



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103318839 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 16

(21) 申请号 201310065633. 6

(22) 申请日 2013. 03. 01

(73) 专利权人 广东工业大学

地址 510006 广东省广州市番禺区广州大学
城外环西路 100 号

(72) 发明人 高健 谭国成 陈新 姜永军

曹占伦 杨志军 刘冠峰 李泽湘

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限
公司 44102

代理人 林丽明

(51) Int. Cl.

B81C 99/00(2010. 01)

(56) 对比文件

CN 203269552 U, 2013. 11. 06,

TW 200618932 A, 2006. 06. 16,

CN 102794664 A, 2012. 11. 28,

KR 10-0866154 B1, 2008. 10. 31,

CN 1731081 A, 2006. 02. 08,

CN 102543217 A, 2012. 07. 04,

审查员 郭研岐

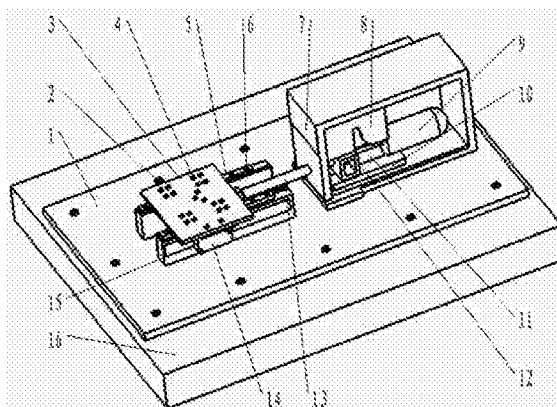
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台及切换方法

(57) 摘要

本发明是一种基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台及切换方法。包括平台底板及音圈电机, 平台底板安装在隔振基座上, 音圈电机安装在平台底板的一侧, 音圈电机包括有音圈电机外壳、音圈电机磁铁组件、音圈电机线圈、音圈电机线性编码器、电机轴连接架。本发明由于采用由音圈电机驱动平台进行大行程高速的进给, 压电陶瓷直接连接在音圈电机的输出轴上的结构, 因此, 本发明结构紧凑, 易于反馈控制。此外, 平台上安装有压电陶瓷, 通过施加反向作用力, 起到高速运动平台的减振作用, 能有效地解决高加速度运动过程平台振动大、难于快速稳定的问题; 在平台稳定后压电陶瓷则切换功能, 用于驱动微平台运动, 并通过绝对光栅的闭环控制, 实现平台微运动的精密定位。



1. 一种基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台,包括有平台底板及音圈电机,平台底板安装在隔振基座上,音圈电机安装在平台底板的一侧,音圈电机包括有音圈电机外壳、音圈电机磁铁组件、音圈电机线圈、音圈电机线性编码器、音圈电机轴、电机轴连接架、音圈电机伸出轴、联轴器,其中音圈电机磁铁组件安装在音圈电机外壳的侧面,音圈电机线圈安装在音圈电机外壳的底部,音圈电机轴安装在音圈电机线圈内,音圈电机轴通过联轴器及电机轴连接架与音圈电机伸出轴的一端连接,电机轴连接架的下方安装有对音圈电机的位置信号进行反馈的音圈电机线性编码器,音圈电机伸出轴的另一端与压杆的一端连接,压杆的另一端与压电陶瓷连接,压电陶瓷安装固定在工作台上,工作台的上方装设有加速度传感器,工作台的下方安装有直线导轨滑块,直线导轨滑块装设在直线导轨上组成直线运动副,直线导轨滑块能在直线导轨上进行直线运动,电机轴连接架能沿直线导轨直线运动,直线导轨装设在工作台上,工作台的侧边安装有绝对光栅读数头,光栅读数头沿运动方向紧贴安装有绝对光栅尺,绝对光栅尺安装在平台底板上。

2. 根据权利要求1所述的基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台,其特征在于上述压杆上还设有对压电陶瓷进行预紧力调整的预紧力调整机构,包括有预紧螺母和弹簧,预紧螺母通过外螺纹与压电陶瓷安装板所设的圆形套筒连接,弹簧装设在压杆所设的定位凸台与预紧螺母之间,预紧螺母、压电陶瓷和弹簧都安装在压电陶瓷安装板所设的圆形套筒。

3. 根据权利要求1所述的基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台,其特征在于上述压杆与压电陶瓷连接的一端设有半圆凹印,所设半圆凹印直接压在压电陶瓷上。

4. 根据权利要求1所述的基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台,其特征在于上述压电陶瓷通过压电陶瓷安装板安装固定在工作台上,压电陶瓷通过压电陶瓷安装板背面所设的通孔用压电陶瓷安装螺丝进行固定。

5. 根据权利要求4所述的基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台,其特征在于上述隔振基座为大理石隔振台;上述压电陶瓷安装板用螺栓安装到工作台上。

6. 根据权利要求1所述的基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台,其特征在于上述工作台通过沉头螺丝固定直线导轨滑块。

7. 根据权利要求1所述的基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台,其特征在于上述音圈电机伸出轴与压杆的连接端设有内螺纹,音圈电机伸出轴通过内螺纹与压杆连接。

8. 根据权利要求5所述的基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台,其特征在于上述平台底板通过底板安装螺丝安装在大理石隔振台上;上述音圈电机磁铁组件用螺丝安装在音圈电机外壳的侧面。

9. 根据权利要求1所述的基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台,其特征在于上述工作台的侧边开有用于安装绝对光栅读数头的两个孔,绝对光栅尺自带专用的安装带安装在平台底板的墙板上;工作台的下方通过直线导轨滑块安装螺栓安装有直线导轨滑块,直线导轨滑块装设在直线导轨上组成直线运动副,直线导轨滑块能在直线导轨上进行直线运动。

10. 一种根据权利要求1所述的基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台的切换方法,其特征在于包括如下步骤:

1)当工作台的运动位移为 P 时,其运动可分解为宏运动位移 P_1 和微运动位移 P_2 ,平台的定位精度由压电陶瓷的微进给保证,首先宏运动由音圈电机驱动进给实现,由音圈电机线性编码器反馈平台的位置信号,通过位置信号的比较与闭环反馈控制,实现音圈电机的

宏运动,在工作台的宏运动过程中,音圈电机的线性编码器具有高响应频率,能在高速运动中实时反馈平台的位置信号;

2) 在宏运动平台的高速加减速运动中,平台的振动信号通过数据采集卡从加速度传感器实时提取, f_1 是实时分析振动信号所得到的工作台振动主频率;当平台减速时,必然在高速运动情况下产生较大的振动,当主频率 f_1 超过预定阈值频率 f_0 ,则启动轴向安装的压电陶瓷的减振功能,对平台施加反向运动,实现平台的快速减振;

3) 当宏运动平台接近行程终点,即 $P_1 - P_z \leq e_1$ 成立时, e_1 为宏运动的位置精度, P_z 为增量光栅读数,若平台的振动频率 f_1 仍然大于平台稳定时要求的频率 f_0 ,则压电陶瓷继续进行减振,当 $f_1 \leq f_0$ 成立时,系统进行压电陶瓷的功能切换和光栅信号的切换,启动平台的微驱动,并同时读取绝对光栅尺的位置读数;微运动由压电陶瓷驱动,其闭环位置控制的位置信号由具有高分辨率的绝对光栅尺提供,将绝对光栅尺的位置信号 P_j 和终点位置 P 进行比较,通过高精度位置闭环控制,最终实现纳米级别的微定位。

基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台及切换方法

技术领域

[0001] 本发明是一种基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台及切换方法,属于基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台的改造技术。

背景技术

[0002] 微电子产品高质量高产能的制造,取决于关键机构的高精度定位与高加速度运动的二者兼顾。高精度与高加速度运动与定位可采用宏微运动相结合的复合运动实现,国内外已有类似研究。然而,宏微复合高速运动及其子系统运动的切换机理及行为描述等核心问题,包括数学描述、振动行为、运动特性、以及稳定性评价等,一直未得以有效解决。高速精密运动平台的结构设计、在振动抑制方法设计与控制策略确定,成为提高当前与未来微电子制造装备及其运动平台的关键。此外,微纳米运动生成的致动器系统,涉及电、磁、机构、功能材料等多物理场耦合建模,运动性能受到多场多因素影响约束与影响,是多学科融合的科学难题;宏微复合运动工况下基于功能材料的微纳米精度生成的机理,尤其是材料特性、结构尺寸与组成成分对非线性迟滞、蠕变与漂移效应的物理本质与影响规律,相关理论的缺欠一直限制着高速运动平台的精确性。宏微高速精密运动平台的设计,已经成为微电子制造装备向着大行程、高速、高加速度、高精度等高性能指标发展的瓶颈。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于考虑上述问题而提供一种可实现大行程、高速运动,同时能保证运动精度的基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台。本发明设计合理,方便实用。

[0004] 本发明的另一目的在于提供一种操作简单,方便实用的基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台的切换方法。

[0005] 本发明的技术方案是:本发明的基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台,包括有平台底板及音圈电机,平台底板安装在隔振基座上,音圈电机安装在平台底板的一侧,音圈电机包括有音圈电机外壳、音圈电机磁铁组件、音圈电机线圈、音圈电机线性编码器、音圈电机轴、电机轴连接架、音圈电机伸出轴、联轴器,其中音圈电机磁铁组件安装在音圈电机外壳的侧面,音圈电机线圈安装在音圈电机外壳的底部,音圈电机轴安装在音圈电机线圈内,音圈电机轴通过联轴器及电机轴连接架与音圈电机伸出轴的一端连接,电机轴连接架的下方安装有对音圈电机的位置信号进行反馈的音圈电机线性编码器,音圈电机伸出轴的另一端与压杆的一端连接,压杆的另一端与压电陶瓷连接,压电陶瓷安装固定在工作台上,工作台的上方装设有加速度传感器,工作台的下方安装有直线导轨滑块,直线导轨滑块装设在直线导轨上组成直线运动副,直线导轨滑块能在直线导轨上进行直线运动,电机轴连接架能沿直线导轨直线运动,直线导轨装设在工作台上,工作台的侧边安装有绝对光栅读数头,光栅读数头沿运动方向紧贴安装有绝对光栅尺,绝对光栅尺安装在平台底板上。

[0006] 本发明基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台的切换方法,包括如下步骤:

[0007] 1)当工作台的运动位移为 P 时,其运动可分解为宏运动位移 P_1 和微运动位移 P_2 ,

平台的定位精度由压电陶瓷的微进给保证,首先宏运动由音圈电机驱动进给实现,由音圈电机线性编码器反馈平台的位置信号,通过位置信号的比较与闭环反馈控制,实现音圈电机的宏运动,在工作台的宏运动过程中,音圈电机的线性编码器具有高响应频率,能在高速运动中实时反馈平台的位置信号;

[0008] 2) 在宏运动平台的高速加减速运动中,平台的振动信号通过数据采集卡从加速度传感器实时提取, f_1 是实时分析振动信号所得到的工作台振动主频率;当平台减速时,必然在高速运动情况下产生较大的振动,当主频率 f_1 超过预定阈值频率 f_0 ,则启动轴向安装的压电陶瓷的减振功能,对平台施加反向运动,实现平台的快速减振;

[0009] 3) 当宏运动平台接近行程终点,即 $P_1 - P_z \leq e_1$ 成立时, e_1 为宏运动的位置精度, P_z 为增量光栅读数,若平台的振动频率 f_1 仍然大于平台稳定时要求的频率 f_0 ,则压电陶瓷继续进行减振,当 $f_1 \leq f_0$ 成立时,系统进行压电陶瓷的功能切换和光栅信号的切换,启动平台的微驱动,并同时读取绝对光栅尺的位置读数;微运动由压电陶瓷驱动,其闭环位置控制的位置信号由具有高分辨率的绝对光栅尺提供,将绝对光栅尺的位置信号 P_j 和终点位置 P 进行比较,通过高精度位置闭环控制,最终实现纳米级别的微定位。

[0010] 本发明由于采用由音圈电机驱动平台进行大行程高速的进给,压电陶瓷直接连接在音圈电机的输出轴上的结构,因此,本发明的平台结构紧凑,易于反馈控制。此外,平台上安装有压电陶瓷,通过施加反向作用力,起到高速运动平台的减振作用,能有效地解决高加速度运动过程平台振动大、难于快速稳定的问题;在平台稳定后压电陶瓷则切换功能,用于驱动微平台运动,并通过绝对光栅的闭环控制,实现平台微运动的精密定位。本发明解决了宏微运动平台高速运动与精密定位的矛盾。本发明与现有技术相比,具有以下优点及突出效果:

[0011] 1) 机械结构简单轻巧,平台负载小,可实现大行程、高速运动;同时能通过平台位置的闭环控制,保证运动精度。

[0012] 2) 压电陶瓷安装在音圈电机输出轴上,起两方面的重要作用:一方面,进行高速运动平台的减振作用,能有效地解决高加速度运动过程平台振动大、难于快速稳定的问题;另一方面,在平台稳定后压电陶瓷启动微运动平台的微驱动功能,通过绝对光栅的闭环控制,实现平台微运动的精密定位。

[0013] 本发明是一种性能优良,方便实用的基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台及切换方法。

附图说明

[0014] 图1为本发明单轴宏微平台示意图;

[0015] 图2为本发明压电陶瓷安装结构示意图;

[0016] 图4为本发明直线导轨安装结构示意图;

[0017] 图5为本发明平台控制信号示意图;

[0018] 图6为本发明平台运动规划示意图。

[0019] 在图中: 1、平台底板;2、底板安装螺丝;3、工作台;4、工作台安装螺丝;5、直线导轨;6、导轨安装螺栓;7、音圈电机外壳;8、音圈电机磁铁组件;9、音圈电机线圈;10、音圈电机线性编码器;11、音圈电机轴;12、电机轴连接架;13、音圈电机伸出轴;14、绝对光栅读

数头 ;15、绝对光栅尺 ;16、隔振基座 ;17、压杆 ;18、预紧螺母 ;19、弹簧 ;20、加速度传感器 ;21、压电陶瓷 ;22、压电陶瓷安装板 ;23、压电陶瓷安装螺丝 ;24、直线导轨滑块 ;25、直线导轨滑块安装螺栓 ;26、联轴器。

具体实施方式

[0020] 实施例：

[0021] 本发明的结构示意图如图 1、2、3、4 所示，本发明的基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台，包括有平台底板 1 及音圈电机，平台底板 1 安装在隔振基座 16 上，音圈电机安装在平台底板 1 的一侧，音圈电机包括有音圈电机外壳 7、音圈电机磁铁组件 8、音圈电机线圈 9、音圈电机线性编码器 10、音圈电机轴 11、电机轴连接架 12、音圈电机伸出轴 13、联轴器 26，其中音圈电机磁铁组件 8 安装在音圈电机外壳 7 的侧面，音圈电机线圈 9 安装在音圈电机外壳 7 的底部，音圈电机轴 11 安装在音圈电机线圈 9 内，音圈电机轴 11 通过联轴器 26 及电机轴连接架 12 与音圈电机伸出轴 13 的一端连接，电机轴连接架 12 的下方安装有对音圈电机的位置信号进行反馈的音圈电机线性编码器 10，音圈电机伸出轴 13 的另一端与压杆 17 的一端连接，压杆 17 的另一端与压电陶瓷 21 连接，压电陶瓷 21 安装固定在工作台 3 上，工作台 3 的上方装设有加速度传感器 20，工作台 3 的下方安装有直线导轨滑块 24，直线导轨滑块 24 装设在直线导轨 5 上组成直线运动副，直线导轨滑块 24 能在直线导轨 5 上进行直线运动，电机轴连接架 12 能沿直线导轨 5 直线运动，直线导轨 5 装设在工作台 3 上，工作台 3 的侧边安装有绝对光栅读数头 14，光栅读数头 14 沿运动方向紧贴安装有绝对光栅尺 15，绝对光栅尺 15 安装在平台底板 1 上。本实施例中，上述工作台 3 的侧边开有用于安装绝对光栅读数头 14 的两个孔，绝对光栅尺 15 自带专用的安装带安装在平台底板 1 的墙板上；工作台 3 的下方通过直线导轨滑块安装螺栓 25 安装有直线导轨滑块 24，直线导轨滑块 24 装设在直线导轨 5 上组成直线运动副，直线导轨滑块 24 能在直线导轨 5 上进行直线运动。

[0022] 本实施例中，平台底板 1 是高加工精度的钢板，本发明的宏微平台由音圈电机驱动进行宏运动。

[0023] 本实施例中，上述压杆 17 上还设有对压电陶瓷进行预紧力调整的预紧力调整机构，包括有预紧螺母 18 和弹簧 19，预紧螺母 18 通过外螺纹与压电陶瓷安装板 22 所设的圆形套筒连接，弹簧 19 装设在压杆 17 所设的定位凸台与预紧螺母 18 之间，预紧螺母 18、压电陶瓷 21 和弹簧 19 都安装在压电陶瓷安装板 22 所设的圆形套筒上。圆形套筒设有开孔，开孔可以穿设压电陶瓷的信号线和电源线。本实施例中，上述压杆 17 与压电陶瓷 21 连接的一端设有半圆凹印，所设半圆凹印直接压在压电陶瓷 21 上。

[0024] 本实施例中，上述压电陶瓷 21 通过压电陶瓷安装板 22 安装固定在工作台 3 上，压电陶瓷 21 通过压电陶瓷安装板 22 背面所设的通孔用压电陶瓷安装螺丝 23 进行固定。上述隔振基座 16 为大理石隔振台；上述电陶瓷安装板 22 用螺栓安装到工作台 3 上。大理石隔振台能很好地进行初级的减振吸震作用。

[0025] 本实施例中，上述工作台 3 通过 16 颗沉头螺丝 4 固定着 4 个直线导轨滑块 24。上述音圈电机伸出轴 13 与压杆 17 的连接端设有内螺纹，音圈电机伸出轴 13 通过内螺纹与压杆 17 连接。

[0026] 本实施例中，上述平台底板 1 通过 12 颗底板安装螺丝 2 安装在大理石隔振台上。

本实施例中,底板安装螺丝 2 为沉头螺丝,上述音圈电机磁铁组件 8 用螺丝安装在音圈电机外壳 7 的侧面。

[0027] 本发明基于压电陶瓷的高速高精度宏微平台的工作原理是:当工作台 3 的运动位移为 P 时,其运动可分解为宏运动位移 P_1 和微运动位移 P_2 ,平台的定位精度由压电陶瓷的微进给保证,首先宏运动由音圈电机驱动进给实现,由音圈电机线性编码器 10 反馈平台的位置信号,通过位置信号的比较与闭环反馈控制,实现音圈电机的宏运动,在工作台 3 的宏运动过程中,音圈电机的线性编码器 10 具有高响应频率,能够在高速运动中实时反馈平台的位置信号,在宏运动平台的高速加减速运动中,平台的振动信号通过数据采集卡从加速度传感器 20 实时提取, f_1 是实时分析振动信号所得到的工作台 3 振动主频率;当平台减速时,必然在高速运动情况下产生较大的振动,当主频率 f_1 超过预定阈值频率 f_0 ,则启动轴向安装的压电陶瓷的减振功能,对平台施加反向运动,实现平台的快速减振;当宏运动接近行程终点,即 $P_1 - P_z \leq e_1$ (e_1 为宏运动的位置精度)成立时, P_z 为增量光栅读数,若平台的振动频率 f_1 仍然大于平台稳定时要求的频率 f_0 ,则压电陶瓷继续进行减振,当 $f_1 \leq f_0$ 成立时,系统进行压电陶瓷的功能切换和光栅信号的切换,启动平台的微驱动,并同时读取绝对光栅尺 15 的位置读数;微运动由压电陶瓷驱动,其闭环位置控制的位置信号由具有高分辨率的绝对光栅尺 15 提供,将绝对光栅尺 15 的位置信号 P_j 和终点位置 P 进行比较,通过高精度位置闭环控制,最终实现纳米级别的微定位。

[0028] 本发明平台的运动过程首先由上位机输入需要达到的位移,然后开始音圈电机驱动的宏运动,平台以高加速度(通常 $>10g$)进行高速运动,到宏运动行程终点前以同样的加速度进行减速运动。在平台宏运动过程中,安装在平台上的加速度传感器用于平台运动方向的加速度测量,实时获得平台的振动频率及振幅。当平台减速运动中的振动频率高于某一设定阈值时,启动压电陶瓷减振功能,对平台施加反向运动,其减振频率及幅值将按照特定的算法确定。当运动平台的振动频率减小到某一数值时,压电陶瓷切换到微进给功能,这时工控机读取绝对光栅的定位信号,确定平台当前的位置,由压电陶瓷进行微进给,并与绝对光栅读数形成闭环控制,实现微动平台的精密定位。

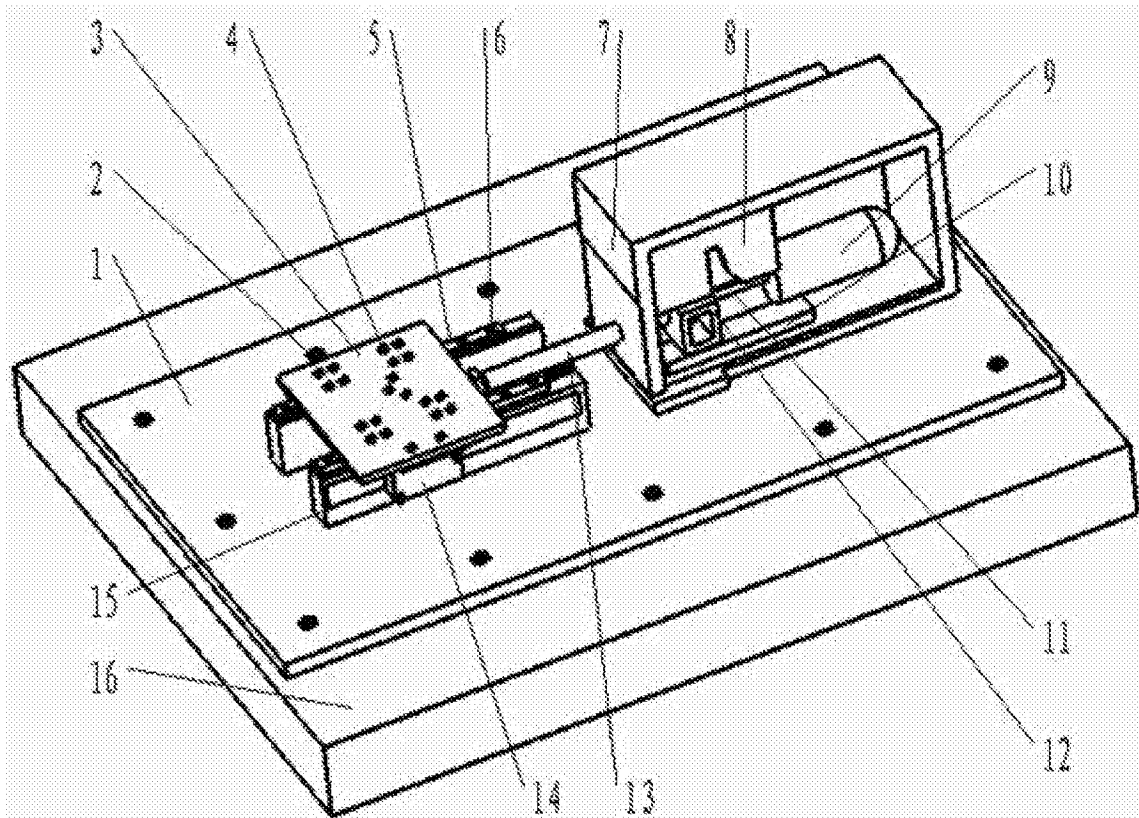


图 1

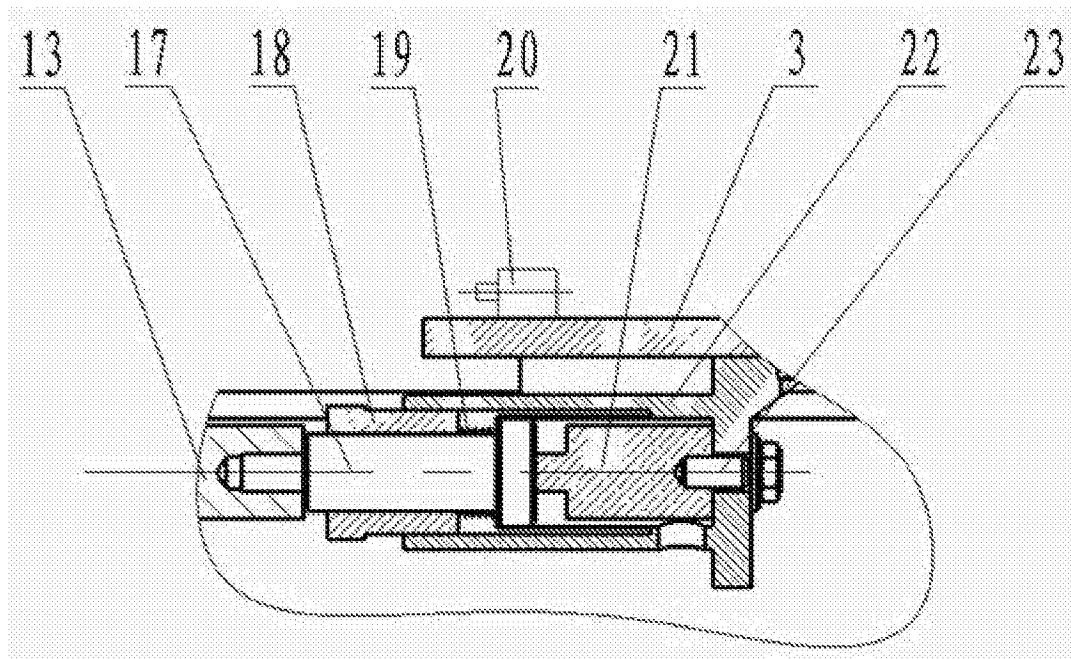


图 2

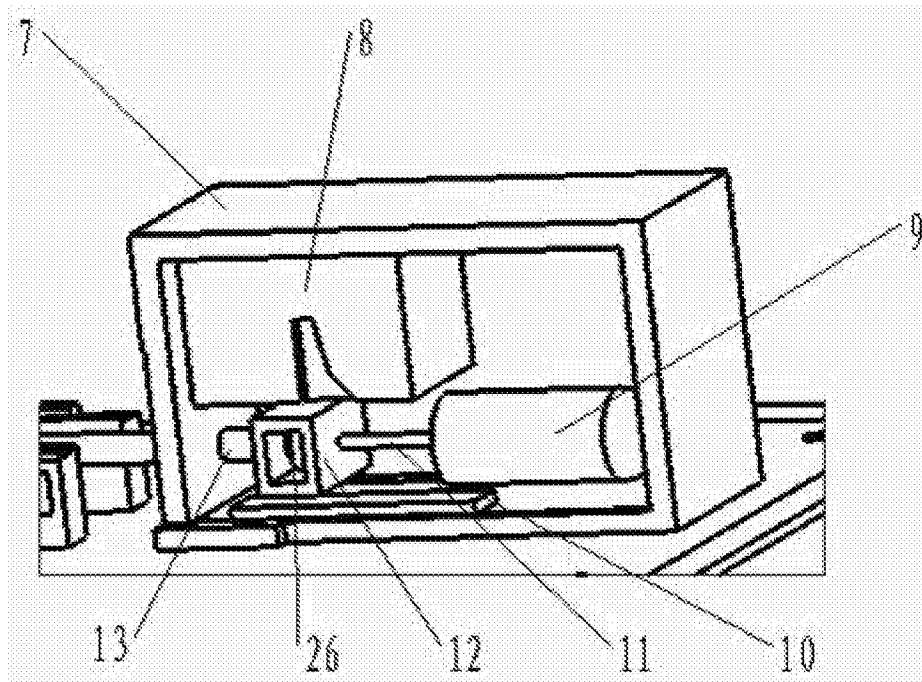


图 3

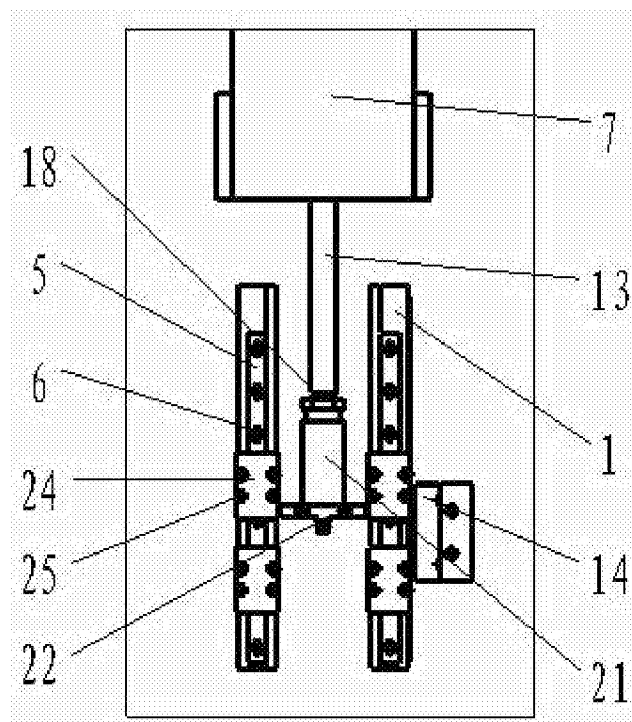


图 4

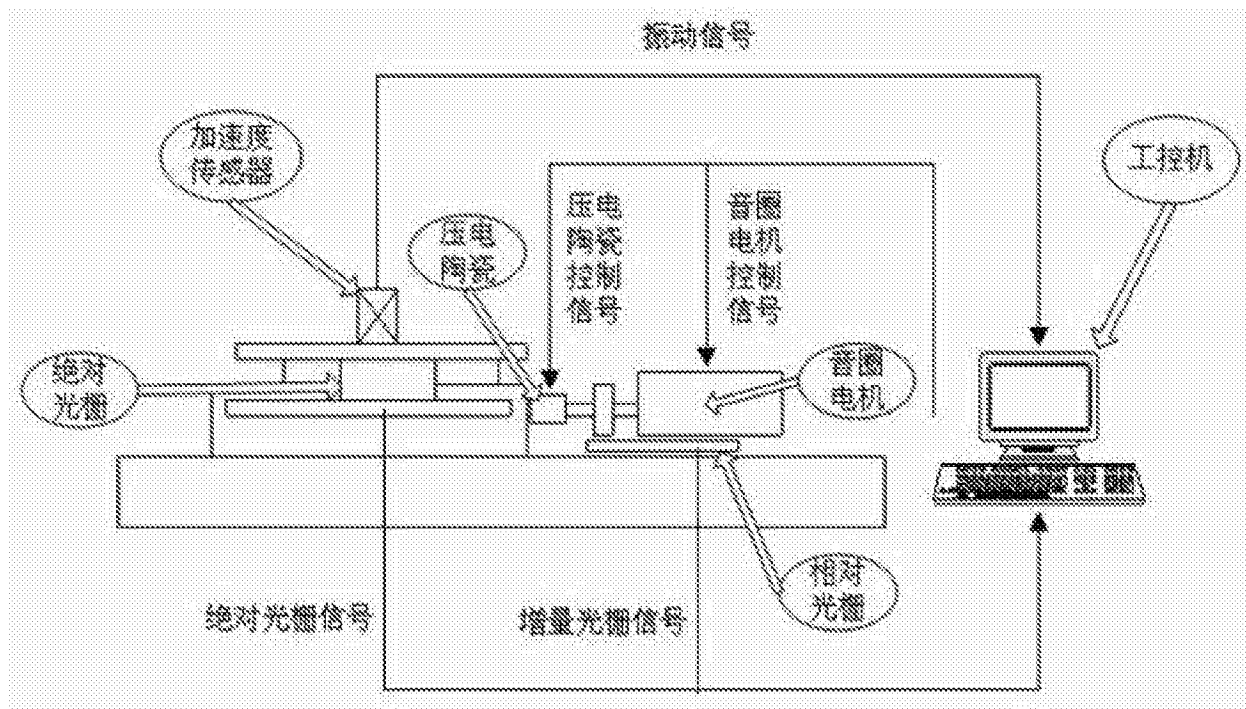


图 5

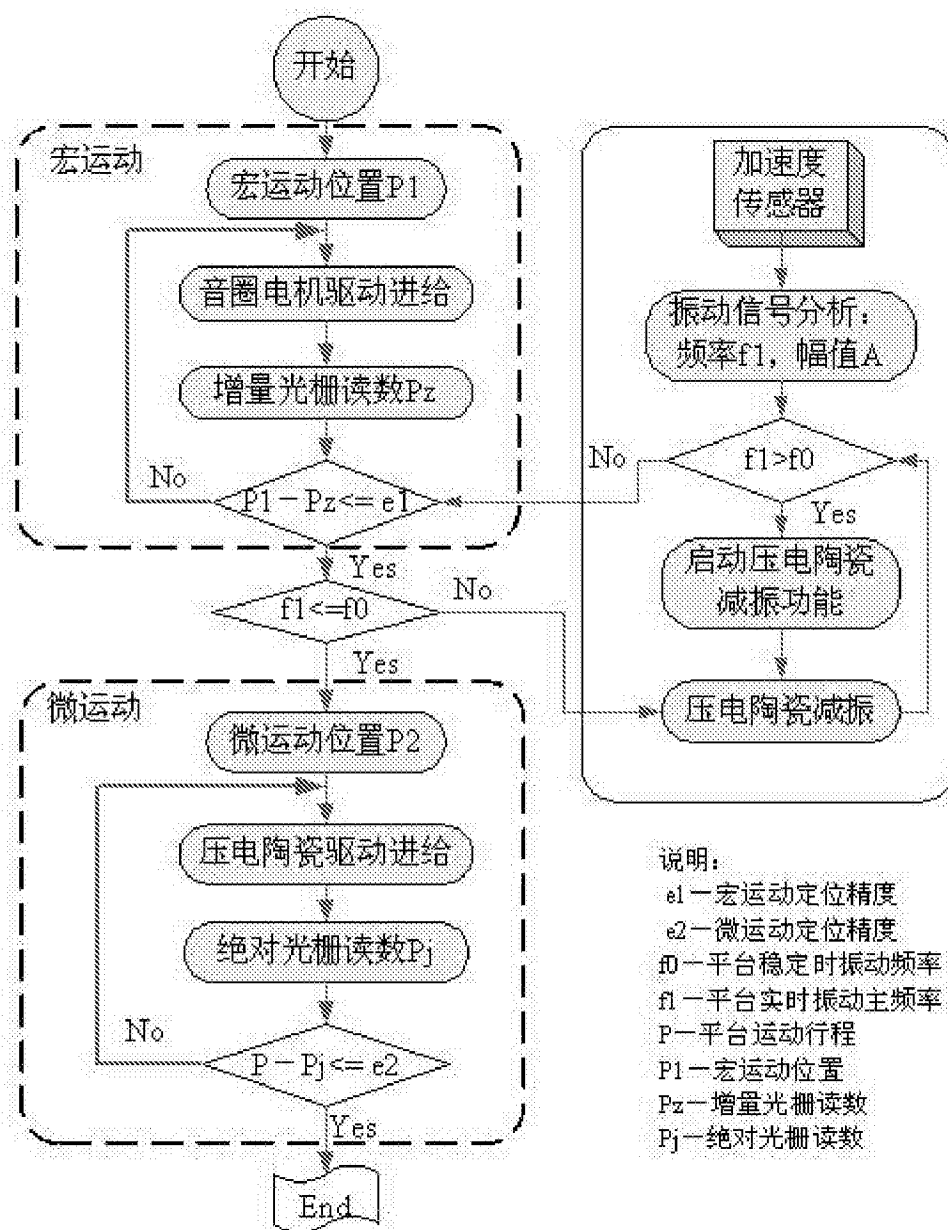


图 6