外,当一层被称为在两层“之间”时,它可以是所述两层之间仅有的层,或者也可以存在一个或多个介于其间的层。

[0031] 在本申请的上下文中,所描述的第一特征在第二特征“之上”的结构可以包括第一和第二特征形成为直接接触的实施例,也可以包括另外的特征形成在第一和第二特征之间的实施例,这样第一和第二特征可能不是直接接触。

[0032] 需要说明的是,本实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想,遂图式中仅显示与本发明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。为使图示尽量简洁,各附图中并未对所有的结构全部标示。

[0033] 如图1至5所示,本发明提供一种晶圆搬运机器人100,所述晶圆搬运机器人100包括垂直臂11、水平臂、末端执行部13、第一姿态传感器14、第二姿态传感器及控制器16。所述水平臂一端与垂直臂11相连接,另一端与末端执行部13相连接。此外,所述晶圆搬运机器人100还包括分别用于驱动垂直臂11和水平臂的电机(未示出)。

[0034] 所述末端执行部13可用于直接夹持晶圆或者夹持装载有晶圆的晶圆盒,所述水平臂用于带动夹持有晶圆或晶圆盒的末端执行部13沿水平方向运动,所述垂直臂11则可上下升降,由此可以在不同的栈点之间传送晶圆。

[0035] 所述第一姿态传感器14设置于所述垂直臂11上,用于实时监测垂直臂11的工作状态,所述第二姿态传感器设置于所述水平臂上,用于实时监测水平臂的工作状态。所述控制器16与所述第一姿态传感器14及第二姿态传感器相连接,以基于所述第一姿态传感器14及第二姿态传感器监测到的晶圆搬运机器人100的局部及整体振动频率分布、波形特性、幅值

(即最大值的绝对值,例如各机械臂的加速度幅值)、温度和水平状态参数中的若干个,判断晶圆搬运机器人100是否发生故障。从提高监测精度的角度考虑,若监测到这些参数中的任何一个参数超出安全阈值,都应该认定晶圆搬运机器人100发生了故障。但在一些情况下,根据需要,也可以将上述参数中的两个以上同时作为判断标准。或者选定一个参数作为实时监测的主参数,而选定另外的参数则周期性监控以作为辅助参考。例如在监测到晶圆搬运机器人100局部温度偏高的情况下,同时再确认幅值是否超出安全阈值以判断机器人是否故障,以排除因受外界环境影响导致局部升温的情况。

[0036] 较佳地,在晶圆搬运机器人100工作的全过程中对上述参数进行全程监测。按通常的经验,当监测到上述参数存在异常时,此时还未造成生产事故。例如当监测到水平臂或垂直臂11的振动幅值过大时,晶圆搬运机器人100可能并未夹持晶圆,或者正在传送晶圆,此时立即关停晶圆搬运机器人100便可以避免损失。而现有的诸如过流检测和关节限位等检测方法通常都是在事故发生之后才能检测到相关信息,此时损失已经产生。

[0037] 具体地,所述控制器16中可以预存有上述参数对应的安全阈值,这些阈值的设定非常关键,对此将在后续内容进一步介绍。姿态传感器可以获取被监测部位当前的水平面倾角、三向加速度和温度等信息。监测到的数据传输至控制器16后,控制器16可以从中提取机器人局部及整体振动频率分布、波形特性、最大幅值、水平状态等关键指标,并将其与预存的阈值比较,判断机器人当前的运行状态。若超过安全阈值,则判断晶圆搬运机器人100存在故障,控制器16可以立即采取应对措施,例如发出报警信息和/或立即停机。

[0038] 相较于现有技术,本发明的晶圆搬运机器人采用内置姿态传感器实时监测各机械臂的运行状态,通过信号分析的手段,提取识别事故特征,并结合当前控制器指令执行场景,可以极大提升事故报警速度,拓宽故障识别范围,预防事故发生,减少经济损失,具有较大的利用价值。

[0039] 所述垂直臂11通常为单段结构,一般包括主轴、驱动主轴升降的电机以及安装主轴的安装座。如图2所示,为避免干扰垂直臂11的运动,本实施例中,第一姿态传感器14设置于与垂直臂11的主轴电机相邻的主体结构壁上,也即安装于垂直臂11的电机的安装座上。也就是说,第一姿态传感器14设置于垂直臂11的外部,例如可以通过螺丝等紧固件固定于安装座上。第一姿态传感器14可以为单个或两个以上,具体不限。当为两个以上时,两个以上第一姿态传感器14可以设置于垂直臂11的不同侧面,且优选位于同一高度上。

[0040] 所述水平臂可以为单段结构,也可以为多段结构。多段结构的水平臂具有更大的传送范围,但故障风险也相对更高,因而更需严格监测其运行情况。本实施例中,所述水平臂包括依次连接的第一水平臂121、第二水平臂122和第三水平臂123。多段结构的水平臂之间通过转动轴相连接。各水平臂的长度可以相同或不同。即所述第一水平臂121的一端与垂直臂11相连接,另一端与第二水平臂122相连接,第二水平臂122背离第一水平臂121的一端则与第三水平臂123的一端相连接,所述末端执行部则与第三水平臂123背离第二水平臂122的一端相连接。第一水平臂121的结构可以参考图3所示,其包括臂本体(臂本体一般为金属材质,例如不锈钢)以及设置于臂本体内的传送带121a,臂本体的两端设置有转动轴121b,第二水平臂122的结构与之相同,两者相连的一端共用同一转动轴。第三水平臂123的结构可以参考图4所示,其一端设置有转动轴123a,另一端设置有用于固定末端执行部的突出结构。在一些示例中,也可以将末端执行部看做最后一个水平臂,即看做本实施例中的第

三水平臂123的一部分。本实施例中,各水平臂上都设置有第二姿态传感器,各水平臂上的第二姿态传感器可以为单个或多个。在一较佳示例中,各水平臂上均只设置一个姿态传感器,因而为更多的监测到传动相关的信息,提高监测精度,第一水平臂121和第二水平臂122上的第二姿态传感器151设置于各水平臂的传送带的中间,例如可黏贴固定于传送带的表面,因而传感器是随传动带同步运动。第三水平臂123上的第二姿态传感器153设置于与末端执行器13相邻的一端,即安装在手臂水平轴心最靠近突出部附近(理想位置应该在末端执行部的末端,这样运动幅度更大,对传感器精度要求更低,但由于传感器体积以及机构形状及电气结构等因素限制,只能相对尽量靠右)。

[0041] 所述末端执行部13的结构根据夹持的是晶圆还是用于装载晶圆的晶圆盒而不同。例如当用于直接夹持晶圆时,末端执行部13可以为陶瓷或碳化硅等绝缘材质,端部可以具有U型或圆形空腔的夹持面,且表面可以设置有用固定晶圆的真空吸附孔或吸盘。当用于夹持晶圆盒时,则可以为金属材质的叉指结构。本实施例中对末端执行部的具体结构不做限定

[0042] 所述控制器16可以为任何具有逻辑存储和控制功能的器件。在本发明提供的一优选示例中,所述控制器16采用上位机,可以更好地将晶圆搬运机器人100与其他半导体设备集成。第一姿态传感器14和第二姿态传感器与控制器16可以采用有线和/或无线方式连接。为简化结构,减少绕线风险,优选Zigbee、wifi和蓝牙等无线连接方式。例如,各姿态传感器可以通过蓝牙传感器将监测到的数据发送到上位机,蓝牙回传数据的频率固定在20Hz。蓝牙连接不仅可以充分满足数据传送需求,且具有成本低等优点,尤其是可以避免对半导体厂内的其他设备的工作造成干扰。

[0043] 晶圆搬运机器人100的各运行参数的安全阈值的设定是决定其监测精度的核心指标。如果安全阈值设定不准确,那传感器监测的数据也难以有效发挥作用。由于目前业内还没有数值可以参考,对此,本申请的发明人进行了大量实验,包括对带载电机进行通断电或调压来模拟设备出现突然断电或者电源波动的情况,与此同时通过运动控制器16测量其当前加速度等实验并经大量分析归纳而得到相关阈值。

[0044] 具体地,在本发明提供的示例中,可以通过时域的加速度信息,获取到机器人各水平臂当前的振动频率与幅值。当监测到水平臂(比如第一水平臂121、第二水平臂122和第三水平臂123的任意一个)的幅值出现较大波动,比如在标准8寸硅晶圆片的搬运过程中,单个水平臂的加速度幅值超过2gal,则可以认定为出现了晶圆碰撞或者刮蹭事故。如果垂直臂11的幅值远超安全阈值,比如加速度幅值超过0.5gal,或两个以上水平臂出现大于正常运动的加速度阈值,或垂直臂11和水平臂同时出现大于正常运动的加速度阈值时,则判断是外部供电出现问题。

[0045] 而通过频域的加速度信息,则可以分析当前电机工作状态以及晶圆盘片吸附是否牢固。比如当与末端执行部13相连接的第三水平臂123轴持续出现10Hz-100Hz左右的振动,但幅值绝对值小于0.025gal时,则控制器16可以判断为盘片,即晶圆吸附不牢。当垂直臂11或水平臂出现与当前转速不匹配的大幅度振动时,比如当末端执行部的末端线速度在0.3米/秒时,第三水平臂123的加速度绝对值(即幅值)应该在0.01gal之内;当末端执行部的线速度在0.5到0.8米/秒之间时,第三水平臂123的加速度绝对值范围应该在0.02gal之内,超出此范围则可判定是电机本身产生了故障。

[0046] 加速度信息可以结合控制器16发出的当前指令来综合判断故障类型。例如当控制器16发出停机指令后,第一姿态传感器14和/或第二姿态传感器监测到的加速度幅值低于 $2g_{a1}$,则不应该被判断为异常,控制器16判断晶圆搬运机器人100处于正常工作状态。类似地,在执行0.1米/秒的慢速运动和执行0.8米/秒的快速运动时,与事件匹配的相关阈值也要做调整。例如将测试到的经验值做一个映射表格并存储在控制器16中,由控制器16结合机器人当前工作情况确定安全阈值。同时,晶圆搬运机器人100正常运行过程中收集的第一姿态传感器14和第二姿态传感器都可以储存于控制器16中,以定期进行盘点,并在需要时对之前预设的安全阈值进行修正。

[0047] 各传感器的倾角信息可以作为预警消息上报。如果第一姿态传感器14和/或第二姿态传感器测量到倾角过大而超出了阈值,比如水平或垂直平面偏移超出绝对值 0.1° ,则判断是机械磨损和/或电机故障,此时需要马上停机检查对应机械臂的当前状态,避免由于晶圆片滑落导致的碎片事故。

[0048] 在一些示例中,还可以设置其他传感器以监测晶圆搬运机器人100的其他状态,例如设置专门检测末端执行部当前所在位置的检测装置。在当监测到晶圆搬运机器人100出现故障,比如当监测到第三水平臂123出现较大的震荡,但通过检测装置检测到末端执行部当前所在的空间不便于检修时,可以暂时不做停机处理,待末端执行部运动到空间较大的地方再停机检修。或者在其他一些示例中,也可以同时结合工艺生产参数(recipe)判断晶圆搬运机器人是否发生故障和/或检测到晶圆搬运机器人发生故障时是否要停机处理。例如,从工艺生产参数中可以得知晶圆搬运机器人当前所处的工作信息,包括但不限于对应的设备类型、产品制程乃至工艺进程,这些工艺生产参数可以用来评估当晶圆搬运机器人出现故障时,可以容忍的停机延时(有些情况下,虽然晶圆搬运机器人出现故障,但可以不用立即停机,或者立即停机可能导致工艺中断,带来的损失可能更大)。

[0049] 通过上述对晶圆搬运机器人100运行过程中的各项参数进行全面监测,可以极大提高故障检测准确率,预防事故发生。

[0050] 如图5所示,在一较佳示例中,这些传感器信息也可以结合驱动垂直臂11和水平臂的电机的控制箱上报的过流信息进行佐证,结合两者信息进行综合判断,以进一步提升事件判断的准确性。比如当出现晶圆刮蹭的事件时,驱动第三水平臂123的电机会出现明显的电流过载情况,通过本体控制箱的过流事件上报与同时间段内的姿态传感器的加速度信息进行匹配,则可以准确判断出该事故的类型。

[0051] 本发明提供的晶圆搬运机器人100可以用于在半导体工艺设备的不同腔室之间传送晶圆,也可以用于在半导体工艺设备和晶圆装载栈之间传送晶圆。使用本发明的晶圆搬运机器人100,可以有效避免晶圆碎片风险,减少经济损失。

[0052] 本发明还提供一种晶圆搬运机器人100的故障检测方法,其可以用于对上述任一方案中所述的晶圆搬运机器人100进行故障检测,或者说本实施例的故障检测方法就是基于前述方案的晶圆搬运机器人100实现的。所述晶圆搬运机器人100的具体结构可以参考前述内容,比如其包括相互连接的垂直臂11、水平臂和末端执行部,以及对应位于垂直臂11和水平臂上的第一姿态传感器14和第二姿态传感器,此外还有与第一姿态传感器14及第二姿态传感器相连接的控制器的16。本发明的故障检测方法基于第一姿态传感器14及第二姿态传感器监测到的晶圆搬运机器人100的局部及整体振动频率分布、波形特性、幅值、温度和水平

平状态参数中的若干个,基于时域和频域等多维度信息全面判断晶圆搬运机器人100是否发生故障。控制器16可以按预设的采样频率从第一姿态传感器14和第二姿态传感器中接收监测数据,经与预设安全阈值比较后做出判断,并根据判断结果发出不同的指令。例如当监测到水平臂的幅值出现较大波动,比如在标准8寸晶圆片的搬运过程中,单个水平臂的加速度幅值超过2gal,则可以认定为出现了晶圆碰撞或者刚蹭事故,则控制器16可以发出指令以使晶圆搬运机器人100立即停机。如果垂直臂11的幅值远超安全阈值,比如加速度幅值超过0.5gal,或两个以上水平臂出现大于正常运动的加速度阈值,或垂直臂11和水平臂同时出现大于正常运动的加速度阈值时,则判断是外部供电出现问题,同样需要尽快停机。当监测到与末端执行部相连接的第三水平臂123轴持续出现10Hz-100Hz左右的振动,但幅值绝对值小于0.025gal时,则控制器16可以判断为盘片,即晶圆吸附不牢,控制器16可以发出指令以增加真空装置的功率。而当垂直臂11或水平臂出现与当前转速不匹配的大幅度振动时,比如当末端执行部的末端线速度在0.3米/秒时,第三水平臂123的加速度绝对值(即幅值)应该在0.01gal之内;当末端执行部的线速度在0.5到0.8米/秒之间时,第三水平臂123的加速度绝对值范围应该在0.02gal之内,超出此范围则可判定是电机本身产生了故障,控制器16发出指令使电机停机。此外,还可以结合控制器16发出的当前指令来综合判断故障类型和/或可以结合驱动垂直臂11和水平臂的电机的控制箱上报的过流信息进行佐证,结合两者信息进行综合判断,以提升事件判断的准确性。在监测到晶圆搬运机器人100发生故障时,可以先发出报警信息,由工作人员采取应对措施,或者同时对晶圆搬运机器人100进行停机处理。此外,考虑到半导体厂内的上下游生产环环相扣,还可以将晶圆搬运机器人100的故障信息上报至远程的中控室,以由中控室对该晶圆搬运机器人100所在的产线进行局部或整体停产处理。

[0053] 对本实施例的晶圆搬运机器人的故障检测方法的更多介绍可以参考前述内容,出于简洁的目的不再赘述。

[0054] 如图6所示,本发明还提供一种半导体设备,所述半导体设备包括腔室及如上述任一方案中所述的晶圆搬运机器人100。故前述对所述晶圆搬运机器人100的介绍可以全文引用至此,出于简洁的目的不赘述。所述半导体设备可以为工艺设备,因而相应的腔室为执行半导体工艺的腔室,例如为气相沉积腔室、刻蚀腔室、离子注入腔室、退火腔室等。所述半导体设备也可以为进行晶圆中转的传送设备。设备的腔室可以为单个或多个,当为多个时,多个腔室可以用于执行相同或不同的工艺。比如本实施例中,所述半导体设备包括中转腔室300、预处理腔室400和多个工艺腔室200。预处理腔室400连接于中转腔室300和前端模块600之间,多个工艺腔室400与中转腔室300相连接。预处理腔室400可以对晶圆执行清洁、加热和冷却等预处理。中转腔室300和前端模块600内都设置有本发明的晶圆搬运机器人100,数量可以为单个或两个以上。前端模块600内的晶圆搬运机器人100用于在前端开口晶圆盒500以及预处理腔室400之间传送晶圆,而中转腔室300内的晶圆搬运机器人100则用于在工艺腔室200和预处理腔室400之间传送晶圆。当然,所述半导体设备还可以为其他结构,例如各腔室可以呈线型排布,对此不做一一例举。由于采用本发明提供的晶圆搬运机器人,使得本发明的半导体设备可以有效降低碎片风险,提高良率。

[0055] 本发明还提供一种控制模块,包括:存储器701及处理器702;所述存储器701用于存储计算机程序;所述处理器702用于执行所述存储器存储的计算机程序,以使所述控制模

块执行如上述任一方案中所述的晶圆搬运机器人的故障检测方法。

[0056] 作为示例,所述处理器可以是通用处理器,包括中央处理器(Central Processing Unit,简称CPU)、网络处理器(Network Processor,简称NP)等;还可以是数字信号处理器(Digital Signal Processor,简称DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,简称ASIC)、现场可编程门阵列(Field Programmable Gate Array,简称FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。所述存储器包括但不限于ROM、RAM、磁碟、U盘、存储卡或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0057] 需要说明的是,应理解以上模块的各个功能单元的划分仅仅是一种逻辑功能的划分,实际实现时可以全部或部分集成到一个物理实体上,比如前述功能单元可以集中于晶圆搬运机器人的控制器中。这些功能单元也可以物理上分开,对此不做限制。且这些单元可以全部以软件通过处理元件调用的形式实现;也可以全部以硬件的形式实现;还可以部分通过处理元件调用软件的形式实现,部分通过硬件的形式实现。例如,所述读取模块可以为单独设立的处理元件,也可以集成在上述装置的某一个芯片中实现,此外,也可以以程序代码的形式存储于上述装置的存储器中,由上述装置的某一个处理元件调用并执行以上读取模块的功能。其它模块的实现与之类似。此外这些模块全部或部分可以集成在一起,也可以独立实现。这里所述的处理元件可以是一种集成电路,具有信号的处理能力。在实现过程中,上述方法的各步骤或以上各个模块可以通过处理器元件中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。

[0058] 例如,以上这些模块可以是被配置成实施以上方法的一个或多个集成电路,例如:一个或多个特定集成电路(Application Specific Integrated Circuit,简称ASIC),或,一个或多个数字信号处理器(Digital Signal Processor,简称DSP),或一个或者多个现场可编程门阵列(Field Programmable Gate Array,简称FPGA)等。再如,当以上某个模块通过处理元件调度程序代码的形式实现时,该处理元件可以是通用处理器,例如中央处理器(Central Processing Unit,简称CPU)或其它可以调用程序代码的处理器。再如,这些模块可以集成在一起,以片上系统(system-on-a-chip,简称SOC)的形式实现。

[0059] 本发明还提供一种可读存储介质,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如上述任一方案中所述的晶圆搬运机器人的故障检测方法。所述存储介质包括但不限于ROM、RAM、磁碟、U盘、存储卡或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0060] 综上所述,本发明提供一种晶圆搬运机器人及其故障检测方法,以及一种半导体设备。所述晶圆搬运机器人包括垂直臂、水平臂、末端执行部、第一姿态传感器、第二姿态传感器及控制器,所述水平臂一端与垂直臂相连接,另一端与末端执行部相连接,所述第一姿态传感器设置于所述垂直臂上,所述第二姿态传感器设置于所述水平臂上,所述控制器与所述第一姿态传感器及第二姿态传感器相连接,以基于所述第一姿态传感器及第二姿态传感器监测到的晶圆搬运机器人的局部及整体振动频率分布、波形特性、幅值、温度和水平状态参数中的若干个,判断晶圆搬运机器人是否发生故障。相较于现有技术,本发明的晶圆搬运机器人采用内置姿态传感器实时监测各机械臂的运行状态,通过信号分析的手段,提取识别事故特征,并结合当前控制器指令执行场景,可以极大提升事故报警速度,拓宽故障识别范围,预防事故发生,减少经济损失,具有较大的利用价值。所以,本发明有效克服了现有技术中的种种缺点而具高度产业利用价值。

[0061] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效,而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下,对上述实施例进行修饰或改变。因此,举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变,仍应由本发明的权利要求所涵盖。

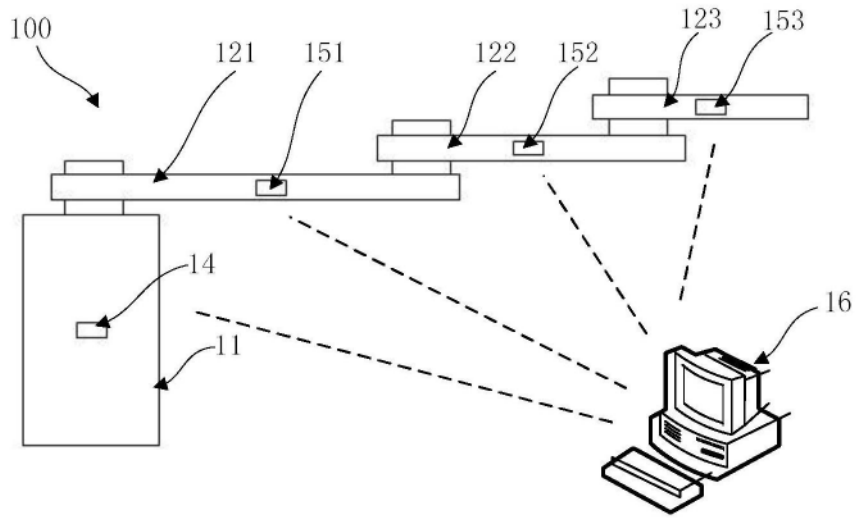


图1

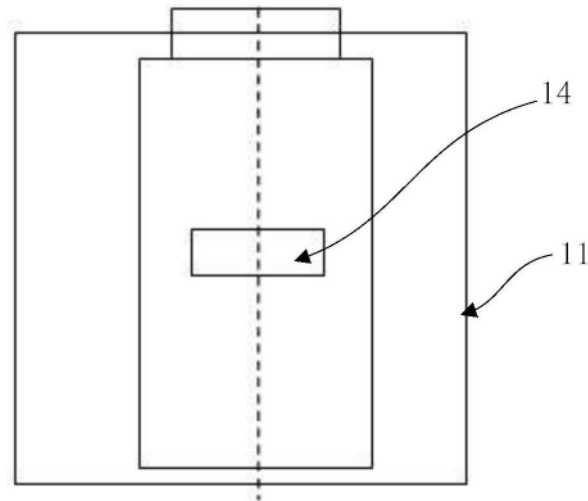


图2

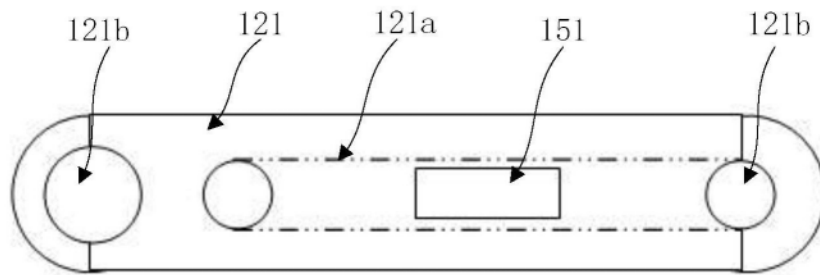


图3

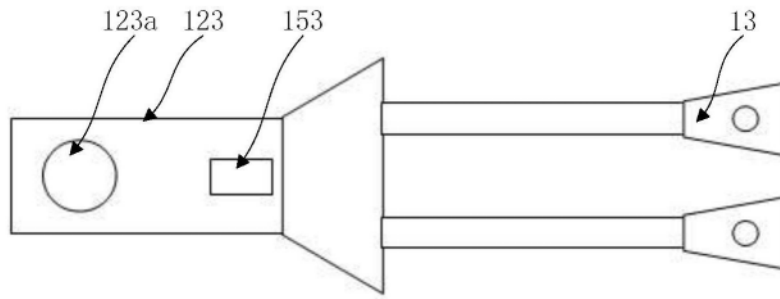


图4

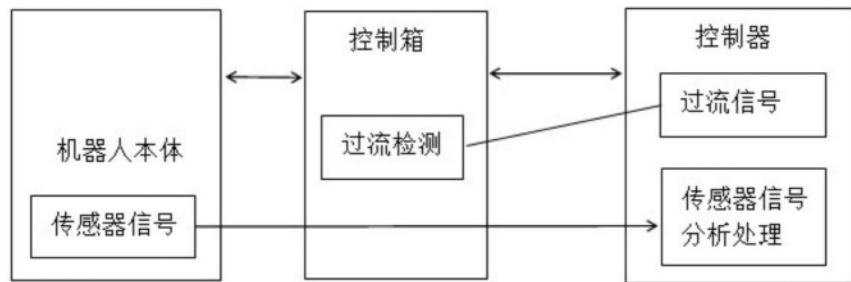


图5

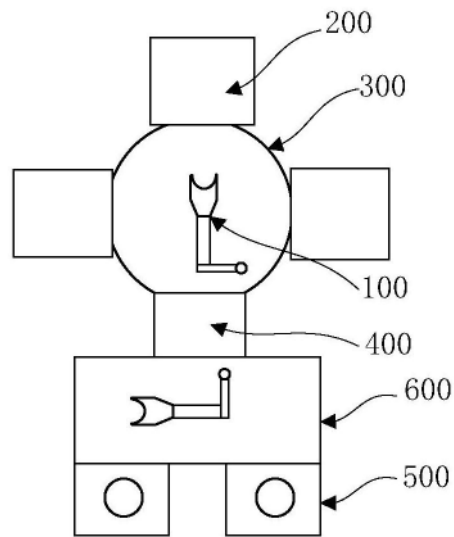


图6

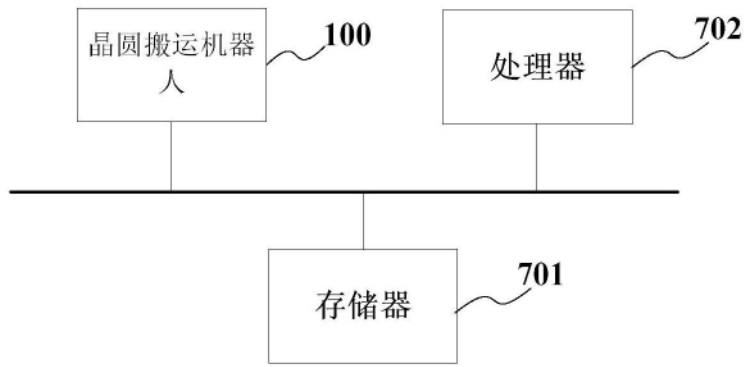


图7