



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103128628 A

(43) 申请公布日 2013. 06. 05

(21) 申请号 201310085954. 2

(22) 申请日 2013. 03. 18

(71) 申请人 厦门大学

地址 361005 福建省厦门市思明南路 422 号

(72) 发明人 王振忠 郭隐彪 潘日 梁恺

(74) 专利代理机构 厦门南强之路专利事务所

35200

代理人 马应森

(51) Int. Cl.

B24B 13/00 (2006. 01)

H02K 16/04 (2006. 01)

G01D 21/00 (2006. 01)

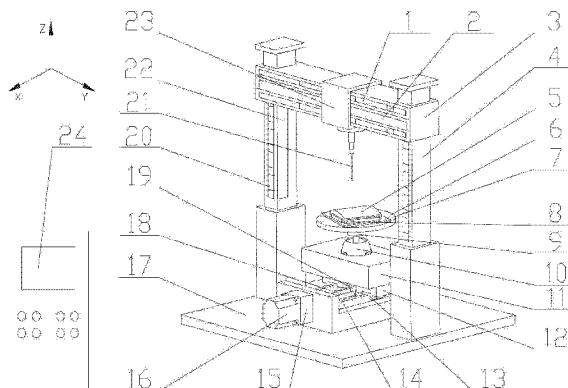
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

基于多自由度电机的光学元件加工及检测平台

(57) 摘要

基于多自由度电机的光学元件加工及检测平台，涉及用于光学元件的加工及检测平台。提供一种采用多自由度电机控制取代传统的多个电机共同作用实现多自由度旋转，在简化机床结构的同时可以避免多个电机空间误差叠加并降低检测过程中的运动控制算法的复杂度从而提高检测精度的基于多自由度电机的光学元件加工及检测平台。设有 Y 轴导轨、Y 轴直线电机、横梁、立柱、工作件、工作台、电磁吸盘、夹具、联轴器、多自由度电机、电机固定座、滑动板、滑块、X 轴导轨、电机连接座、X 轴电机、底座、丝杆、丝杆螺母、Z 轴导轨、加工 / 检测工具、Z 轴直线电机、加工 / 检测工具连接座、控制系统。



1. 基于多自由度电机的光学元件加工及检测平台,其特征在于设有 Y 轴导轨、Y 轴直线电机、横梁、立柱、工件、工作台、电磁吸盘、夹具、联轴器、多自由度电机、电机固定座、滑动板、滑块、X 轴导轨、电机连接座、X 轴电机、底座、丝杆、丝杆螺母、Z 轴导轨、加工 / 检测工具、Z 轴直线电机、加工 / 检测工具连接座、控制系统 ;

工件通过夹具固定在工作台上,工作台与联轴器相连,联轴器下方接多自由度电机,工件在多自由度电机带动下可以进行三自由度旋转 ; 多自由度电机固定在电机固定座上,电机固定座通过螺栓与底座相连 ; 通过 X 轴电机、丝杆、丝杆螺母、X 轴导轨和滑块实现多自由度电机沿 X 轴方向的往返运动 ; 所述立柱设于底座上, Z 轴导轨和 Z 轴直线电机设在立柱上,用于驱动横梁沿 Z 轴方向的往返运动 ; Y 轴导轨和 Y 轴直线电机设在横梁上,用于驱动探针 / 抛光工具连接座沿 Y 轴方向的往返运动 ; 通过横梁及探针 / 抛光工具连接座的运动实现探针 / 抛光工具沿 Z 轴、Y 轴的运动 ; Y 轴直线电机、Z 轴直线电机、X 轴电机和多自由度电机与控制系统连接。

2. 如权利要求 1 所述基于多自由度电机的光学元件加工及检测平台,其特征在于所述多自由度电机设有 8 个独立的定子线圈和永磁球状转子,永磁球状转子设有 4 极稀土永磁,每个定子线圈由一个相应的柱形铁心支承和导磁 ; 多自由度电机通过多自由度电机轴来传递球状转子上的力矩到工作台。

3. 如权利要求 2 所述基于多自由度电机的光学元件加工及检测平台,其特征在于所述 8 个独立的定子线圈分两层放置。

基于多自由度电机的光学元件加工及检测平台

技术领域

[0001] 本发明涉及用于光学元件的加工及检测平台,尤其是涉及一种基于多自由度电机的光学元件加工及检测平台。

背景技术

[0002] 随着光学元件超精密加工的发展,光学元件广泛地应用于各种光学系统中。尤其自由曲面光学元件在光学系统中能够矫正多种像差,提高系统的分辨能力,提高光学系统精度,增大作用距离,使得光学系统的成像质量大大提高。因此,对光学元件的加工与检测提出了更高的要求。

[0003] 随着机械手等高精度复杂控制系统的发展,对于驱动机构精密度和稳定性能的要求日益提高。因为多自由度电机结构简单,运动灵活,驱动、控制迅速而协调,受到了国内外学者的广泛关注。稀土永磁体的多自由度电机,可以大大提高电机磁能积,有效提高电机的运行效率,减小电机的体积,提高电机的可控性。此外稀土永磁类型的多自由度电机克服了异步电机固有的伺服特性相对较差的先天性缺点。Yusuf Oner 提出了一种新型永磁多自由度电机模型,具有结构简单、可靠性高的特点。(参考文献 :李争 . 一种多自由度电机三维磁场分析及永磁体设计 [J]. 机电与控制学报,2012, (07) :65-71.)

[0004] 在光学元件尤其是自由曲面光学元件的加工与检测过程中,往往需要保证工件表面局部法线与加工 / 检测工具的轴线重合,这涉及到空间中的旋转运动控制,一般空间中每个方向的旋转运动都需要一个电机来控制实现,由于自由曲面光学元件上各点法线在三维方向都不相同,因此在加工 / 检测自由曲面时就需要至少三个旋转电机实现法线的变化,这不仅增加了机床机械结构和检测过程中运动控制算法的复杂程度,也不可避免得引入了多个电机空间误差的叠加。针对以上情况,本发明提出一种基于多自由度电机的光学元件加工及检测平台,在简化机床结构的同时可以避免多个电机空间误差叠加并降低检测过程中的运动控制算法的复杂度从而提高检测精度。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于针对光学元件尤其是自由曲面光学元件加工及检测过程中,需要保证工件表面局部法线与加工 / 检测工具的轴线重合的情况,提供一种采用多自由度电机控制取代传统的多个电机共同作用实现多自由度旋转,在简化机床结构的同时可以避免多个电机空间误差叠加并降低检测过程中的运动控制算法的复杂度从而提高检测精度的基于多自由度电机的光学元件加工及检测平台。

[0006] 本发明设有 Y 轴导轨、Y 轴直线电机、横梁、立柱、工件、工作台、电磁吸盘、夹具、联轴器、多自由度电机、电机固定座、滑动板、滑块、X 轴导轨、电机连接座、X 轴电机、底座、丝杆、丝杆螺母、Z 轴导轨、加工 / 检测工具、Z 轴直线电机、加工 / 检测工具连接座、控制系统。

[0007] 工件通过夹具固定在工作台上,工作台与联轴器相连,联轴器下方接多自由度电机,工件在多自由度电机带动下可以进行三自由度旋转;多自由度电机固定在电机固定座

上,电机固定座通过螺栓与底座相连;通过 X 轴电机、丝杆、丝杆螺母、X 轴导轨和滑块实现多自由度电机沿 X 轴方向的往返运动;所述立柱设于底座上,Z 轴导轨和 Z 轴直线电机设在立柱上,用于驱动横梁沿 Z 轴方向的往返运动;Y 轴导轨和 Y 轴直线电机设在横梁上,用于驱动探针 / 抛光工具连接座沿 Y 轴方向的往返运动;通过横梁及探针 / 抛光工具连接座的运动实现探针 / 抛光工具沿 Z 轴、Y 轴的运动;Y 轴直线电机、Z 轴直线电机、X 轴电机和多自由度电机与控制系统连接。

[0008] 所述多自由度电机可设有 8 个独立的定子线圈和永磁球状转子,永磁球状转子设有 4 极稀土永磁,每个定子线圈由一个相应的柱形铁心支承和导磁;多自由度电机通过多自由度电机轴来传递球状转子上的力矩到工作台;所述 8 个独立的定子线圈分两层放置,从而驱动球状转子做 3 自由度运动。永磁球状转子放在多自由度电机的几何中心。永磁球状转子可做自转 $\pm 180^\circ$ 和偏转 $\pm 45^\circ$ 运动,多自由度电机轴的运动方向和运动速度是由 8 个定子线圈的通电方式和电流大小所决定。

[0009] 本发明利用传统机械结构实现加工 / 检测工具和工件在 X、Y、Z 三轴方向上的相对平移运动,采用多自由度电机控制取代传统的多个电机共同作用实现加工 / 检测工具绕 X、Y、Z 三轴的旋转运动,使得光学元件尤其是自由曲面光学元件在加工 / 检测过程中,加工 / 检测点局部法线与加工 / 检测工具的轴线重合。在简化机床结构的同时可以避免多个电机空间误差叠加并降低检测过程中的运动控制算法的复杂度从而提高检测精度。

附图说明

[0010] 图 1 为本发明实施例的结构示意图。

[0011] 图 2 为本发明实施例中采用的多自由度电机模型示意图。

[0012] 图 3 为本发明实施例中采用的的多自由度电机剖视示意图。

[0013] 图 4 为本发明实施例的实施方式示意图。

[0014] 以下给出图中主要配件的标记:

[0015] 1-Y 轴导轨,2-Y 轴直线电机,3-横梁,4-立柱,5-工件,6-工作台,7-电磁吸盘,8-夹具,9-联轴器,10-多自由度电机,11-电机固定座,12-滑动板,13-滑块,14-X 轴导轨,15-电机连接座,16-X 轴电机,17-底座,18-丝杆,19-丝杆螺母,20-Z 轴导轨,21-加工 / 检测工具,22-Z 轴直线电机,23-加工 / 检测工具连接座,24-控制系统,25-多自由度电机轴,26-球状转子,27-柱形铁心,28-多自由度电机外壳,29-定子线圈,30-自由曲面光学元件。

具体实施方式

[0016] 以下实施例将结合附图对本发明的技术方案作进一步阐述:

[0017] 参见图 1,本发明实施例设有 Y 轴导轨 1、Y 轴直线电机 2、横梁 3、立柱 4、工件 5、工作台 6、电磁吸盘 7、夹具 8、联轴器 9、多自由度电机 10、电机固定座 11、滑动板 12、滑块 13、X 轴导轨 14、电机连接座 15、X 轴电机 16、底座 17、丝杆 18、丝杆螺母 19、Z 轴导轨 20、加工 / 检测工具 21、Z 轴直线电机 22、加工 / 检测工具连接座 23 和控制系统 24。

[0018] 工件 5 通过夹具 8 和电磁吸盘 7 固定在工作台 6 上,工作台 6 与联轴器 9 相连,联轴器 9 下方接多自由度电机 10,工件 5 在多自由度电机 10 带动下可以进行三自由度旋转;多自由度电机 10 固定在电机固定座 11 上,电机固定座 11 通过螺栓与底座 17 相连;通过 X

轴电机 16、丝杆 18、丝杆螺母 19、X 轴导轨 14 和滑块 13 实现多自由度电机 10 沿 X 轴方向的往返运动；所述立柱 4 设于底座 17 上，Z 轴导轨 20 和 Z 轴直线电机 22 设在立柱 4 上，用于驱动横梁 3 沿 Z 轴方向的往返运动；Y 轴导轨 1 和 Y 轴直线电机 2 设在横梁 3 上，用于驱动探针 / 抛光工具连接座沿 Y 轴方向的往返运动；通过横梁 3 及探针 / 抛光工具连接座的运动实现探针 / 抛光工具沿 Z 轴、Y 轴的运动；Y 轴直线电机 2、Z 轴直线电机 22、X 轴电机 16 和多自由度电机 10 与控制系统 24 连接。

[0019] 参见图 2 和 3，多自由度电机 10 的主要部分是 8 个独立的定子线圈 29 和 4 极稀土永磁组成的球状转子 26。每个定子线圈 29 都有一个相应的柱形铁心 27 起支承和导磁作用。该电机通过多自由度电机轴 25 来传递球状转子 26 上的力矩到工作台 6。8 个独立的定子线圈 29 分两层放置，从而驱动球状转子 26 做 3 自由度运动。4 极稀土永磁组成的球状转子 26 放在电机的几何中心。永磁球状转子 26 可以做自转 $\pm 180^\circ$ 和偏转 $\pm 45^\circ$ 运动，多自由度电机轴 25 的运动方向和运动速度是由 8 个定子线圈 29 的通电方式和电流大小所决定。

[0020] 下面以自由曲面光学元件 30 上任意两相邻点的检测对本发明实施方式进行说明。由于自由曲面光学元件 30 检测时需要将加工 / 检测工具 21 移动到待测点的法线延长线上，因此，测量过程一般由两个运动来合作完成：即旋转运动和进给运动，其中旋转运动用于保证两检测点间的法线变化，进给运动用于改变加工 / 检测工具 21 和待测点的空间相对位置，驱动加工 / 检测工具 21 线性移动到待测点的法线延长线上。如图 4 所示为自由曲面光学元件 30 上的两个相邻检测点 A、B 的检测过程，图示中加工 / 检测工具 21 已在 A 点的法线延长线上完成对 A 点的测量，而 B 点为下一个待测点，由于加工 / 检测工具 21 始终处于竖直方向，并且自由曲面光学元件 30 上任意点的法线在三维方向都不相同，因此，B 点的局部法线方向需要经过多自由度电机 10 通过三个方向的旋转运动调节至竖直方向（参考图 3 多自由度电机的旋转方向），多自由度电机 10 在各个方向的旋转角度通过控制系统 24 控制多自由度电机定子线圈 29 中的通电电流大小进行精确控制，在通过多自由度电机 10 的旋转运动调节 B 点法线方向的同时，由于需要避免干涉并且加工 / 检测工具 21 与 B 点位置存在空间位置偏差等原因，需要通过进给运动调节加工 / 检测工具 21 和 B 点的相对关系，即通过控制系统 24 控制 X 轴电机 16、Y 轴直线电机 2 以及 Z 轴直线电机 22 进行三个方向上的线性运动，从而保证测量自由曲面光学元件 30 上 B 点时，加工 / 检测工具 21 处于 B 点的法线延长线上方完成测量。

[0021] 当然，本发明实施例中该多自由度电机 10 的安装位置不限于说明书中所述的工作台 6 下方，也可等效地安装在加工 / 检测工具连接座 23 上用于驱动加工 / 检测工具 21。并且多自由度电机 10 驱动形式不局限于说明书中所述的永磁体驱动，任何驱动形式的具有绕三个方向旋转的多自由度电机皆适用与本发明。同时，本发明可以进行模块化，可根据工件 5 的类型尺寸的不同选择不同型号的多自由度电机 10，电磁吸盘 7、工作台 6 等部件。

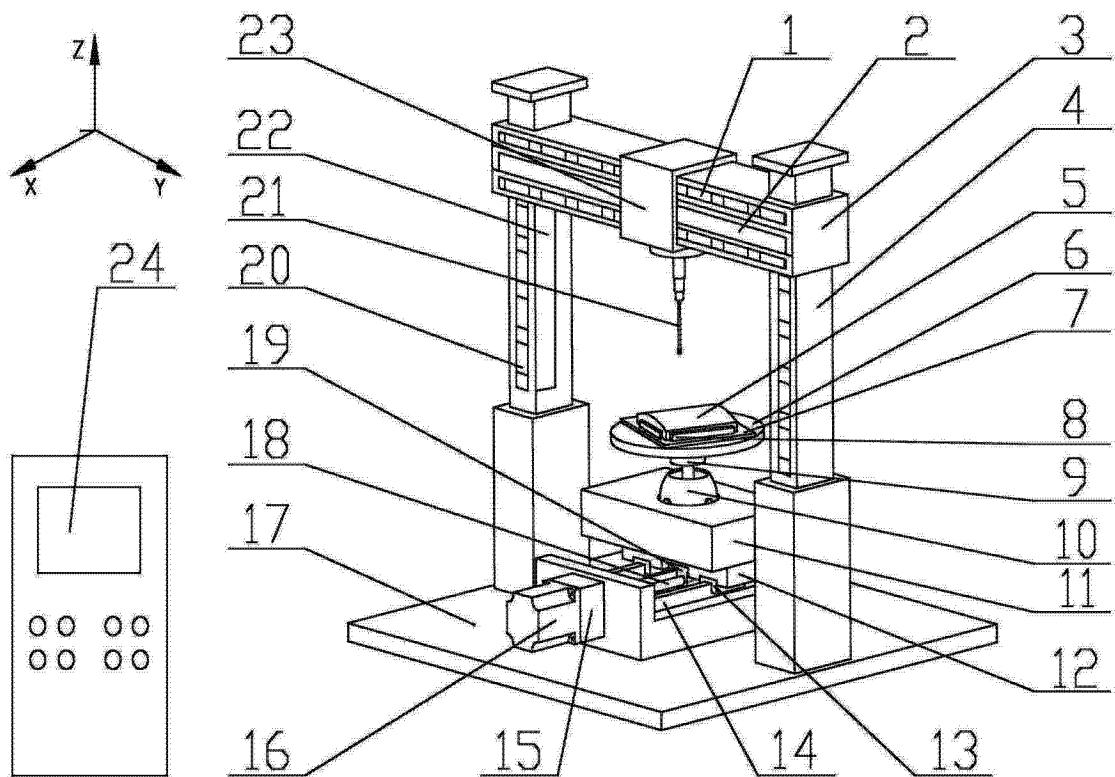


图 1

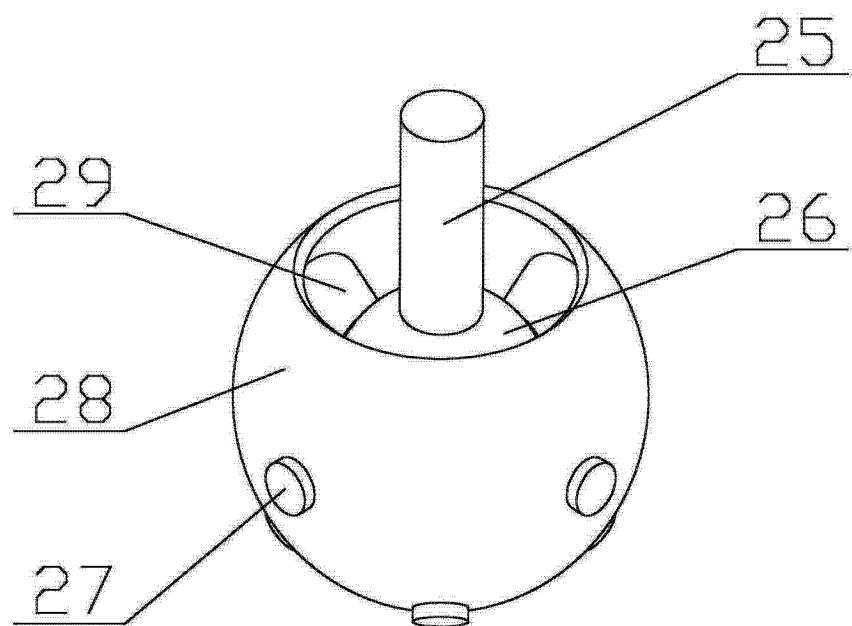


图 2

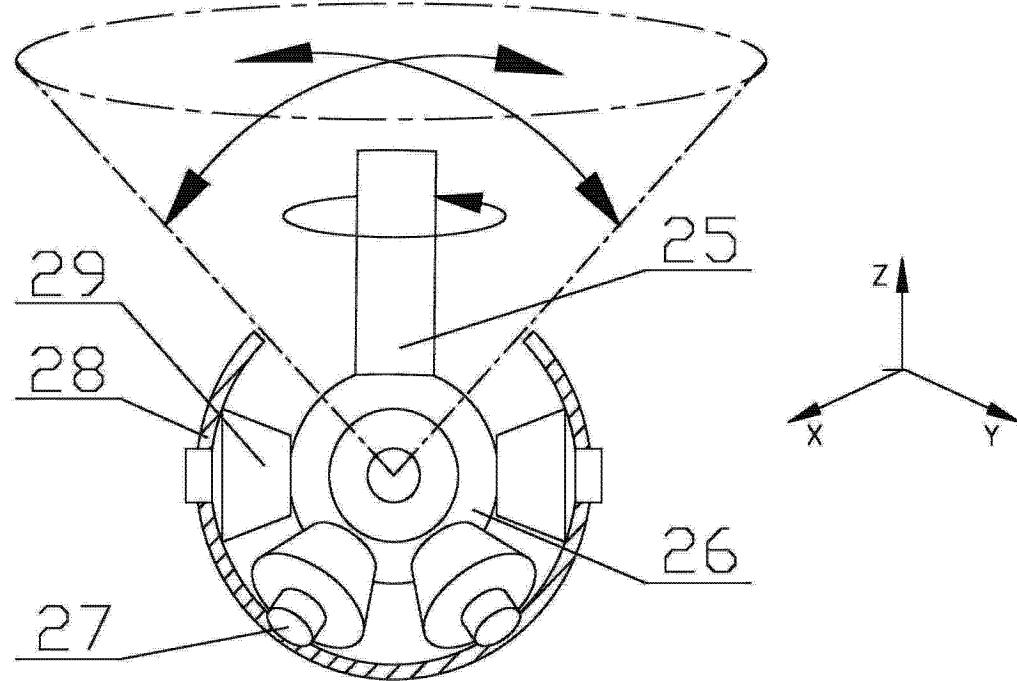


图 3

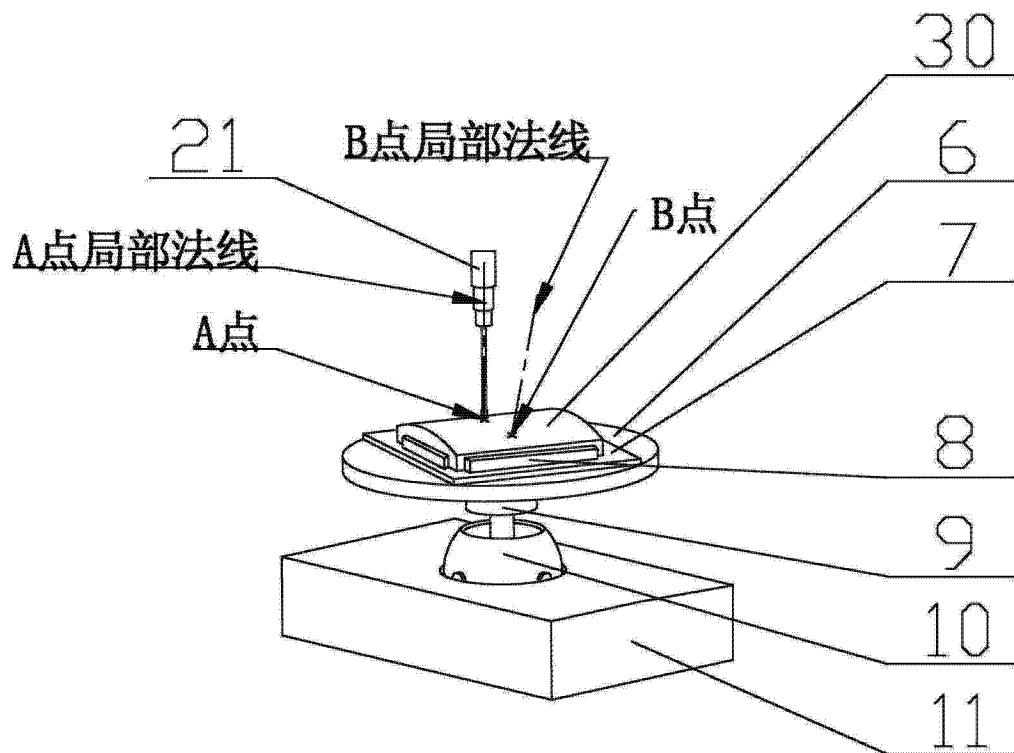


图 4