



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116146603 A

(43) 申请公布日 2023.05.23

(21) 申请号 202310062204.7

(22) 申请日 2023.01.16

(71) 申请人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西
大直街92号

(72) 发明人 王波 吴言功 张凯文 乔政
丁飞

(74) 专利代理机构 哈尔滨龙科专利代理有限公司 23206

专利代理师 李智慧

(51) Int.Cl.

F16C 32/06 (2006.01)

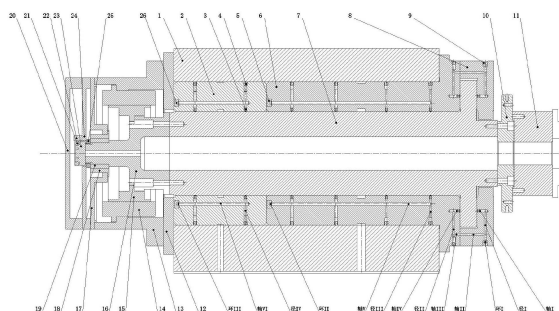
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种多气浮轴套的气体静压主轴

(57) 摘要

本发明公开了一种多气浮轴套的气体静压主轴,所述气体静压主轴包括底座、辅助轴套、轴套、主轴转子和辐板,其中:所述主轴转子由长轴和止推板组成;所述轴套设在主轴转子的长轴上,外侧固定在底座上;所述辅助轴套设在主轴转子的长轴尾部;所述辐板固定在轴套凸缘端面的一侧;所述轴套内圆表面与主轴转子的长轴形成主体径向轴承部分,所述辅助轴套内圆表面与主轴转子的长轴形成辅助径向轴承部分,所述轴套凸缘端面以及辐板内端面与主轴转子的止推板形成止推轴承部分。本发明只是在原有的气体静压主轴的结构中加设一辅助轴套的支承,原有的各部分结构大体不变,不需要对主轴的结构做出太大的改动,充分地利用了现有的加工工艺以及加工设备。



1. 一种多气浮轴套的气体静压主轴,其特征在于所述气体静压主轴包括底座、辅助轴套、轴套、主轴转子和辐板,其中:

所述主轴转子由长轴和止推板组成;

所述轴套设在主轴转子的长轴上,外侧固定在底座上;

所述辅助轴套设在主轴转子的长轴尾部;

所述辐板固定在轴套凸缘端面的一侧;

所述轴套内圆表面与主轴转子的长轴形成主体径向轴承部分,所述辅助轴套内圆表面与主轴转子的长轴形成辅助径向轴承部分,所述轴套凸缘端面以及辐板内端面与主轴转子的止推板形成止推轴承部分。

2. 根据权利要求1所述的多气浮轴套的气体静压主轴,其特征在于所述辐板上设置有沿圆周均布的轴向气道I、径向气道I以及轴向气道II,所述轴向气道I与径向气道I一一对应且互相连通,所述轴套凸缘端面上设置有沿圆周方向均布的轴向气道III、径向气道II以及轴向气道IV,所述轴向气道III与轴向气道II一一对应且互相连通,所述轴向气道III与径向气道II一一对应且互相连通,所述径向气道II与轴向气道IV一一对应且互相连通;所述辐板外圆表面上设置有一环形圆槽A,所述环形圆槽A中设有止推封气环形成环形气道I,所述环形气道I与若干径向气道I对应且互相连通;所述轴套上设置有沿圆周方向均布的径向气道III以及轴向气道V,所述轴向气道V连通径向气道III,所述轴套后端面上设置有一环形圆槽B,所述环形圆槽B中设有径向封气环I形成环形气道II,所述环形气道II与若干轴向气道V对应且互相连通;所述辅助轴套上沿圆周方向均布设置有径向气道IV以及轴向气道VI,所述轴向气道VI与径向气道VI相连通,所述辅助轴套后端面上设置有一环形圆槽C,所述环形圆槽C中设有径向封气环II形成环形气道III,所述环形气道III与若干轴向气道VI对应且互相连通。

3. 根据权利要求2所述的多气浮轴套的气体静压主轴,其特征在于所述径向气道II、径向气道III以及径向气道IV远离主轴转子一端均设置有封气螺堵,所述轴向气道I以及轴向气道IV靠近主轴转子的止推板一端均设置有小孔节流器,所述径向气道III以及径向气道IV靠近主轴转子的长轴一端均设置有小孔节流器。

4. 根据权利要求1所述的多气浮轴套的气体静压主轴,其特征在于所述气体静压主轴还包括夹具转接板,所述夹具转接板固定在主轴转子的一端。

5. 根据权利要求4所述的多气浮轴套的气体静压主轴,其特征在于所述气体静压主轴还包括四爪夹盘,所述四爪夹盘固定在夹具转接板上。

6. 根据权利要求1、4或5所述的多气浮轴套的气体静压主轴,其特征在于所述气体静压主轴还包括连接环、电机定子安装座、电机定子、电机动子和动子安装轴,所述电机定子安装座通过连接环固定在底座上,所述电机定子固定在电机定子安装座上,所述动子安装轴与主轴转子尾部相连接,所述电机动子固定在动子安装轴上,所述电机定子与电机动子转动连接。

7. 根据权利要求6所述的多气浮轴套的气体静压主轴,其特征在于所述电机定子和电机动子采用无框力矩电机。

8. 根据权利要求6所述的多气浮轴套的气体静压主轴,其特征在于所述气体静压主轴还包括旋变定子安装座、旋变定子、旋变动子和旋变压紧螺母,所述旋变定子安装座固定在

电机定子安装座上,所述旋变定子固定在旋变定子安装座上,所述旋变动子固定在动子安装轴上,所述旋变定子与旋变动子转动连接。

9.根据权利要求8所述的多气浮轴套的气体静压主轴,其特征在于所述气体静压主轴还包括后盖、圆光栅、读数头、光栅安装轴和读数头安装座,所述读数头安装座固定在旋变定子安装座上,所述光栅安装轴固定在动子安装轴上,所述圆光栅固定在光栅安装轴上,所述读数头固定在读数头安装座上,所述后盖固定在读数头安装座上。

一种多气浮轴套的气体静压主轴

技术领域

[0001] 本发明属于超精密加工领域，涉及一种超精密气体静压主轴，具体涉及一种多气浮轴套的气体静压主轴。

背景技术

[0002] 随着现代技术的不断发展与进步，各个领域对所需零件的精度要求越来越高，所以对零件加工设备尤其是机床主轴的性能要求也越来越高。由于气体静压主轴具有很高的回转精度，在高速转动的状态下温度变化小，所以造成的热变形误差就很小，所以气体静压主轴被广泛应用到超精密加工机床当中。而传统的气体静压主轴是以气体作为润滑剂，依靠外界提供的压力源在主轴周围形成润滑膜，所述润滑膜可将主轴完全浮起，并为主轴提供了支撑刚度。传统气体静压主轴最显著的优点是主轴回转精度高，气膜摩擦小，润滑膜具有误差均化效果，减小工价加工误差对于回转精度的影响，静压滑动轴承相比于动压滑动轴承润滑膜更加稳定，主轴在低速运行或高速运行时润滑膜都能保持完整，理论上可以在完全无磨损的情况下工作，可实现低速无爬行与低发热量。

[0003] 虽然采用气浮轴承的超精密主轴具有如此多的上述优点，但随着相关技术人员深入研究后发现，传统的气体静压主轴在达到某一速度时，会产生剧烈振动，深入研究发现这是由于速度所带来的振动频率达到了气浮主轴的一阶固有频率附近而产生了共振现象，并且传统气体静压主轴承能力小、刚度低、抗干扰能力差也是其长久以来所伴随的缺点。所以，如何解决以上传统气体静压主轴所出现的问题，提高其综合性能成为本领域较为重要的问题。

发明内容

[0004] 为了解决现有技术中出现的上述问题，本发明提供了一种多气浮轴套的气体静压主轴，在对整体气体静压主轴进行供气后，整个气体静压主轴在轴向上可看做三个支点支承，大大提高了其一阶固有频率，从而提高了主轴的模态性能以及运行的平稳性，同时也提高了主轴径向轴承的刚度与承载能力，并使得主轴可达到的速度上限大大上升。

[0005] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的：

[0006] 一种多气浮轴套的气体静压主轴，包括底座、辅助轴套、轴套、主轴转子和辐板，其中：

[0007] 所述主轴转子由长轴和止推板组成；

[0008] 所述轴套设在主轴转子的长轴上，外侧固定在底座上；

[0009] 所述辅助轴套设在主轴转子的长轴尾部；

[0010] 所述辐板固定在轴套凸缘端面的一侧；

[0011] 所述轴套内圆表面与主轴转子的长轴形成主体径向轴承部分，所述辅助轴套内圆表面与主轴转子的长轴形成辅助径向轴承部分，所述轴套凸缘端面以及辐板内端面与主轴转子的止推板形成止推轴承部分。

[0012] 相比于现有技术,本发明具有如下优点:

[0013] 1、本发明只是在原有的气体静压主轴的结构中加设一辅助轴套的支承,原有的各部分结构大体不变,不需要对主轴的结构做出太大的改动,充分地利用了现有的加工工艺以及加工设备。

[0014] 2、本发明通过在主轴转子尾部增设一辅助气浮轴套,使得整体气体静压主轴在轴向上具有辅助径向轴承、主体径向轴承以及止推轴承三处支承,大大提高了气体静压主轴的一阶固有频率,进一步提高了主轴的模态性能,使得主轴可达到的速度上限大大提高。由于增设的是一径向轴承,使得主轴的承载能力与刚度也得到大大提升,同时也提高了主轴的抗干扰、抗倾覆能力,使得主轴运行时的平稳性以及角刚度也大大提高。

附图说明

[0015] 图1为本发明气体静压主轴轴向剖面结构示意图;

[0016] 图2为本发明气体静压主轴立体结构示意图;

[0017] 图中,1、底座,2、辅助轴套,3、小孔节流器,4、封气螺堵,5、径向封气环I,6、轴套,7、主轴转子,8、辐板,9、止推封气环,10、夹具转接板,11、四爪夹盘,12、连接环,13、电机定子安装座,14、电机定子,15、电机动子,16、动子安装轴,17、旋变定子安装座,18、旋变定子,19、旋变动子,20、后盖,21、圆光栅,22、读数头,23、光栅安装轴,24、读数头安装座,25、旋变压紧螺母,26、径向封气环II。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图对本发明的技术方案作进一步的说明,但并不局限于此,凡是对本发明技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的精神和范围,均应涵盖在本发明的保护范围内。为了表述清楚方便,以下内容中,气体静压主轴的辐板8所在一侧为前端,远离辐板8的一侧为尾部,竖直方向为垂直于底座1底面的方向,本发明所记载的“前”、“后”等指示方位的词不应理解为对本发明做的具体限定。

[0019] 本发明提供了一种多气浮轴套的气体静压主轴,如图1和图2所示,所述气体静压主轴包括底座1、辅助轴套2、轴套6、主轴转子7和辐板8,其中:

[0020] 所述主轴转子7主要由长轴以及止推板组成;

[0021] 所述轴套6设在主轴转子7的长轴上,外侧通过螺栓连接固定在底座1上;

[0022] 所述辅助轴套2设在主轴转子7的长轴尾部;

[0023] 所述辐板8通过螺栓连接固定在轴套6凸缘端面的一侧;

[0024] 所述轴套6内圆表面与主轴转子7的长轴形成主体径向轴承部分,所述辅助轴套2内圆表面与主轴转子7的长轴形成辅助径向轴承部分,所述轴套6凸缘端面以及辐板8内端面与主轴转子7的止推板形成止推轴承部分。

[0025] 本发明中,所述辐板8上设置有沿圆周均布的轴向气道I、径向气道I以及轴向气道II,所述轴向气道I与径向气道I一一对应且互相连通,所述轴套6凸缘端面上设置有沿圆周方向均布的轴向气道III、径向气道II以及轴向气道IV,所述轴向气道III与轴向气道II一一对应且互相连通,所述轴向气道III与径向气道II一一对应且互相连通,所述径向气道II与轴向气道IV一一对应且互相连通;所述辐板8外圆表面上设置有一环形圆槽A,所述环形

圆槽A中设有止推封气环9形成环形气道I,所述止推封气环9内圆表面为一环形圆槽,所述环形气道I与若干径向气道I对应且互相连通,由此便形成了整个止推轴承的气路并可以只通过一个供气孔来对整个止推轴承进行供气;所述轴套6上设置有沿圆周方向均布的径向气道III以及轴向气道V,所述径向气道III在轴向上布置有4排,所述轴向气道V连通4排径向气道III,所述轴套6后端面上设置有一环形圆槽B,所述环形圆槽B中设有径向封气环I5形成环形气道II,所述径向封气环I5内圆表面为一环形圆槽,所述环形气道II与若干轴向气道V对应且互相连通,由此便形成了主体径向轴承的气路并可以只通过一个供气孔来对整个主体径向轴承进行供气;所述辅助轴套2上沿圆周方向均布设置有径向气道IV以及轴向气道VI,所述径向气道IV在轴向上设置有两排,所述轴向气道VI与两排径向气道VI相连通,所述辅助轴套2后端面上设置有一环形圆槽C,所述环形圆槽C中设有径向封气环II26形成环形气道III,所述径向封气环II26内圆表面为一环形圆槽,所述环形气道III与若干轴向气道VI对应且互相连通,由此便形成了辅助径向轴承的气路并可以只通过一个供气孔来对整个辅助径向轴承进行供气。

[0026] 本发明中,所述径向气道II、径向气道III以及径向气道IV远离主轴转子7一端均设置有封气螺堵4,从而保证各个气路的封闭;所述轴向气道I以及轴向气道IV靠近主轴转子7止推板的一端均设置有小孔节流器3;所述径向气道III以及径向气道IV靠近主轴转子7的长轴一端均设置有小孔节流器3。

[0027] 本发明中,气体静压主轴所采用的为小孔节流形式,但在实际加工应用中,并不限制其节流形式,还可运用表面节流、多孔质节流等其他节流形式。

[0028] 本发明中,气体静压主轴还包括夹具转接板10,所述夹具转接板10通过螺栓连接固定在主轴转子7的一端。

[0029] 本发明中,气体静压主轴还包括四爪夹盘11,所述四爪夹盘11通过螺栓连接固定在夹具转接板10上,用于装夹工件。

[0030] 本发明中,气体静压主轴还包括连接环12、电机定子安装座13、电机定子14、电机定子15和动子安装轴16,所述电机定子安装座13通过连接环12固定在底座1上,所述电机定子14通过螺栓连接固定在电机定子安装座13上,所述动子安装轴16通过螺栓连接与主轴转子7尾部相连接,所述电机定子15通过螺栓连接固定在动子安装轴16上,所述电机定子14与电机定子15之间为转动连接,用于给气体静压主轴提供动力。

[0031] 本发明中,电机定子14和电机定子15采用无框力矩电机。

[0032] 本发明中,气体静压主轴还包括旋变定子安装座17、旋变定子18、旋变动子19和旋变压紧螺母25,所述旋变定子安装座17通过螺栓连接固定在电机定子安装座13上,所述旋变定子18通过螺栓连接固定在旋变定子安装座17上,所述旋变动子19通过旋变压紧螺母25固定在动子安装轴16上,所述旋变定子18与旋变动子19之间为转动连接,用于主轴的位置、方向与速度的反馈,进而用于对电机进行精确控制。

[0033] 本发明中,所述气体静压主轴还包括后盖20、圆光栅21、读数头22、光栅安装轴23和读数头安装座24,所述读数头安装座24通过螺栓连接固定在旋变定子安装座17上,所述光栅安装轴23通过螺栓连接固定在动子安装轴16上,所述圆光栅21通过螺栓连接固定在光栅安装轴23上,所述读数头22通过螺栓连接固定在读数头安装座24上,用于主轴速度与位置的反馈;所述后盖20通过螺栓连接固定在读数头安装座24上,用于封闭主轴。

[0034] 本发明中,所述多气浮轴套的气体静压主轴在供气后轴向上由辅助径向轴承部分、主体径向轴承部分以及止推轴承部分进行支承,由此可看做三支点进行支承,相比传统气体静压主轴的两支点的支承,本发明的气体静压主轴一阶固有频率得到了大大的提高,进一步提高了主轴的模态性能,使得主轴可达到的速度上限大大提高。由于增设的是一径向轴承,使得主轴的承载能力与刚度也得到大大提升,同时也提高了主轴的抗干扰、抗倾覆能力,使得主轴运行时的平稳性以及角刚度也大大提高。

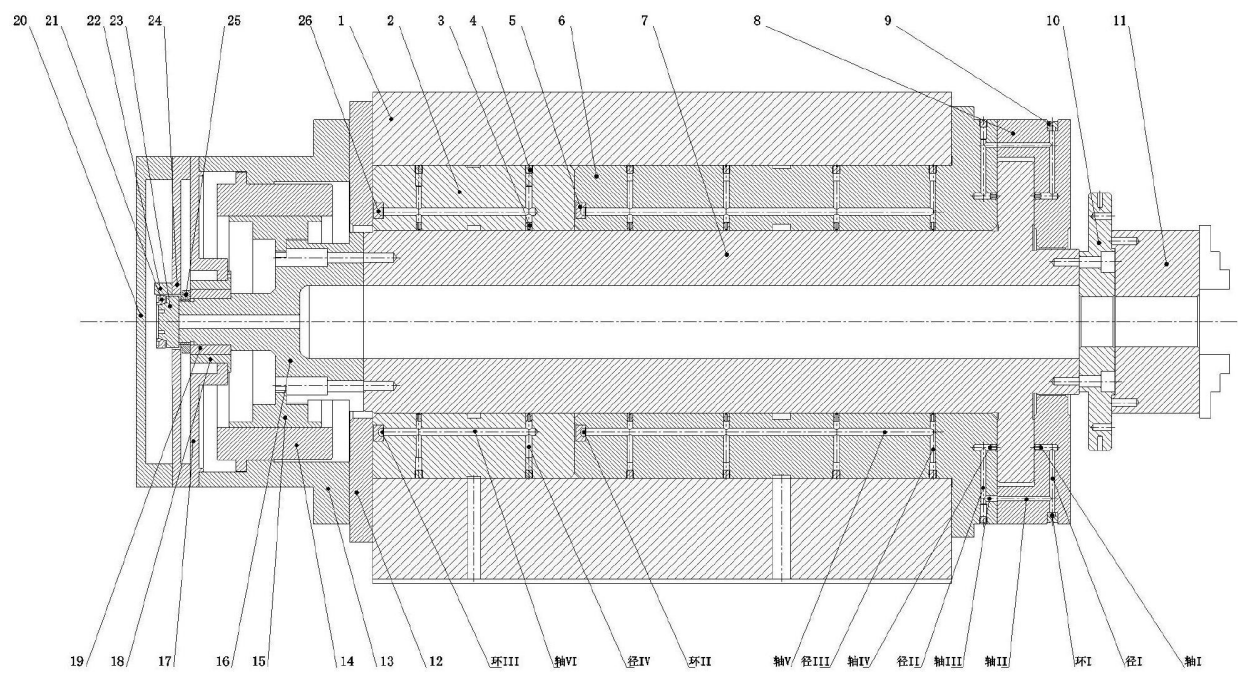


图1

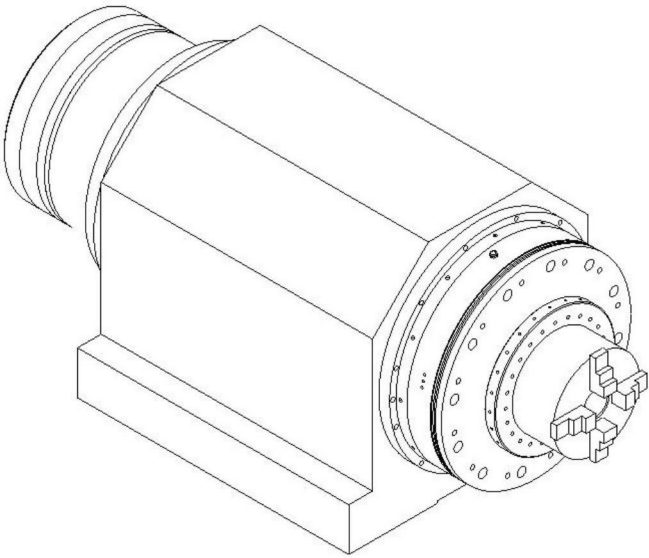


图2