(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108044130 A
(43)申请公布日 2018.05.18

(21)申请号 201711320966.3

(22)申请日 2017.12.12

(71)申请人 苏州大学
地址 215123 江苏省苏州市苏州工业园区仁爱路199号
申请人 苏州斑马光学技术有限公司

(72)发明人 黄启泰

(74)专利代理机构 无锡市汇诚永信专利代理事务所(普通合伙) 32260
代理人 张欢勇

(51)Int.Cl.
B23B 5/00(2006.01)
B23B 9/04(2006.01)
B23B 25/06(2006.01)
G02B 5/04(2006.01)

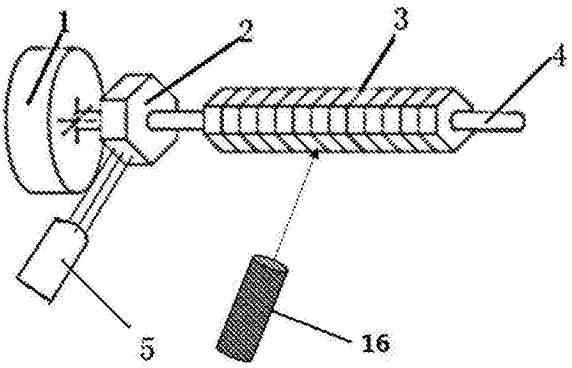
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种可实现在线检测的金属多面扫描棱镜加工方法

(57)摘要

本发明公开了一种可实现在线检测的金属多面扫描棱镜加工方法，解决多次装夹定位误差影响扫描面角加工度精度的问题；通过自准直定位光路与标准块精确控制转轴的转角，同时以加工好的金属多面扫描棱镜第一扫描面为基准装调自准直检测光路，转动转轴，只要自准直定位光路与标准块上第n个侧面实现自准直，则自准直检测光路与第一扫描面的第n个扫描面也实现自准直；本技术方案的使用可以不依赖于高精度数控转轴，在两轴机床上即可完成金属多面扫描棱镜在线检测与加工，大幅提高加工效率、加工精度及加工一致性。



CN 108044130 A

1.一种可实现在线检测的金属多面扫描棱镜加工方法,包括以下步骤:

1)加工标准块步骤:加工一块精度优于金属多面扫描棱镜的设计参数的多面棱镜作为标准块,将所述金属多面扫描棱镜的扫描面个数记为N,标准块上的侧面个数也为N;

2)将所述标准块安装固定在电控转台的转轴上,其中所述标准块上任意侧面的法线方向与电控转台的转轴垂直;

3)将待加工的金属多面扫描棱镜镜胚也装夹在所述电控转台的转轴上,其中金属多面扫描棱镜镜胚横截面法线方向与电控转台的转轴平行;

4)在机床上搭建自准直定位光路,并将电控转台安装在机床工作台上,转动所述电控转台,将所述标准块的第一个侧面对准自准直定位光路,用锁止机构固定所述电控转台的转轴;在所述金属多面扫描棱镜镜胚上车削出第一扫描面;

5)在机床上搭建自准直检测光路,标准块的第一个侧面对准所述自准直定位光路时,以金属多面扫描棱镜的第一扫描面为基准,调整自准直检测光路使被第一扫描面反射的反射光和入射光重合;

6)转动所述电控转台,将标准块的第n个侧面对准所述自准直定位光路,在金属多面扫描棱镜镜胚上车削出第n个扫描面;标准块的第n个侧面对准所述自准直定位光路时,若所述自准直检测光路的入射光与被金属多面扫描棱镜第n个扫面反射的反射光不重合,将第n个扫描面的反射光和入射光角度误差反馈至机床进行误差补偿加工,并再次对第n个扫描面车削;若自准直检测光路的入射光与被第n个扫面反射的反射光重合,第一扫描面和第n扫描面的角度符合要求;其中n从2依次增加到N。

2.根据权利要求1所述的可实现在线检测的金属多面扫描棱镜加工方法,其特征在于:所述标准块为精度优于金属多面扫描棱镜的设计参数的玻璃多面棱镜。

3.根据权利要求2所述的可实现在线检测的金属多面扫描棱镜加工方法,其特征在于:所述的玻璃多面棱镜采用常规冷加工方法加工。

4.根据权利要求1所述的可实现在线检测的金属多面扫描棱镜加工方法,其特征在于:标准块上设置通孔,该标准块上的通孔与电控转台的转轴同轴的方式装配固定。

5.根据权利要求4所述的可实现在线检测的金属多面扫描棱镜加工方法,其特征在于:所述的待加工的金属多面扫描棱镜镜坯上也设置通孔,并穿入电控转台的转轴。

6.根据权利要求1～5之一所述的可实现在线检测的金属多面扫描棱镜加工方法,其特征在于:所述的自准直定位光路为自准直平行光管。

7.根据权利要求1～5之一所述的可实现在线检测的金属多面扫描棱镜加工方法,其特征在于:所述的自准直定位光路由平行光激光器、扩束镜、分光镜、平面反射镜、像屏组成,其中平行光激光器射出的平行光经过扩束后入射至分光镜,分光镜反射的光作为参考光被垂直放置于光路中的平面反射镜反射后入射至像屏,分光镜透射的光作为检测光入射至所述标准块的任意一个侧面;转动所述电控转台,检测光被该侧面反射至像屏,在像屏上形成干涉条纹。

8.根据权利要求1-5之一所述的可实现在线检测的金属多面扫描棱镜加工方法,其特征在于:

步骤5)中所述的自准直检测光路由平行光激光器、与所述平行光激光器发出的平行光垂直的标尺组成,标准块的第一个侧面对准所述自准直定位光路时,以所述金属多面扫描

棱镜的第一扫描面为基准，调整平光激光器使被第一扫描面反射的反射光和入射光重合，记录反射光在标尺上的读数，该读数处的位置为自准直检测光路的基准位置；

步骤6)中，转动所述电控转台，将标准块的第n个侧面对准所述自准直定位光路，在金属多面扫描棱镜镜胚上车削出第n个扫描面；此时记录第n个扫描面的反射光在标尺上的第n位置，第n个扫描面的反射光在标尺上的第n位置与步骤5)中所述基准位置重合，则金属多面扫描棱镜的第一扫描面与第n扫描面的角度等于标准块的第一个侧面与第n个侧面的角度。

9.根据权利要求8所述的可实现在线检测的金属多面扫描棱镜加工方法，其特征在于：金属多面扫描棱镜的第n个扫描面的反射光在标尺上的第n位置与步骤5)中所述基准位置不重合时，测出第n位置其与基准位置之间的偏离量h，测量标尺与第n个扫描面之间的距离L，第n个扫描面的反射光与入射光之间的角度$\beta=\arcsin(h/L)$，金属多面扫描棱镜的第n个扫描面与第一扫描面之间的角度偏差为$\beta/2$。

10.根据权利要求1～5之一所述的可实现在线检测的金属多面扫描棱镜加工方法，其特征在于：

所述步骤2)中所述的电控转台的转轴通过联动机构与若干根从动转轴连接，每一根从动转轴上都可装夹至少一个金属多面扫描棱镜镜胚，当电控转台的转轴旋转时，所述的从动转轴也旋转相同角度；

所述步骤3)中同时将多个待加工的金属多面扫描棱镜镜胚装夹在所述从动转轴上；

所述步骤4)在机床上搭建自准直定位光路，并将电控转台安装在机床工作台上，转动所述电控转台，将所述标准块的第一个侧面对准自准直定位光路，用锁止机构固定所述电控转台的转轴；在所装夹的待加工金属多面扫描棱镜镜胚上车削出第一扫描面。

一种可实现在线检测的金属多面扫描棱镜加工方法

技术领域

[0001] 本发明属于光学加工技术领域，具体涉及一种多面扫描棱镜的加工方法。

背景技术

[0002] 多面扫描棱镜具有多个反射面，是扫描仪、复印机、扫码器等激光设备中的核心光学器件。使用时通常安装在电动机的旋转轴上，通过多面扫描棱镜的高速旋转，可实现大范围、超高速、高精度与高重复性的激光光束扫描，其角度精度、表面质量等因素将直接影响扫描精度和效果，因此对其各个反射面的角度加工精度要求非常高。

[0003] 目前国内多面扫描棱镜的加工主要依靠带有转轴的数控车床实现，一次可加工数量有限，各面之间的角度精度依靠数控转轴的精度进行保障。数控车床上加工的多面扫描棱镜时，为了保证各个扫描面之间的角度精度，需要一次装夹完成所有侧面加工。检测各个扫描面角度时，如果采用线下检测，如果某个扫描面角度超差，就需要重新装夹，对扫描棱镜再次加工，重新装夹时必然引入新的定位误差，是加工效率低下、检测效率也低；此外批量加工时产品一致性差，严重影响到组装设备的稳定性。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于解决多次装夹的引入的定位误差影响角各个扫描面角度精度的问题。

[0005] 一种可实现在线检测的金属多面扫描棱镜加工方法，具体技术方案如下：

[0006] 1)加工标准块步骤：加工一块精度优于金属多面扫描棱镜的设计参数的多面棱镜作为标准块，将所述金属多面扫描棱镜的扫描面个数记为N，标准块上的侧面个数也为N；

[0007] 2)将所述标准块安装固定在电控转台的转轴上，其中所述标准块上任意侧面的法线方向与电控转台的转轴垂直；

[0008] 3)将待加工的金属多面扫描棱镜镜胚也装夹在所述电控转台的转轴上，其中金属多面扫描棱镜镜胚横截面法线方向与电控转台的转轴平行；

[0009] 4)在机床上搭建自准直定位光路，并将电控转台安装在机床工作台上，转动所述电控转台，将所述标准块的第一个侧面对准自准直定位光路，用锁止机构固定所述电控转台的转轴；在所述金属多面扫描棱镜镜胚上车削出第一扫描面；

[0010] 5)在机床上搭建自准直检测光路，标准块的第一个侧面对准所述自准直定位光路时，以金属多面扫描棱镜的第一扫描面为基准，调整自准直检测光路使被第一扫描面反射的反射光和入射光重合；

[0011] 6)转动所述电控转台，将标准块的第n个侧面对准所述自准直定位光路，在金属多面扫描棱镜镜胚上车削出第n个扫描面；标准块的第n个侧面对准所述自准直定位光路时，若所述自准直检测光路的入射光与被金属多面扫描棱镜第n个扫面反射的反射光不重合，将第n个扫描面的反射光和入射光角度误差反馈至机床进行误差补偿加工，并再次对第n个扫描面车削；若自准直检测光路的入射光与被第n个扫面反射的反射光重合，第一扫描面和

第n扫描面的角度符合要求;其中n从2依次增加到N。带来的技术效果是:加工完成第n个扫面后,可以通过自准直检测光路直接判断该加工面与第一扫描面的角度误差是否符合要求,如果不符合要求,不需要再次装夹,直接将角度偏差作为机床的误差补偿文件再次对第n个扫描面车削加工,有效的避免了重新装夹的定位误差对角度精度的影响。

[0012] 为了减小切削量,可先将金属多面扫描棱镜镜胚制作成角度误差小于2度的金属多面体,然后用金刚石飞刀车削技术按照上述技术方案直接车削成光学面。

[0013] 上述技术方案还可在一个较长的金属多面扫描棱镜镜胚上车削,待所有侧面都加工好后,通过切割工艺直接获得多个金属多面扫描棱镜。

[0014] 上述技术方案中:所述标准块为精度优于金属多面扫描棱镜的设计参数的玻璃多面棱镜。

[0015] 上述技术方案中:所述的玻璃多面棱镜可采用常规冷加工方法加工,加工标准块时严格控制各表面之间角度误差、塔差。

[0016] 上述技术方案中:标准块上设置通孔,该标准块上的通孔与电控转台的转轴同轴的方式装配固定。

[0017] 上述技术方案中:所述的待加工的金属多面扫描棱镜镜坯上也设置通孔,并穿入电控转台的转轴。

[0018] 上述技术方案中:所述的自准直定位光路为自准直平行光管。

[0019] 一个优选方案:所述的自准直定位光路由平行光激光器、分光镜、平面反射镜、像屏组成,其中平行光激光器射出的平行光入射至分光镜,分光镜反射的光作为参考光被垂直放置于光路中的平面反射镜反射后入射至像屏,分光镜透射的光作为检测光入射至所述标准块的任意一个侧面;转动所述电控转台,检测光被该侧面反射至像屏,在像屏上形成干涉条纹。该光路实际上为迈克尔逊干涉光路,通过干涉条纹可以更精确的控制电控转台的转轴转角。

[0020] 还可以用CCD替换像屏,将参考光与检测光的干涉条纹成像在CCD中,在整个加工过程中实时监控干涉条纹的变化。这样可以更方便的观察到加工过程中控制电控转台的转轴是否发生旋转。还可在用机床进行车削加工时,将所述干涉条纹的实时变化信息反馈回机床,进行误差实时补偿。这样的加工属于闭环加工工艺,可以实施通过干涉条纹变化转化为电控转台的转轴的姿态变化,将这一实时变化信息反馈至加工机床,可以进一步提高加工精度。

[0021] 优选技术方案:所述的自准直检测光路由平行光激光器、与所述平行光激光器发出的平行光垂直的标尺组成,标准块的第一个侧面对准所述自准直定位光路时,以所述金属多面扫描棱镜的第一扫描面为基准,调整平光激光器使被第一扫描面反射的反射光和入射光重合,记录反射光在标尺上的读数,该读数处的位置为自准直检测光路的基准位置;步骤6)中,转动所述电控转台,将标准块的第n个侧面对准所述自准直定位光路,在金属多面扫描棱镜镜胚上车削出第n个扫描面;此时记录第n个扫描面的反射光在标尺上的第n位置,第n个扫描面的反射光在标尺上的第n位置与步骤5)中所述基准位置重合,则金属多面扫描棱镜的第一扫描面与第n扫描面的角度等于标准块的第一个侧面与第n个侧面的角度。带来的效果是可以通过反射光点在标尺上的位置便捷的判断加工的扫描面角度是否符合要求。

[0022] 上述技术方案中,金属多面扫描棱镜的第n个扫描面的反射光在标尺上的第n位置

与步骤5)中所述基准位置不重合时，测出第n位置其与基准位置之间的偏离量h，测量标尺与第n个扫描面之间的距离L，第n个扫描面的反射光与入射光之间的角度β＝arcsin(h/L)，金属多面扫描棱镜的第n个扫描面与第一扫描面之间的角度偏差为β/2。该方案本质上是用到了光杠杆的放大原理，将微小的角度误差放大，并将角度误差转化为标尺上的偏离量，可以在线定量的测量出角度偏差，可将此角度误差反馈给数控机床，补偿加工进一步提高扫描面的角度精度。

[0023] 为了适应批量加工，更优的方案为：上述技术方案中，步骤2)中所述的电控转台的转轴通过联动机构与若干根从动转轴连接，每一根从动转轴上都可装夹至少一个金属多面扫描棱镜镜胚，当电控转台的转轴旋转时，所述的从动转轴也旋转相同角度；所述步骤3)中同时将多个待加工的金属多面扫描棱镜镜胚装夹在所述从动转轴上；所述步骤4)在机床上搭建自准直定位光路，并将电控转台安装在机床工作台上，转动所述电控转台，将所述标准块的第一个侧面对准自准直定位光路，用锁止机构固定所述电控转台的转轴；在所装夹的待加工金属多面扫描棱镜镜胚上车削出第一扫描面。这样每一根转轴上都可安装多个待加工金属多面扫描棱镜镜胚，并且可以通过联动装置连接多根从动转轴，这样就可以实现批量加工，还可以保证同一批产品精度一致，这就大大提高了所组装产品的稳定性。

附图说明

[0024] 图1金属多面扫描棱镜加工示意图；

[0025] 图2多转轴批量加工金属多面扫描棱镜示意图；

[0026] 图3一种自准直定位光路示意图；

[0027] 图4一种自准直检测光路示意图；

[0028] 其中：1-电控转台，2-标准块，3-金属多面扫描棱镜镜胚，4-电控转台的转轴，5-自准直定位光路，6-电控转台支架，7-锁止机构，8-联动机构，9-从动转轴，10-平行光激光器，11-分光镜，12-参考光，13-检测光，14-平面反射镜，15-像屏，16-自准直检测光路，17-标尺，18-第n个扫描面的入射光，19-第n个扫描面的反射光19，20-自准直检测光路的基准位置，21-反射光在标尺上的第n位置，22-第n个扫描面的理论位置；h-第n位置其与基准位置之间的偏离量，L-标尺与第n个扫描面之间的距离，β-第n个扫描面的反射光与入射光之间的角度。

具体实施方式

[0029] 为了更清楚地说明发明，下面结合附图及实施例作进一步描述

[0030] 实施例一：

[0031] 一种可实现在线检测的金属多面扫描棱镜加工方法，附图1所示，具体技术方案如下：

[0032] 1)加工标准块步骤：加工一块精度优于金属多面扫描棱镜的设计参数的多面棱镜作为标准块2，将所述金属多面扫描棱镜的扫描面个数记为N，标准块上的侧面个数也为N；

[0033] 2)将标准块安装固定在电控转台1的转轴4上，其中所述标准块上任意侧面的法线方向与电控转台的转轴垂直；

[0034] 3)将待加工的金属多面扫描棱镜镜胚3也装夹在所述电控转台的转轴上，其中金

属多面扫描棱镜镜胚横截面法线方向与电控转台的转轴平行；

[0035] 4)在机床上搭建自准直定位光路5，并将电控转台安装在机床工作台上，转动所述电控转台，将所述标准块的第一个侧面对准自准直定位光路，用锁止机构固定所述电控转台的转轴；在所述金属多面扫描棱镜镜胚上车削出第一扫描面；

[0036] 5)在机床上搭建自准直检测光路，标准块的第一个侧面对准所述自准直定位光路时，以金属多面扫描棱镜的第一扫描面为基准，调整自准直检测光路使被第一扫描面反射的反射光和入射光重合；

[0037] 6)转动所述电控转台，将标准块的第n个侧面对准所述自准直定位光路，在金属多面扫描棱镜镜胚上车削出第n个扫描面；标准块的第n个侧面对准所述自准直定位光路时，若所述自准直检测光路的入射光与被金属多面扫描棱镜第n个扫面反射的反射光不重合，将第n个扫描面的反射光和入射光角度误差反馈至机床进行误差补偿加工，并再次对第n个扫描面车削；若自准直检测光路的入射光与被第n个扫面反射的反射光重合，第一扫描面和第n扫描面的角度符合要求；其中n从2依次增加到N。

[0038] 实施例二：

[0039] 附图2所示的一种可实现在线检测的金属多面扫描棱镜加工方法，具体技术方案如下：

[0040] 1)加工标准块步骤：加工一块精度优于金属多面扫描棱镜的设计参数的多面棱镜作为标准块2；

[0041] 2)将标准块安装固定在电控转台1的转轴4上，其中标准块的横截面法线方向与电控转台的转轴平行；电控转台1的转轴2通过联动机构8与若干根从动转轴9连接，每一根从动转轴上都可装夹至少一个金属多面扫描棱镜镜胚3，当电控转台的转轴旋转时，所述的从动转轴也旋转相同角度；

[0042] 3)将多个待加工的金属多面扫描棱镜镜胚装夹在所述从动转轴上；其中金属多面扫描棱镜镜胚横截面法线方向与电控转台的转轴平行；

[0043] 4)在电控转台支架6上搭建自准直定位光路5，将电控转台安装在机床工作台上，转动所述电控转台，将所述标准块的任意一个侧面对准自准直定位光路，用锁止机构7固定所述电控转台的转轴以及所有从动转轴；在所述电控转台的转轴与从动转轴上固定的金属多面扫描棱镜镜胚上车削出扫第一扫描面。

[0044] 5)在机床上搭建自准直检测光路

[0045] 以所述第一扫描面为基准，调整自准直检测光路使被第一扫描面反射的反射光和入射光重合；

[0046] 6)依次转动所述电控转台，将标准块的第n个侧面对准所述自准直定位光路，在金属多面扫描棱镜镜胚上车削出第n个扫描面；所述自准直检测光路的入射光被第n个扫面反射的反射光与入射光不重合时，将第n个扫描面的反射光和入射光角度误差反馈至机床进行误差补偿，并再次对第n个扫描面车削；自准直检测光路的入射光被第n个扫面反射的光与入射光重合时，第一扫描面和第n扫描面的角度符合要求；其中$2\leqslant n\leqslant N$。

[0047] 实施例三：

[0048] 实施例一技术方案基础上，所述的自准直定位光路5如图3所示，由平行光激光器10、分光镜11、平面反射镜14、像屏15组成，其中平行光激光器射出的平行光入射至分光镜，

分光镜反射的光作为参考光12被垂直放置于光路中的平面反射镜反射后入射至像屏，分光镜透射的光作为检测光13入射至所述标准块的任意一个侧面；转动所述电控转台，检测光被该侧面反射至像屏15，在像屏上形成干涉条纹。该光路实际上为迈克尔逊干涉光路，通过干涉条纹可以更精确的控制电控转台的转轴转角。

[0049] 实施例四：

[0050] 实施例一技术方案基础上，如图4所示，所述的自准直检测光路16由平行光激光器、与所述平行光激光器发出的平行光垂直的标尺17组成，标准块的第一个侧面对准所述自准直定位光路时，以所述金属多面扫描棱镜的第一扫描面为基准，调整平光激光器使被第一扫描面反射的反射光和入射光重合，记录反射光在标尺上的读数，该读数处的位置为自准直检测光路的基准位置20；

[0051] 步骤6)中，转动所述电控转台，将标准块的第n个侧面对准所述自准直定位光路，在金属多面扫描棱镜镜胚上车削出第n个扫描面；此时记录第n个扫描面的反射光在标尺上的第n位置21，第n个扫描面的反射光在标尺上的第n位置与步骤5)中所述基准位置重合，则金属多面扫描棱镜的第一扫描面与第n扫描面的角度等于标准块的第一个侧面与第n个侧面的角度。

[0052] 若加工得到的第n个扫描面与第n个扫描面的理论位置22不重合时，金属多面扫描棱镜的第n个扫描面的反射光19在标尺上的第n位置与步骤5)中所述基准位置不重合，测出第n位置其与基准位置之间的偏离量h，测量标尺与第n个扫描面之间的距离L，第n个扫描面的反射光19与入射光18之间的角度$\beta=\arcsin(h/L)$，金属多面扫描棱镜的第n个扫描面与第一扫描面之间的角度偏差为$\beta/2$。

[0053] 上述技术的方案的原理为，通过自准直定位光路与标准块精确控制转轴的转角，由于待加工金属多面扫描棱镜镜胚与标准块装夹在同一根转轴上，同时以加工好的金属多面扫描棱镜第一扫描面为基准装调自准直检测光路，转动转轴，只要自准直定位光路与标准块上第n个侧面实现自准直，则自准直检测光路与第一扫描面的第n个扫描面也应该实现自准直，此时可以说明金属多面扫描棱镜上精确的复制了标准块各个侧面的角度精度。本技术方案的使用可以不依赖于高精度数控转轴，在两轴机床上即可完成金属多面扫描棱镜加工，解决了现有技术中多次装夹的引入的定位误差影响角各个扫描面角度精度的问题，大幅提高加工效率、加工精度及加工一致性。

[0054] 该技术方案不但适用于多面扫描棱镜，还可适用于多面异形棱镜，例如棱镜的侧面为球面或者非球面，为了精确控制该多面异形棱镜各个面的光轴方向，也可以先加工各个面为平面的光轴角度与多面异形棱镜光轴角度相同的标准块，将标准块的光轴角度通过本技术方案复制到多面异形棱镜上。

[0055] 本技术方案未详细说明部分属于本领域技术人员公知技术。

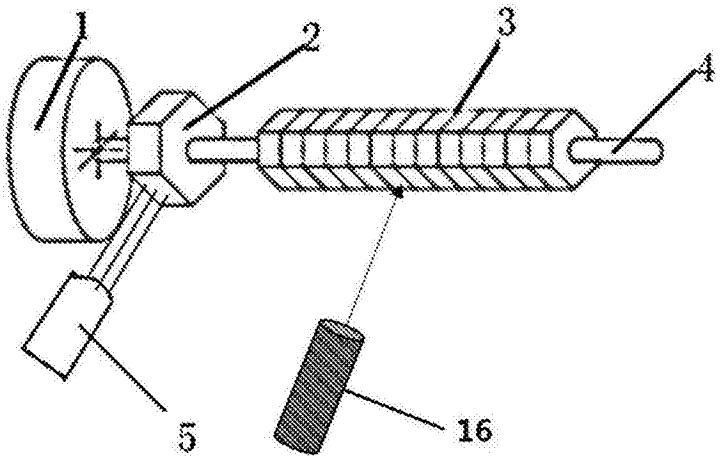


图1

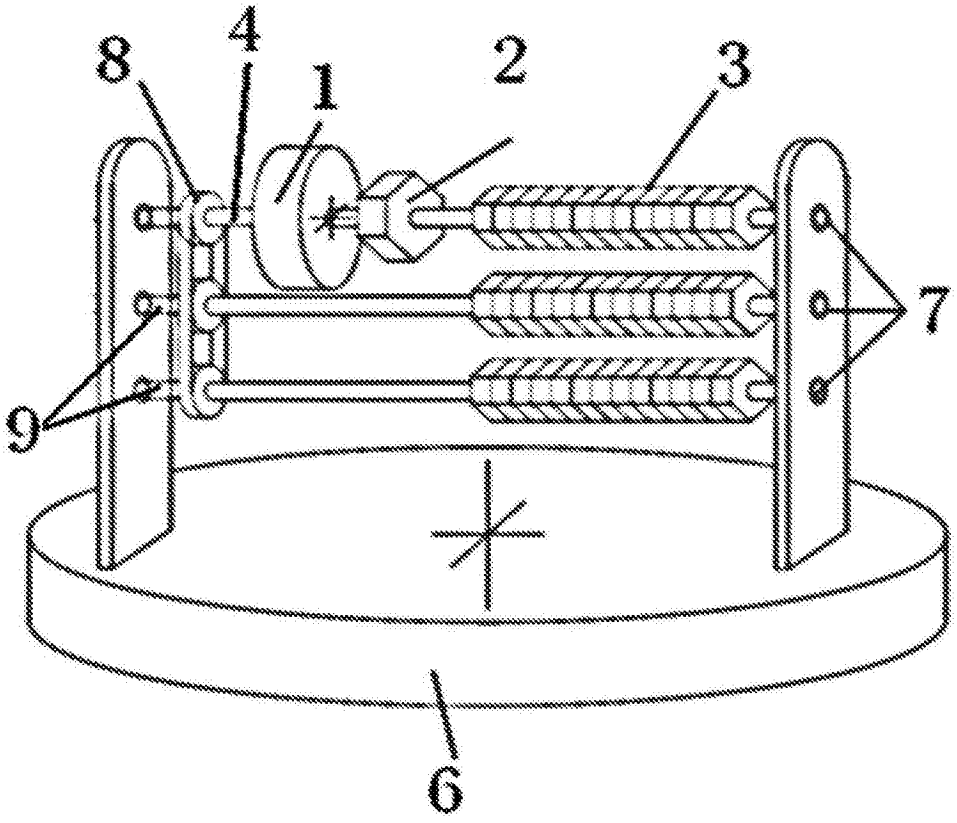


图2

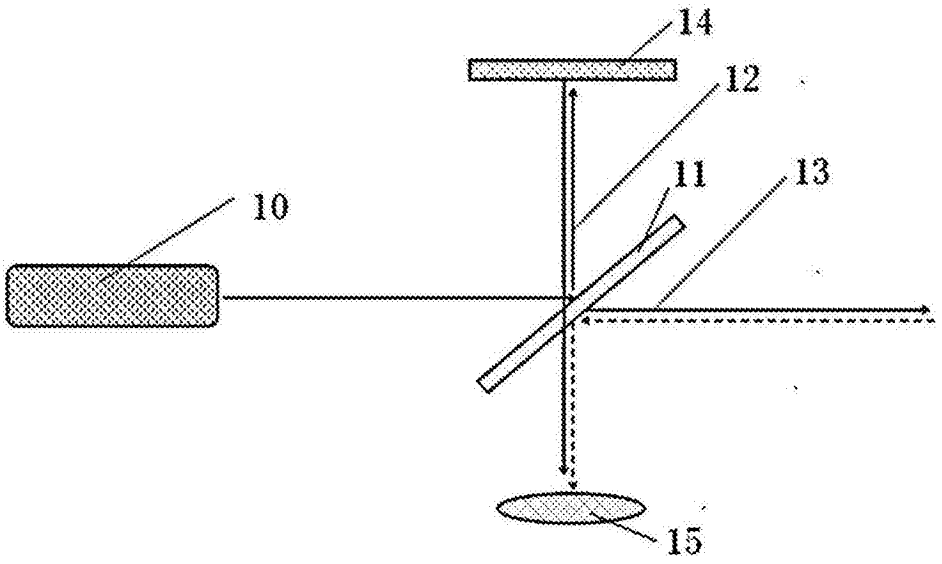


图3

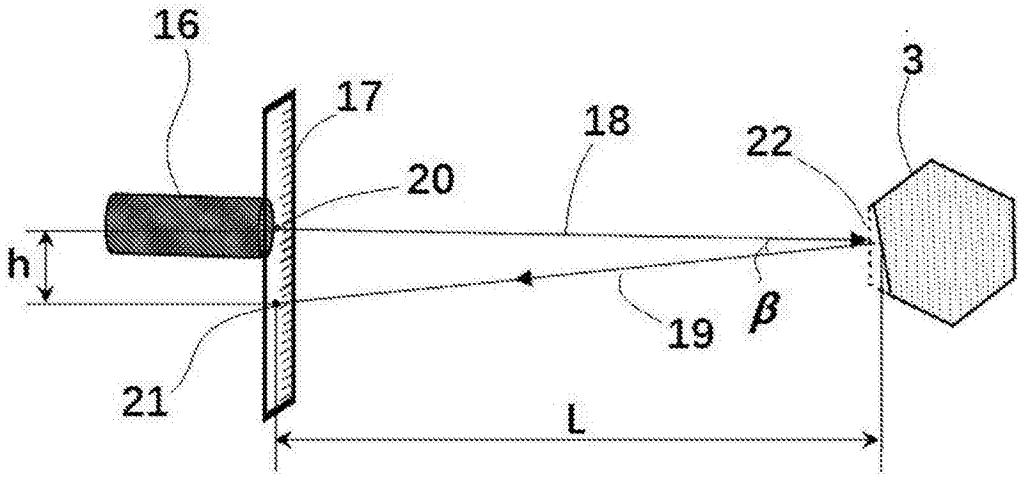


图4