(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103344197 B
(45)授权公告日 2015.12.02

(21)申请号 201310296616.3

(22)申请日 2013.07.16

(73)专利权人 北京工业大学
地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72)发明人 石照耀 胡洪平

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203
代理人 魏聿珠

(51)Int.Cl.
*G01B 11/24*(2006.01)
*G01B 11/02*(2006.01)

(56)对比文件
CN 201732211 U,2011.02.02, 全文.
CN 102538678 A,2012.07.04, 全文.
JP 4727689 B2,2011.07.20, 全文.
US 2008312866 A1,2008.12.18, 全文.
JP 2001324311 A,2001.11.22, 全文.

蔡铁珩等. 球内反射式光纤测头.《仪器仪表学报》.2011, 第32卷(第12期), 第2741-2742页.

张白等. 三维扫描测头的标定方法.《北京工业大学学报》.2013, 第39卷(第4期), 第481-483页.

审查员 李立

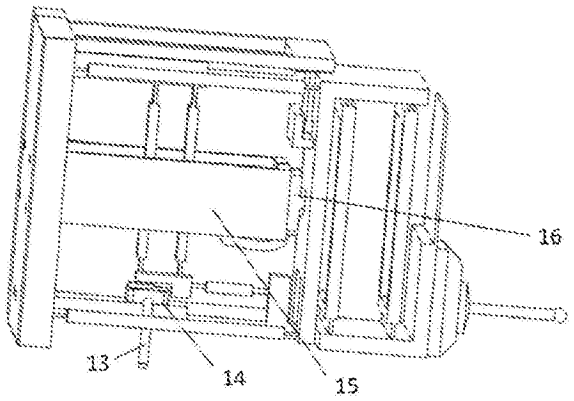
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种接触式三维扫描测头

(57)摘要

本发明涉及一种三维接触式扫描测头测量装置,属于精密测量领域,适用于微位移量测量以及三维微小尺寸的测量,其包括有机械测头部分和光栅信号处理部分;在所述的机械测头部分中包括一个平行簧片结构和四个双铰链杆组成的y、x和z三个方向的弹性平行四边形结构;使用本发明的一种扫描式测头测量装置,通过将一个任意方向的测量力及位移分解为一个平面的平动和一个垂直于平面方向的测量力和位移,与直接分解为三个方向的位移相比,极大地简化了测头的机械结构,减小了测头的三维阿贝臂以及减短了误差传递链,另外三个方向的运动质量和测量力相等,偏转力均匀,动态特性一致,零部件加工简单,成本低,安装调试简单。




CN 103344197 B

1. 一种三维接触式扫描测头测量装置，其特征在于：其包括有机械测头部分和光栅信号处理部分；

在所述的机械测头部分中包括一个平行簧片结构和四个双铰链杆组成的测针的轴向、水平方向、竖直方向三个方向的弹性平行四边形结构，沿测针轴向的弹性平行四边形结构由一对簧片 A(5) 两端分别与平动板 A(4) 和测针座 (7) 固连组成，水平方向和竖直方向弹性平行四边形结构均由四个双铰链杆 A(10) 两端分别与底板 (12) 和平动板 A(4) 固连组成；所述的四个双铰链杆 A(10) 相互平行，一端均垂直底板 (12) 的一侧，并在底板 (12) 呈正方形分布于四个角上与底板 (12) 固连在一起，另一端垂直于平动板 A(4) 并固定连接，四个双铰链杆 A(10) 两端分别与底板 (12) 和平动板 A(4) 固连组成平行四边形结构，四个双铰链杆 A(10) 提供回复力的弹性平行四边形，平动板 A(4) 作为水平方向和竖直方向偏移导轨；所述的由一对簧片 A(5) 两端分别与平动板 A(4) 和测针座 (7) 固连组成的平行簧片结构，平动板 A(4) 作为沿测针轴向偏移导轨和这对簧片 A(5) 提供回复力的弹性平行四边形，测针座 (7) 伸出端连接有一个双铰链杆 B(8) 和与双铰链杆 B(8) 另一端固连的一簧片导轨机构的平动板 B(9) 相连，测针座 (7) 在沿测针轴向的位移可通过双铰链杆 B(8) 传递给簧片导轨机构的平动板 B(9)，所述的簧片导轨机构由一对平行簧片、固定端和平动端组成，双铰链杆 B(8) 也与所述的双铰链杆 A(10) 平行，与由一对平行簧片、固定端和平动端组成的簧片导轨机构的簧片 B(11) 垂直；在平动板 A(4) 上装有矩形凹槽的永磁体 (1)，凹槽内有一块比所述矩形凹槽的永磁体 (1) 小的长方体形状的电磁铁芯 (3)，电磁铁芯 (3) 通过一个支撑架 A(2) 支撑，支撑架 A(2) 另一端固定在底板 (12) 上，电磁铁芯 (3) 与永磁体 (1) 通过调节电压可使安装不同重量的测针平衡测头的重量；读数头的输出端和信号调理电路上的光栅信号处理部分的接口通过电缆线 (13) 连接；

x 向光栅尺和 z 向光栅尺呈“T”型贴在平动板 A(4 下侧面，y 向光栅尺贴在簧片导轨机构 (11) 的平动板 B(9) 下表面，x 向光栅读数头 (16) 和 z 向光栅读数头 (18) 由支撑架 A(15) 支撑，y 向光栅读数头 (14) 由支撑架 (17) 支撑；所述的 x 向为水平方向，所述的 z 向为轴向，所述的 y 向为竖直方向。

2. 根据权利要求 1 所述的一种三维接触式扫描测头测量装置，其特征在于：所述的光栅信号处理部分上分布有电源模块、信号调理电路、FPGA 处理模块和 USB 接口电路，将光栅信号通过信号调理电路、FPGA 处理模块进行四倍频细分和计数，并进行数据处理和转换之后，通过 USB 接口电路发送到上位机，结合读数软件完成数据采集和测量功能。

# 一种接触式三维扫描测头

## 技术领域：

[0001] 本发明涉及属于精密测量设备领域，具体涉及一种三维接触式扫描测头。

## 背景技术：

[0002] 测头是坐标测量机、齿轮测量中心等测量设备的关键部件，其性能直接影响着测量设备的测量精度和工作效率。扫描式测头又称线性测头，与触发式测头不同的是，接触扫描式测头通过从测头本身和配套测量系统两方面作了改变，克服了各向异性和预行程误差以及采样点的限制等缺点，而且因为探针与工件表面保持接触接触，测头能连续读取所接触点坐标值，提高测量效率。当测头测针接触到被测工件后，不仅发出瞄准信号，还要给出测端的微位移，即同时具有瞄准和微位移的功能。该类测头的技术关键是能否提供一种无摩擦、无回程误差、灵敏度高的微导轨系统。扫描式测头的输出量与测针的偏移量成正比关系，同时具有空间坐标点的位置探测以及曲线和曲面扫描的功能。

[0003] 但传统接触式扫描头在测量过程中无法满足如下技术难点：1；测头在各个测量方向上测量力恒定，测量力可调节，测头在测量过程中需要一个适当大小的测量力，以保证能够紧密跟随被测工件曲面的形状，又不能对被测物体造成损伤，否则测量力过大则划伤工件表面，测量力过小则不能确保探针与工件表面实时接触；2、任意方向的测量灵敏度应一致；3、任意方向的动态特性一致。如 RENISHAW 生产的 RenishawREVO™接触式扫描测头采用激光系统来准确地获得测头端部的确切位置，存在着 z 向灵敏度低的问题，且价格昂贵。德国 Zeiss、德国 Leitz、瑞士 Mecartex 以及国内的哈尔滨量具刃具集团有限公司目前生产的扫描式测头装置多采用电感传感器，存在着由于频率响应较低而不适合快速动态场合、转换电路复杂且有电子误差等缺点。ENISHAW 公司的 SP80 嵌套结构存在其运动连接构件相对于所有坐标方向具有不同的运动质量，因而在所有方向的动态特性不一致，偏转力不均匀，另外测头制造时安装和调试困难。Zeiss 公司早期的三维电感测头采用三层相互叠加的簧片导轨，轴向尺寸偏大，对阿贝误差敏感等缺点。新一代 VAST 智能线性式测头系统存在阿贝误差较大，重力平衡机构存在阻尼等缺点，且价格昂贵。

## 发明内容

[0004] 本发明的目的在于：针对上述现有的三维接触式扫描测头存在的缺点，提出了一种使用光栅位移传感器和一对沿测针轴向平行簧片和一个弹性平行六面体结构作为导向机构的扫描式测头测量装置，适合水平安装进行尺寸测量。

[0005] 为了实现上述目的，本发明采取了如下技术方案：

[0006] 本发明所述的一种扫描式测头测量装置，在所述的机械测头部分中包括一个平行簧片结构和四个双铰链杆组成的测针的轴向、水平方向、竖直方向三个方向的弹性平行四边形结构，沿测针轴向的弹性平行四边形结构由一对簧片 A5 两端分别与平动板 A4 和测针座 7 固连组成，水平方向和竖直方向弹性平行四边形结构均由四个双铰链杆 A10 两端分别与底板 12 和平动板 A4 固连组成；所述的四个双铰链杆 A10 相互平行，一端均垂直底板 12

的一侧，并在底板 12 呈正方形分布于四个角上与底板 12 固连在一起，另一端垂直于平动板 A4 并固定连接，四个双铰链杆 A10 两端分别与底板 12 和平动板 A4 固连组成平行四边形结构，四个双铰链杆 A10 提供回复力的弹性平行四边形，平动板 A4 作为水平方向和竖直方向偏移导轨；所述的由一对簧片 A5 两端分别与平动板 A4 和测针座 7 固连组成的平行簧片结构，平动板 A4 作为沿测针轴向偏移导轨和这对簧片 A5 提供回复力的弹性平行四边形，测针座 7 伸出端连接有一个双铰链杆 B8 和与双铰链杆 B8 另一端固连的一簧片导轨机构的平动板 B9 相连，测针座 7 在沿测针轴向的位移可通过双铰链杆 B8 传递给簧片导轨机构的平动板 B9，所述的簧片导轨机构由一对平行簧片、固定端和平动端组成，双铰链杆 B8 也与所述的双铰链杆 A10 平行，与由一对平行簧片、固定端和平动端组成的簧片导轨机构的簧片 B11 垂直；在平动板 A4 上装有矩形凹槽的永磁体 1，凹槽内有一块比所述矩形凹槽的永磁体 1 小的长方体形状的电磁铁芯 3，电磁铁芯 3 通过一个支撑架 A2 支撑，支撑架 A2 另一端固定在底板 12 上，电磁铁芯 3 与永磁体 1 通过调节电压可使安装不同重量的测针平衡测头的重量；读数头的输出端和信号调理电路上的光栅信号处理部分的接口通过电缆线 13 连接。

[0007] x 向光栅尺和 z 向光栅尺呈“T”型贴在平动板 A4 下侧面，y 向光栅尺贴在簧片导轨机构 11 的平动板 B9 下表面，x 向光栅读数头 16 和 z 向光栅读数头 18 由支撑架 A15 支撑，y 向光栅读数头 14 由支撑架 17 支撑。；所述的 x 向为水平方向，所述的 z 向为轴向，所述的 y 向为竖直方向。

[0008] 光栅信号处理系统上分布有电源模块、信号调理电路、FPGA 处理模块和 USB 接口电路，用于接收三路光栅信号的信号调理电路连接至读数头的输出端，信号调理电路将输入信号做放大整形处理，信号调理电路的输出端与 FPGA 处理模块相连，FPGA 处理模块同时执行计数和数据转换与处理以及做四倍频变相细分处理，FPGA 处理模块输出端与 USB 接口电路连接，将数据通过 USB 接口电路传递给给上位机，电源模块输入所需电压，程序下载接口与 FPGA 处理模块连接，给芯片下载相应的程序。

[0009] 本发明的有益效果是：本发明通过将一个任意方向的测量力及位移分解为一个平面的平动和一个垂直于平面方向的测量力和位移，与直接分解为三个方向的位移相比，极大地简化了测头的机械结构，减小了测头的三维阿贝臂以及减短了误差传递链，另外三个方向的运动质量和测量力相等，偏转力均匀，动态特性一致，零部件加工简单，成本低，安装调试简单。

## 附图说明

[0010] 图 1 是三维接触式扫描测头外部机构示意图；

[0011] 图 2 三维接触式扫描测头外部机构示意图；

[0012] 图 3 是三维接触式扫描测头内部结构示意图；

[0013] 图 4 是本系统光栅信号处理系统组成框图。

[0014] 其中：1. 永磁体；2. 支撑架 A；3. 电磁铁芯；4. 平动板 A；5. 簧片 A；6. 测针；7. 测针座；8. 双铰链杆 B；9. 平动板 B；10. 双铰链杆 A；11. 簧片 B；12. 底板；13. 电缆线；14. y 向光栅尺读数头；15. 支撑架 B；16. x 向光栅尺读数头；17. 支撑架 C；18. z 向光栅尺读数头。

## 具体实施方式

[0015] 下面结合附图及实施例对本发明作进一步描述：

[0016] 如图 1 所示，本发明所述的一种三维接触式扫描测头测量装置，其包括有机械测头部分和光栅信号处理部分；在所述的机械测头部分中包括一个平行簧片结构和四个双铰链杆组成的测针的轴向、水平方向、竖直方向三个方向的弹性平行四边形结构，沿测针轴向的弹性平行四边形结构由一对簧片 A5 两端分别于平动板 A4 和测针座 7 固连组成，水平方向和竖直方向弹性平行四边形结构均由四个双铰链杆 10A 两端分别与底板 12 和平动板 A4 固连组成；所述的四个双铰链杆 A10 相互平行，一端均垂直底板 12 的一侧，并在底板 12 曾正方形分布于四个角上与底板 12 固连在一起，另一端垂直于平动板 A4 并固定连接，四个双铰链杆 10A 两端分别与底板 12 和平动板 A4 固连组成的平行四边形结构，四个双铰链杆 10A 提供回复力的弹性平行四边形，平动板 A4 作为水平方向和竖直方向偏移导轨和；所述的由一对簧片 A5 两端分别于平动板 A4 和测针座 7 固连组成的平行簧片结构，平动板 A4 作为沿测针轴向偏移导轨和这对簧片 A5 提供回复力的弹性平行四边形，测针座 7 伸出端连接有一个双铰链杆 B8 和与双铰链杆 B8 另一端固连的一簧片导轨机构的平动板 9B 相连，测针座 7 在沿测针轴向的位移可通过双铰链杆 B8 传递给簧片导轨机构的平动板 B9，所述的簧片导轨机构由一对平行簧片、固定端和平动端组成，双铰链杆 B8 也与所述的双铰链杆 A10 平行，与由一对平行簧片、固定端和平动端组成的簧片导轨机构的簧片 B11 垂直。在平动板 A4 上装有矩形凹槽的永磁体 1，凹槽内有一块比所述矩形凹槽的永磁体 1 小的长方体形状的电磁铁芯 3，电磁铁芯 3 通过一个支撑架 A2 支撑，支撑架 A2 另一端固定在底板 12 上，电磁铁芯 3 与永磁体 1 的通过调节电压可使安装不同重量的测针时平衡测头的重量。读数头的输出端和信号调理电路上的光栅信号接口通过电缆线 13 连接。所述的光栅信号处理系统上分布有电源模块、信号调理电路、FPGA 处理模块和 USB 接口电路，将光栅信号进行四倍频细分和计数，并进行数据处理和转换之后，通过 USB 通信模块发送到上位机，结合读数软件完成数据采集和测量功能。

[0017] 测头工作时，测针与被测对象接触而受到测量力的作用，测头可以将任意方向的测量力分解成分别沿着测针轴方向和水平与竖直平面方向的分力。在各自方向的测量力的作用下，沿测针轴向的测量力在测针座 7 经双铰链杆 B8 传递给平动板 B9，平动板 B9 上贴有沿测针轴向光栅尺，与沿测针轴向光栅尺读数头 14 产生相对位移，沿测针轴向光栅尺读数头 14 读出示数经电缆线 13 传递给光栅信号处理系统。水平方向和竖直方向的测量力经过测针座 7 传递给簧片 A5，在簧片与偏转方向垂直的方向具有非常大的刚度，测量力刚性地传递给平动板 A4，平动板 A4 在水平方向和竖直方向向共平面内作平动，水平方向和竖直方向光栅尺贴在平动板 A4 上，与水平方向和竖直方向读数头形成相对位移，读数头读出示数经电缆线 13 传递给光栅信号处理系统，光栅信号处理系统包括电源模块、信号调理电路、FPGA 处理模块和 USB 接口电路；用于接收三路光栅信号的信号调理电路连接至读数头的输出端，所述信号调理电路由放大整形电路和滤波电路组成，信号调理电路首先将信号输入滤波电路进行滤波处理后，信号调理电路再将输入信号做放大整形处理的放大整形电路连接，放大整形电路由放大器和比较器构成。正弦或者方波的光栅信号经过放大器和比较器之后输出的是 TTL 电平的方波。再经过 FPGA 四倍频细分、辨向以及可逆计数，可得到光栅尺位移的脉冲数。FPGA 模块输出端与 USB 接口电路连接，将数据通过 USB 接口电路传递给

给上位机。

[0018] 上述说明仅是本发明技术方案的概述，为了能够更清楚了解本发明的技术手段，并可依照说明书的内容予以实施，以下以本发明的较佳实施例并配合附图详细说明如后。

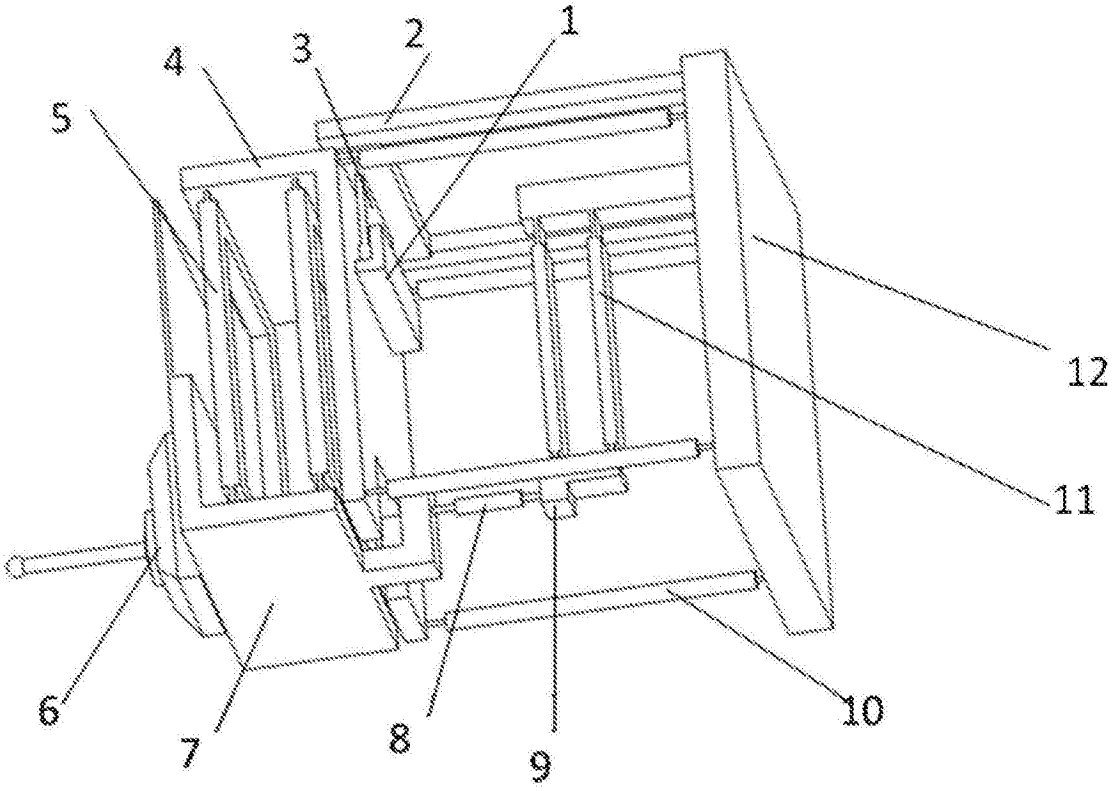



图 1

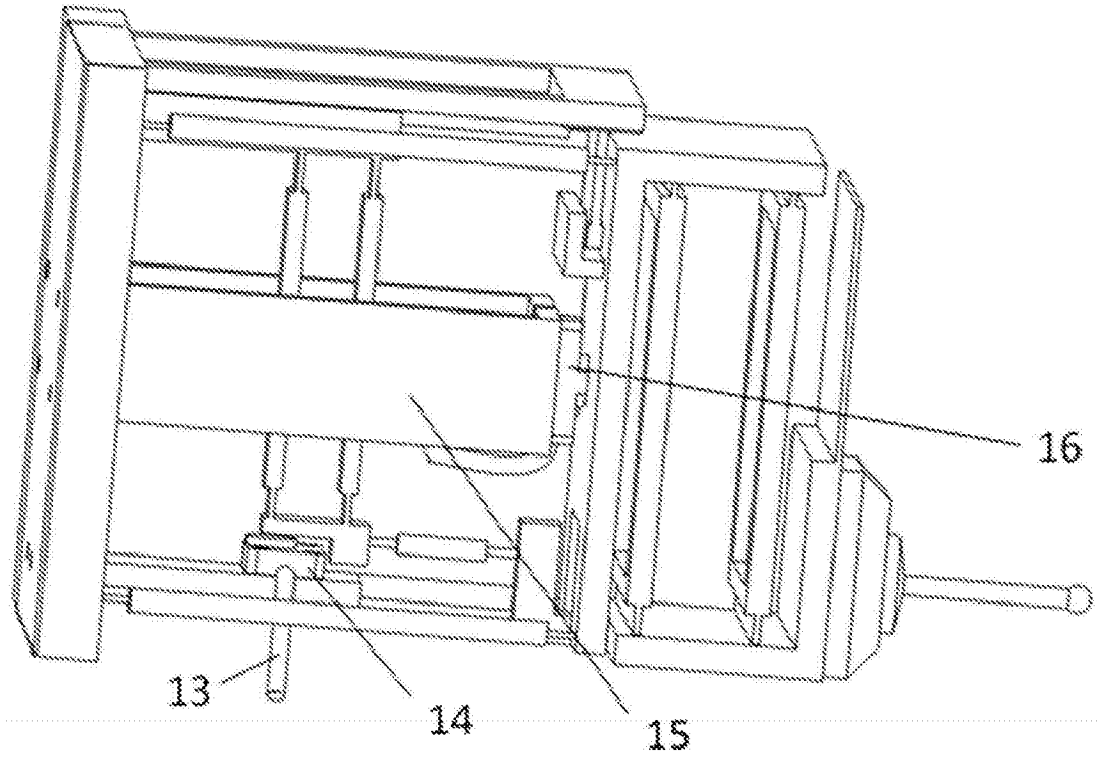



图 2

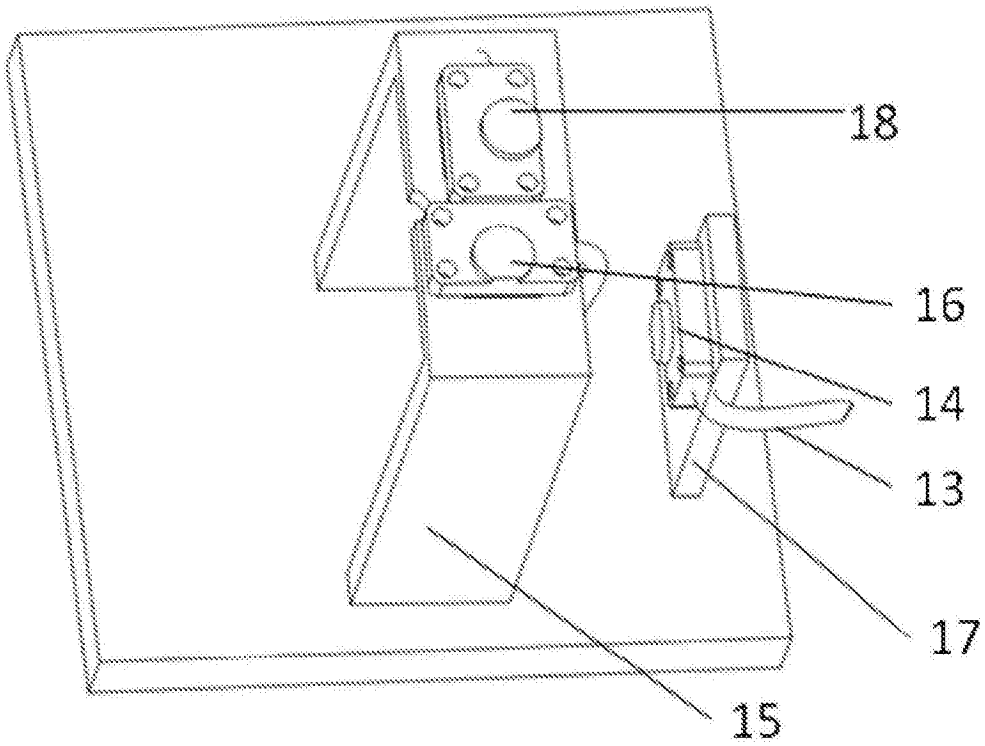

18
16
14
13
17
15

图 3

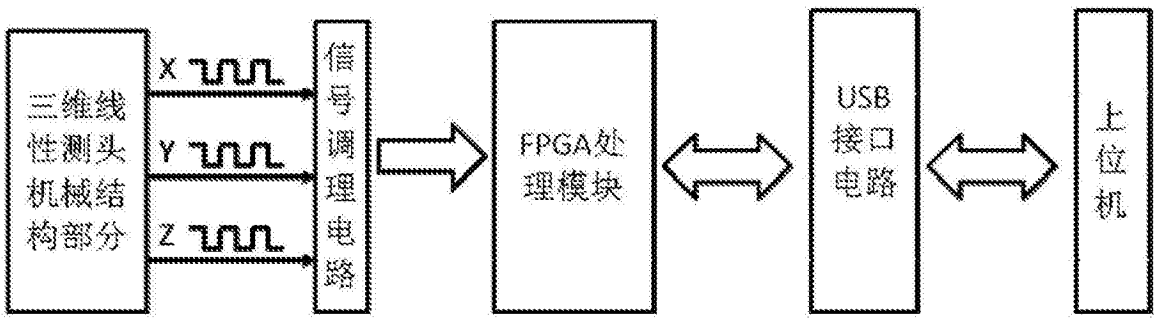

三维线性测头机械结构部分
X
Y
Z
信号调理电路
FPGA处理模块
USB接口电路
上位机

图 4