



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110940267 A

(43)申请公布日 2020.03.31

(21)申请号 201811114690.8

(22)申请日 2018.09.25

(71)申请人 深圳中科飞测科技有限公司

地址 518107 广东省深圳市龙华区大浪街
道同胜社区上横朗第四工业区2号101
201 301

(72)发明人 陈鲁 吕肃 李青格乐 张嵩

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公
司 72001

代理人 肖日松 刘林华

(51)Int.Cl.

G01B 11/00(2006.01)

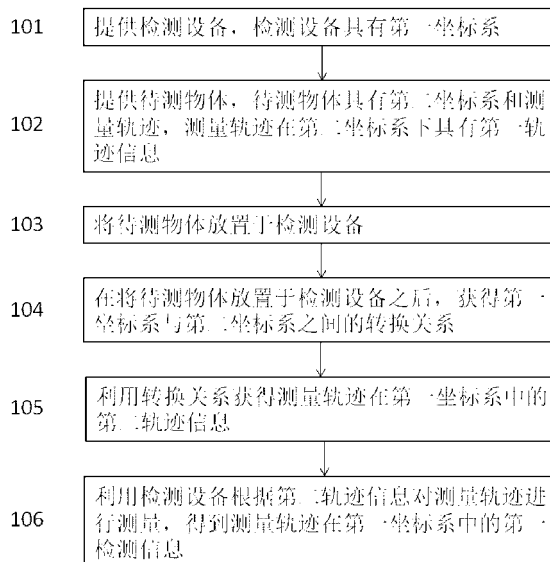
权利要求书3页 说明书11页 附图3页

(54)发明名称

测量方法及其测量系统

(57)摘要

本发明涉及测量方法及其测量系统。具体而言,测量方法包括以下步骤:提供检测设备,检测设备具有第一坐标系;提供待测物体,检测设备具有第二坐标系和测量轨迹,测量轨迹在第二坐标系下具有第一轨迹信息;将待测物体放置于检测设备;在将待测物体放置于检测设备之后,获得第一坐标系与第二坐标系之间的转换关系;利用转换关系获得测量轨迹在第一坐标系中的第二轨迹信息;利用检测设备根据第二轨迹信息对测量轨迹进行测量,得到测量轨迹在第一坐标系中的第一检测信息。



1. 一种测量方法,包括以下步骤:

提供检测设备,所述检测设备具有第一坐标系;

提供待测物体,所述待测物体具有第二坐标系和测量轨迹,所述测量轨迹在所述第二坐标系下具有第一轨迹信息;

将所述待测物体放置于所述检测设备;

在将所述待测物体放置于所述检测设备之后,获得所述第一坐标系与所述第二坐标系之间的转换关系;

利用所述转换关系获得所述测量轨迹在所述第一坐标系中的第二轨迹信息;

利用所述检测设备根据所述第二轨迹信息对所述测量轨迹进行测量,得到所述测量轨迹在所述第一坐标系中的第一检测信息。

2. 根据权利要求1所述的测量方法,其特征在于,所述第一坐标系包括第一坐标轴、第二坐标轴和第三坐标轴,所述第一坐标轴和第二坐标轴所组成的平面为第一坐标平面,所述第三坐标轴与所述检测设备的光轴平行;所述第二坐标系包括第四坐标轴、第五坐标轴和第六坐标轴;

获得所述转换关系的步骤包括:获取所述第四坐标轴和所述第五坐标轴所组成的平面在所述第一坐标系下的第二坐标平面;根据所述第二坐标平面获取所述第一坐标轴与所述第四坐标轴之间的第一轴线位置关系;根据所述第二坐标平面获取所述第二坐标轴与所述第五坐标轴之间的第二轴线位置关系;根据所述第二坐标平面获取第一坐标系原点与第二坐标系原点之间的原点位置关系;根据所述第一轴线位置关系、第二轴线位置关系和原点位置关系,获取所述转换关系。

3. 根据权利要求2所述的测量方法,其特征在于,

获取所述第一轴线位置关系和所述第二轴线位置关系的步骤包括:对所述待测物体的边缘在所述第一坐标平面中进行成像,获取所述待测物体在所述第一坐标平面中的轮廓像;获取所述轮廓像沿所述第三坐标轴在所述第二坐标平面中的投影的轮廓像投影;根据所述轮廓像和所述轮廓像投影获取所述第一轴线位置关系和所述第二轴线位置关系。

4. 根据权利要求3所述的测量方法,其特征在于,所述待测物体包括平行于所述第四坐标轴的第一边、平行于所述第五坐标轴的第二边;

所述轮廓像包括第一像和第二像;

获取所述轮廓像的步骤包括:通过所述检测设备获取所述第一边在所述第一坐标平面中的第一像;通过所述检测设备获取所述第二边在所述第一坐标平面中的第二像;

获取所述轮廓像投影的步骤包括:获取所述第一像沿所述第三坐标轴在所述第二坐标平面中的第一投影信息;获取所述第二像沿所述第三坐标轴在所述第二坐标平面中的第二投影信息;

获取所述第一轴线位置关系和所述第二轴线位置关系的步骤包括:根据所述第一像和所述第一投影信息获取所述第一轴线位置关系;根据所述第二像和所述第二投影信息获取所述第二轴线位置关系。

5. 根据权利要求2所述的测量方法,其特征在于,所述待测物体包括特征点,所述第二坐标系原点与所述特征点位置重合;

获取所述原点位置关系的步骤包括:根据所述轮廓像获取所述特征点在所述第一坐标

平面中的特征像;获取所述特征像沿所述第三坐标轴在所述第二坐标平面中的特征像投影;根据所述特征像和所述特征像投影获取所述原点位置关系。

6. 根据权利要求5所述的测量方法,其特征在于,所述待测物体具有旋转对称性,所述待测物体包括具有旋转对称性的两条第一对称边,以及具有旋转对称性的两条第二对称边,所述第二对称边与所述第一对称边不平行,所述第一对称边在所述第一坐标平面中成的像为第一对称像,所述第二对称边在所述第一坐标平面中成的像为第二对称像;所述特征点为所述待测物体的形心;

当两条第一对称像具有第一夹角时,获取所述特征像的步骤包括:获取所述第一夹角的第一角平分线;当两条第二对称像具有第二夹角时,获取所述第二夹角的第二角平分线;获取所述第一角平分线与所述第二角平分线的交点,作为所述特征像;

当两条第一对称像平行时,获取所述特征像的步骤包括:获取与两条第一对称像之间的距离相等的第一平分线;获取与两条第二对称像之间的距离相等的第二平分线;获取所述第一平分线与所述第二平分线的交点,作为所述特征像。

7. 根据权利要求5所述的测量方法,其特征在于,所述特征像为所述轮廓像的形心;

获取所述特征像的步骤包括:对所述轮廓像进行拟合,获取轮廓表达式;根据所述轮廓表达式获取所述轮廓像的形心。

8. 根据权利要求2所述的测量方法,其特征在于,获取所述第二坐标平面的步骤包括:通过所述检测设备在所述第一坐标系下对所述待测物体的三个或更多个点进行局部高度测量,得到所述三个或更多个点沿所述第三坐标轴的高度信息;根据所述三个或更多个点的所述高度信息来获取所述第二坐标平面。

9. 根据权利要求8所述的测量方法,其特征在于,所述局部高度测量的步骤包括:获取所述待测物体在所述第一坐标平面中的物像;根据所述物像获取所述待测物体的所述三个或更多个点的位置信息;根据所述位置信息对所述待测物体的所述三个或更多个点进行测量,获取所述高度信息。

10. 根据权利要求9所述的测量方法,其特征在于,所述三个或更多个点位于所述待测物体的表面中到所述第二坐标平面距离相等的平坦区域。

11. 根据权利要求8所述的测量方法,其特征在于,所述三个或更多个点包括,关于所述待测物体的形心分别对称的两对点。

12. 根据权利要求1所述的测量方法,其特征在于,还包括:利用所述转换关系获取所述第一检测信息在所述第二坐标系下的第二检测信息。

13. 根据权利要求12所述的测量方法,其特征在于,所述第二检测信息包括所述测量轨迹的形貌信息;

所述测量方法还包括:提供所述待测物体的设计形貌信息,且根据所述设计形貌信息和所述测量轨迹的形貌信息获取所述待测物体的畸变。

14. 根据权利要求1所述的测量方法,其特征在于,所述测量轨迹是线或面。

15. 根据权利要求1所述的测量方法,其特征在于,所述检测设备包括成像设备和三维检测设备;所述成像设备用于获取所述待测物体在所述第一坐标平面中的像,所述待测物体的像包括所述待测物体在所述第一坐标平面中的位置信息;所述三维检测设备用于获取所述待测物体在所述第一坐标系中的三维形貌信息。

16. 根据权利要求15所述的测量方法,其特征在于,所述成像设备包括远心成像设备。

17. 根据权利要求15所述的测量方法,其特征在于,所述三维检测设备包括色散共聚焦设备、激光三角法测量设备、三坐标检测设备或干涉法测量设备。

18. 根据权利要求1所述的测量方法,其特征在于,所述第一检测信息包括缺陷信息或测量轨迹表面膜层的厚度信息中的一者或两者组合;所述检测设备包括缺陷检测设备或膜厚检测设备,所述缺陷检测设备用于检测所述测量轨迹表面的缺陷信息,所述膜厚检测设备用于检测所述测量轨迹表面膜层的厚度信息。

19. 根据权利要求1所述的测量方法,其特征在于,所述第一坐标平面与所述第二坐标平面平行,所述第四坐标轴上具有第一特征点和第二特征点,所述第一特征点在所述第二坐标系下的坐标为第三位置信息;所述第二特征点在所述第二坐标系下的坐标为第四位置信息;

获取所述转换关系的步骤包括:在所述第一坐标系下获取所述第一特征点的第一位置信息;在所述第一坐标系下获取所述第二特征点的第二位置信息;根据所述第一位置信息、第二位置信息、第三位置信息和第四位置信息获取所述转换关系。

20. 一种测量系统,用于对待测物体进行测量,所述待测物体具有第二坐标系和测量轨迹,所述测量轨迹在所述第二坐标系下具有第一轨迹信息,所述测量系统包括:

检测设备,其具有第一坐标系;

转换关系获取模块,其用于在将所述待测物体放置于所述检测设备之后,获得所述第一坐标系与所述第二坐标系之间的转换关系;

轨迹信息获取模块,其用于利用所述转换关系获得所述测量轨迹在所述第一坐标系中的第二轨迹信息;以及

检测信息获取模块,其用于利用所述检测设备根据所述第二轨迹信息对所述测量轨迹进行测量,得到所述测量轨迹在所述第一坐标系中的第一检测信息。

测量方法及其测量系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种测量方法,特别是对待测物体的测量轨迹进行测量的测量方法,及其测量系统。

背景技术

[0002] 随着现代工业的发展,精密加工被用到越来越多的领域;同时,对于加工精度也有越来越高的要求。为了满足加工精度的需求,提高加工样品的合格率,需要经常对加工过程及加工的产品进行关于形貌畸变的测试,以确保畸变在可容忍范围内。

[0003] 现有的畸变检测方法可以分为二维检测及三维检测两大类。二维检测通过成像等方法来得到待测物体的轮廓在二维坐标系下的分布,并通过测得的轮廓与设计轮廓的对比来得到畸变信息。二维检测是目前最常用的检测方法。然而在许多检测需求中,需要知道待测物体高度方向的畸变,这是二维检测无法实现的,因而需要进行三维检测。常用的三维检测方法包括:接触式点扫描(如三坐标测量仪)、激光三角法、干涉法、共聚焦法等光学测量方法。三维测量可在高度方向上达到较好的分辨率,但与二维检测相比,三维检测方法耗时较长,且在水平方向上分辨率较低。

[0004] 在精密加工的畸变检测应用中,经常需要对待测物体的设定测量轨迹(例如,在关键位置处)的高度进行快速检测,而在这种情况下,常规的二维检测方法或三维检测方法均不能独立地满足要求:二维检测方法可以找到待测物体的轮廓,但无法测量指定位置的高度分布;三维检测方法,虽然可以实现关键位置处的高度测量,但需要对整片区域的高度变化进行检测而得到待测物体轮廓才能明确关键位置的定位,考虑到三维检测的检测时间与被测面积成正比,三维检测方法耗时较长,相应地检测成本也高。

[0005] 存在对新的测量方法的需要,其能够实现对待测物体的测量轨迹进行快速、高精度的三维测量,并由此判断待测物体是否存在畸变以及畸变程度。

发明内容

[0006] 为解决以上问题,本发明提出了一种结合二维检测及三维检测来实现对待测物体的测量轨迹进行测量(特别是三维测量)的测量方法。具体地,该测量方法将远心成像设备与色散共聚焦设备相结合,并设计了测量过程,能够实现对待测物体的测量轨迹(例如,在选定位置、特别是关键位置处)进行快速、高精度的三维测量,从而判断待测物体是否存在畸变以及畸变程度。

[0007] 根据本发明的第一方面,提供了一种测量方法,其包括以下步骤:提供检测设备,供检测设备具有第一坐标系;提供待测物体,待测物体具有第二坐标系和测量轨迹,测量轨迹在第二坐标系下具有第一轨迹信息;将待测物体放置于检测设备;在将待测物体放置于检测设备之后,获得第一坐标系与第二坐标系之间的转换关系;利用转换关系获得测量轨迹在第一坐标系中的第二轨迹信息;利用检测设备根据第二轨迹信息对测量轨迹进行测量,得到测量轨迹在第一坐标系中的第一检测信息。

[0008] 根据本发明的第二方面,提供了一种测量系统,其用于对待测物体进行测量,待测物体具有第二坐标系和测量轨迹,测量轨迹在第二坐标系下具有第一轨迹信息,测量系统包括:检测设备,其具有第一坐标系;转换关系获取模块,其用于在将待测物体放置于检测设备之后,获得第一坐标系与第二坐标系之间的转换关系;轨迹信息获取模块,其用于利用转换关系获得测量轨迹在第一坐标系中的第二轨迹信息;以及检测信息获取模块,其用于利用检测设备根据第二轨迹信息对测量轨迹进行测量,得到待测物体在第一坐标系中的第一检测信息。

[0009] 技术方案1. 一种测量方法,包括以下步骤:

提供检测设备,所述待测物体具有第一坐标系;

提供待测物体,所述待测物体具有第二坐标系和测量轨迹,所述测量轨迹在所述第二坐标系下具有第一轨迹信息;

将所述待测物体放置于所述检测设备;

在将所述待测物体放置于所述检测设备之后,获得所述第一坐标系与所述第二坐标系之间的转换关系;

利用所述转换关系获得所述测量轨迹在所述第一坐标系中的第二轨迹信息;

利用所述检测设备根据所述第二轨迹信息对所述测量轨迹进行测量,得到所述测量轨迹在所述第一坐标系中的第一检测信息。

[0010] 技术方案2. 根据技术方案1所述的测量方法,其特征在于,所述第一坐标系包括第一坐标轴、第二坐标轴和第三坐标轴,所述第一坐标轴和第二坐标轴所组成的平面为第一坐标平面,所述第三坐标轴与所述检测设备的光轴平行;所述第二坐标系包括第四坐标轴、第五坐标轴和第六坐标轴;

获得所述转换关系的步骤包括:获取所述第四坐标轴和所述第五坐标轴所组成的平面在所述第一坐标系下的第二坐标平面;根据所述第二坐标平面获取所述第一坐标轴与所述第四坐标轴之间的第一轴线位置关系;根据所述第二坐标平面获取所述第二坐标轴与所述第五坐标轴之间的第二轴线位置关系;根据所述第二坐标平面获取第一坐标系原点与第二坐标系原点之间的原点位置关系;根据所述第一轴线位置关系、第二轴线位置关系和原点位置关系,获取所述转换关系。

[0011] 技术方案3. 根据技术方案2所述的测量方法,其特征在于,

获取所述第一轴线位置关系和所述第二轴线位置关系的步骤包括:对所述待测物体的边缘在所述第一坐标平面中进行成像,获取所述待测物体在所述第一坐标平面中的轮廓像;获取所述轮廓像沿所述第三坐标轴在所述第二坐标平面中的投影的轮廓像投影;根据所述轮廓像和所述轮廓像投影获取所述第一轴线位置关系和所述第二轴线位置关系。

[0012] 技术方案4. 根据技术方案3所述的测量方法,其特征在于,所述待测物体包括平行于所述第四坐标轴的第一边、平行于所述第五坐标轴的第二边;

所述轮廓像包括第一像和第二像;

获取所述轮廓像的步骤包括:通过所述检测设备获取所述第一边在所述第一坐标平面中的第一像;通过所述检测设备获取所述第二边在所述第一坐标平面中的第二像;

获取所述轮廓像投影的步骤包括:获取所述第一像沿所述第三坐标轴在所述第二坐标平面中的第一投影信息;获取所述第二像沿所述第三坐标轴在所述第二坐标平面中的第二

投影信息;

获取所述第一轴线位置关系和所述第二轴线位置关系的步骤包括:根据所述第一像和所述第一投影信息获取所述第一轴线位置关系;根据所述第二像和所述第二投影信息获取所述第二轴线位置关系。

[0013] 技术方案5. 根据技术方案2所述的测量方法,其特征在于,所述待测物体包括特征点,所述第二坐标系原点与所述特征点位置重合;

获取所述原点位置关系的步骤包括:根据所述轮廓像获取所述特征点在所述第一坐标平面中的特征像;获取所述特征像沿所述第三坐标轴在所述第二坐标平面中的特征像投影;根据所述特征像和所述特征像投影获取所述原点位置关系。

[0014] 技术方案6. 根据技术方案5所述的测量方法,其特征在于,所述待测物体具有旋转对称性,所述待测物体包括具有旋转对称性的两条第一对称边,以及具有旋转对称性的两条第二对称边,所述第二对称边与所述第一对称边不平行,所述第一对称边在所述第一坐标平面中成的像为第一对称像,所述第二对称边在所述第一坐标平面中成的像为第二对称像;所述特征点为所述待测物体的形心;

当两条第一对称像具有第一夹角时,获取所述特征像的步骤包括:获取所述第一夹角的第一角平分线;当两条第二对称像具有第二夹角时,获取所述第二夹角的第二角平分线;获取所述第一角平分线与所述第二角平分线的交点,作为所述特征像;

当两条第一对称像平行时,获取所述特征像的步骤包括:获取与两条第一对称像之间的距离相等的第一平分线;获取与两条第二对称像之间的距离相等的第二平分线;获取所述第一平分线与所述第二平分线的交点,作为所述特征像。

[0015] 技术方案7. 根据技术方案5所述的测量方法,其特征在于,所述特征像为所述轮廓像的形心;

获取所述特征像的步骤包括:对所述轮廓像进行拟合,获取轮廓表达式;根据所述轮廓表达式获取所述轮廓像的形心。

[0016] 技术方案8. 根据技术方案2所述的测量方法,其特征在于,获取所述第二坐标平面的步骤包括:通过所述检测设备在所述第一坐标系下对所述待测物体的三个或更多个点进行局部高度测量,得到所述三个或更多个点沿所述第三坐标轴的高度信息;根据所述三个或更多个点的所述高度信息来获取所述第二坐标平面。

[0017] 技术方案9. 根据技术方案8所述的测量方法,其特征在于,所述局部高度测量的步骤包括:获取所述待测物体在所述第一坐标平面中的物像;根据所述物像获取所述待测物体的所述三个或更多个点的位置信息;根据所述位置信息对所述待测物体的所述三个或更多个点进行测量,获取所述高度信息。

[0018] 技术方案10. 根据技术方案9所述的测量方法,其特征在于,所述三个或更多个点位于所述待测物体的表面中的到所述第二坐标平面距离相等的平坦区域。

[0019] 技术方案11. 根据技术方案8所述的测量方法,其特征在于,所述三个或更多个点包括,关于所述待测物体的形心分别对称的两对点。

[0020] 技术方案12. 根据技术方案1所述的测量方法,其特征在于,还包括:利用所述转换关系获取所述第一检测信息在所述第二坐标系下的第二检测信息。

[0021] 技术方案13. 根据技术方案12所述的测量方法,其特征在于,所述第二检测信息

包括所述测量轨迹的形貌信息；

所述测量方法还包括：提供所述待测物体的设计形貌信息，且根据所述设计形貌信息和所述测量轨迹的形貌信息获取所述待测物体的畸变。

[0022] 技术方案14. 根据技术方案1所述的测量方法，其特征在于，所述测量轨迹是线或面。

[0023] 技术方案15. 根据技术方案1所述的测量方法，其特征在于，所述检测设备包括成像设备和三维检测设备；所述成像设备用于获取所述待测物体在所述第一坐标平面中的像，所述待测物体的像包括所述待测物体在所述第一坐标平面中的位置信息；所述三维检测设备用于获取所述待测物体在所述第一坐标系中的三维形貌信息。

[0024] 技术方案16. 根据技术方案15所述的测量方法，其特征在于，所述成像设备包括远心成像设备。

[0025] 技术方案17. 根据技术方案15所述的测量方法，其特征在于，所述三维检测设备包括色散共聚焦设备、激光三角法测量设备、三坐标检测设备或干涉法测量设备。

[0026] 技术方案18. 根据技术方案1所述的测量方法，其特征在于，所述第一检测信息包括缺陷信息或测量轨迹表面膜层的厚度信息中的一者或两者组合；所述检测设备包括缺陷检测设备或膜厚检测设备，所述缺陷检测设备用于检测所述测量轨迹表面的缺陷信息，所述膜厚检测设备用于检测所述测量轨迹表面膜层的厚度信息。

[0027] 技术方案19. 根据技术方案1所述的测量方法，其特征在于，所述第一坐标平面与所述第二坐标平面平行，所述第四坐标轴上具有第一特征点和第二特征点，所述第一特征点在所述第二坐标系下的坐标为第三位置信息；所述第二特征点在所述第二坐标系下的坐标为第四位置信息；

获取所述转换关系的步骤包括：在所述第一坐标系下获取所述第一特征点的第一位置信息；在所述第一坐标系下获取所述第二特征点的第二位置信息；根据所述第一位置信息、第二位置信息、第三位置信息和第四位置信息获取所述转换关系。

[0028] 技术方案20. 一种测量系统，用于对待测物体进行测量，所述待测物体具有第二坐标系和测量轨迹，所述测量轨迹在所述第二坐标系下具有第一轨迹信息，所述测量系统包括：

检测设备，其具有第一坐标系；

转换关系获取模块，其用于在将所述待测物体放置于所述检测设备之后，获得所述第一坐标系与所述第二坐标系之间的转换关系；

轨迹信息获取模块，其用于利用所述转换关系获得所述测量轨迹在所述第一坐标系中的第二轨迹信息；以及

检测信息获取模块，其用于利用所述检测设备根据所述第二轨迹信息对所述测量轨迹进行测量，得到所述待测物体在所述第一坐标系中的第一检测信息。

[0029] 根据本发明的实施例可以实现对待测物体的测量轨迹进行快速、高精度的三维测量，并由此判断待测物体是否存在畸变以及畸变程度。与现有技术相比，本发明的有益技术效果如下：

1) 利用待测物体的坐标系与测量设备的坐标系之间的转换关系，可利用检测设备直接对待测物体的测量轨迹进行测量，从而直接获得待测物体的指定位置处的形貌信息；

2) 将二维成像方法与三维测量方法相结合,根据二维成像设备所获得的二维的像以及三维检测设备所获得的极少量的点的高度信息来快速建立待测物体关于测量设备的准确定位,并依据该定位关系对待测物体的测量轨迹进行测量(特别是三维测量),显著降低测量时间,并提高测量精度;

3) 有效地排除了待测物体的形状、摆放位置和高度噪声对三维测量和形貌畸变判断的影响,具有很强的抗噪声的能力和鲁棒性;

4) 测量轨迹处的测量和形貌畸变判断的过程可完全由计算机程序控制而执行,易于并入自动化生产设备和自动化生产过程,提高待测物体的形貌畸变测量以及整个生产流程的效率。

附图说明

[0030] 以下参考附图并结合实施例来具体地描述本发明,本发明的优点和实现方式将更加明显,其中,附图所示的内容仅用于对本发明进行解释说明,而不构成对本发明的任何意义上的限制,附图仅是示意性的,并非严格地按比例绘制。在附图中:

图1示出了根据本发明的实施例的测量方法的步骤;

图2示出了根据本发明的实施例的具有第二坐标系($O'X'Y'Z'$)的示例性待测物体和测量轨迹的示意图;

图3示出了根据本发明的实施例的图2中的待测物体放置于具有第一坐标系($OXYZ$)的检测设备之后的示意图;

图4示出了根据本发明的实施例的示例性测量系统的示意图;以及

图5示出了根据本发明的实施例的示例性移动平台的示意图。

具体实施方式

[0031] 将在下面描述本发明的一个或多个具体实施例。为了致力于提供这些实施例的简洁描述,在说明书中可不描述实际实施方式的所有特征。应当理解,在任何这种实际实施方式的开发中,如在任何工程或设计项目中,必须进行许多针对实施方式的决定来实现开发者的具体目标,诸如符合与系统有关和与商业有关的约束,约束可能从一个实施方式到另一个实施方式而改变。此外,应当理解,这种开发努力可能是复杂和耗时的,但对于具有本公开的益处的普通技术人员而言,将不过是设计、加工和制造的例行工作。

[0032] 如上所述,很多精密加工物体的高度分布范围较大,需要进行三维测量才能得到其畸变信息。检测速度是工业应用中一个重要参数。由于检测时间与检测面积成正比,考虑到待测物体表面畸变会引起周围区域的高度变化,可通过对关键位置(例如,待测物体可能产生畸变的关键部位)处的测量轨迹进行三维测量来实现畸变检测。在此过程中,如何找到合理测量位置并且排除待测物体摆放不平而引起的高度误差成为测量重点。传统的三维检测方法需要完成所有区域的测量之后才能获取待测物体的轮廓像,故无法实现快速定位检测。本发明提出了将二维轮廓检测与三维检测相结合的新的针对待测物体的测量轨迹进行测量的测量方法,从而实现快速畸变测量。现在参照附图来阐述根据本发明的示例性实施例。

[0033] 图1示出了根据本发明的实施例的测量方法的步骤。参照图1,本发明提供了一种

测量方法,其包括以下步骤:步骤101,提供检测设备,检测设备具有第一坐标系;步骤102,提供待测物体,待测物体具有第二坐标系和测量轨迹,测量轨迹在第二坐标系下具有第一轨迹信息;在步骤103,将待测物体放置于检测设备;步骤104,在将待测物体放置于检测设备之后,获得第一坐标系与第二坐标系之间的转换关系;步骤105,利用转换关系获得测量轨迹在第一坐标系中的第二轨迹信息;步骤106,利用检测设备根据第二轨迹信息对测量轨迹进行测量,得到测量轨迹在第一坐标系中的第一形貌信息。

[0034] 该检测设备包括成像设备和三维检测设备。成像设备包括远心成像设备。具体地,三维检测设备包括色散共聚焦设备、激光三角法测量设备、三坐标检测设备或干涉法测量设备等。在其它实施例中,检测设备还可包括其它测量硬件,例如移动平台、光学测量部件等。在其它实施例中,该检测设备可以为二维检测设备,例如摄像机。

[0035] 在一种实施例中,第一坐标系包括第一坐标轴(X轴)、第二坐标轴(Y轴)和第三坐标轴(Z轴),第一坐标轴和第二坐标轴所组成的平面为第一坐标平面(OXY平面)。具体地,例如,第一坐标系采用笛卡尔直角坐标系(OXYZ)。第二坐标系包括第四坐标轴(X'轴)、第五坐标轴(Y'轴)和第六坐标轴(Z'轴)。具体地,例如,第二坐标系采用笛卡尔直角坐标系(O'X'Y'Z')。

[0036] 成像设备用于获取待测物体在第一坐标平面中的像,待测物体的像包括待测物体在第一坐标平面中的位置信息;三维检测设备用于获取待测物体在第一坐标系中的三维形貌信息。

[0037] 图2示出了根据本发明的实施例的具有第二坐标系(O'X'Y'Z')的示例性待测物体和测量轨迹的示意图。在该实施例中,待测物体具有矩形表面,且测量轨迹为线。图3示出了根据本发明的实施例的图2中的待测物体放置于具有第一坐标系(OXYZ)的检测设备(仅示出了其移动平台)之后的示意图。在图3中的实施例中,待测物体放置得略微倾斜。

[0038] 在一种实施例中,将成像设备的测量平面设置为第一坐标平面。此外,移动平台的待测物体放置平面也与第一坐标平面重合或平行。备选地,在成像设备是光学检测设备的情况下,第三坐标轴与检测设备(具体地,成像设备)的光轴平行。在一种实施例中,由于检测设备所属位置和测量视角固定,为了方便,每次测量时,第一坐标系保持不变。

[0039] 在根据本发明的示例性实施例中,成像设备可选地是远心成像设备。在普通的成像设备中,待测物体与光线收集镜头之间的距离将影响成像的放大倍率,导致成像大小变化,从而待测物体在不同位置处可能因高度不同而出现放大倍率不同的现象,导致提取的轮廓精度较低。与普通的成像设备比较,远心成像设备仅采集平行于光轴的光进行成像,使放大倍率不受待测物体位置影响,保证轮廓精度。此外,根据本发明的实施例,成像设备可包括能够实现本发明的测量方法(例如,能够实现足够的轮廓精度测量)的任何适合的成像设备。

[0040] 在一种实施例中,获得转换关系的步骤包括:获取第四坐标轴和第五坐标轴所组成的平面在第一坐标系下的第二坐标平面(O'X'Y'平面);根据第二坐标平面获取第一坐标轴与第四坐标轴之间的第一轴线位置关系;根据第二坐标平面获取第二坐标轴与第五坐标轴之间的第二轴线位置关系;根据第二坐标平面获取第一坐标系原点与第二坐标系原点之间的原点位置关系;根据第一轴线位置关系、第二轴线位置关系和原点位置关系,获取转换关系。例如,第二坐标平面基于待测物体放置于检测设备后的实际底面。

[0041] 在根据本发明的示例性实施例中,获取第二坐标平面的步骤包括:通过检测设备在第一坐标系下对待测物体的三个或更多个点进行局部高度测量,得到该三个或更多个点沿第三坐标轴的高度信息;根据该三个或更多个点的高度信息来获取第二坐标平面。

[0042] 在一种实施例中,局部高度测量的步骤包括:获取待测物体在第一坐标平面中的物像;根据物像获取待测物体的该三个或更多个点的位置信息;根据位置信息对待测物体的该三个或更多个点进行测量,获取高度信息。换言之,在利用三维检测设备进行局部高度测量时,基于待测物体在第一坐标平面中的物像,可对该三个或更多个点进行准确的定位。

[0043] 具体地,为了使获取的第二坐标平面更加准确地反映待测物体与检测设备的准确定位关系,该三个或更多个点位于待测物体的表面中的到第二坐标平面距离相等的平坦区域。可选地,该三个或更多个点包括,关于待测物体的形心分别对称的两对点。在一种实施例中,该三个或更多个点从待测物体表面的高度相同的平坦区域选择,并且尽量选择相隔较远的点。备选地,测量的点的数目可根据待测物体的表面特征和所需要的形貌畸变测量精度来调节。根据本发明的实施例,三维检测设备可包括能够实现本发明的测量方法(例如,能够实现足够的高度测量精度)的任何适合的三维检测设备,例如色散共聚焦设备、激光三角法测量设备、三坐标检测设备、干涉法测量设备等。

[0044] 在更进一步的实施例中,获取第一轴线位置关系和第二轴线位置关系的步骤包括:对待测物体的边缘在第一坐标平面中进行成像,获取待测物体在第一坐标平面中的轮廓像;获取轮廓像沿第三坐标轴在第二坐标平面中的投影的轮廓像投影;根据轮廓像和轮廓像投影获取第一轴线位置关系和第二轴线位置关系。更具体地,待测物体包括平行于第四坐标轴的第一边、平行于第五坐标轴的第二边;轮廓像包括第一像和第二像。获取轮廓像的步骤包括:通过检测设备获取第一边在第一坐标平面中的第一像;通过检测设备获取第二边在第一坐标平面中的第二像。获取轮廓像投影的步骤包括:获取第一像沿第三坐标轴在第二坐标平面中的第一投影信息;获取第二像沿第三坐标轴在第二坐标平面中的第二投影信息。获取第一轴线位置关系和第二轴线位置关系的步骤包括:根据第一像和第一投影信息获取第一轴线位置关系;根据第二像和第二投影信息获取第二轴线位置关系。

[0045] 具体地,第一轴线位置关系包括第一像和第一边之间的夹角;第二轴线位置关系包括第二像和第二边之间的夹角。

[0046] 在更进一步的实施例中,待测物体包括特征点,第二坐标系原点与特征点位置重合。获取原点位置关系的步骤包括:根据轮廓像获取特征点在第一坐标平面中的特征像;获取特征像沿第三坐标轴在第二坐标平面中的特征像投影;根据特征像和特征像投影获取原点位置关系。更具体地,待测物体具有旋转对称性,待测物体包括具有旋转对称性的两条第一对称边,以及具有旋转对称性的两条第二对称边,第二对称边与第一对称边不平行,第一对称边在第一坐标平面中成的像为第一对称像,第二对称边在第一坐标平面中成的像为第二对称像;特征点为待测物体的形心。当两条第一对称像具有第一夹角时(例如,待测物体为奇数条边的正多边形),获取特征像的步骤包括:获取第一夹角的第一角平分线;当两条第二对称像具有第二夹角时,获取第二夹角的第二角平分线;获取第一角平分线与第二角平分线的交点,作为特征像。当两条第一对称像平行时(例如,待测物体为偶数条边的正多边形),获取特征像的步骤包括:获取与两条第一对称像之间的距离相等的第一平分线;获取与两条第二对称像之间的距离相等的第二平分线;获取第一平分线与第二平分线的交

点,作为特征像。

[0047] 在其它实施例中,例如,特征像为轮廓像的形心。获取特征像的步骤包括:对轮廓像进行拟合,获取轮廓表达式;根据轮廓表达式获取轮廓像的形心。

[0048] 原点位置关系包括:特征像与特征像投影之间的距离沿第一坐标轴的第一分矢量;特征像与特征像投影之间的距离沿第二坐标轴的第二分矢量;特征像与特征像投影之间的距离沿第三坐标轴的第三分矢量。

[0049] 本实施例中,特征点为待测物体的形心。在其它实施例中,特征点还可以为待测物体的凹槽、孔或凸起。

[0050] 现在以轮廓为矩形的手机壳为例,介绍获得第一坐标系与第二坐标系之间的转换关系的示例性过程。首先,利用远心成像设备在第一坐标系(OXYZ)下测量待测物体的轮廓在第一坐标平面(OXY平面)中的轮廓像,并以N个(N为正整数,如四个)边缘点拟合矩形,基于第一坐标系,获得矩形的形心P,以及矩形的两条邻边在第一坐标平面中的二维法向量 N_x 、 N_y 。其次,利用色散共聚焦设备来测量待测物体的轮廓内指定的三个或更多个点的高度,并根据该三个或更多个点的三维信息拟合第二坐标平面(O'X'Y'平面)。再次,以形心P在第一坐标系中沿第三坐标轴(Z轴)在第二坐标平面上的投影,作为第二坐标系(O'X'Y'Z')的原点(O'),以 N_x 、 N_y 在第二坐标平面上的投影(例如,直接投影,或沿第三坐标轴的投影)作为第二坐标系的第四坐标轴(X'轴)方向和第五坐标轴(Y'轴)方向,从而建立第二坐标系,即,获得第一坐标系与第二坐标系之间的转换关系。

[0051] 值得注意的是,以上仅为根据本发明的建立第二坐标系的一种示例性实施例,可以按照另外的标准来建立第二坐标系。将了解的是,根据成像设备所获得的二维的像以及三维检测设备所获得的高度信息而通过其它方式建立第二坐标系的方法仍处于本发明的保护范围内。根据本发明的建立第二坐标系的过程的关键点在于,根据成像设备所获得的二维的像以及三维检测设备所获得的极少量的点的高度信息而快速建立待测物体的准确定位。此外,可以对根据本发明的实施例的步骤进行重新排序、组合和互换。

[0052] 在一种实施例中,第一坐标系与第二坐标系之间的转换关系,可用转换矩阵A来表示。根据转换矩阵A,同一位置在第一坐标系中的坐标B与在第二坐标系中的坐标B'满足关系: $B=A \cdot B'$ 或 $B=A^{-1} \cdot B'$,其中 A^{-1} 为A的逆矩阵。换句话说,同一位置在第一坐标系和第二坐标系中的坐标B、B'可通过转换矩阵A方便地转换,从而将成像设备所获得的二维的像与三维检测设备所获得的三维形貌信息(包括局部的高度信息)准确地关联起来,同时也将以上信息与待测物体的三维设计形貌关联起来。值得注意的是,这种关联仅通过成像设备所获得的二维的像以及三维检测设备所获得的极少量的点的高度信息而建立起来,该过程远远快于通过三维检测设备获得完整三维信息的传统检测方法并且具有更高的精度(其原因详见背景技术部分的分析)。注意的是,虽然仅以笛卡尔直角坐标系为例说明了获得第一坐标系与第二坐标系之间的转换关系的过程,但本领域技术人员应理解的是,可采用任何其它适合的坐标系来执行该过程,例如,柱坐标系、极坐标系等。备选地,根据待测物体的形状特点来选择合适的坐标系来提高效率和准确性。

[0053] 在本实施例中,第一检测信息包括测量轨迹的形貌信息;在此基础上,利用转换关系获取第一检测信息在第二坐标系下的第二检测信息。测量方法还包括:提供待测物体的设计形貌信息,且根据设计形貌信息和测量轨迹的形貌信息获取待测物体的畸变。在其它

实施例中,检测方法不包括获取待测物体的畸变的步骤。在本实施例中,第一检测信息包括测量轨迹的形貌信息。

[0054] 在其它实施例中,第一检测信息包括:测量轨迹的缺陷信息或测量轨迹表面膜层的厚度信息中的一者或者两者组合。则检测设备还包括:缺陷检测设备或膜厚检测设备。缺陷检测设备用于检测待测轨迹中的缺陷;膜厚检测设备用于测量待测轨迹表面膜层的厚度信息。缺陷检测设备包括微分相移干涉仪或机器视觉设备;膜厚检测设备包括反射谱检测设备。

[0055] 本实施例中的转换关系适用于第一坐标平面与第二坐标平面之间的夹角大于或等于零的情况。本实施例中的转换关系应用范围较大。

[0056] 在其它实施例中,第一坐标平面与第二坐标平面平行,例如在晶圆或玻璃基板的检测设备中,通过吸盘固定晶圆,吸盘的表面为第一坐标平面,晶圆的表面为第二坐标平面,第一坐标平面平行于第二坐标平面。

[0057] 具体地,当第一坐标平面与第二坐标平面平行时,第四坐标轴上具有第一特征点和第二特征点,第一特征点在第二坐标系下的坐标为第三位置信息;第二特征点在第二坐标系下的坐标为第四位置信息。

[0058] 获取转换关系的步骤包括:在第一坐标系下获取第一特征点的第一位置信息;在第一坐标系下获取第二特征点的第二位置信息;根据第一位置信息、第二位置信息、第三位置信息和第四位置信息获取转换关系。

[0059] 以待测物体为晶圆的情况为例,晶圆边缘具有凹口。凹口和晶圆圆心的连线平行于第四坐标轴,第一坐标系原点位于晶圆圆心处。

[0060] 在第一坐标系下获取第二特征点的第二位置信息的步骤包括:获取待测物边缘任意三个或更多个点在第一坐标系中的边缘位置信息;根据该三个或更多个边缘位置信息,获取第二位置信息。

[0061] 在根据本发明的实施例中,可方便地在待测物体上指定测量轨迹(L')来对选定的区域进行测量,特别是三维测量。考虑到畸变一般引起一片区域的高度变化,可选地,测量轨迹经过待测物体可能产生畸变的关键部位。可选地,测量轨迹是线或面。备选地,为了移动方便,或为了提高测量效率,测量轨迹可为直线。本领域技术人员应了解的是,测量轨迹可具有任何适合的形状。具体地,基于测量需要,对待测物体选定测量轨迹。由于该测量轨迹是相对于待测物体本身设定的,故该测量轨迹的坐标对应于第二坐标系的坐标。于是,利用转换矩阵A得到该测量轨迹在第一坐标系中的第二轨迹信息(L)。例如,检测设备包括移动平台,移动平台用于带动待测物体运动。可使移动平台根据第二轨迹信息进行移动而由三维检测设备测量待测物体沿第二轨迹信息的第一检测信息,包括沿第三坐标轴的高度数据数列R。由于第一检测信息是相对于第一坐标系的测量结果,故可利用转换矩阵A将其转换至第二坐标系中而得到第二检测信息,包括沿第六坐标轴的高度数据数列R'。

[0062] 将第二检测信息(包括沿第六坐标轴的高度数据数列R')与设计形貌信息(包括沿第六坐标轴的高度数据数列R)相比较来判断待测物体的畸变状态,即,待测物体出现畸变的位置和程度。设计形貌信息,指的是取待测物体不存在任何畸变时沿预设的测量轨迹的高度分布。备选地,设计形貌信息是待测物体的设计形貌沿预设的测量轨迹的高度分布。在一种实施例中,设计形貌信息来源于待测物体的CAD设计模型。在一种实施例中,根据相同

位置点处的高度数据数列R与高度数据数列R'之间的差的绝对值(即, $|R-R'|$)来判断待测物体的畸变状态。相同位置点处指的是,进行比较的高度数据数列R与高度数据数列R'在沿第四坐标轴的坐标相同,且进行比较的高度数据数列R与高度数据数列R'沿第五坐标轴的坐标相同。

[0063] 具体地,获取待测物体的畸变的步骤包括:设置畸变阈值,在某个位置处,当 $|R-R'|$ 大于该畸变阈值时,认为该待测物体在该位置处存在畸变。利用大于畸变阈值的点的位置以及测量轨迹设计,可得到该畸变在待测物体上的具体位置。可根据畸变判断容忍度来设定畸变阈值,畸变判断容忍度越大,则畸变阈值越大。同时,三维测量精度优于畸变判断容忍度。

[0064] 本发明还涉及一种测量系统,其用于对待测物体进行测量,待测物体具有第二坐标系和测量轨迹,测量轨迹在第二坐标系下具有第一轨迹信息,测量系统包括:检测设备,其具有第一坐标系;转换关系获取模块,其用于在将待测物体放置于检测设备之后,获得第一坐标系与第二坐标系之间的转换关系;轨迹信息获取模块,其用于利用转换关系获得测量轨迹在第一坐标系中的第二轨迹信息;以及检测信息获取模块,其用于利用检测设备根据第二轨迹信息对测量轨迹进行测量,得到待测物体在第一坐标系中的第一检测信息。

[0065] 检测设备包括成像设备和三维检测设备。成像设备包括远心成像设备。具体地,三维检测设备包括色散共聚焦设备、激光三角法测量设备、三坐标检测设备或干涉法测量设备等。在其它实施例中,检测设备还可包括其它测量硬件,例如移动平台、光学测量部件等。图4示出了根据本发明的实施例的示例性测量系统的示意图。如图4所示,根据本发明测量系统还包括移动平台,其具有放置平面,以支撑待测物体。测量系统还包括台架,其将上述成像设备、三维检测设备和移动平台联接在一起。台架、成像设备、三维检测设备和移动平台可整体结合地形成,也可独立地形成。测量系统还包括控制器,其包括上述转换关系获取模块、轨迹信息获取模块和检测信息获取模块等。

[0066] 图5示出了根据本发明的实施例的示例性移动平台的示意图。在图5中所示的实施例中,移动平台为具有多个自由度的移动平台,其可用于在三维形貌测量中执行对待测物体的精确移动。移动平台还可包括用以固定待测物体的装置,如图5中所示的真空吸盘。备选地,移动平台可为能够实现根据本发明的测量方法的任何适合的移动平台。在一种实施例中,移动平台的放置平面设置成与成像设备(例如,远心成像设备)的光轴大致垂直,以便于方便地建立根据本发明的实施例的第一坐标系。

[0067] 根据本发明的以上示例性实施例,可以实现至少以下技术效果和优点:1)利用待测物体的坐标系与测量设备的坐标系之间的转换关系,可利用检测设备直接对待测物体的测量轨迹进行测量,从而直接获得待测物体的指定位置处的形貌信息;2)将二维成像方法与三维测量方法相结合,根据二维成像设备所获得的二维的像以及三维检测设备所获得的极少量的点的高度信息来快速建立待测物体关于测量设备的准确定位,并依据该定位关系对待测物体的测量轨迹进行测量(特别是三维测量),显著降低测量时间,并提高测量精度;3)有效地排除了待测物体的形状、摆放位置和高度噪声对三维测量和形貌畸变判断的影响,具有很强的抗噪声的能力和鲁棒性;4)测量轨迹处的测量和形貌畸变判断的过程可完全由计算机程序控制而执行,易于并入自动化生产设备和自动化生产过程,提高待测物体的形貌畸变测量以及整个生产流程的效率。

[0068] 上文描述的内容仅仅提及了本发明的较佳实施例。然而,本发明并不受限于文中所述的特定实施例。本领域技术人员将容易想到,在不脱离本发明的要旨的范围内,可以对这些实施例进行各种显而易见的修改、调整及替换,以使其适合于特定的情形。实际上,本发明的保护范围是由权利要求限定的,并且可包括本领域技术人员可预想到的其它示例。如果这样的其它示例具有与权利要求的字面语言无差异的结构要素,或者如果它们包括与权利要求的字面语言有非显著性差异的等同结构要素,那么它们将会落在权利要求的保护范围内。

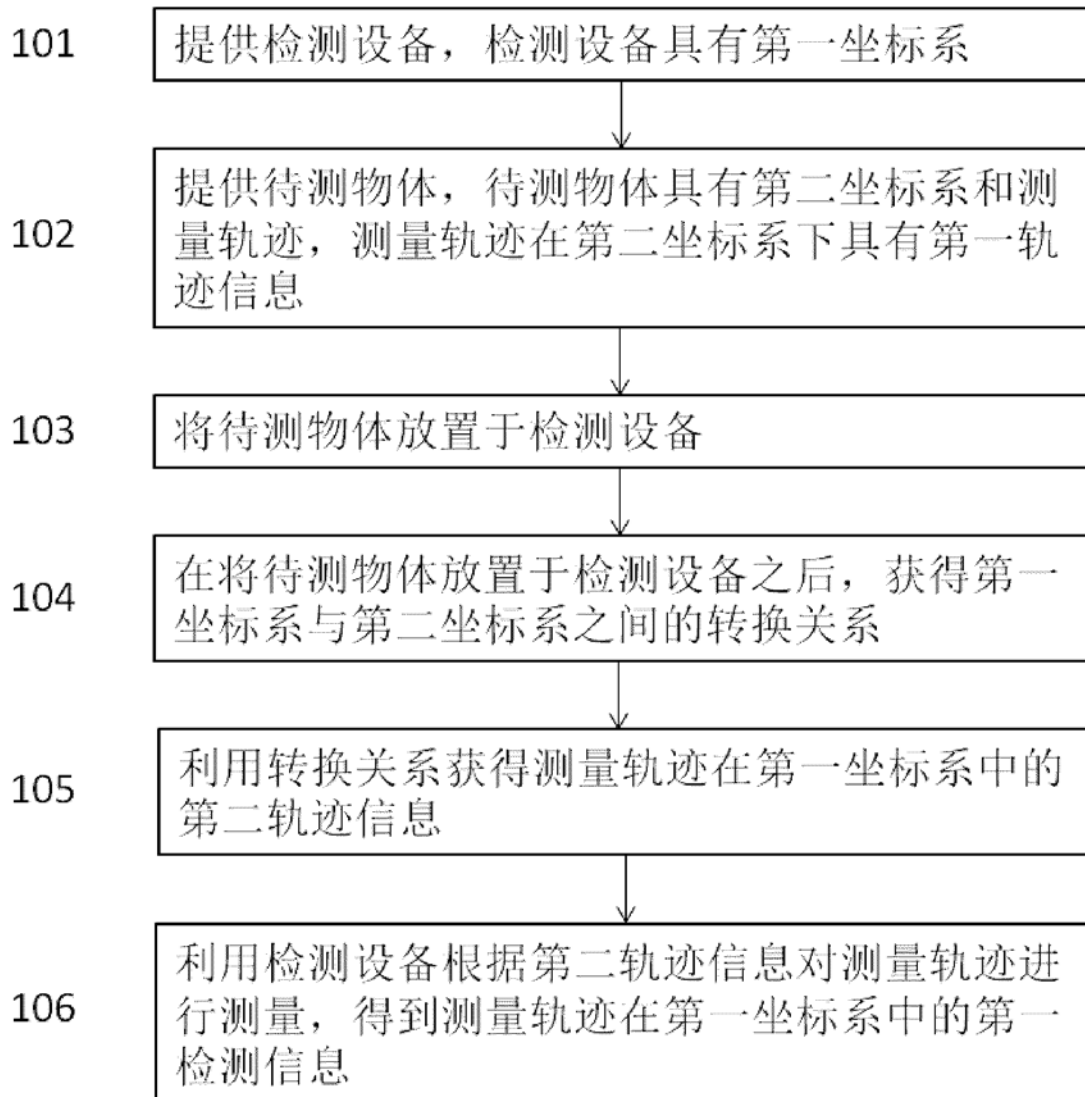


图 1

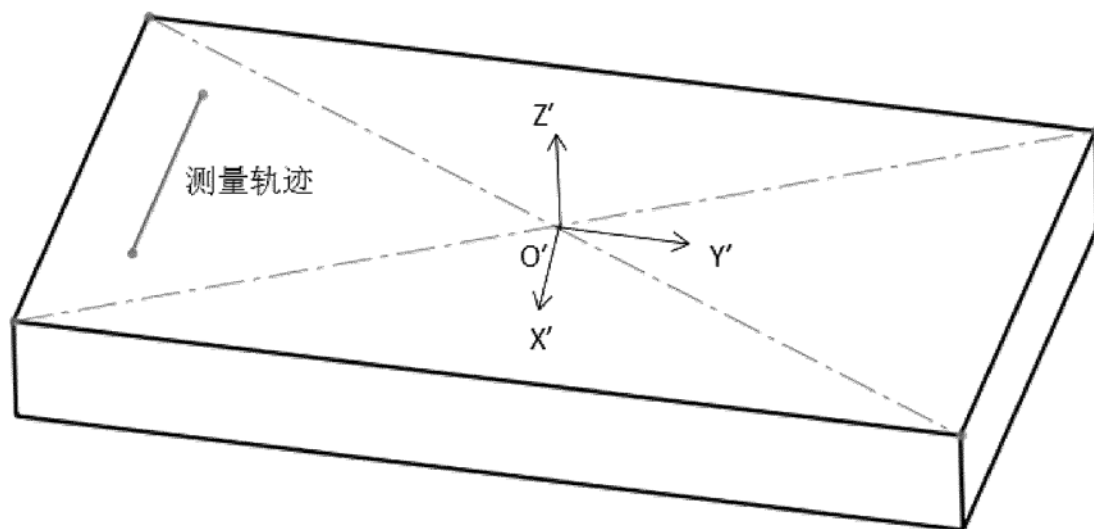


图 2

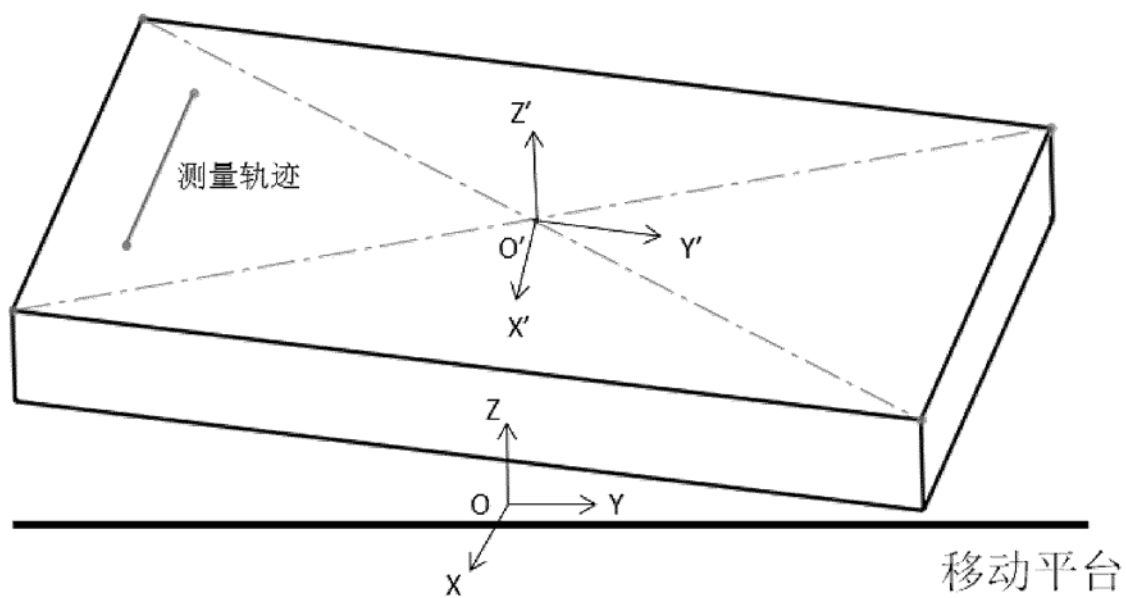


图 3

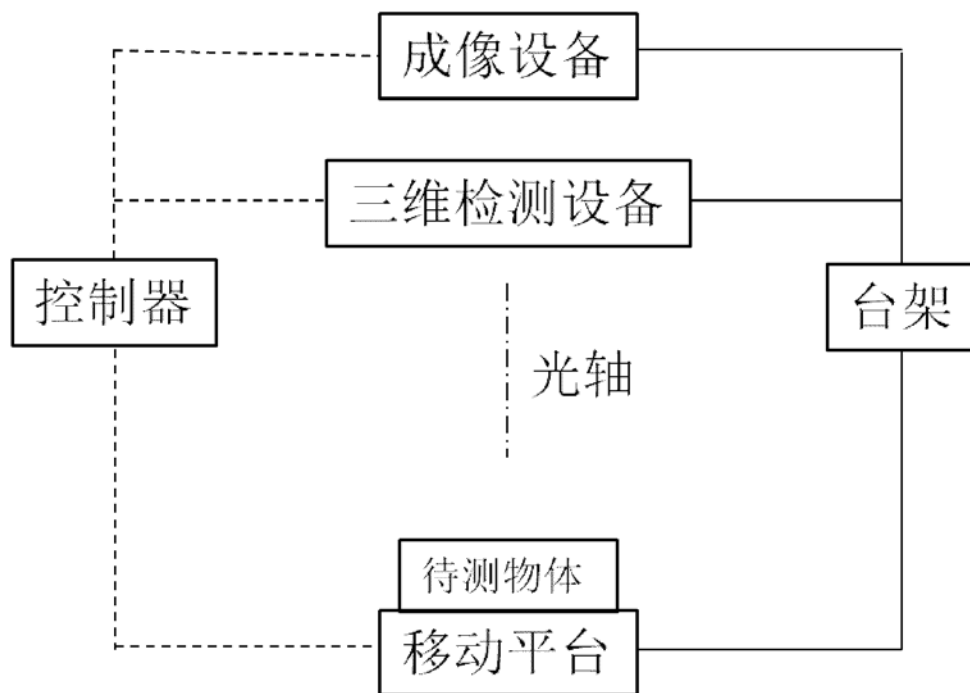


图 4

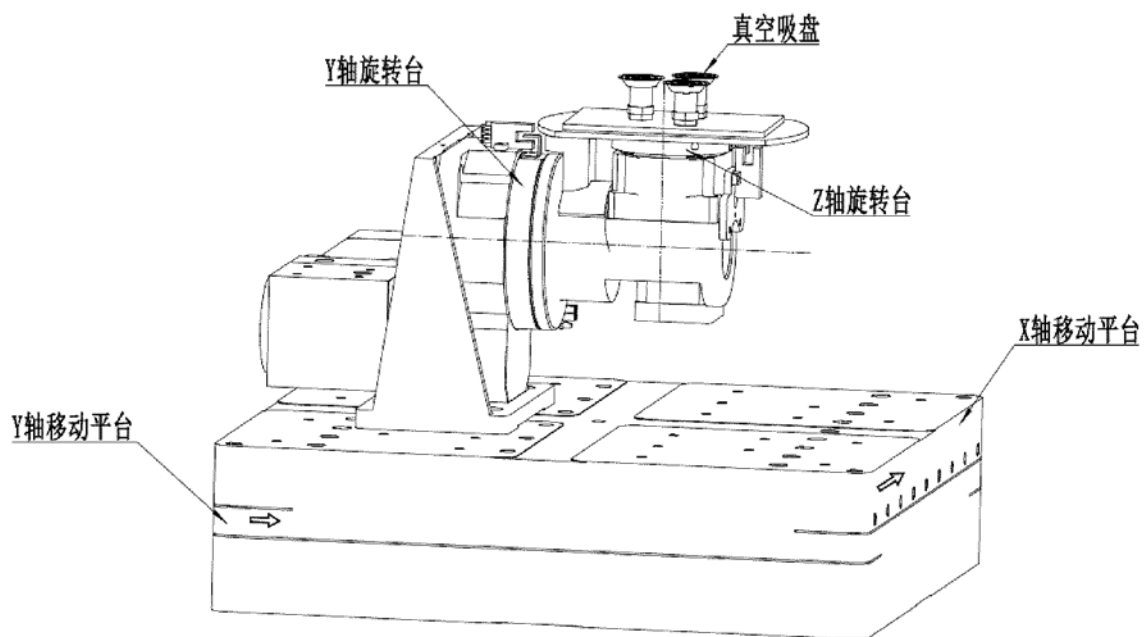


图 5