



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106994626 B

(45)授权公告日 2019.06.28

(21)申请号 201610044554.0

(22)申请日 2016.01.22

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106994626 A

(43)申请公布日 2017.08.01

(73)专利权人 香港理工大学  
地址 中国香港九龙红磡

(72)发明人 刘明宇 张志辉 赖锦棠 何丽婷

(74)专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理  
有限公司 44217

代理人 郭伟刚

(51)Int.Cl.

B23Q 17/20(2006.01)

(56)对比文件

JP 2010194660 A,2010.09.09,  
CN 103769949 A,2014.05.07,  
CN 102744424 A,2012.10.24,  
CN 101733680 A,2010.06.16,  
CN 103009193 A,2013.04.03,  
US 2010288088 A1,2010.11.18,

审查员 董伟

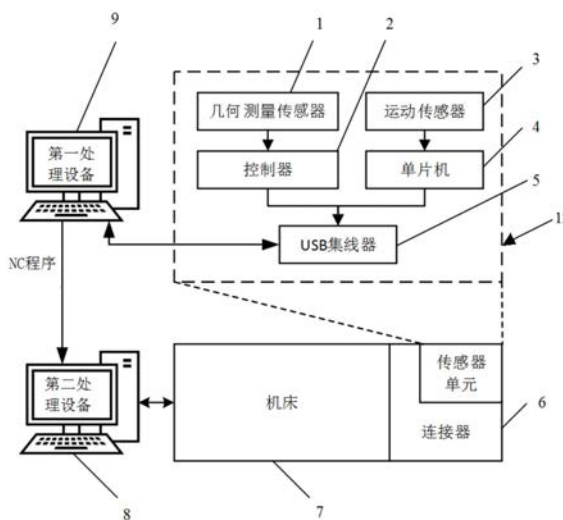
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种在位测量方法

(57)摘要

本发明提出了一种在位测量方法,包括以下步骤:S1、将传感器模块(12)安装在机床的加工工具的主轴上;S2、通过驱动所述主轴,使传感器模块(12)和工件无接触地相对运动;并在传感器模块(12)和工件相对运动的过程中,使传感器模块(12)扫描工件的待测量的表面,从而获取工件待测量表面的相对于传感器模块(12)的位置信息;然后基于传感器模块(12)与工件相对运动的运动信息和传感器模块(12)所获取的工件待测量表面的相对于传感器模块(12)的位置信息,计算获得工件的待测量表面的尺寸信息。本发明的在位测量方法利用机床的几何运动轴带动传感器进行扫描,可实现大动态范围表面测量,具有高分辨率和大测量量程的特点。



1. 一种在位测量方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、将传感器模块(12)安装在机床的加工工具的第五主轴(17)上;

S2、通过驱动所述第五主轴(17),使传感器模块(12)和工件无接触地相对运动;并在传感器模块(12)和工件相对运动的过程中,使传感器模块(12)扫描工件的待测量的表面,从而获取工件待测量表面的相对于传感器模块(12)的位置信息;然后基于传感器模块(12)与工件相对运动的运动信息和传感器模块(12)所获取的工件待测量表面的相对于传感器模块(12)的位置信息,计算获得工件的待测量表面的尺寸信息;

机床包括用于夹持并移动工件的第一夹持移动机构,用于加工工件的加工工具,以及用于夹持并移动加工工具的第二夹持移动机构;

第一夹持移动机构包括:

第一主轴(14),用于在X轴方向上移动工件(13);

第二主轴(16),用于在Z轴方向上移动工件(13);

第三主轴(15),用于在Y轴方向上移动工件(13);

第四主轴(19),用于绕Z轴转动工件(13);

第二夹持移动机构包括:

第五主轴(17),用于绕Y轴转动传感器模块(12);

驱动轴(18),用于驱动加工工具和/或传感器模块(12)自转;

步骤S1还包括:

提供与传感器模块(12)通讯连接、且存储有NC程序的第一处理设备(9);NC程序包含有传感器模块(12)与工件相对运动的运动信息;提供用于根据NC程序控制驱动第一夹持移动机构和第二夹持移动机构的第二处理设备(8);该第二处理设备(8)与第一处理设备(9)通讯连接;

步骤S2还包括:

第一处理设备(9)将NC程序发送给第二处理设备(8);

第二处理设备(8)基于NC程序驱动第一夹持移动机构和第二夹持移动机构运动,以使传感器模块(12)和工件无接触地相对运动;在工件和传感器模块(12)相对运动的过程中,传感器模块(12)还将工件待测量表面的相对于传感器模块(12)的位置信息发送给第一处理设备(9);然后第一处理设备(9)基于传感器模块(12)与工件相对运动的运动信息和传感器模块(12)所获得的工件待测量表面的相对于传感器模块(12)的位置信息,计算获得工件的待测量表面的尺寸信息;

传感器模块(12)包括:

几何测量传感器(1),用于获取几何测量传感器(1)与工件表面之间的距离信息;

运动传感器(3),用于获取几何测量传感器(1)的运动信息;

控制器(2),用于控制几何测量传感器(1)向第一处理设备(9)传送几何测量传感器(1)与工件表面之间的距离信息;

单片机(4),用于控制运动传感器(3)向第一处理设备(9)传送几何测量传感器(1)的运动信息;

USB集线器(5),用于将控制器(2)和单片机(4)分别与第一处理设备(9)通信连接;

所述传感器模块(12)与工件相对运动的运动信息包含有几何测量传感器(1)与工件表

面之间的距离信息以及几何测量传感器(1)的运动信息。

2. 根据权利要求1所述的在位测量方法,其特征在于,步骤S2还包括:

基于几何测量传感器(1)的运动信息,计算获得工件表面上的点的反射光射入几何测量传感器(1)中的角度;然后基于该角度以及几何测量传感器(1)与工件表面上的点之间的距离信息,计算获得该工件表面上的点的坐标;

根据计算获得的工件表面上多个点的坐标,计算得到工件待测量表面的尺寸信息。

## 一种在位测量方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于多传感器的在位测量方法,特别是一种用于精密机床上对工件进行大动态范围表面形貌在位测量的方法。

### 背景技术

[0002] 随着人们对产品的要求越来越高,精密加工技术已广泛应用并为各行各业提供不可替代的服务。加工工件是否达到设计要求必须通过对工件进行测量来判断,一般做法是把工件从机床上取下来放到测量仪器上进行测量,不合要求的话,就要将工件再次安装到机床上进行加工。但重复安装工件会带来不可忽略的误差;具体来说,当将工件再次安装到机床上后,工件坐标会有一些的偏移量,从而给工件的再次加工带来误差。另外,由于超大工件(如滚筒)具有上吨重的重量,对其重复安装具有极差的可操作性。进行在位测量是解决以上问题的一个可行方案。

[0003] 对于一些大型工件,尤其是一些对精度具有很高要求的大型工件,既要求测量设备具有高于或等于工件尺度范围的量程,也要求具有很高的测量精度以及分辨率。然而一般的测量设备都具有有限的量程以及固定的分辨率,必须对测量范围和测量分辨率进行取舍,若要提高分辨率,则要牺牲可视范围;反之,若要大可视范围,则要牺牲精度。在对大工件进行测量时,很难得到一个同时具有高分辨率和大测量量程的大动态范围测量结果。其中一个解决方案是进行多次测量,利用数据拼接的方法在保持分辨率的要求时,扩大测量量程范围。配合在位测量,把测量传感器安装在机床上,由机床运动轴带动传感器对工件进行扫描从而得到工件完整的几何信息,但是一般的机床都不开放其运动控制器的接口,对于机床用户来说很难直接得到机床运动轴的几何信息。

### 发明内容

[0004] 本发明针对上述技术问题,提出了一种用于精密机床上对工件进行大动态范围表面形貌在位测量的方法。

[0005] 本发明就上述技术问题而提出的技术方案如下:

[0006] 本发明提出了一种在位测量方法,包括以下步骤:

[0007] S1、将传感器模块安装在机床的加工工具的主轴上;

[0008] S2、通过驱动所述主轴,使传感器模块和工件无接触地相对运动;并在传感器模块和工件相对运动的过程中,使传感器模块扫描工件的待测量的表面,从而获取工件待测量表面的相对于传感器模块的位置信息;然后基于传感器模块与工件相对运动的运动信息和传感器模块所获取的工件待测量表面的相对于传感器模块的位置信息,计算获得工件的待测量表面的尺寸信息。

[0009] 本发明上述在位测量方法中,机床包括用于夹持并移动工件的第一夹持移动机构,用于加工工件的加工工具,以及用于夹持并移动加工工具的第二夹持移动机构;第二夹持移动机构包括所述主轴;

[0010] 步骤S1还包括：

[0011] 提供与传感器模块通讯连接、且存储有NC程序的第一处理设备；NC程序包含有传感器模块与工件相对运动的运动信息；提供用于根据NC程序控制驱动第一夹持移动机构和第二夹持移动机构的第二处理设备；该第二处理设备与第一处理设备通讯连接；

[0012] 步骤S2还包括：

[0013] 第一处理设备将NC程序发送给第二处理设备；

[0014] 第二处理设备基于NC程序驱动第一夹持移动机构和第二夹持移动机构运动，以使传感器模块和工件无接触地相对运动；在工件和传感器模块相对运动的过程中，传感器模块还将工件待测量表面的相对于传感器模块的位置信息发送给第一处理设备；然后第一处理设备基于传感器模块与工件相对运动的运动信息和传感器模块所获得的工件待测量表面的相对于传感器模块的位置信息，计算获得工件的待测量表面的尺寸信息。

[0015] 本发明上述在位测量方法中，传感器模块包括：

[0016] 几何测量传感器，用于获取几何测量传感器与工件表面之间的距离信息；

[0017] 运动传感器，用于获取几何测量传感器的运动信息；

[0018] 控制器，用于控制几何测量传感器向第一处理设备传送几何测量传感器与工件表面之间的距离信息；

[0019] 单片机，用于控制运动传感器向第一处理设备传送几何测量传感器的运动信息；

[0020] USB集线器，用于将控制器和单片机分别与第一处理设备通信连接；

[0021] 所述传感器模块与工件相对运动的运动信息包含有几何测量传感器与工件表面之间的距离信息以及几何测量传感器的运动信息。

[0022] 本发明上述在位测量方法中，步骤S2还包括：

[0023] 基于几何测量传感器的运动信息，计算获得工件表面上的点的反射光射入几何测量传感器中的角度；然后基于该角度以及几何测量传感器与工件表面上的点之间的距离信息，计算获得该工件表面上的点的坐标；

[0024] 根据计算获得的工件表面上多个点的坐标，计算得到工件待测量表面的尺寸信息。

[0025] 本发明的在位测量方法利用机床的几何运动轴带动传感器进行扫描，可以实现大动态范围表面测量，具有高分辨率和大测量量程的特点，利用多传感器技术，不需要连接机床运动控制器，具有非常高的灵活性，在工业上具有非常大的潜在应用价值。

## 附图说明

[0026] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明，附图中：

[0027] 图1为本发明实施例的在位测量设备的示意图；

[0028] 图2为如图1所示的在位测量设备应用于现有五轴机床的示意图；

[0029] 图3为本发明一实施例的在位测量方法的流程图；

[0030] 图4为本发明实施例的传感器模块的一种扫描路径的示意图；

[0031] 图5为本发明实施例的传感器模块的另一扫描路径的示意图；

[0032] 图6为在对如图2所示的机床上的工件进行在位测量时，传感器模块所获取的X轴方向的传感数据的示意图；

[0033] 图7为在对如图2所示的机床上的工件进行在位测量时,传感器模块所获取的Y轴方向的传感数据的示意图;

[0034] 图8为在对如图2所示的机床上的工件进行在位测量时,传感器模块所获取的Z轴方向的传感数据的示意图;

[0035] 图9为在对如图2所示的机床上的工件进行在位测量时,传感器模块的A轴旋转角速度数据的示意图;

[0036] 图10为在对如图2所示的机床上的工件进行在位测量时,传感器模块的B轴旋转角速度数据的示意图;

[0037] 图11为在对如图2所示的机床上的工件进行在位测量时,传感器模块的C轴旋转角速度数据的示意图;

[0038] 图12为在对如图2所示的机床上的工件进行在位测量时,所测量的工件的实际模型的示意图。

### 具体实施方式

[0039] 为了使本发明的技术目的、技术方案以及技术效果更为清楚,以便于本领域技术人员理解和实施本发明,下面将结合附图及具体实施例对本发明做详细的说明。

[0040] 参照图1,图1为本发明实施例的在位测量设备的示意图。

[0041] 在本发明中,是采用如图1所示的在位测量设备实现对安装在机床上的工件的在位测量。

[0042] 通常的机床7都会包括用于夹持并移动工件的第一夹持移动机构,用于加工工件的加工工具,以及用于夹持并移动加工工具的第二夹持移动机构。这里,加工工具可以是车刀、刨刀、铣刀、拉刀或锉刀等。通常情况下,工件为通过加工工具(图中未示出)的加工而被第一夹持移动机构夹在机床7上。

[0043] 本实施例的在位测量设备包括用于扫描工件表面的传感器模块12,在对工件进行在位扫描时,传感器模块12安装在加工工具的主轴上,用于以非接触的方式采集工件表面的形貌数据。该形貌数据被传送到第一处理设备9;第一处理设备9会基于形貌数据产生有关工件表面的几何参数,这里,对形貌数据的处理,以形成几何参数的过程会采用公知的数学算法。这样,这里的几何参数可以描述工件的表面状况,例如,几何参数描述了工件的一个或多个边缘或者轮廓。

[0044] 基于上述描述,本发明的在位测量方法包括以下步骤:

[0045] S1、将传感器模块12安装在机床的加工工具的主轴上;这里的主轴是指加工工具固定安装在机床上的部件;通过主轴的驱动,加工工具可以旋转和/或平移。如图1所示,传感器模块12通过连接器6安装在机床7上。在本实施例中,第二夹持移动机构包含所述主轴。

[0046] S2、通过驱动所述主轴,使传感器模块12和工件无接触地相对运动;并在传感器模块12和工件相对运动的过程中,使传感器模块12扫描工件的待测量的表面,从而获取工件待测量表面的相对于传感器模块12的位置信息;然后基于传感器模块12与工件相对运动的运动信息和传感器模块12所获取的工件待测量表面的相对于传感器模块12的位置信息,计算获得工件的待测量表面的尺寸信息。

[0047] 参照图2,图2为如图1所示的在位测量设备应用于现有五轴机床的示意图。通常情

况下,五轴机床可被NC程序控制,并可根据NC程序制造出一个工件。这里,NC程序定义了在用加工工具制造工件时必须遵循的移动路径,因此,包含了工件的参考模型。

[0048] 进一步地,如图2所示,第一夹持移动机构包括:

[0049] 第一主轴14,用于在X轴方向上移动工件13;

[0050] 第二主轴16,用于在Z轴方向上移动工件13;

[0051] 第三主轴15,用于在Y轴方向上移动工件13;

[0052] 第四主轴19,用于绕Z轴转动工件13;

[0053] 第二夹持移动机构包括:

[0054] 第五主轴17,用于绕Y轴转动传感器模块12;

[0055] 驱动轴18,用于驱动加工工具和/或传感器模块12自转;

[0056] 在图2中,加工工具被拆卸下来,而将传感器模块12装设在驱动轴18上。这样,在本实施例中,定义一个预设NC程序,并通过该预设NC程序可以使第一夹持移动机构驱动工件13在四个自由度上运动和/或使第二夹持移动机构驱动传感器模块12在两个自由度上运动,因此,NC程序除包含工件13的参考模型外,还包含传感器模块12与工件相对运动的运动信息。这里,传感器模块12与工件相对运动的运动信息通过传感器模块12的运动信息和工件的运动信息计算得到。

[0057] 进一步地,如图1所示,预设NC程序保存在第一处理设备9中,这里,第一处理设备9为计算机。在位测量设备还包括用于控制驱动机床7的第一夹持移动机构和第二夹持移动机构的第二处理设备8,该第二处理设备8也为计算机,其与机床7组合成数控机床。第一处理设备9与第二处理设备8通讯连接,在进行工件的在位测量时,第一处理设备9会将预设NC程序发送给第二处理设备8,然后第二处理设备8根据预设NC程序驱动第一夹持移动机构和第二夹持移动机构,以实现工件13和传感器模块12的相对运动。在工件13和传感器模块12相对运动的过程中,传感器模块12扫描工件的待测量的表面,从而获得工件待测量表面的相对于传感器模块12的位置信息,然后,传感器模块12可将工件待测量表面的相对于传感器模块12的位置信息发送给第一处理设备9,第一处理设备9便可以基于传感器模块12与工件相对运动的运动信息和传感器模块12所获得的工件待测量表面的相对于传感器模块12的位置信息,计算获得工件的待测量表面的尺寸信息。

[0058] 具体地,如图1所示,传感器模块12包括:

[0059] 几何测量传感器1,用于获取几何测量传感器1与工件表面之间的距离信息;

[0060] 运动传感器3,用于获取几何测量传感器1的运动信息;

[0061] 控制器2,用于控制几何测量传感器1向第一处理设备9传送几何测量传感器1与工件表面之间的距离信息;

[0062] 单片机4,用于控制运动传感器3向第一处理设备9传送几何测量传感器1的运动信息;

[0063] USB集线器5,用于将控制器2和单片机4分别与第一处理设备9通信连接。

[0064] 在这里,几何测量传感器1的运动信息包括几何测量传感器1平移和/或转动的信息。基于几何测量传感器1的运动信息,可以获得工件表面上的点的反射光射入几何测量传感器1中的角度;然后,基于该角度以及几何测量传感器1与工件表面上的点之间的距离信息,可以获得该工件表面上的点的坐标。通过这种方式,可以产生足够多的工件待测量表面

上的点的位置信息,从而获得工件待测量表面的尺寸信息。第一处理设备9基于传感器模块12与工件相对运动的运动信息和传感器模块12所获得的工件待测量表面相对于传感器模块12的位置信息,可以对工件的参考模型进行重构,从而得到工件13的实际模型。

[0065] 如图3所示,图3为本发明一实施例的在位测量方法的流程图。

[0066] 在本实施例中,由于实际加工环境比较恶劣,传感器模块12在机床加工工件时可以不安装,待需要测量工件时再安装上,因而实际操作时第一步应该是安装传感器模块,然后通过第一处理设备9生成预设NC程序,并将该预设NC程序发送给第二处理设备8,而第二处理设备8基于预设NC程序控制传感器模块12与工件相对运动,然后,传感器模块12采集数据,并发送给第一处理设备9,第一处理设备9再将NC程序所包含的信息与传感器模块12所采集的数据进行数据融合,从而得到工件的待测量表面的实际模型,这样,就完成了工件的待测量表面的测量工作。最后,再将传感器模块12卸载掉。

[0067] 如图4和图5所示,图4示出了本发明实施例的传感器模块12的一种扫描路径的示意图,图5示出了本发明实施例的传感器模块12的另一扫描路径的示意图。

[0068] 图4所示出的扫描路径为环形扫描路径10,而图5所示出的扫描路径为栅格扫描路径11,传感器模块12的扫描路径的选择可以根据机床的主轴配置来确定,若机床有旋转轴,则可以采用环形扫描路径10,若机床只有直线运动轴,则可以采用栅格扫描路径11。

[0069] 如图6-图11所示,图6-图11示出了对如图2所示的机床上的工件进行在位测量时,传感器模块12所获取的数据的示意图。

[0070] 在在位测量过程中,传感器模块12做B轴的旋转(绕Y轴旋转)扫描,具体以如图10所示的传感器模块12的旋转角速度数据转动;而工件做X轴平移运动,这样,传感器模块12到工件之间的距离可以采用如图8所示的Z轴方向的传感数据;然后,进行数据的时间和空间的匹配和融合,重构得到工件的实际模型,如图12所示。图12所示的工件的实际模型证明了本发明的在位测量方法的可行性和有效性。

[0071] 应当理解的是,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,而所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。



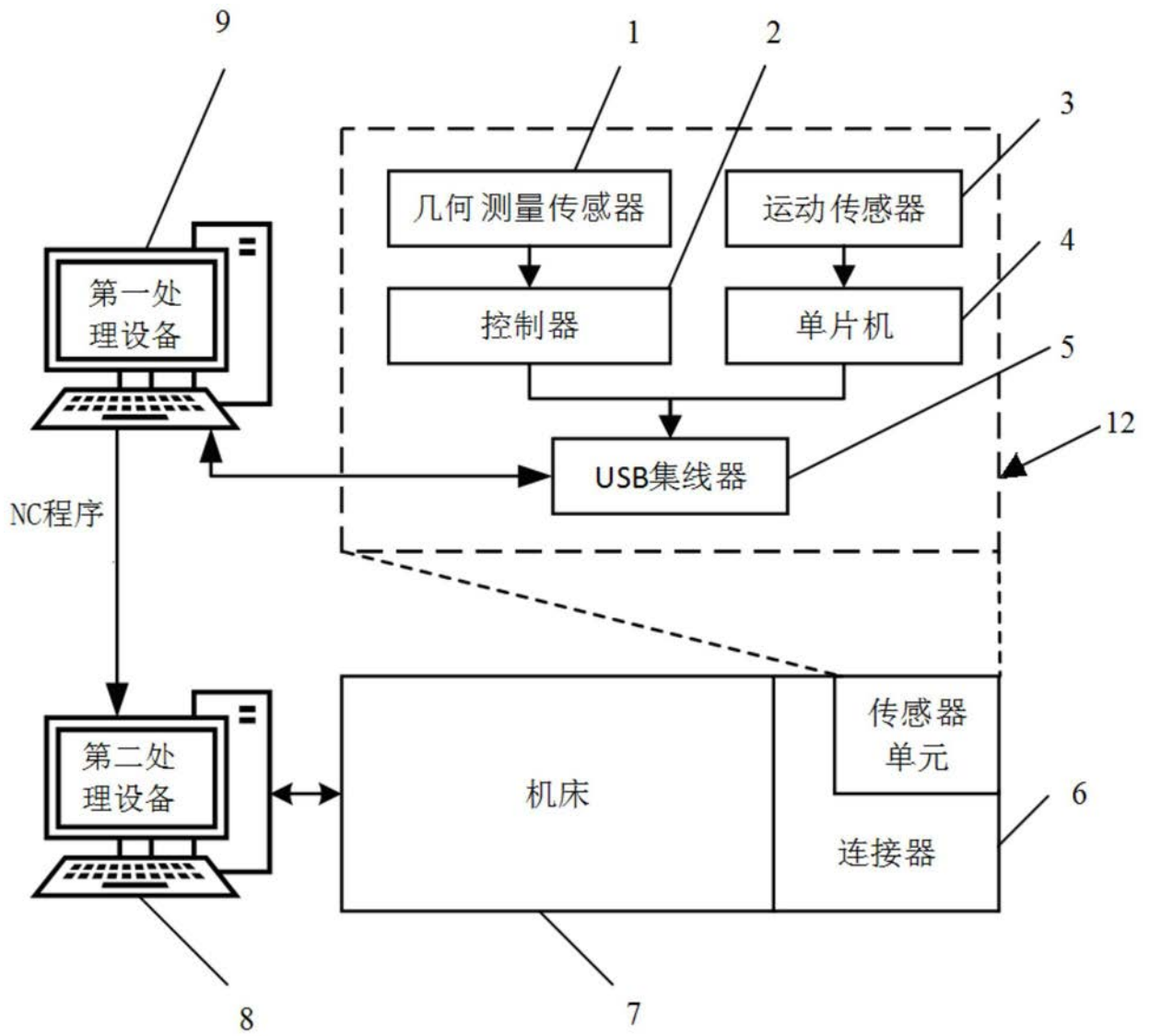


图1

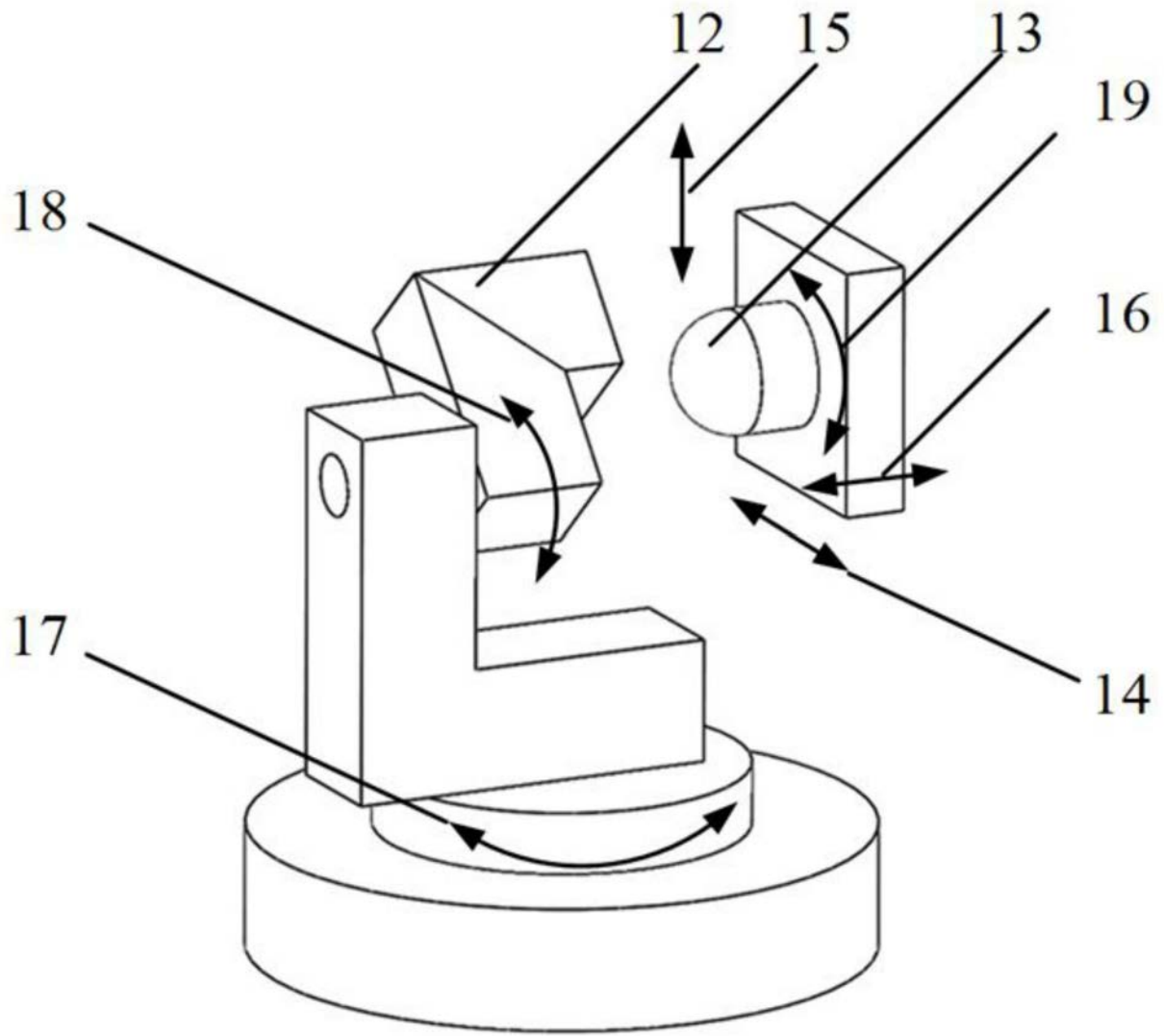


图2

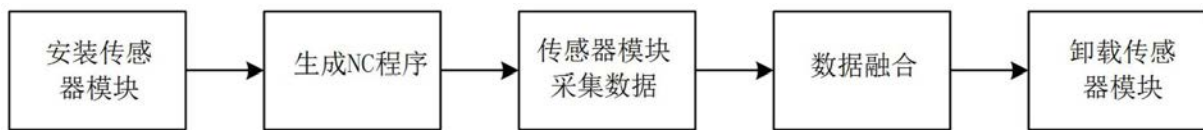


图3

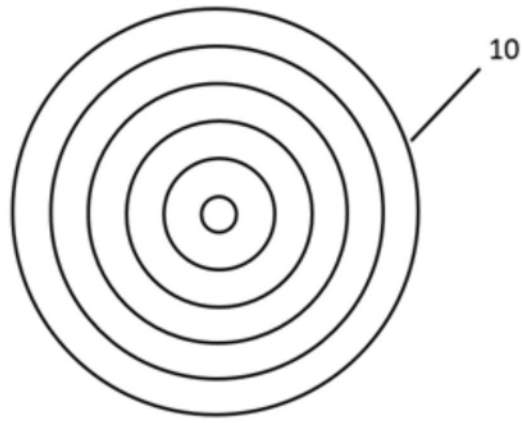


图4

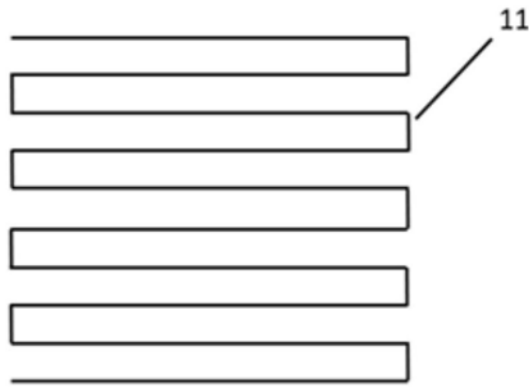


图5

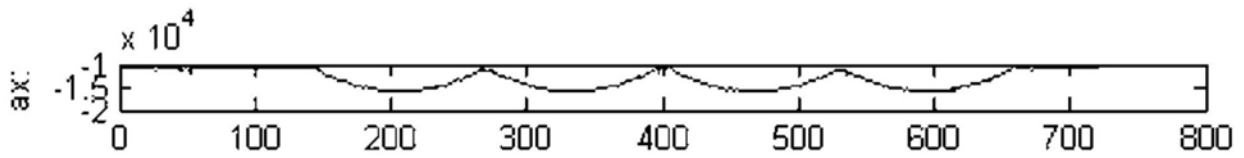


图6

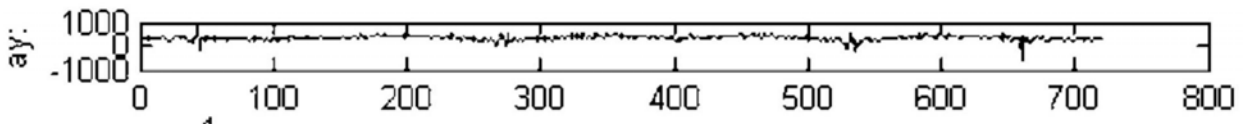


图7

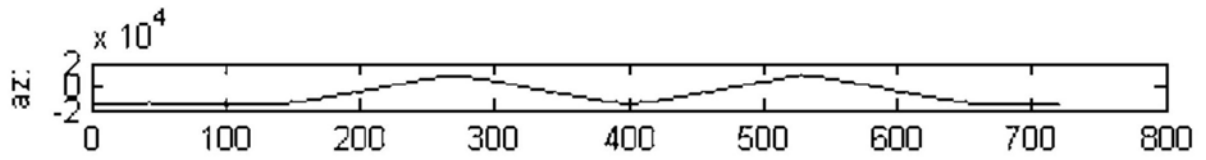


图8

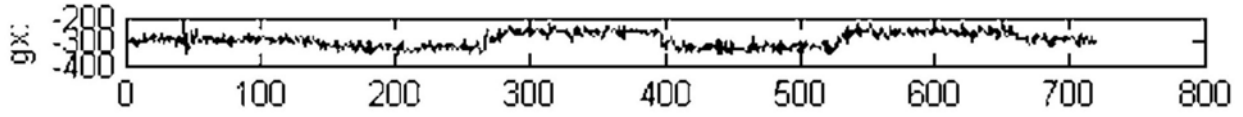


图9

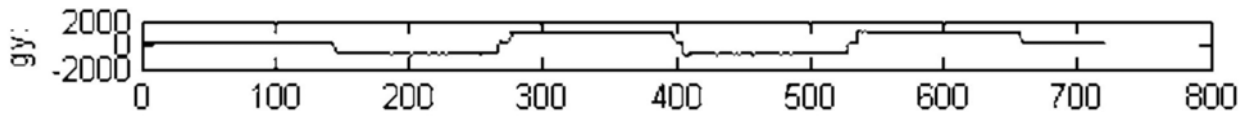


图10

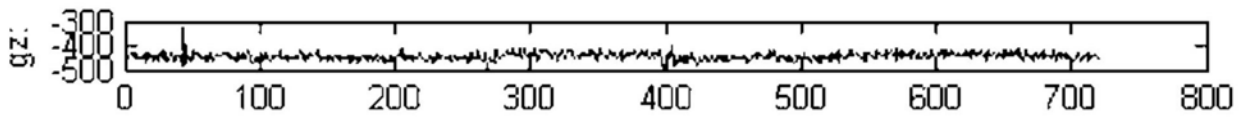


图11

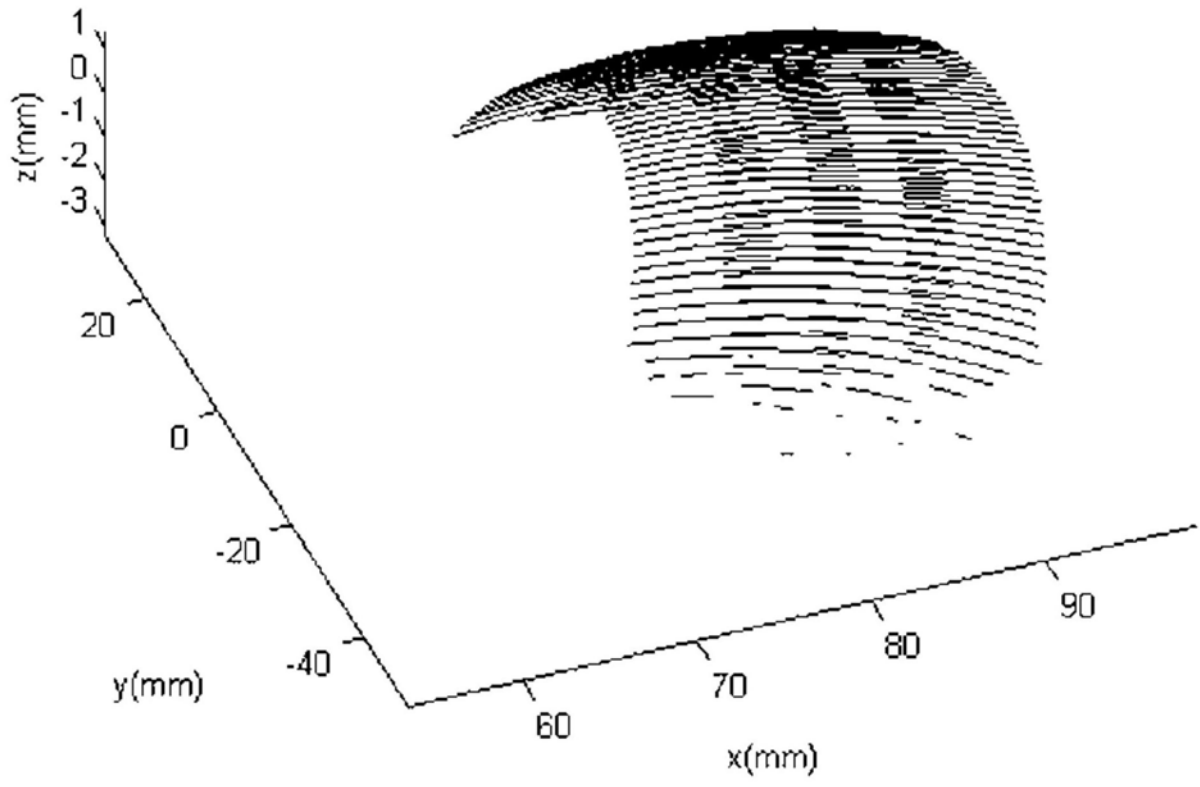


图12