



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105437018 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 30

(21) 申请号 201510754934. 9

(22) 申请日 2015. 11. 09

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路
3888 号

(72) 发明人 张春雷 刘健 马占龙 代雷
隋永新 杨怀江

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务
所 22210

代理人 于晓庆

(51) Int. Cl.

B24B 13/00(2006. 01)

B24B 51/00(2006. 01)

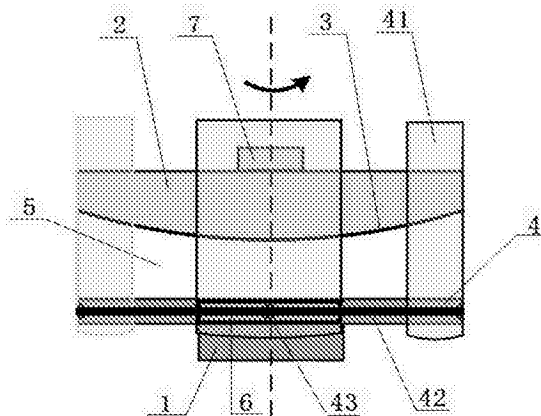
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种非球面光学元件中频误差控制装置及控制方法

(57) 摘要

一种非球面光学元件中频误差控制装置及控制方法, 涉及光学加工和检测领域, 解决了现有非球面抛光工艺中的中频误差抑制困难的技术问题。该装置包括镜片装卡装置, 镜片转动轴, 抛光磨头, 抛光垫, 气缸, 磨头转动轴, 由辅助合盘套筒、螺钉支撑圆环和固定螺钉组成的磨头合盘装置。抛光磨头与待抛光镜片的相对运动方式为: 抛光磨头自转而待抛光镜片不动, 抛光磨头不沿待抛光镜片径向进给, 或者抛光磨头与待抛光镜片反方向转动, 抛光磨头不沿待抛光镜片径向进给。本发明通过抛光磨头与待抛光镜片的相对运动方式实现待抛光镜片材料去除, 平滑待抛光镜片中频误差, 平滑效果好, 抛光磨头制作方便, 改善了非球面光学元件质量, 提高了光学系统性能。



1. 一种非球面光学元件中频误差控制装置, 其特征在于, 包括:

镜片装卡装置(1);

固定在镜片装卡装置(1)中心的镜片转动轴(6), 待抛光镜片(5)与镜片转动轴(6)同心安装, 所述镜片转动轴(6)用于带动待抛光镜片(5)转动;

抛光磨头(2);

通过气缸的压力贴合在抛光磨头(2)表面的抛光垫(3);

固定在抛光磨头(2)中心的磨头转动轴(7), 所述磨头转动轴(7)用于带动抛光磨头(2)和抛光垫(3)自转;

由辅助合盘套筒(41)、螺钉支撑圆环(42)和固定螺钉(43)组成的磨头合盘装置(4), 将螺钉支撑圆环(42)通过固定螺钉(43)固定在辅助合盘套筒(41)底端, 所述螺钉支撑圆环(42)套装在镜片转动轴(6)上且位于待抛光镜片(5)下表面与镜片装卡装置(1)表面之间, 所述待抛光镜片(5)外边缘和抛光磨头(2)外边缘均与辅助合盘套筒(41)内表面接触;

所述抛光磨头(2)与待抛光镜片(5)的相对运动方式为: 抛光磨头(2)自转而待抛光镜片(5)不动, 抛光磨头(2)不沿待抛光镜片(5)径向进给, 或者抛光磨头(2)与待抛光镜片(5)反方向转动, 抛光磨头(2)不沿待抛光镜片(5)径向进给; 通过抛光磨头(2)与待抛光镜片(5)的相对运动方式实现待抛光镜片(5)材料去除, 平滑待抛光镜片(5)中频误差。

2. 根据权利要求1所述的非球面光学元件中频误差控制装置, 其特征在于, 所述镜片装卡装置(1)采用真空吸附装置, 对待抛光镜片(5)抽真空后使待抛光镜片(5)吸附在镜片装卡装置(1)表面, 通过镜片装卡装置(1)防止待抛光镜片(5)变形和滑落。

3. 根据权利要求1所述的非球面光学元件中频误差控制装置, 其特征在于, 所述镜片装卡装置(1)采用工业油泥粘接方式或沥青粘接方式, 对待抛光镜片(5)进行粘接使待抛光镜片(5)粘接在镜片装卡装置(1)表面, 通过镜片装卡装置(1)防止待抛光镜片(5)变形和滑落。

4. 根据权利要求1所述的非球面光学元件中频误差控制装置, 其特征在于, 所述抛光垫(3)采用沥青材料或垫柔性层沥青材料制作。

5. 根据权利要求1所述的非球面光学元件中频误差控制装置, 其特征在于, 所述抛光磨头(2)尺寸与待抛光镜片(5)尺寸相同。

6. 根据权利要求1所述的非球面光学元件中频误差控制装置, 其特征在于, 所述抛光垫(3)尺寸与待抛光镜片(5)尺寸相同。

7. 如权利要求1所述的非球面光学元件中频误差控制装置的控制方法, 其特征在于, 该方法包括以下步骤:

步骤一、安装待抛光镜片(5)

将镜片转动轴(6)固定在镜片装卡装置(1)中心, 将待抛光镜片(5)套装在镜片转动轴(6)上, 且待抛光镜片(5)与镜片转动轴(6)同心安装, 所述镜片转动轴(6)用于带动待抛光镜片(5)转动;

步骤二、安装磨头合盘装置(4)

设计磨头合盘装置(4), 其包括辅助合盘套筒(41)、螺钉支撑圆环(42)和固定螺钉(43), 固定螺钉(43)和螺钉支撑圆环(42)用于将辅助合盘套筒(41)固定在镜片装卡装置(1)上, 将螺钉支撑圆环(42)通过多个固定螺钉(43)固定在辅助合盘套筒(41)底端, 螺钉支

撑圆环(42)套装在镜片转动轴(6)上且位于待抛光镜片(5)下表面与镜片装卡装置(1)表面之间,所述待抛光镜片(5)外边缘和抛光磨头(2)外边缘均与辅助合盘套筒(41)内表面接触;

步骤三、安装抛光磨头(2)

将磨头转动轴(7)固定在抛光磨头(2)中心,通过气缸给抛光垫(3)提供压力使抛光垫(3)贴合在抛光磨头(2)表面,所述磨头转动轴(7)用于带动抛光磨头(2)和抛光垫(3)自转;

步骤四、固定待抛光镜片(5)

所述镜片装卡装置(1)采用真空吸附装置,对待抛光镜片(5)抽真空后使待抛光镜片(5)吸附在镜片装卡装置(1)表面,或者所述镜片装卡装置(1)采用工业油泥粘接方式或沥青粘接方式,对待抛光镜片(5)进行粘接使待抛光镜片(5)粘接在镜片装卡装置(1)表面,通过镜片装卡装置(1)使待抛光镜片(5)不变形,且在待抛光镜片(5)与镜片转动轴(6)同心转动过程中防止待抛光镜片(5)滑落;

步骤五、抛光

利用气缸给抛光垫(3)提供压力使抛光垫(3)贴合在抛光磨头(2)表面,再通过磨头转动轴(7)使抛光磨头(2)和抛光垫(3)自转,在辅助合盘套筒(41)的辅助下抛光磨头(2)通过本身自转与待抛光镜片(5)同心;

所述抛光磨头(2)与待抛光镜片(5)的相对运动方式为:抛光磨头(2)自转而待抛光镜片(5)不动,抛光磨头(2)不沿待抛光镜片(5)径向进给,或者抛光磨头(2)与待抛光镜片(5)反方向转动,抛光磨头(2)不沿待抛光镜片(5)径向进给;

抛光时用热水让抛光垫(3)发生变形并且使抛光垫(3)形状与待抛光镜片(5)形状匹配,在抛光垫(3)与待抛光镜片(5)之间滴入抛光液实现待抛光镜片(5)材料去除,平滑待抛光镜片(5)中频误差,待抛光镜片(5)上材料去除为中心去除量小于边缘去除量的V型。

一种非球面光学元件中频误差控制装置及控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光学加工和检测技术领域,具体涉及一种非球面光学元件中频误差控制装置及控制方法。

背景技术

[0002] 利用非球面光学元件可以矫正像差、改善像质、扩大视场、增大作用距离、减小光能损失,并且使光学系统更容易实现小型轻量化,其在现代光学系统中得到越来越广泛的应用。由于非球面是在球面基础上加入了高次曲率,非球面上各点曲率半径都不相同,现有抛光方式中利用大尺寸刚性抛光垫抛光只能抛光平面与球面,无法满足非球面抛光需求。如图1所示,非球面曲率半径随着径向距离的变化发生变化,不再是常量,尤其大偏离量、高陡度非球面曲率半径可以由几百变化到几千。

[0003] 非球面光学元件中频误差直接影响光学系统点扩散函数明锐度和高功率激光系统散射特性,使光学系统性能大打折扣。越来越多的光学元件表面抛光以功率谱密度为评价标准,将中频误差作为评价光学元件质量的重要指标。小工具确定性抛光可以使非球面抛光过程中面形误差收敛,但不会改善光学元件在铣磨加工阶段产生的中频误差,小工具加工痕迹甚至会恶化光学元件中频误差。

[0004] 目前改善光学元件中频误差的抛光原理主要是基于Preston方程,即宏观尺度上光学元件材料去除率与所施加压力、抛光垫与光学元件相对速度成正比,使用具有一定刚度的抛光垫抛光,光学元件上高点由于压强更大,去除量更大,从而实现中频误差控制。改善中频误差的具体方法有以下几种:1、刚性抛光垫(沥青等)下垫柔性材料抛光;2、利用周期性压力下刚性变化材料(非牛顿流体材料)抛光;3、应力盘抛光,将抛光垫分成若干区域,利用不同区域主动变形适应光学元件不同区域曲率半径。三种方法中前两种方法以适应非球面曲率半径代价,对于高陡度大偏离量非球面需要抛光垫刚度很低,中频修正效率明显下降;第三种方法需要复杂机械电子控制系统实现抛光垫不同区域变形,另外非球面尺寸不大时,所使用小尺寸抛光垫也使应力盘制作更加困难。

发明内容

[0005] 为了解决现有非球面抛光工艺中的中频误差抑制困难的技术问题,本发明提供一种非球面光学元件中频误差控制装置及控制方法。

[0006] 本发明为解决技术问题所采用的技术方案如下:

[0007] 本发明的一种非球面光学元件中频误差控制装置,包括:

[0008] 镜片装卡装置;

[0009] 固定在镜片装卡装置中心的镜片转动轴,待抛光镜片与镜片转动轴同心安装,所述镜片转动轴用于带动待抛光镜片转动;

[0010] 抛光磨头;

[0011] 通过气缸的压力贴合在抛光磨头表面的抛光垫;

[0012] 固定在抛光磨头中心的磨头转动轴,所述磨头转动轴用于带动抛光磨头和抛光垫自转;

[0013] 由辅助合盘套筒、螺钉支撑圆环和固定螺钉组成的磨头合盘装置,将螺钉支撑圆环通过固定螺钉固定在辅助合盘套筒底端,所述螺钉支撑圆环套装在镜片转动轴上且位于待抛光镜片下表面与镜片装卡装置表面之间,所述待抛光镜片外边缘和抛光磨头外边缘均与辅助合盘套筒内表面接触;

[0014] 所述抛光磨头与待抛光镜片的相对运动方式为:抛光磨头自转而待抛光镜片不动,抛光磨头不沿待抛光镜片径向进给,或者抛光磨头与待抛光镜片反方向转动,抛光磨头不沿待抛光镜片径向进给;通过抛光磨头与待抛光镜片的相对运动方式实现待抛光镜片材料去除,平滑待抛光镜片中频误差。

[0015] 进一步的,所述镜片装卡装置采用真空吸附装置,对待抛光镜片抽真空后使待抛光镜片吸附在镜片装卡装置表面,通过镜片装卡装置防止待抛光镜片变形和滑落。

[0016] 进一步的,所述镜片装卡装置采用工业油泥粘接方式或沥青粘接方式,对待抛光镜片进行粘接使待抛光镜片粘接在镜片装卡装置表面,通过镜片装卡装置防止待抛光镜片变形和滑落。

[0017] 进一步的,所述抛光垫采用沥青材料或垫柔性层沥青材料制作。

[0018] 进一步的,所述抛光磨头尺寸与待抛光镜片尺寸相同。

[0019] 进一步的,所述抛光垫尺寸与待抛光镜片尺寸相同。

[0020] 本发明还提供了一种非球面光学元件中频误差控制方法,该方法包括以下步骤:

[0021] 步骤一、安装待抛光镜片

[0022] 将镜片转动轴固定在镜片装卡装置中心,将待抛光镜片套装在镜片转动轴上,且待抛光镜片与镜片转动轴同心安装,所述镜片转动轴用于带动待抛光镜片转动;

[0023] 步骤二、安装磨头合盘装置

[0024] 设计磨头合盘装置,其包括辅助合盘套筒、螺钉支撑圆环和固定螺钉,固定螺钉和螺钉支撑圆环用于将辅助合盘套筒固定在镜片装卡装置上,将螺钉支撑圆环通过多个固定螺钉固定在辅助合盘套筒底端,螺钉支撑圆环套装在镜片转动轴上且位于待抛光镜片下表面与镜片装卡装置表面之间,所述待抛光镜片外边缘和抛光磨头外边缘均与辅助合盘套筒内表面接触;

[0025] 步骤三、安装抛光磨头

[0026] 将磨头转动轴固定在抛光磨头中心,通过气缸给抛光垫提供压力使抛光垫贴合在抛光磨头表面,所述磨头转动轴用于带动抛光磨头和抛光垫自转;

[0027] 步骤四、固定待抛光镜片

[0028] 所述镜片装卡装置采用真空吸附装置,对待抛光镜片抽真空后使待抛光镜片吸附在镜片装卡装置表面,或者所述镜片装卡装置采用工业油泥粘接方式或沥青粘接方式,对待抛光镜片进行粘接使待抛光镜片粘接在镜片装卡装置表面,通过镜片装卡装置使待抛光镜片不变形,且在待抛光镜片与镜片转动轴同心转动过程中防止待抛光镜片滑落;

[0029] 步骤五、抛光

[0030] 利用气缸给抛光垫提供压力使抛光垫贴合在抛光磨头表面,再通过磨头转动轴使抛光磨头和抛光垫自转,在辅助合盘套筒的辅助下抛光磨头通过本身自转与待抛光镜片同

心；

[0031] 所述抛光磨头与待抛光镜片的相对运动方式为：抛光磨头自转而待抛光镜片不动，抛光磨头不沿待抛光镜片径向进给，或者抛光磨头与待抛光镜片反方向转动，抛光磨头不沿待抛光镜片径向进给；

[0032] 抛光时用热水让抛光垫发生变形并且使抛光垫形状与待抛光镜片形状匹配，在抛光垫与待抛光镜片之间滴入抛光液实现待抛光镜片材料去除，平滑待抛光镜片中频误差，待抛光镜片上材料去除为中心去除量小于边缘去除量的V型。

[0033] 本发明的有益效果是：

[0034] 1、本发明的非球面光学元件中频误差控制装置可以使用大尺寸刚性抛光磨头通过自转实现待抛光镜片材料去除，并且由抛光磨头性质可以实现非球面光学元件中频误差校正，对改善非球面光学元件质量和提高光学系统性能具有重要意义。

[0035] 2、本发明中的待抛光镜片与抛光磨头相对运动的方式主要两种，第一种为抛光磨头自转，待抛光镜片不动，第二种为抛光磨头与待抛光镜片反方向转动，两种方式下抛光磨头都不沿待抛光镜片径向进给，两种相对运动方式差别仅为第二种可以实现更大去除量。由于没有径向进给，不存在抛光时曲率半径失配影响，不会产生明显的曲率半径失配造成的局部去除异常。这两种抛光磨头与待抛光镜片相对运动方式使得抛光磨头与待抛光镜片相对运动速度中心为零，而边缘最大，这样中心材料去除为零，边缘去除最大。尽管待抛光镜片材料去除形状为V形，但由于不存在非球面曲率半径失配问题，能够使用尺寸和刚性更大抛光磨头，对于光学元件中频误差具有较好的改善作用。

[0036] 3、相比于垫柔性材料和周期性压力下刚性变化材料制作的抛光磨头具有更大尺寸，本发明可以使用刚度更大材料制作抛光磨头，可以实现更好平滑效果。

[0037] 4、相比于应力盘抛光，本发明所用抛光磨头制作更为方便。

附图说明

[0038] 图1为非球面光学元件曲率半径与球面光学元件曲率的差异图。

[0039] 图2为本发明的一种非球面光学元件中频误差控制装置的结构示意图。

[0040] 图3为磨头合盘装置的结构示意图。

[0041] 图中：1、镜片装卡装置，2、抛光磨头，3、抛光垫，4、磨头合盘装置，5、待抛光镜片，6、镜片转动轴，7、磨头转动轴。

具体实施方式

[0042] 以下结合附图对本发明作进一步详细说明。

[0043] 如图2所示，本发明的一种非球面光学元件中频误差控制装置，用于在对非球面元件进行抛光的过程中实现对非球面光学元件中频误差的控制，该装置主要包括：镜片装卡装置1、抛光磨头2、抛光垫3、磨头合盘装置4、镜片转动轴6、磨头转动轴7和给抛光垫3提供一定压力的气缸。

[0044] 镜片转动轴6固定在镜片装卡装置1上端中心位置，待抛光镜片5安装在镜片转动轴6上，并且待抛光镜片5与镜片转动轴6同心安装，镜片转动轴6用于带动待抛光镜片5转动。镜片装卡装置1在抛光过程中需要提供足够拉力使待抛光镜片5不发生移动且不易滑

落,镜片装卡装置1可以采用真空吸附装置,对待抛光镜片5抽真空后可以使待抛光镜片5吸附在镜片装卡装置1表面,镜片装卡装置1也可以采用工业油泥粘接方式或沥青粘接方式,对待抛光镜片5进行粘接使待抛光镜片5粘接在镜片装卡装置1表面,通过镜片装卡装置1可以保证待抛光镜片5基本不变形,同时可以保证在待抛光镜片5与镜片转动轴6同心转动过程中待抛光镜片5不滑落。

[0045] 磨头转动轴7固定在抛光磨头2中心位置,通过气缸给抛光垫3提供压力使抛光垫3贴合在抛光磨头2表面,抛光磨头2和抛光垫3的尺寸均与待抛光镜片5的尺寸相同。磨头转动轴7带动抛光磨头2以及抛光垫3自转,以实现待抛光镜片5材料去除。抛光磨头2具有足够刚度,抛光垫3在长时间内具有一定的流动性。抛光垫3可以使用完全沥青材料、垫柔性层沥青材料或者其他短时间刚性强的材料制作,保证整个待抛光镜片5上均有材料去除,此时整个待抛光镜片5上材料去除为中心去除少、边缘去除多的V型。

[0046] 如图3所示,磨头合盘装置4主要包括辅助合盘套筒41、螺钉支撑圆环42和固定螺钉43,固定螺钉43和螺钉支撑圆环42用于将辅助合盘套筒41固定在镜片装卡装置1上,将螺钉支撑圆环42通过多个固定螺钉43与辅助合盘套筒41底端固定在一起,螺钉支撑圆环42套装在镜片转动轴6上,且位于待抛光镜片5下表面与镜片装卡装置1表面之间,待抛光镜片5外边缘以及抛光磨头2外边缘都与辅助合盘套筒41内表面接触,合盘时在辅助合盘套筒41的辅助下抛光磨头2本身自转 会逐渐与待抛光镜片5同心,使用热水让抛光垫3发生变形待抛光镜片5形状匹配,抛光时在抛光垫3与待抛光镜片5之间滴入抛光液即可实现材料去除,平滑待抛光镜片5中频误差。

[0047] 本发明的一种非球面光学元件中频误差控制方法,是基于图2所示的本发明的控制装置实现的,该方法通过以下步骤实现:

[0048] 步骤一、安装待抛光镜片5

[0049] 将镜片转动轴6固定在镜片装卡装置1上端中心位置,将待抛光镜片5套装在镜片转动轴6上,并且待抛光镜片5与镜片转动轴6同心安装。

[0050] 步骤二、安装磨头合盘装置4

[0051] 磨头合盘装置4主要包括辅助合盘套筒41、螺钉支撑圆环42和固定螺钉43,固定螺钉43和螺钉支撑圆环42用于将辅助合盘套筒41固定在镜片装卡装置1上,将螺钉支撑圆环42通过多个固定螺钉43与辅助合盘套筒41底端固定在一起,螺钉支撑圆环42套装在镜片转动轴6上,且位于待抛光镜片5下表面与镜片装卡装置1表面之间。

[0052] 步骤三、安装抛光磨头2

[0053] 磨头转动轴7固定在抛光磨头2中心位置,抛光垫3固定在抛光磨头2表面,抛光磨头2和抛光垫3的尺寸均与待抛光镜片5的尺寸相同。磨头转动轴7带动抛光磨头2以及抛光垫3自转,以实现待抛光镜片5材料去除。抛光磨头2具有足够刚度,抛光垫3在长时间内具有一定的流动性。抛光垫3可以使用完全沥青材料、垫柔性层沥青材料或者其他短时间刚性强的材料制作,保证整个待抛光镜片5上均有材料去除。

[0054] 步骤四、固定待抛光镜片5

[0055] 镜片装卡装置1在抛光过程中需要提供足够拉力使待抛光镜片5不发生移动且不易滑落,镜片装卡装置1可以采用真空吸附装置,对待抛光镜片5抽真空后可以使待抛光镜片5吸附在镜片装卡装置1表面,镜片装卡装置1也可以采用工业油泥粘接方式或沥青粘接

方式,对待抛光镜片5进行粘接使待抛光镜片5粘接在镜片装卡装置1表面,通过镜片装卡装置1可以保证待抛光镜片5基本不变形,同时可以保证在待抛光镜片5与镜片转动轴6同心转动过程中待抛光镜片5不滑落。

[0056] 步骤五、抛光

[0057] 安装好本发明的非球面光学元件中频误差控制装置和待抛光镜片5后,利用气缸给抛光垫3提供压力使抛光垫3贴合在抛光磨头2表面,,再通过磨头转动轴7使抛光磨头2和抛光垫3自转,在辅助合盘套筒41的辅助下抛光磨头2本身自转会逐渐与待抛光镜片5同心。待抛光镜片5与抛光磨头2相对运动的方式主要两种,第一种为抛光磨头2自转,待抛光镜片5不动,第二种为抛光磨头2与待抛光镜片5反方向转动,两种方式下抛光磨头2都不沿待抛光镜片5径向进给。可以选择上述两种相对运动方式中的一种对待抛光镜片5进行抛光,进而控制中频误差。

[0058] 抛光时使用热水让抛光垫3发生变形,并且使抛光垫3的形状与待抛光镜片5的形状匹配,在抛光垫3与待抛光镜片5之间滴入抛光液即可实现材料去除,平滑待抛光镜片5中频误差。此时整个待抛光镜片5上材料去除为中心去除少、边缘去除多的V型。

[0059] 根据Preston方程,即待抛光镜片5材料去除与所施加压强(气缸对抛光垫3施加的压力)和相对运动速度(抛光磨头2与待抛光镜片5的相对运动速度)成正比,实现待抛光镜片5表面材料去除。

[0060] 由于所加工的待抛光镜片5为非球面(绝大多数非球面为旋转对称结构,所以本发明主要针对旋转对称元件),沿待抛光镜片5非球面径向各点曲率半径各不相同,为了能够使用较大刚性抛光磨头2,待抛光镜片5与抛光磨头2相对运动的方式主要两种,第一种为抛光磨头2自转,待抛光镜片5不动,第二种为抛光磨头2与待抛光镜片5反方向转动,两种方式下抛光磨头2都不沿待抛光镜片5径向进给,两种相对运动方式差别仅为第二种可以实现更大去除量。由于没有径向进给,不存在抛光时曲率半径失配影响,不会产生明显的曲率半径失配造成的局部去除异常。这两种抛光磨头2与待抛光镜片5相对运动方式使得抛光磨头2与待抛光镜片5相对运动速度中心为零,而边缘最大,这样中心材料去除为零,边缘去除最大。尽管待抛光镜片5材料去除形状为V形,但由于不存在非球面曲率半径失配问题,能够使用尺寸和刚性更大抛光磨头2,对于光学元件中频误差具有较好的改善作用。

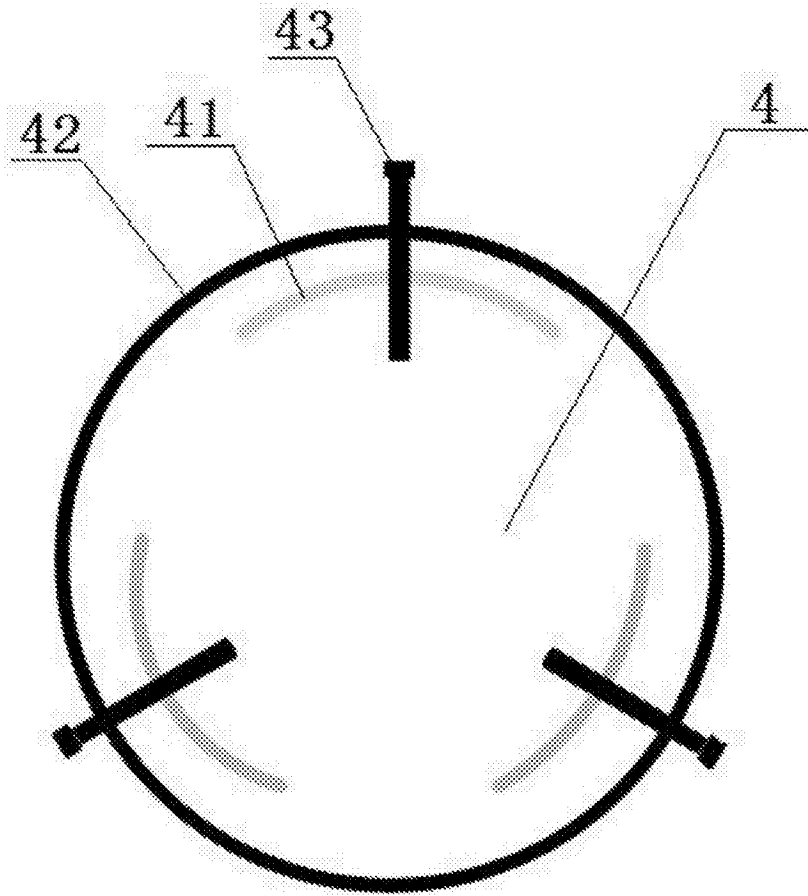


图3