



(21) 申请号 202211519132.6

(22) 申请日 2022.11.30

(71) 申请人 北京北方华创微电子装备有限公司

地址 100176 北京市大兴区经济技术开发区文昌大道8号

(72) 发明人 王建

(74) 专利代理机构 北京国昊天诚知识产权代理有限公司 11315

专利代理师 束智伟

(51) Int. Cl.

H05B 6/36 (2006.01)

H05B 6/40 (2006.01)

H05B 6/10 (2006.01)

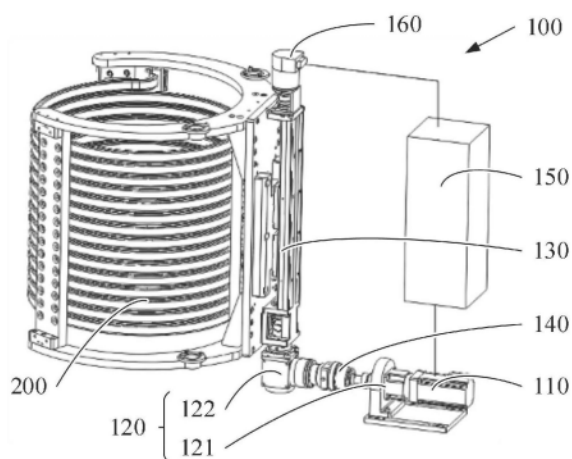
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

感应线圈组件驱动系统及其控制方法

(57) 摘要

本申请实施例提供了一种感应线圈组件驱动系统及其控制方法,其中,所述感应线圈组件驱动系统包括:旋转驱动器;升降组件,旋转驱动器通过升降组件与感应线圈组件驱动连接,以驱动感应线圈组件升降;控制器,用于基于在预设时长内,感应线圈组件的目标升降速度,确定旋转驱动器的理论转速,理论转速为旋转驱动器在预设时长内匀速运行的转速;确定旋转驱动器的理论转速是否小于或等于预设转速,预设转速为旋转驱动器产生振动的临界转速;在旋转驱动器的理论转速小于或等于预设转速的情况下,控制旋转驱动器在预设时长内,交替停止运行和以目标转速运行,以使旋转驱动器在预设时长内的平均转速等于理论转速,目标转速大于预设转速。



1. 一种感应线圈组件驱动系统,应用于半导体工艺设备,其特征在于,包括:

旋转驱动器(110);

升降组件(130),所述旋转驱动器(110)与所述升降组件(130)驱动连接,所述升降组件(130)用于与感应线圈组件传动连接,以驱动所述感应线圈组件升降;以及,

控制器(150),用于基于在预设时长内,所述感应线圈组件的目标升降速度,确定所述旋转驱动器(110)的理论转速,其中,所述理论转速为所述旋转驱动器(110)在所述预设时长内匀速运行的转速;

确定所述旋转驱动器(110)的所述理论转速是否小于或等于预设转速,其中,所述预设转速为所述旋转驱动器(110)产生振动的临界转速;

在所述旋转驱动器(110)的所述理论转速小于或等于所述预设转速的情况下,控制所述旋转驱动器(110)在所述预设时长内,交替停止运行和以目标转速运行,以使所述旋转驱动器(110)在所述预设时长内的平均转速等于所述理论转速,其中,所述目标转速大于所述预设转速。

2. 根据权利要求1所述的感应线圈组件驱动系统,其特征在于,在所述旋转驱动器(110)的所述理论转速小于或等于所述预设转速的情况下,在所述预设时长内,

所述旋转驱动器(110)切换至停止运行的状态的次数为多次,所述旋转驱动器(110)每次在所述停止运行的状态保持第一时长;

所述旋转驱动器(110)切换至以目标转速运行的状态的次数与所述旋转驱动器(110)切换至停止运行的状态的次数相等,所述旋转驱动器(110)每次在所述以目标转速运行的状态保持第二时长;

所述旋转驱动器(110)处于所述停止运行的状态的累计时长与处于所述以目标转速运行的状态的累计时长之和等于所述预设时长。

3. 根据权利要求1所述的感应线圈组件驱动系统,其特征在于,所述控制器(150)还用于在所述理论转速大于所述预设转速的情况下,控制所述旋转驱动器(110)在所述预设时长内,以所述理论转速运行,以驱动所述感应线圈组件升降。

4. 根据权利要求1所述的感应线圈组件驱动系统,其特征在于,所述升降组件(130)包括螺杆(131)和滑块(132),所述滑块(132)与所述螺杆(131)螺纹连接,以利用转动的螺杆(131)驱动所述滑块(132)移动;

所述旋转驱动器(110)与所述螺杆(131)驱动连接,所述旋转驱动器(110)用于驱动所述螺杆(131)转动;所述滑块(132)用于与所述感应线圈组件连接。

5. 根据权利要求4所述的感应线圈组件驱动系统,其特征在于,所述感应线圈组件驱动系统还包括:旋转编码器(160),所述旋转编码器(160)与所述螺杆(131)连接,所述旋转编码器(160)还与所述控制器(150)电连接。

6. 根据权利要求4所述的感应线圈组件驱动系统,其特征在于,所述感应线圈组件驱动系统还包括减速器(120),所述旋转驱动器(110)通过所述减速器(120)与所述螺杆(131)驱动连接。

7. 根据权利要求6所述的感应线圈组件驱动系统,其特征在于,所述减速器(120)包括第一子减速器(121)和第二子减速器(122),其中,所述第二子减速器(122)为换向减速器,所述第二子减速器(122)设置有第二动力输出轴;

所述旋转驱动器(110)与所述第一子减速器(121)驱动连接,所述第一子减速器(121)与所述第二子减速器(122)驱动连接,所述第二动力输出轴沿所述感应线圈组件驱动系统的高度方向设置,所述螺杆(131)与所述第二动力输出轴同轴连接。

8.根据权利要求7所述的感应线圈组件驱动系统,其特征在于,所述第一子减速器(121)设置有第一动力输出轴,所述感应线圈组件驱动系统还包括电磁抱闸器(140),所述电磁抱闸器(140)包括磁性固定部件(141)和磁吸部件(142),所述磁吸部件(142)与所述第一动力输出轴周向限位连接;在所述电磁抱闸器(140)处于断电状态的情况下,所述磁吸部件(142)与所述磁性固定部件(141)由分离状态切换至吸合状态。

9.一种感应线圈组件驱动系统的控制方法,其特征在于,所述感应线圈组件驱动系统为权利要求1至8中任意一项所述的感应线圈组件驱动系统;

所述感应线圈组件驱动系统的控制方法包括:

利用所述控制器(150)基于在预设时长内,所述感应线圈组件的目标升降速度,确定所述旋转驱动器(110)的理论转速,其中,所述理论转速为所述旋转驱动器(110)在所述预设时长内匀速运行的转速;

利用所述控制器(150)确定所述旋转驱动器(110)的所述理论转速是否小于或等于预设转速,其中,所述预设转速为所述旋转驱动器(110)产生振动的临界转速;

在所述旋转驱动器(110)的所述理论转速小于或等于所述预设转速的情况下,利用所述控制器(150)控制所述旋转驱动器(110)在所述预设时长内,交替停止运行和以目标转速运行,以使所述旋转驱动器(110)在所述预设时长内的平均转速等于所述理论转速,其中,所述目标转速大于所述预设转速。

10.根据权利要求9所述的感应线圈组件驱动系统的控制方法,其特征在于,所述感应线圈组件驱动系统的控制方法还包括:

在所述理论转速大于所述预设转速的情况下,利用所述控制器(150)控制所述旋转驱动器(110)在所述预设时长内,以所述理论转速运行,以驱动所述感应线圈组件升降。

感应线圈组件驱动系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本申请涉及驱动装置技术领域,尤其涉及一种感应线圈组件驱动系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 在实施半导体工艺的过程中,有时需要利用感应线圈组件对待加热装置进行加热,并利用驱动装置驱动感应线圈组件移动,以对待加热装置的各部位进行加热。参考图1,例如,在基于PVT (Physical Vapor Transport process,物理气相传输)法制备晶体的过程中,需要使得感应线圈组件10在晶体制备设备20外进行移动,以按照工艺需求对晶体制备设备20进行加热。

[0003] 在相关技术中,可以利用旋转驱动器和升降组件驱动感应线圈组件10升降。但是,可以理解的是,旋转驱动器一般有其适用的速度范围,在感应线圈组件10的移动速度较低的情况下,旋转驱动器的输出端的运动精度会降低。这样,旋转驱动器将不能精确驱动感应线圈组件10移动。

发明内容

[0004] 本申请实施例提供了一种感应线圈组件驱动系统及其控制方法,以解决如何提升旋转驱动器的驱动精度的问题。

[0005] 第一方面,本申请实施例提供了一种感应线圈组件驱动系统。

[0006] 本申请实施例提供的感应线圈组件驱动系统,应用于半导体工艺设备,包括:

[0007] 旋转驱动器;

[0008] 升降组件,所述旋转驱动器与所述升降组件驱动连接,所述升降组件用于与感应线圈组件传动连接,以驱动所述感应线圈组件升降;以及,

[0009] 控制器,用于基于在预设时长内,所述感应线圈组件的目标升降速度,确定所述旋转驱动器的理论转速,其中,所述理论转速为所述旋转驱动器在所述预设时长内匀速运行的转速;

[0010] 确定所述旋转驱动器的所述理论转速是否小于或等于预设转速,其中,所述预设转速为所述旋转驱动器产生振动的临界转速;

[0011] 在所述旋转驱动器的所述理论转速小于或等于所述预设转速的情况下,控制所述旋转驱动器在所述预设时长内,交替停止运行和以目标转速运行,以使所述旋转驱动器在所述预设时长内的平均转速等于所述理论转速,其中,所述目标转速大于所述预设转速。

[0012] 可选地,在所述旋转驱动器的所述理论转速小于或等于所述预设转速的情况下,在所述预设时长内,所述旋转驱动器切换至停止运行的状态的次数为多次,所述旋转驱动器每次在所述停止运行的状态保持第一时长;所述旋转驱动器切换至以目标转速运行的状态的次数与所述旋转驱动器切换至停止运行的状态的次数相等,所述旋转驱动器每次在所述以目标转速运行的状态保持第二时长;所述旋转驱动器处于所述停止运行的状态的累计

时长与处于所述以目标转速运行的状态的累计时长之和等于所述预设时长。

[0013] 可选地,所述控制器还用于在所述理论转速大于所述预设转速的情况下,控制所述旋转驱动器在所述预设时长内,以所述理论转速运行,以驱动所述感应线圈组件升降。

[0014] 可选地,所述升降组件包括螺杆和滑块,所述滑块与所述螺杆螺纹连接,以利用转动的螺杆驱动所述滑块移动;所述旋转驱动器与所述螺杆驱动连接,所述旋转驱动器用于驱动所述螺杆转动;所述滑块用于与所述感应线圈组件连接。

[0015] 可选地,所述感应线圈组件驱动系统还包括:旋转编码器,所述旋转编码器与所述螺杆连接,所述旋转编码器还与所述控制器电连接。

[0016] 可选地,所述感应线圈组件驱动系统还包括减速器,所述旋转驱动器通过所述减速器与所述螺杆驱动连接。

[0017] 可选地,所述减速器包括第一子减速器和第二子减速器,其中,所述第二子减速器为换向减速器,所述第二子减速器设置有第二动力输出轴;所述旋转驱动器与所述第一子减速器驱动连接,所述第一子减速器与所述第二子减速器驱动连接,所述第二动力输出轴沿所述感应线圈组件驱动系统的高度方向设置,所述螺杆与所述第二动力输出轴同轴连接。

[0018] 可选地,所述第一子减速器设置有第一动力输出轴,所述感应线圈组件驱动系统还包括电磁抱闸器,所述电磁抱闸器包括磁性固定部件和磁吸部件,所述磁吸部件与所述第一动力输出轴周向限位连接;在所述电磁抱闸器处于断电状态的情况下,所述磁吸部件与所述磁性固定部件由分离状态切换至吸合状态。

[0019] 第二方面,本申请实施例提供了一种感应线圈组件驱动系统的控制方法。

[0020] 本申请实施例提供的感应线圈组件驱动系统应用于本申请实施例提供的任何一种感应线圈组件驱动系统;

[0021] 所述感应线圈组件驱动系统的控制方法包括:

[0022] 利用所述控制器基于在预设时长内,所述感应线圈组件的目标升降速度,确定所述旋转驱动器的理论转速,其中,所述理论转速为所述旋转驱动器在所述预设时长内匀速运行的转速;

[0023] 利用所述控制器确定所述旋转驱动器的所述理论转速是否小于或等于预设转速,其中,所述预设转速为所述旋转驱动器产生振动的临界转速;

[0024] 在所述旋转驱动器的所述理论转速小于或等于所述预设转速的情况下,利用所述控制器控制所述旋转驱动器在所述预设时长内,交替停止运行和以目标转速运行,以使所述旋转驱动器在所述预设时长内的平均转速等于所述理论转速,其中,所述目标转速大于所述预设转速。

[0025] 可选地,所述感应线圈组件驱动系统的控制方法还包括:在所述理论转速大于所述预设转速的情况下,利用所述控制器控制所述旋转驱动器在所述预设时长内,以所述理论转速运行,以驱动所述感应线圈组件升降。

[0026] 第三方面,本申请实施例提供了一种可读存储介质。

[0027] 本申请实施例的可读存储介质,应用于本申请实施例提供的任何一种感应线圈组件驱动系统,所述可读存储介质上存储程序或指令,所述程序或指令被处理器执行时实现本申请实施例提供的任何一种感应线圈组件驱动系统的控制方法的步骤。

[0028] 本申请实施例采用的上述至少一个技术方案能够达到以下有益效果：

[0029] 在本申请的实施例中，可以使得旋转驱动器交替停止运行和以目标转速运行，其中，在旋转驱动器以目标转速运行的情况下，目标转速可以大于旋转驱动器产生振动的临界转速，这样，可以避免旋转驱动器发生振动，从而可以提升旋转驱动器的驱动精度，进而可以利用旋转驱动器和升降组件驱动感应线圈组件较精确地进行升降。

附图说明

[0030] 为了更清楚地说明本申请实施例或相关技术中的技术方案，下面将对实施例或相关技术描述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中记载的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0031] 图1为本申请实施例提供的一种感应线圈组件和晶体制备设备的示意图；

[0032] 图2为本申请实施例提供的一种感应线圈组件驱动系统的示意图；

[0033] 图3为本申请实施例提供的一种感应线圈组件的示意图；

[0034] 图4为本申请实施例提供的一种传动机构的示意图；

[0035] 图5为本申请实施例提供的一种感应线圈组件驱动系统的局部剖视图；

[0036] 图6为本申请实施例提供的一种感应线圈组件驱动系统的控制方法的流程图。

[0037] 附图标记说明：

[0038] 10-感应线圈组；20-晶体制备设备；

[0039] 100-感应线圈组件驱动系统；110-旋转驱动器；120-减速器；121-第一子减速器；122-第二子减速器；130-升降组件；131-螺杆；132-滑块；140-电磁抱闸器；141-磁性固定部件；142-磁吸部件；150-控制器；160-旋转编码器；200-感应线圈组件。

具体实施方式

[0040] 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。

[0041] 在本申请的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[0042] 此外，尽管本申请中所使用的术语是从公知公用的术语中选择的，但是本申请说明书中所提及的一些术语可能是申请人按他或她的判断来选择的，其详细含义在本文的描述的相关部分中说明。

[0043] 此外，要求不仅仅通过所使用的实际术语，而是还要通过每个术语所蕴含的意义来理解本申请。

[0044] 为了使得本领域的技术人员能够更好地理解本申请的发明构思，有必要先简要介绍相关技术中驱动感应线圈组件进行升降的其它方案。

[0045] 在相关技术中,可采用双电机、双向离合器、配合多级减速器和多级同步带传动组成快慢速升降定位系统,以驱动感应线圈组件进行升降。其中,双电机包括慢速电机和快速电机。多级同步带传动包括第一同步带、第二同步带和第三同步带。多级减速器包括第一减速器和第二减速器。

[0046] 慢速电机与第一减速器直连,通过第一同步带与双向离合器的下输入端连接,再通过第三同步带与第二减速器、升降组件连接,组成慢速升降定位机构。快速电机通过第二同步带与双向离合器的上输入端连接,同样再通过第三同步带与第二减速器、升降组件连接,组成快速升降定位机构。从而,通过控制双向离合器中上输入端和下输入端离合器的上电或下电实现快慢速的切换。

[0047] 例如,在需要驱动感应线圈组件以较慢的速度进行升降的情况下,可以利用双向离合器使得慢速电机进行动力输出,可以切断快速电机的动力。在需要驱动感应线圈组件以较快的速度进行升降的情况下,可以利用双向离合器使得快速电机进行动力输出,可以切断慢速电机的动力。

[0048] 相关技术中的方案,需连接两级同步带才能将电机的动力传递到升降组件,由于带传动是柔性传动,无法做到像齿轮一样的传动精度,且同步带传动级数越多,相对齿轮传动的累积升降定位误差也越大。由此可知,相关技术中的方案,存在结构复杂,且精度不高的问题。

[0049] 以下结合附图,详细说明本申请各实施例提供的技术方案。

[0050] 本申请实施例提供了一种感应线圈组件驱动系统,感应线圈组件驱动系统应用于半导体工艺设备。参考图2至图5,本申请实施例提供的感应线圈组件驱动系统100可包括:旋转驱动器110、升降组件130和控制器150。

[0051] 旋转驱动器110可与升降组件130驱动连接,升降组件130用于与感应线圈组件200传动连接,以驱动感应线圈组件200升降。

[0052] 控制器150用于基于在预设时长内,感应线圈组件200的目标升降速度,确定旋转驱动器110的理论转速,其中,理论转速为旋转驱动器110在预设时长内匀速运行的转速。控制器150还用于确定旋转驱动器110的理论转速是否小于或等于预设转速,其中,预设转速为旋转驱动器110产生振动的临界转速。控制器150还用于在旋转驱动器110的理论转速小于或等于预设转速的情况下,控制旋转驱动器110在预设时长内,交替停止运行和以目标转速运行,以使旋转驱动器110在预设时长内的平均转速等于理论转速,其中,目标转速大于预设转速。

[0053] 以此方式,在本申请的实施例中,可以使得旋转驱动器110交替停止运行和以目标转速运行,其中,在旋转驱动器110以目标转速运行的情况下,目标转速可以大于旋转驱动器110产生振动的临界转速,这样,可以避免旋转驱动器110发生振动,从而可以提升旋转驱动器110的驱动精度,进而可以利用旋转驱动器110和升降组件130驱动感应线圈组件200较精确地进行升降。

[0054] 还需说明的是,采用本申请实施例提供的方案,与相关技术中的方案相比,具备不需要使用离合进行切换;一个旋转驱动器110控制感应线圈组件200既能快速定位,又能慢速定位;结构简单,安装方便,硬件成本低等优点。

[0055] 在本申请的实施例中,在旋转驱动器110的理论转速小于或等于预设转速的情况

下,在预设时长内,旋转驱动器110切换至停止运行的状态的次数为多次,旋转驱动器110每次在停止运行的状态保持第一时长。旋转驱动器110切换至以目标转速运行的状态的次数与旋转驱动器110切换至停止运行的状态的次数相等,旋转驱动器110每次在以目标转速运行的状态保持第二时长。旋转驱动器110处于停止运行的状态的累计时长与处于以目标转速运行的状态的累计时长之和等于预设时长。

[0056] 例如,预设时长为 T ,旋转驱动器110的理论转速为 V_0 ,旋转驱动器110的目标转速 V_1 ,旋转驱动器110单次以目标转速 V_1 运行持续的时间为 T_1 ,旋转驱动器110单次停止运行持续的时间为 T_2 。则可以得出,旋转驱动器110交替运行的次数为 N ,其中, $T=N(T_1+T_2)$, $V_0=NV_1 \times T_1/T$ 。

[0057] 在本申请的实施例中,控制器150还用于在理论转速大于预设转速的情况下,控制旋转驱动器110在预设时长内,以理论转速运行,以驱动感应线圈组件200升降。即,在本申请的实施例中,在理论转速大于旋转驱动器110产生振动的临界转速的情况下,可以使得旋转驱动器110直接以理论转速匀速运行。这样,可以降低控制器150的控制难度。

[0058] 在本申请的实施例中,升降组件130可包括螺杆131和滑块132,滑块132与螺杆131螺纹连接,以利用转动的螺杆131驱动滑块132移动。旋转驱动器110与螺杆131驱动连接,旋转驱动器110用于驱动螺杆131转动。滑块132用于与感应线圈组件200连接。这样,可以利用旋转驱动器110驱动螺杆131转动,进而,转动的螺杆131可驱动滑块132移动。从而可以通过滑块132带动感应线圈组件200进行升降。

[0059] 此外,在本申请的其它实施例中,升降组件130可包括凸轮和顶杆,旋转驱动器110可与凸轮驱动连接,以驱动凸轮转动。转动的凸轮可带动顶杆进行升降移动。进而,可以利用升降移动的顶杆带动感应线圈组件200进行升降。

[0060] 在本申请的实施例中,感应线圈组件驱动系统100还可包括减速器120,旋转驱动器110可通过减速器120与螺杆131驱动连接。

[0061] 参考图2,在本申请的实施例中,减速器120可包括第一子减速器121和第二子减速器122。其中,第二子减速器122为换向减速器,第二子减速器122设置有第二动力输出轴。旋转驱动器110与第一子减速器121驱动连接,第一子减速器121与第二子减速器122驱动连接。第二动力输出轴沿感应线圈组件驱动系统100的高度方向设置,螺杆131与第二动力输出轴同轴连接。这样,可以使得螺杆131沿竖直方向设置,从而便于利用竖向设置的螺杆131驱动与螺杆131螺纹连接的滑块132进行升降,以使得感应线圈组件200随滑块132进行升降。

[0062] 示例性地,在本申请的实施例中,第一子减速器121和第二子减速器122均可为齿轮减速器。

[0063] 在本申请的实施例中,第一子减速器121设置有第一动力输出轴,感应线圈组件驱动系统100还可包括电磁抱闸器140。电磁抱闸器140可包括磁性固定部件141和磁吸部件142,磁吸部件142与第一动力输出轴周向限位连接;在电磁抱闸器140处于断电状态的情况下,磁吸部件142与磁性固定部件141由分离状态切换至吸合状态。这样,在需要使得感应线圈组件200停止升降的情况下,可以使得电磁抱闸器140处于断电状态,从而,可以利用电磁抱闸器140对第一子减速器121的第一动力输出轴进行抱闸,以使得第一动力输出轴停止转动,以切断输送至感应线圈组件200的动力。

[0064] 在本申请的实施例中,第一子减速器121可设置有第一动力输入轴,旋转驱动器110可与第一动力输入轴驱动连接,以将旋转驱动器110输出的动力传递给第一子减速器121。

[0065] 在本申请的实施例中,第二子减速器122可设置有第二动力输入轴,第一子减速器121的第一动力输出轴可依次经第一联轴器和传动轴,与第二动力输入轴传动连接。这样,可以使得旋转驱动器110输出的动力依次经第一子减速器121、第一联轴器、传动轴传递给第二子减速器122。

[0066] 进一步地,第二子减速器122的第二动力输出轴可经第二联轴器与螺杆131驱动连接。这样,可以将旋转驱动器110输出的动力传递至螺杆131。从而,可以利用转动的螺杆131驱动与螺杆131螺纹连接的滑块132进行升降,以使得感应线圈组件200随滑块132进行升降。

[0067] 如图5所示,连接第一子减速器121和第二子减速器122的传动轴上设置有电磁抱闸器140。电磁抱闸器140的磁吸部件142与传动轴通过键连接,磁性固定部件141与第二子减速器122的壳体固定连接。系统上电后,电磁抱闸器140的磁吸部件142和磁性固定部件141两部分断开,传动轴可在旋转驱动器110的驱动下将动力传递至升降组件130的螺杆131。

[0068] 系统断电后,电磁抱闸器140的磁吸部件142和磁性固定部件141两部分吸合。由于磁性固定部件141与第二子减速器122的壳体固定连接,第二子减速器122的壳体与升降组件130的固定框架固定连接,升降组件130的固定框架与整机机架固定连接,这样,可防止旋转驱动器110在抱闸断电失效的情况下,感应线圈组件200因自重导致瞬间坠落。从而可以提升感应线圈组件驱动系统100的安全性。

[0069] 可选地,在本申请的其它实施例中,在感应线圈组件驱动装置包括电磁抱闸器140的情况下,电磁抱闸器140的磁吸部件142也可与螺杆131连接,在电磁抱闸器140处于断电状态的情况下,磁吸部件142可与电磁抱闸器140的磁性固定部件141由分离状态切换至吸合状态。这样,也可防止旋转驱动器110在抱闸断电失效的情况下,感应线圈组件200因自重导致瞬间坠落。从而可以提升感应线圈组件驱动系统100的安全性。

[0070] 参考图2,可选地,在本申请的实施例中,在升降组件130可包括螺杆131和滑块132的情况下,感应线圈组件驱动系统100还可包括:旋转编码器160,旋转编码器160可与螺杆131连接,旋转编码器160还与控制器150电连接。这样,可以利用旋转编码器160获取螺杆131的转速,从而基于螺杆131的转速确定滑块132的移动速度。进而,可以将旋转编码器160检测的滑块132的移动速度反馈给控制器150,从而使得控制器150能够对滑动的移动速度进行闭环控制,以提升对感应线圈组件200的升降驱动精度。

[0071] 为了描述的方便,以下,主要以旋转驱动器110为伺服电机,控制器150为伺服电机的伺服控制器为例,说明感应线圈组件驱动系统100的工作原理。

[0072] 在旋转驱动器110为伺服电机,控制器150为伺服电机的伺服控制器的情况下,伺服控制器可向伺服电机发送脉冲信号,可以通过控制脉冲频率和脉冲数量的方式,控制伺服电机的转速,从而可以实现对感应线圈组件200的升降速度的控制。

[0073] 示例性地,升降组件130的螺杆131的螺距为 h ,第一子减速器121和第二子减速器122组成的两级减速比为 i 。在长晶工艺初始阶段感应线圈组件200快速定位的平均速度为

$V_{快}$, 需将旋转驱动器110的转速调节为 $R_{快} = iV_{快}/h$ 。在工艺进行阶段, 当工艺要求感应线圈组件200慢速定位的平均速度为 $V_{慢min}$ 时, 需将旋转驱动器110的转速调节为 $R_{慢min} = iV_{慢min}/h$ 。当工艺要求感应线圈组件200慢速定位的平均速度为 $V_{慢max}$ 时, 需将旋转驱动器110的转速调节为 $R_{慢max} = iV_{慢max}/h$ 。

[0074] 在实践过程中, $V_{慢max}$ 与 $V_{慢min}$ 之间有时会相差 $10 \sim 10^3$ 数量级的倍数, 同时 $V_{快}$ 与 $V_{慢min}$ 之间有时会相差 10^4 数量级的倍数。 $V_{快}$ 与 $V_{慢max}$ 之间相差10数量级的倍数, 即, 需调节旋转驱动器110的转速范围为 $R_{慢min} \sim R_{快}$, 两者相差 10^4 数量级的倍数。

[0075] 由于传动系统并非完全刚性结构, 以及负载感应线圈组件200重量较大, 存在较大的惯性, 旋转驱动器110慢速减小到一定数值时, 可能引起电机与负载之间传动机构的弹性扭转, 导致负载端感应线圈组件200存在偶发振动情况, 可以通过实验测量得出感应线圈组件200出现振动时。在本申请的实施例, 将旋转驱动器110产生振动的临界转速记为 $R_{临界}$; 其中, $R_{临界}$ 的大小与传动结构负载的重量有关。经换算了得出, 感应线圈组件200升降定位的平均速度 $V_{临界} = R_{临界}h/i$, 实际测试 $V_{慢min} < V_{临界} < V_{慢max} < V_{快}$, 对应旋转驱动器110的转速 $R_{慢min} < R_{临界} < R_{慢max} < R_{快}$ 。

[0076] 采用本申请实施例提供的方案, 可以利用控制器150通过调节旋转驱动器110运动与静止交替动作的方式, 使得旋转驱动器110驱动感应线圈组件200在 $V_{慢min} \sim V_{快}$ 之间相差 10^4 数量级的倍数的调速范围内快慢速升降定位, 慢速调速范围为 $V_{慢min} \sim V_{慢max}$, 相差 $10 \sim 10^3$ 数量级倍数。

[0077] 示例性地, 当需要在时间 T 内, 使得感应线圈组件200以 $V_{慢min}$ 的平均速度慢速定位的情况下, 可将时间 T 分为 N 组时间 T_1 和 T_2 , 即 $T = N(T_1 + T_2)$ 。在 T_1 时间内, 调节旋转驱动器110以 $R_1 > R_{临界}$ 的转速运行。在 T_2 时间内调节旋转驱动器110保持静止。根据需求的感应线圈组件200慢速定位平均速度 $V_{慢min}$ 计算得出的 $R_{慢min}$ 的大小, 根据 $R_{慢min}$ 的大小调整 T_1 和 T_2 的比例, 以及 N 和 R_1 的大小, 使得 $R_{慢min} = NT_1R_1/T$ 。从而实现旋转驱动器110驱动感应线圈组件200以 $V_{慢min}$ 大小的速度慢速定位。

[0078] 为了使得本领域的技术人员能够更好地理解本申请实施例提供的方案, 以下, 提供了更为具体地实施例供本领域的技术人员参考。

[0079] 在本申请的一实施例中, 升降组件130的螺杆131的螺距为 $h = 5\text{mm}$, 第一子减速器121和第二子减速器122的总减速比为 $i = 600$, 旋转驱动器110最大转速为 $R_{快} = 6000\text{r/min}$ 。在长晶工艺初始阶段, 感应线圈组件200的快速定位平均速度最大为 $V_{快max} = 50\text{mm/min}$ 。

[0080] 通过测试得出, 当旋转驱动器110转速降到 $R_{临界} = 1\text{r/min} = 60\text{r/h}$ 以下时, 感应线圈组件200定位速度降到 0.5mm/h 时, 升降过程中会出现偶发振动情况。

[0081] 若需要使得感应线圈组件200快慢速定位平均速度范围为 $1 \sim 30\text{mm/min}$, 即 $V_{快} = 30\text{mm/min}$, $V_{慢max} = 1\text{mm/min}$, $V_{快}$ 与 $V_{慢max}$ 相差30倍。在这种情况下, 需调节旋转驱动器110的转速范围为 $120 \sim 3600\text{r/min}$ 。即 $R_{快} = 3600\text{r/min}$, $R_{慢max} = 120\text{r/min} > R_{临界}$ 。这样, 可以使得旋转驱动器110以理论转速匀速运行。

[0082] 若需要使得感应线圈组件200快慢速定位平均速度范围为 $0.05\text{mm/h} \sim 30\text{mm/min}$, 即 $V_{快} = 30\text{mm/min}$, $V_{慢min} = 0.05\text{mm/h}$, $V_{快}$ 与 $V_{慢min}$ 相差36000倍。 $V_{慢max}$ 与 $V_{慢min}$ 相差1200倍。在这种情况下, 需调节旋转驱动器110的转速范围为 $6\text{r/h} \sim 3600\text{r/min}$ 。即 $R_{快} = 3600\text{r/min}$, $R_{慢min} = 6\text{r/h} < R_{临界}$ 。

[0083] 旋转驱动器110在以 $R_{慢min}=6r/h$ 的转速下匀速转动,驱动感应线圈组件200升降的过程中会出现偶发振动情况,采用本申请实施例提供的方案,可以控制旋转驱动器110交替静止和运动,以使得旋转驱动器110驱动感应线圈组件200慢速升降定位平均速度达到 $V_{慢min}=0.05mm/h$, $V_{慢min}=0.05mm/h$ 。

[0084] 可理解为,感应线圈组件200在1h内慢速定位0.05mm,将 $T=1h=60min$ 分为N组 T_1 和 T_2 ,控制旋转驱动器110在 T_1 时间内以 $R_1=2r/min>R_{临界}$ 的转速运行。在 T_2 时间内静止。

[0085] 根据感应线圈组件200慢速定位平均速度 $V_{慢min}=0.05mm/h$,计算得出 $R_{慢min}=6r/h$ 。可根据 $R_1=2r/min$ 和 $R_{慢min}=6r/h$,以及长晶工艺过程中的实际需求,调整 T_1 、 T_2 和N的大小。例如,可以将 $T=1h=60min$ 分为 $N=6$ 组 T_1 和 T_2 ,其中 $T_1=0.5min$, $T_2=9.5min$,使得 $R_{慢min}=NT_1R_1/T=0.1r/min=6r/h$ 。从而使得旋转驱动器110驱动感应线圈组件200以 $V_{慢min}=0.05mm/h$ 大小的平均速度慢速定位。

[0086] 本申请的实施例中,感应线圈组件200通过转接板与升降组件130中的滑块132固定连接,由滑块132带动感应线圈组件200进行升降定位。旋转编码器160可通过第三联轴器与升降组件130的螺杆131的顶端连接。旋转编码器160用来检测升降组件130中螺杆131的回转角,以确定感应线圈组件200升降位移和速度,并将感应线圈组件200升降位移和速度信号反馈给控制器150。控制器150对旋转编码器160反馈的位移和速度,与调节设定的位移和速度进行对比,并经过运算转化成驱动脉冲发送给旋转驱动器110进行补偿。这样,可以大幅提高感应线圈组件驱动系统100的定位精度。

[0087] 举例说明如下:在需要旋转驱动器110驱动感应线圈组件200在一定时间内,以 $V_{慢max}=1mm/min$ 的平均速度慢速定位60mm。即,旋转驱动器110需实时以 $R_{慢max}=120r/min$ 的平均转速转动达到7200圈,升降组件130的螺杆131需与旋转驱动器110同步转动。旋转编码器160在螺杆131转动圈数达到7200过程中,实时检测其实际转动圈数,并将检测数据反馈到控制器150。假设当旋转驱动器110在应该转动1200圈时,旋转编码器160实际检测到螺杆131转动圈数为1199,旋转编码器160将检测数据反馈给控制器150,控制器150对旋转驱动器110进行运动补偿,保证定位精度的准确性。

[0088] 本申请实施例提供了一种感应线圈组件驱动系统的控制方法,其中,感应线圈组件驱动系统为本申请实施例提供的任意一种感应线圈组件驱动系统100。

[0089] 参考图6,本申请实施例提供的感应线圈组件驱动系统的控制方法可包括:

[0090] 步骤310,基于在预设时长内,感应线圈组件的目标升降速度,确定旋转驱动器的理论转速,其中,理论转速为旋转驱动器在预设时长内匀速运行的转速。

[0091] 示例性地,在本申请的实施例中,可利用控制器150基于在预设时长内,感应线圈组件200的目标升降速度,确定旋转驱动器110的理论转速,其中,理论转速为旋转驱动器110在预设时长内匀速运行的转速。

[0092] 步骤320,确定旋转驱动器的理论转速是否小于或等于预设转速,其中,预设转速为旋转驱动器产生振动的临界转速。

[0093] 示例性地,在本申请的实施例中,可利用控制器150确定旋转驱动器110的理论转速是否小于或等于预设转速,其中,预设转速为旋转驱动器110产生振动的临界转速。

[0094] 步骤330,在旋转驱动器的理论转速小于或等于预设转速的情况下,控制旋转驱动器在预设时长内,交替停止运行和以目标转速运行,以使旋转驱动器在预设时长内的平均

转速等于理论转速,其中,目标转速大于预设转速。

[0095] 示例性地,在本申请的实施例中,在旋转驱动器110的理论转速小于或等于预设转速的情况下,可利用控制器150控制旋转驱动器110在预设时长内,交替停止运行和以目标转速运行,以使旋转驱动器110在预设时长内的平均转速等于理论转速,其中,目标转速大于预设转速。

[0096] 进一步地,在本申请的实施例中,感应线圈组件驱动系统的控制方法还可包括:

[0097] 在理论转速大于预设转速的情况下,控制旋转驱动器在预设时长内,以理论转速运行,以驱动感应线圈组件升降。

[0098] 示例性地,在本申请的实施例中,可利用控制器150控制旋转驱动器110在预设时长内,以理论转速运行,以驱动感应线圈组件200升降。

[0099] 本申请实施例提供了一种可读存储介质,可读存储介质上存储程序或指令,程序或指令被处理器执行时实现本申请实施例提供的任何一种感应线圈组件驱动系统的控制方法的步骤。

[0100] 以此方式,在本申请的实施例中,可以使得旋转驱动器110交替停止运行和以目标转速运行,其中,在旋转驱动器110以目标转速运行的情况下,目标转速可以大于旋转驱动器110产生振动的临界转速,这样,可以避免旋转驱动器110发生振动,从而可以提升旋转驱动器110的驱动精度,进而可以利用旋转驱动器110和升降组件130驱动感应线圈组件200较精确地进行升降。

[0101] 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、物品或者设备所固有的要素。

[0102] 尽管已经示出和描述了本申请的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本申请实施例的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本申请实施例的范围由所附权利要求及其等同物限定。

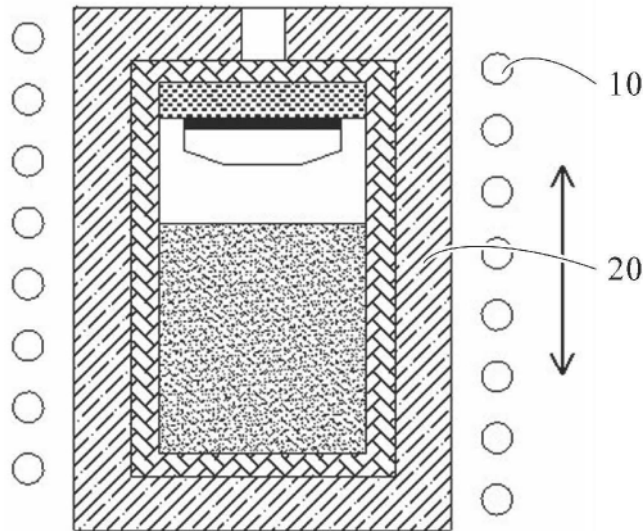


图1

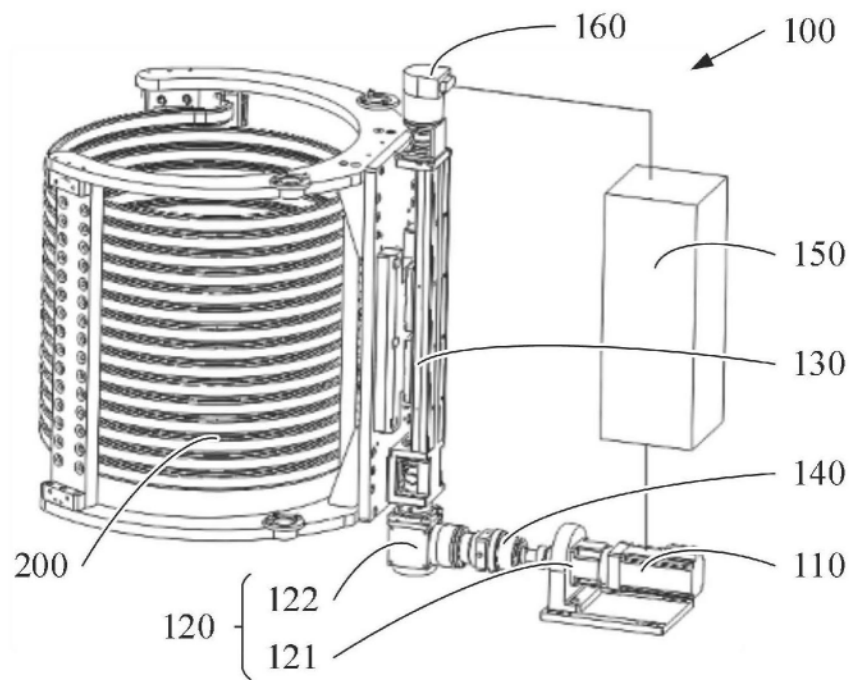


图2

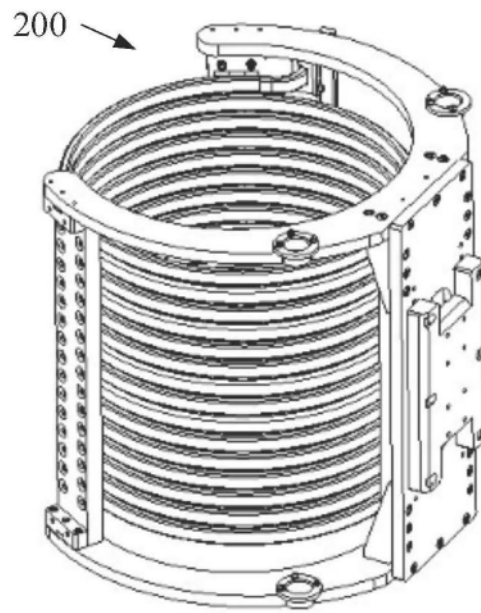


图3

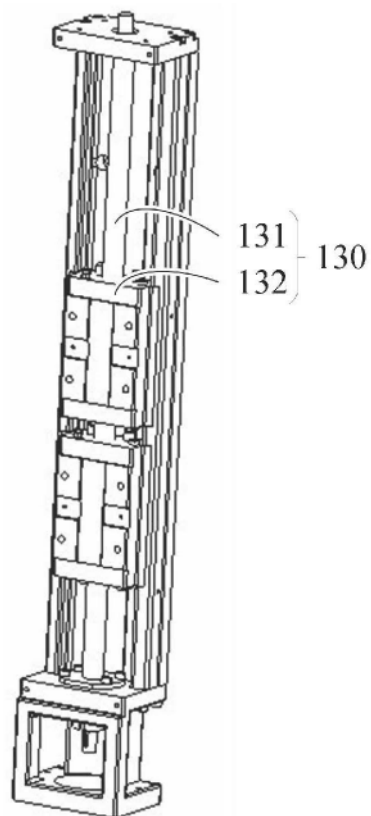


图4

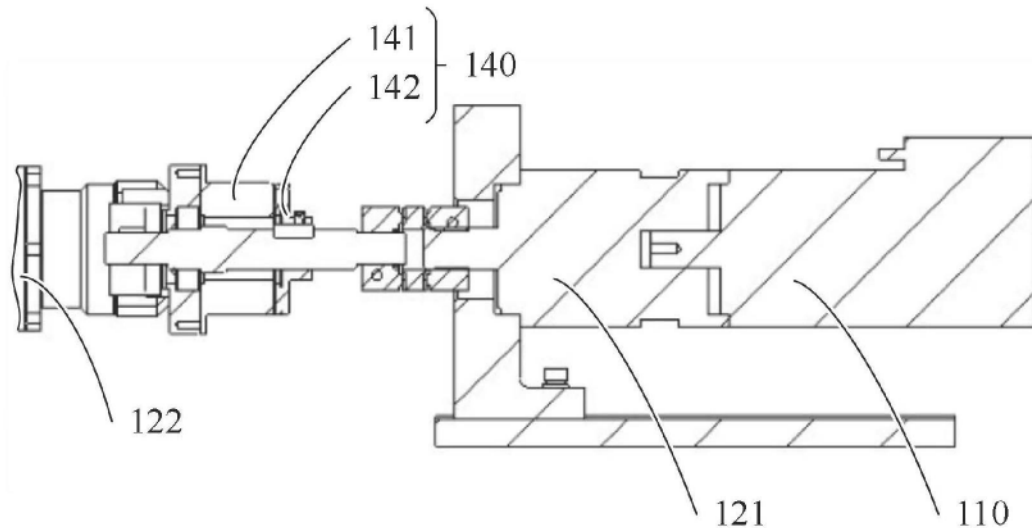


图5

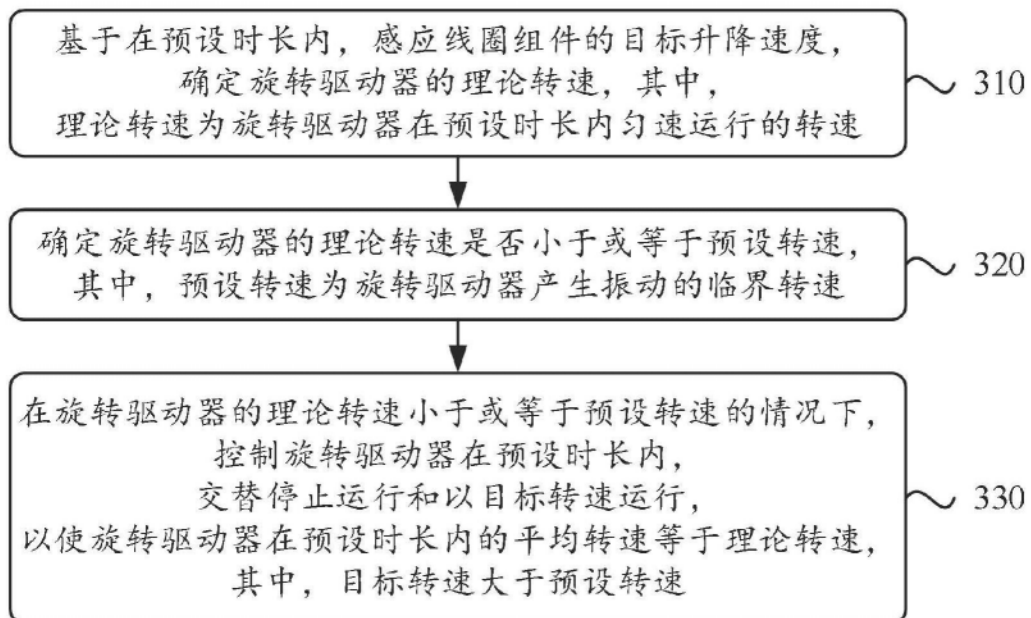


图6