

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102566286 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 11

(21) 申请号 201010592239. 4

(22) 申请日 2010. 12. 16

(71) 申请人 上海微电子装备有限公司

地址 201203 上海市浦东新区张东路 1525 号

(72) 发明人 李煜芝 王帆 毛方林

(74) 专利代理机构 上海思微知识产权代理事务所 (普通合伙) 31237

代理人 屈蘅 李时云

(51) Int. Cl.

G03F 7/20 (2006. 01)

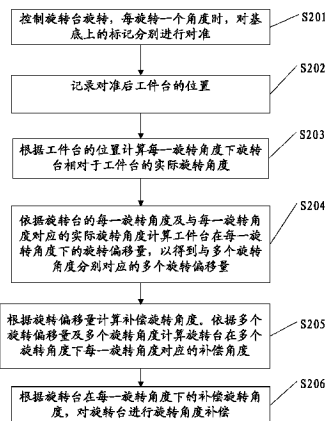
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

提高旋转台精度的方法

(57) 摘要

本发明提出一种提高旋转台精度的方法。旋转台可旋转地位于工件台上并承载基底，基底具有两个以上标记。本方法包括以下步骤：控制具有多个旋转角度的旋转台旋转，每旋转一个旋转角度时，对标记分别进行对准，并记录对准后工件台的位置；根据工件台的位置计算每一旋转角度下旋转台相对于工件台的实际旋转角度；依据旋转台的每一旋转角度及与每一旋转角度对应的实际旋转角度计算工件台在每一旋转角度下的旋转偏移量，以得到与多个旋转角度分别对应的多个旋转偏移量；依据多个旋转偏移量及多个旋转角度计算旋转台在多个旋转角度下每一旋转角度对应的补偿角度；根据旋转台在每一旋转角度下的补偿角度对旋转台进行旋转角度补偿。



1. 一种提高旋转台精度的方法,所述旋转台可旋转地位于工件台上并承载基底,所述基底具有两个以上标记,其特征是,包括以下步骤:

控制所述旋转台旋转,所述旋转台具有多个旋转角度,每旋转一个旋转角度时,对所述标记分别进行对准,并记录对准后所述工件台的位置;

根据所述工件台的位置计算每一旋转角度下所述旋转台相对于所述工件台的实际旋转角度;

依据所述旋转台的每一旋转角度及与每一旋转角度对应的实际旋转角度计算所述工件台在每一旋转角度下的旋转偏移量,以得到与所述多个旋转角度分别对应的多个旋转偏移量;

依据所述多个旋转偏移量及多个旋转角度计算所述旋转台在多个旋转角度下每一旋转角度对应的补偿角度;以及

根据所述旋转台在每一旋转角度下的补偿角度对所述旋转台进行旋转角度补偿。

2. 根据权利要求1所述的提高旋转台精度的方法,其特征是,当所述基底上的标记数目为2个,其中所述实际旋转角度的计算公式为:

$R_{\text{meas}}(i) = \theta(i) - \beta$, 其中, $R_{\text{meas}}(i)$ 为实际的旋转角度, $\theta(i)$ 为所述基底坐标系相对于所述工件台坐标系之间的旋转角, β 为所述基底坐标系相对于所述旋转台坐标系的旋转角,其中 $\theta(i)$ 由以下公式计算得到:

$$\begin{bmatrix} X1^{\text{wscs}} & X2^{\text{wscs}} \\ Y1^{\text{wscs}} & Y2^{\text{wscs}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta_i) & -\sin(\theta_i) \\ \sin(\theta_i) & \cos(\theta_i) \end{bmatrix} \cdot \left(\begin{bmatrix} X1^{\text{wscs}} & X2^{\text{wscs}} \\ Y1^{\text{wscs}} & Y2^{\text{wscs}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_w & x_w \\ y_w & y_w \end{bmatrix} \right)$$

其中 $(X1^{\text{wscs}}, Y1^{\text{wscs}})$ 和 $(X2^{\text{wscs}}, Y2^{\text{wscs}})$ 分别为所述两个标记的坐标, $(X1^{\text{wscs}}, Y1^{\text{wscs}})$ 和 $(X2^{\text{wscs}}, Y2^{\text{wscs}})$ 为分别对所述两个标记进行对准后,所述工件台的坐标, (x_w, y_w) 为所述基底坐标系原点在所述工件台坐标系下的坐标。

3. 根据权利要求2所述的提高旋转台精度的方法,其特征是,当所述基底上的标记的数目为2个,其中所述旋转偏移量的计算公式为:

$\Delta R(i) = R_{\text{meas}}(i) - R_{\text{set}}(i) = \theta(i) - R_{\text{set}}(i) - \beta$, 其中 $\Delta R(i)$ 为旋转偏移量, $R_{\text{set}}(i)$ 为所述旋转角度。

4. 根据权利要求1所述的提高旋转台精度的方法,其特征是,所述旋转台补偿角度的计算公式为 $R_{\text{comp}}(i) = K * R_{\text{set}}(i)$, 其中 $R_{\text{comp}}(i)$ 为对应旋转角度 $R_{\text{set}}(i)$ 的补偿角度,其中 K 通过对各个所述旋转偏移量进行线性拟合得到。

5. 根据权利要求1所述的提高旋转台精度的方法,其特征是,所述对旋转台进行旋转角度补偿的公式为 $R_{\text{true}}(i) = R_{\text{comp}}(i) + R_{\text{set}}(i)$, 其中 $R_{\text{true}}(i)$ 为补偿后旋转台旋转角度。

提高旋转台精度的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种提高装置精度的方法,且特别涉及一种提高可旋转的工作台的精度的方法。

背景技术

[0002] 在精密仪器,例如是光刻机中,由于旋转台支撑结构运动不平稳,会引入非线性误差,实际旋转角度会随着设定旋转角度的不同存在不同的偏差,导致旋转台的旋转精度不能满足实际曝光需求。

[0003] 申请号为 200910200944.2 的中国专利申请介绍了一种旋转台,包含旋转中心定位机构,工作台绕其旋转中心定位机构的中心相对基板做旋转运动。旋转中心定位机构是由柔性机构做成的,因此没有间隙,位移线性好,可以实现高精度的微位移。

[0004] 申请号为 201010022989.8 的中国专利申请提供一种气浮支撑的旋转台,通过垂向气浮支撑机构支撑旋转中心定位机构及驱动机构。

[0005] 以上两发明改进了旋转中心定位机构,在一定程度上改进了响应速度慢、定位精度低,可解决结构运动不平稳的问题,但对于高精度需求的光刻机,提高固件控制精度仍然不能满足曝光需求。

发明内容

[0006] 针对上述问题,本发明提供一种提高旋转台精度的方法,根据测量结果决定补偿量,以在转动过程中提高旋转台的精度。

[0007] 为了达到上述目的,本发明提出一种提高旋转台精度的方法,旋转台可旋转地位于工件台上并承载基底,基底具有两个以上标记,其特征是,包括以下步骤:

[0008] 控制旋转台旋转,旋转台具有多个旋转角度,每旋转一个旋转角度时,对标记分别进行对准,并记录对准后工件台的位置;

[0009] 根据工件台的位置计算每一旋转角度下旋转台相对于工件台的实际旋转角度;

[0010] 依据旋转台的每一旋转角度及与每一旋转角度对应的实际旋转角度计算工件台在每一旋转角度下的旋转偏移量,以得到与多个旋转角度分别对应的多个旋转偏移量;

[0011] 依据多个旋转偏移量及多个旋转角度计算旋转台在多个旋转角度下每一旋转角度对应的补偿角度;以及

[0012] 根据旋转台在每一旋转角度下的补偿角度对旋转台进行旋转角度补偿。

[0013] 进一步说,当基底上的标记数目为 2 个,其中实际旋转角度的计算公式为:

[0014] $R_{\text{meas}}(i) = \theta(i) - \beta$, 其中, $R_{\text{meas}}(i)$ 为实际的旋转角度, $\theta(i)$ 为基底坐标系相对于工件台坐标系之间的旋转角, β 为基底坐标系相对于旋转台坐标系的旋转角,其中 $\theta(i)$ 由以下公式计算得到:

$$[0015] \begin{bmatrix} X1^{WCS} & X2^{WCS} \\ Y1^{WCS} & Y2^{WCS} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta_i) & -\sin(\theta_i) \\ \sin(\theta_i) & \cos(\theta_i) \end{bmatrix} \cdot \left(\begin{bmatrix} X1^{WCS} & X2^{WCS} \\ Y1^{WCS} & Y2^{WCS} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_w & x_w \\ y_w & y_w \end{bmatrix} \right)$$

[0016] 其中 $(X1^{wcs}, Y1^{wcs})$ 和 $(X2^{wcs}, Y2^{wcs})$ 分别为两个标记的坐标, $(X1^{wscs}, Y1^{wscs})$ 和 $(X2^{wscs}, Y2^{wscs})$ 为分别对两个标记进行对准后, 工件台的坐标, (x_w, y_w) 为基底坐标系原点在工件台坐标系下的坐标。

[0017] 进一步说, 当基底上的标记的数目为 2 个, 其中旋转偏移量的计算公式为:

[0018] $\Delta R(i) = R_{meas}(i) - R_{set}(i) = \theta(i) - R_{set}(i) - \beta$, 其中 $\Delta R(i)$ 为旋转偏移量, $R_{set}(i)$ 为旋转角度。

[0019] 进一步说, 旋转台补偿角度的计算公式为 $R_{comp}(i) = K * R_{set}(i)$, 其中 $R_{comp}(i)$ 为对应旋转角度 $R_{set}(i)$ 的补偿角度, 其中 K 通过对各个旋转偏移量进行线性拟合得到。

[0020] 进一步说, 对旋转台进行旋转角度补偿的公式为 $R_{true}(i) = R_{comp}(i) + R_{set}(i)$, 其中 $R_{true}(i)$ 为补偿后旋转台旋转角度。

[0021] 本发明所提供的提高旋转台精度的方法, 通过量测和计算在旋转过程中的旋转偏移量 $\Delta R(i)$, 得到旋转台补偿角度, 从而在后续旋转过程中按照旋转台补偿角度进行旋转角度补偿, 进而得到精确的旋转角度, 以提高旋转台的精度, 满足曝光高精度要求。

附图说明

[0022] 图 1 所示为实施本发明实施例提高的方法的光刻机结构示意图。

[0023] 图 2 所示为本发明实施例中提高旋转台精度方法的步骤流程图。

[0024] 图 3 所示为应用本实施所提供的方法前后旋转台精度的测量结果。

具体实施方式

[0025] 为了更了解本发明的技术内容, 特举具体实施例并配合所附图式说明如下。

[0026] 请参看图 1, 图 1 所示为实施本发明实施例提高的方法的光刻机结构示意图。

[0027] 光刻机沿光轴 m 方向依次包括照明系统 1、掩模台 3、投影物镜 4、旋转台 5 和工件台 6。掩模台 3 承载掩模 2。旋转台 5 承载基底 7, 基底 7 具有两个以上的标记 (图未示)。旋转台 5 带动基底 7 旋转。

[0028] 光刻机还包括干涉仪 8 和对准系统 9。干涉仪 8 连接至工件台 6, 用以调节工件台 6 的位置。对准系统 9 用于对基底 7 上的标记进行对准。

[0029] 图 2 所示为本发明实施例中提高旋转台精度方法的步骤流程图。请结合参考图 1- 图 2。

[0030] 旋转台 5 可旋转地位于工件台 6 上并承载基底 7, 所述基底 7 具有两个以上标记。干涉仪 8 控制工件台 6 移动, 将基底 7 移动至光轴 m 下, 以便于后续对准系统 9 进行对准动作。

[0031] 提高旋转台精度的方法包括以下步骤:

[0032] 步骤 S201: 控制旋转台 5 旋转, 旋转台 5 具有多个旋转角度, 每旋转一个旋转角度时, 由对准系统 9 对基底 7 上的标记分别进行对准。

[0033] 设旋转范围为 $[Rmin, Rmax]$, 每次旋转的固定角度为 $R_{set}(i)$, 每旋转到该角度时, 对准系统 9 对基底 7 上的标记进行对准。

[0034] 步骤 S202: 记录对准后工件台 6 的位置 (Xi^{wscs}, Yi^{wscs}) 。

[0035] 步骤 S203: 根据工件台 6 的位置计算每一旋转角度下旋转台 5 相对于工件台 6 的

实际旋转角度；

[0036] 步骤 S204 :依据旋转台 5 的每一旋转角度及与每一旋转角度对应的实际旋转角度计算工件台 6 在每一旋转角度下的旋转偏移量,以得到与多个旋转角度分别对应的多个旋转偏移量。

[0037] 步骤 S205 :根据旋转偏移量 $\Delta R(i)$ 计算补偿旋转角度。依据多个旋转偏移量及多个旋转角度计算旋转台在多个旋转角度下每一旋转角度对应的补偿角度。

[0038] 步骤 S207 :根据旋转台 5 在每一旋转角度下的补偿旋转角度,对旋转台进行旋转角度补偿。

[0039] 如前所述,基底 7 上至少包括 2 个对准标记,坐标分别为 $(X1^{wcs}, Y1^{wcs})$ 和 $(X2^{wcs}, Y2^{wcs})$ 。在本实施例中,旋转台 5 的旋转范围设定为 $[-4.5\text{rad}, 4.5\text{rad}]$,旋转台 5 以 50urad 为间隔旋转。

[0040] 在各旋转角度 $R_{set}(i)$ 状态下,由对准系统 9 对基底 7 上两标记 $(X1^{wcs}, Y1^{wcs})$ 和 $(X2^{wcs}, Y2^{wcs})$ 分别进行对准,得到对应的工件台 6 位置 $(X1^{wscs}, Y1^{wscs})$ 和 $(X2^{wscs}, Y2^{wscs})$ 。

[0041] 由公式 (1) 可得旋转角度 $R_{set}(i)$ 状态下基底坐标系相对于工件台坐标系之间旋转角 $\theta(i)$,其中 (x_w, y_w) 为基底坐标系原点在工件台坐标系下位置。

$$[0042] \quad \begin{bmatrix} X1^{wscs} & X2^{wscs} \\ Y1^{wscs} & Y2^{wscs} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta_i) & -\sin(\theta_i) \\ \sin(\theta_i) & \cos(\theta_i) \end{bmatrix} \cdot \left(\begin{bmatrix} X1^{wcs} & X2^{wcs} \\ Y1^{wcs} & Y2^{wcs} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_w & x_w \\ y_w & y_w \end{bmatrix} \right) \quad (1)$$

[0043] 由基底坐标系相对于工件台坐标系的旋转角 $\theta(i)$ 和基底坐标系相对于旋转台坐标系的旋转角 β ,可得旋转台 5 相对于工件台 6 的实际的旋转角度 $R_{meas}(i)$,其中基底坐标系相对于旋转台坐标系的旋转角 β 在旋转台各旋转角度 $R_{set}(i)$ 时,恒定不变。

$$[0044] \quad R_{meas}(i) = \theta(i) - \beta \quad (2)$$

[0045] 对各旋转角度 $R_{set}(i)$ 状态下对应的旋转偏移量 $\Delta R(i)$ 为:

$$[0046] \quad \Delta R(i) = R_{meas}(i) - R_{set}(i) = \theta(i) - R_{set}(i) - \beta \quad (3)$$

[0047] 对各旋转偏移量 $\Delta R(i)$ 进行一阶线性拟合,得到拟合系数 K 和 b ,其中拟合系数 K 和 b 由下式决定:

$$[0048] \quad \begin{bmatrix} \Delta R(i1) \\ M \\ \Delta R(im) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \theta(i1) - R_{set}(i1) \\ M \\ \theta(im) - R_{set}(im) \end{bmatrix} - \beta = K * \begin{bmatrix} R_{set}(i1) \\ M \\ R_{set}(im) \end{bmatrix} + b \quad (4)$$

[0049] 拟合系数 b 为常数项,对旋转台精度没有影响,所以校正旋转台角度时,旋转台角度补偿公式表达为:

$$[0050] \quad R_{comp}(i) = K * R_{set}(i) \quad (5)$$

[0051] 其中 $R_{comp}(i)$ 为对应旋转角度下的计算补偿角度。

[0052] 根据补偿角度,对旋转台各旋转角度进行补偿,补偿公式表达为:

$$[0053] \quad R_{true}(i) = R_{comp}(i) + R_{set}(i) \quad (6)$$

[0054] 其中 $R_{true}(i)$ 为补偿后实际旋转角度。

[0055] 图 3 所示为应用本实施所提供的方法前后旋转台精度的测量结果。

[0056] 虚线为校正前测量得到的旋转角度与旋转设定值之间的旋转偏移量随旋转设定角度的变化关系,实线为校正后实际旋转角度与旋转设定值之间的的旋转偏移量随旋转设

定角度的变化关系。

[0057] 从变化关系图可看到校正前,旋转台精度 ($\Delta R_{\max}-\Delta R_{\min}$) 约为 160urad,而校正后旋转台精度可达到 5urad。

[0058] 本发明较佳实施例所提供的提高旋转台精度的方法,通过量测和计算在旋转过程中的旋转偏移量 $\Delta R(i)$,得到旋转台补偿角度,从而在后续旋转过程中按照旋转台补偿角度进行旋转角度补偿,进而得到精确的旋转角度,以提高旋转台 5 的精度,满足曝光高精度要求。

[0059] 虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然其并非用以限定本发明。本发明所属技术领域中具有通常知识者,在不脱离本发明的精神和范围内,当可作各种的更动与润饰。因此,本发明的保护范围当视权利要求书所界定者为准。

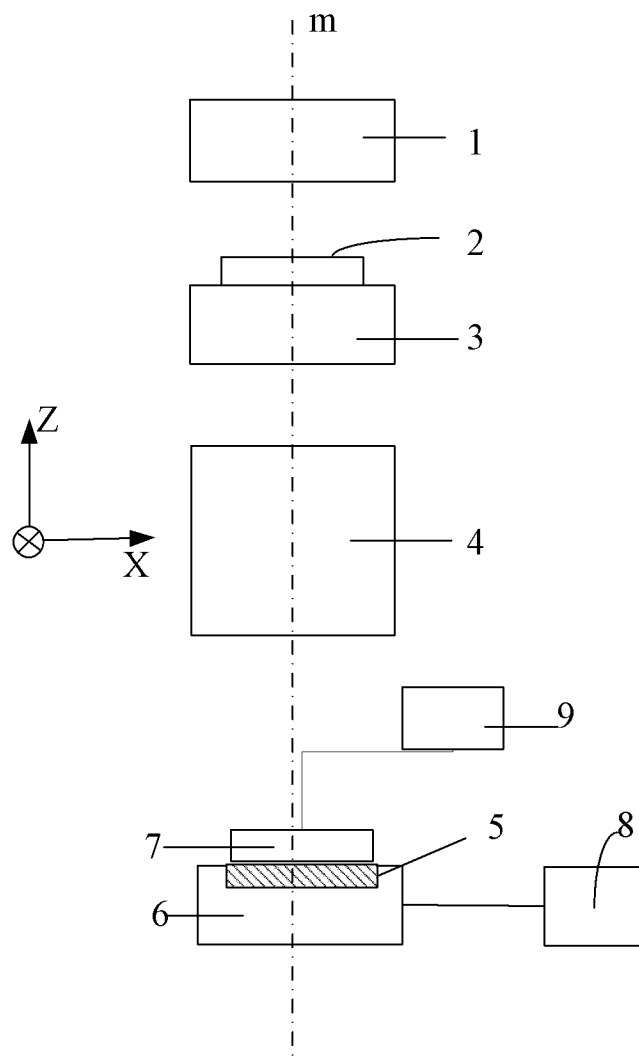


图 1

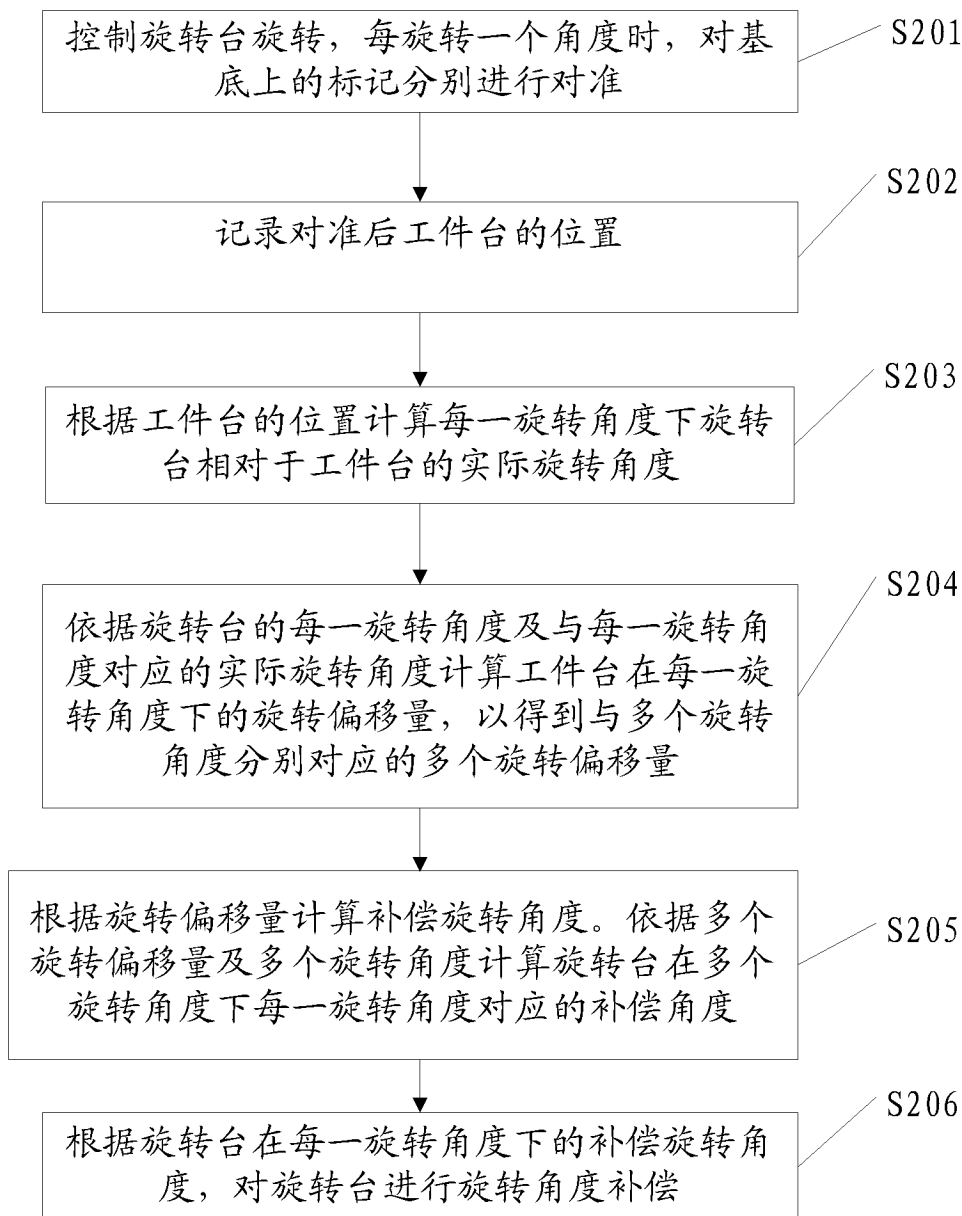


图 2

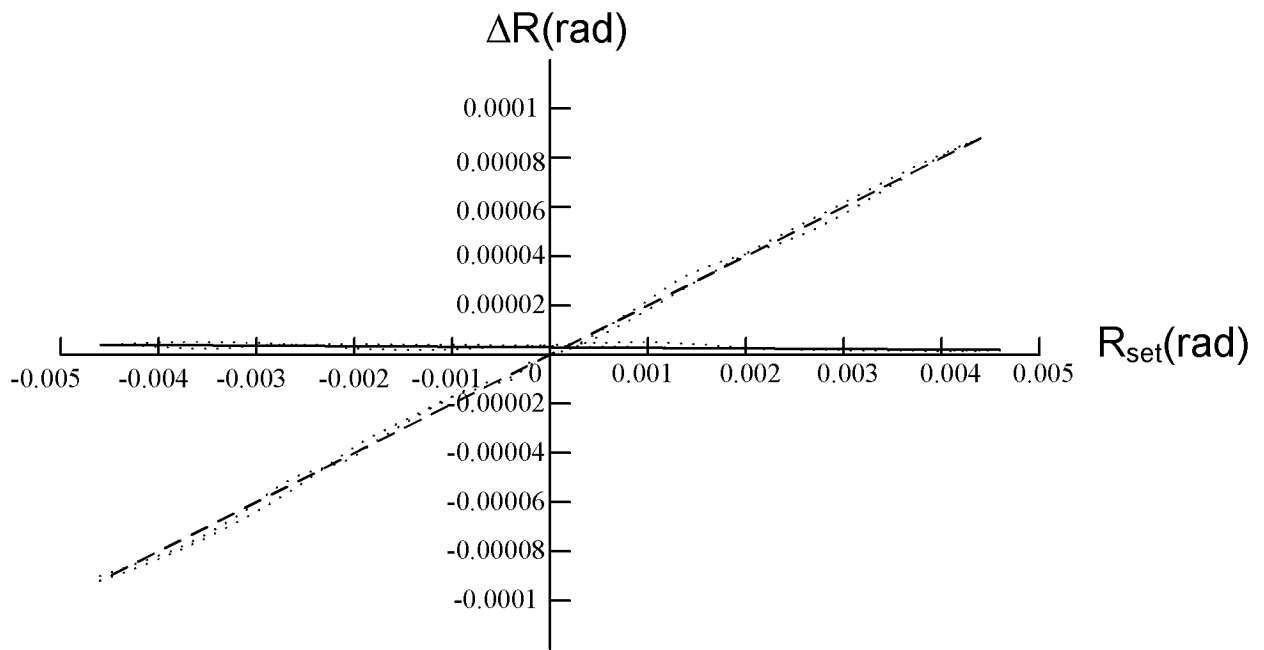


图 3