(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104049353 B
(45)授权公告日 2017.05.03

(21)申请号 201410316091.X

(22)申请日 2014.07.04

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104049353 A

(43)申请公布日 2014.09.17

(73)专利权人 中国科学院国家天文台南京天文光学技术研究所
地址 210042 江苏省南京市板仓街188号

(72)发明人 张勇 李烨平 曾裔中

(74)专利代理机构 江苏致邦律师事务所 32230
代理人 樊文红

(51)Int.Cl.
G02B 23/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 103412400 A,2013.11.27,
CN 203069875 U,2013.07.17,
CN 101101380 A,2008.01.09,
CN 202057878 U,2011.11.30,
CN 202057878 U,2011.11.30,

审查员 杨钊

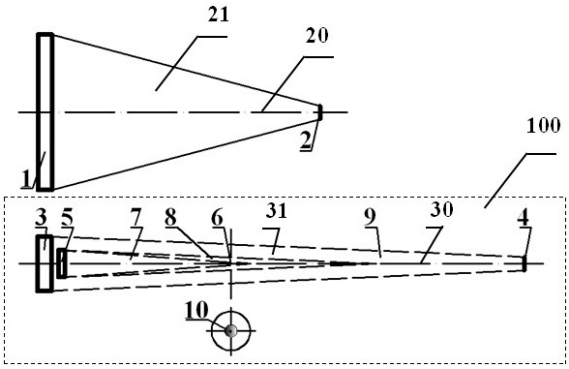
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

基于瞳孔遮挡的离焦的太阳望远镜导星镜

(57)摘要

本发明公开了基于瞳孔遮挡的离焦的太阳望远镜导星镜，其技术方案是，基于瞳孔遮挡的离焦的太阳望远镜导星镜，在导星镜聚焦镜头前或后的导星光轴中心处安装瞳孔遮挡。利用基于瞳孔遮挡的离焦的太阳望远镜导星镜，免除了分割镜面或四光楔加工安装调整，装配和调试极为方便。



CN 104049353 B

1.基于瞳孔遮挡的离焦的太阳望远镜导星镜，其特征是，在导星镜聚焦镜头前或后的导星光轴中心处安装瞳孔遮挡，以在离焦的成像像面上获得外围亮、亮暗过渡区和相对于常规望远镜焦面上的亮核的暗核，其中暗核用于导星测量及校正的反馈，实现导星。

2.根据权利要求1所述的导星镜，其特征是，所述的导星镜还包括导星镜筒，所述导星聚焦镜头和瞳孔遮挡设置在导星镜筒内。

3.根据权利要求1所述的导星镜，其特征是，所述导星镜还包括主镜镜筒和设置在主镜镜筒的焦前的折射镜，所述折射镜、导星聚焦镜头和瞳孔遮挡设置在主镜镜筒内。

4.根据权利要求1所述的导星镜，其特征是，所述导星镜还包括设置在主镜镜筒的焦前的折射镜，所述聚焦镜头设置在导星偏折光路中主焦点的共轭点后。

5.根据权利要求1所述的导星镜，其特征是，所述导星镜还包括设置在主镜镜筒的焦前的折射镜，所述导星聚焦镜头设置在导星偏折光路中主焦点的共轭点前，所述聚焦镜头为可选的调节焦距的镜头。

6.根据权利要求1所述的导星镜，其特征是，所述瞳孔遮挡是圆形或其它对称结构。

基于瞳孔遮挡的离焦的太阳望远镜导星镜

技术领域

[0001] 本发明属于光电仪器领域，具体设计一种基于遮挡瞳孔并在导星光路的离焦像面上成像的太阳望远镜导星镜。

背景技术

[0002] 太阳望远镜是一种专门观测太阳的天文望远镜，这与夜晚恒星望远镜的区别根本上在于观测目标源分别是低对比度扩展源的太阳和夜间天文高对比度的目标，而为了实现望远镜跟踪稳像，天文望远镜的导星必不可少。太阳作为高亮度的扩展观测目标源，其角直径约为32角分，而且是太阳像上的扩展目标特征呈现低对比度，比如体现太阳活动的光球上的太阳黑子直径大约是太阳的1/194(直径可达80000公里)，亮度约3000至4500K，比光球温度5780K稍低，看上去呈现一些深暗的斑点，而且太阳黑子是一种太阳活动，并不稳定呈现在太阳某个位置，分布也很不均匀规律，在太阳表面横越移动时，其大小也会膨胀和收缩，而是成群出现活动。因此通过人工或者计算机来实现对太阳的闭环导星，使得太阳望远镜高精度地指向并跟踪太阳，需要检测太阳像在望远镜的位置变化，相比于其它天文观测目标而言，更困难。通常在太阳望远镜机架上安装一个口径较小的导星镜或者主镜焦前折射，利用这导星镜或折射镜后的全日面太阳成像的位置测量，并反馈给计算机执行望远镜指向跟踪的校正，从而实现太阳导星和稳像的目的。

[0003] 目前的太阳望远镜的自动导星，大约有如下几种方法：

[0004] 1、光电管自动导星，非常不稳定，对太阳的亮度、云量、天光等十分敏感，从而精度很低，基本被淘汰；

[0005] 2、线阵CCD或者条形CCD自动导星，接受的太阳信息太少，精度也低，抗干扰能力低；

[0006] 3、利用大靶面面形CCD或者CMOS等相机，对太阳全日面成像，自动导星精度高，但需要大相机，成本很高；

[0007] 4、拼接导星方，通过分割导星物镜，把太阳像分成四个，并偏折后拼接成像，比如中国发明专利2007 1 0020041.7：一种天文望远镜视频CCD自动导星方法，步骤如下：在导星镜筒或主镜筒上安装视频CCD，通过CCD图像处理，得到天体的图像，旋转CCD，使天体像的移动在X方向与赤经或赤纬平行，用视频CCD对天体成像，计算机用视频捕捉卡得到视频图像，根据该图像及其变化进行导星；计算机通过视频捕捉卡得到视频图像后，进行导星的处理流程。循环执行上述过程直至导星结束。CCD对准中央区域，采集的图像中包含了太阳的四个方向的运动量，计算机分析图像的偏移量，即能实现用小靶面CCD，实现高分辨得太阳的太阳导星，但物镜分割及偏折的装配很复杂。

[0008] 5、利用光楔为折光元件的太阳望远镜导星镜，中国专利号：CN102928972A：：以光楔为折光元件的太阳望远镜导星镜，在导星镜筒或主镜筒上安装有视频CCD，在导行物镜前面，安装有四只光楔，四只光楔的楔角和形状相同；四只光楔的安装位置是：围绕导行物镜的中轴，成90度均匀分布；四只光楔的彼此的方向是：各成90度设置。四个光楔的参数是：光

楔楔角α为32角分-40角分，光线偏转角度β为16角分-20角分，玻璃折射率n为1.4-1.6。通过上述光楔折光，即可在CCD上实现高精度地太阳导星，但是光楔的选材、加工、检测、安装定位和粗细调整均比较困难和复杂；

[0009] 6、其它基于相关跟踪器的太阳导星，利用小靶面相机对太阳的局部进行低对比度成像，通过太阳上低对比度目标特征图像在时间序列方向上的相关处理，获得低对比度特征的偏移，从而实现太阳的导星，本方法因为特征图像对比度很低，甚至没有特征，无法实现高精度的导星测量和校正。

发明内容

[0010] 本发明的技术解决问题：针对现有技术的各种不足，本发明提出了一种新型的太阳望远镜导星镜，能克服现有技术精度低、抗干扰能力低、成本高昂、物镜分割以及偏折的装配比较复杂、安装和加工调整困难等不足，利用遮挡瞳孔并在导星光路的离焦像面上使用小靶面相机和计算机，即可实现太阳成像和导星检测及其反馈校正，免除了分割镜面和光楔元件的选材加工、安装和调整，除了瞳孔遮挡和一个可以增加的调节焦点的镜头元件外，不再对导星镜筒或者主镜镜筒的折射镜之后续的导星光路上添加任何其它元件，结构非常简单、使用非常方便、成本也非常低、便于批量生产。

[0011] 完成上述发明任务的技术方案是，基于瞳孔遮挡的离焦的太阳望远镜导星镜，在导星镜聚焦镜头前或后的导星光轴中心处安装瞳孔遮挡，以在离焦的成像像面上获得外围亮、亮暗过渡区和暗核（相对于常规望远镜焦面上的亮核），其中暗核用于导星测量及校正的反馈，即可实现导星。

[0012] 作为本发明的进一步改进，所述导星镜还包括导星镜筒，所述导星聚焦镜头和瞳孔遮挡设置在导星镜筒内。

[0013] 作为本发明的进一步改进，所述导星镜还包括主镜镜筒和设置在主镜镜筒的焦前的折射镜，所述折射镜、导星聚焦镜头和瞳孔遮挡设置在主镜镜筒内。

[0014] 作为本发明的进一步改进，所述导星镜还包括设置在主镜镜筒的焦前的折射镜，所述聚焦镜头设置在导星偏折光路中主焦点的共轭点后。

[0015] 作为本发明的进一步改进，所述导星镜还包括设置在主镜镜筒的焦前的折射镜，所述导星聚焦镜头设置在导星偏折光路中主焦点的共轭点前，所述聚焦镜头为可选的调节焦距的镜头。其中可选的调节焦距的镜头，是根据主镜导星光路的焦距是否足够长来选择，避免瞳孔遮挡和成像像面距离太短，使得导星精度下降。

[0016] 作为本发明的进一步改进，所述瞳孔遮挡可以是圆形或其它对称结构。

[0017] 本发明的工作原理是：太阳望远镜与其它望远镜或者光学系统类似，在离焦足够多的位置上成像为瞳孔像，其瞳孔像的重心仍然能代表望远镜的指向或者跟踪目标的位置。而通过在导星光路上增加瞳孔遮挡，在合适的离焦位置上得到的应该是中心有亮暗过渡区和暗核的瞳孔加遮挡的像结构，这个中心暗核，与常规望远镜的亮核导星正好相似，可以代表望远镜的指向跟踪的位置，可以被用来在相机上采集获取，并在计算机内完成位置的精确的暗核中心位置计算，并与正确的导星位置比较后，执行跟踪误差的调节，从而实现望远镜的导星稳像。其中合适的离焦位置选择，应该选择在黑区、渐晕区、明亮区中的从光轴上渐晕区刚刚进入黑区的地方，明亮区是扩展目标成像充分的地区，成像得到的是一个

亮区域，减晕区是视场光线受到部分遮挡，成像不均匀的地区，内暗外亮的区域，而黑区则是光轴上成像因为完全遮挡而完全没有光线的区域。

[0018] 当然太阳望远镜观测的是扩展目标，因此需要更多的离焦量，方可实现上述导星中所需实现的中心暗区。而同时为了不影响导星的精度或者灵敏度，通常需要选择更长的导星镜焦距或者在主镜导星光路上设置调节焦点位置、设置焦距的透镜镜头，从而保证在离焦位置上仍然获得各种常规导星望远镜的一样的高精度导星。此外，瞳孔遮挡的大小选择，正好可以调节导星相机上太阳光强的强弱，获得高对比度的中央暗区或阴影区的成像，供导星检测和校正；为了在导星相机上选择合适的成像暗核或亮暗过渡区的大小，可以选择不同的离焦位置来获得。

[0019] 本发明的优点是：

[0020] 克服了的现有技术精度低、抗干扰能力差、或成本高昂、或聚焦镜头分割及偏折的装配比较复杂、或光楔元件选材加工、检测、安装调整困难等等不足，利用基于瞳孔遮挡的离焦的太阳望远镜导星镜，免除了分割镜面或四光楔加工安装调整，装配和调试极为方便。同时本发明结构简单，制作和装配容易，成本低，便于批量生产。

附图说明

[0021] 图1为本发明实施实例1的基于瞳孔遮挡的离焦的太阳望远镜导星镜的结构示意图；

[0022] 图2为本发明实施实例2的基于瞳孔遮挡的离焦的太阳望远镜导星镜的结构示意图；

[0023] 图3为本发明实施实例3的基于瞳孔遮挡的离焦的太阳望远镜导星镜的结构示意图；

[0024] 图4为本发明在离焦位置上获得导星成像像面示意图。

[0025] 具体实施方式：

[0026] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白，以下结合具体实施例，并参照附图，对本发明进一步详细说明。

[0027] 实施例1

[0028] 本实施例为在基于导星镜筒导星，如图1所示，基于瞳孔遮挡的离焦的太阳望远镜导星镜100，由导星聚焦镜头3和设置在导星聚焦镜头3之后，导星光路光轴30中心处的圆形瞳孔遮挡5组成。

[0029] 主镜物镜1与主镜焦点2之间形成主镜光路光轴20，导星聚焦镜头3安装在与主镜光路光轴20平行的导星镜筒上，导星光路光轴30与主镜光路光轴20平行。在导星光路光轴30上，导星镜聚焦镜头3、瞳孔遮挡5、黑区7、渐晕区8、离焦像机成像位置6、明亮区9和导星聚焦镜头焦点4依次排列。在离焦像机成像位置6处的离焦成像像面10如图4所示，在远离导星焦点4的离焦像机成像位置6上获得有高对比度的暗核18的成像10，用于导星测量及校正的反馈，即可实现导星镜筒的导星。

[0030] 如图4，在远离导星光路理论焦点的离焦像机成像位置6上获得有高对比度的暗核的成像像面10，由对应于明亮区9、渐晕区8和黑区7的离焦位置上亮区16、亮暗过渡区17和暗核18组成。

[0031] 实施例2

[0032] 本实施例中导星镜的光路由主镜折射产生。如图2所示，主镜光路光轴20上设有折射镜11，导星光路31由折射产生，导星光路31上主焦点的共轭点14后设置导星镜头导星，在主镜光路光轴20上主镜聚焦镜头1、折射镜11和主镜焦点2依次排列。在导星光路光轴30上，折射镜11、主焦点的共轭点14、导星镜聚焦镜头3、瞳孔遮挡5、黑区7、渐晕区8、离焦像机成像位置6、明亮区9和导星聚焦镜头焦点4依次排列。在离焦像机成像位置6处的离焦成像像面10如图4所示。

[0033] 在主镜镜筒的物镜1的主焦点2前安装折射镜11，形成导星光路，在对偏折的导星光路中主焦点2的共轭点14后插入导星镜聚焦镜头3和瞳孔遮挡5，在远离导星光路理论焦点4的成像位置6上获得有高对比度的暗核的成像10，用于导星测量及校正的反馈，即可实现基于主镜镜筒的导星。

[0034] 实施例3

[0035] 本实施例中导星镜的光路由主镜折射产生，本实施例与上例的不同之处在于，导星光路31上主焦点的共轭点14前设置导星镜头导星。如图3所示，主镜光路光轴20上设有折射镜11，导星光路31由折射产生，导星光路31上主焦点的共轭点14后设置导星镜头导星，在主镜光路光轴20上主镜物镜1、折射镜11和主镜焦点2依次排列。在导星光路光轴30上，折射镜11、可选调节焦距的导星镜聚焦镜头3、瞳孔遮挡5、黑区7、渐晕区8、离焦像机成像位置6、明亮区9和导星聚焦镜头焦点4依次排列。在离焦像机成像位置6处的离焦成像像面10如图4所示。

[0036] 在主镜镜筒的物镜1的主焦点2前安装折射镜11，形成导星光路21，在对偏折的导星光路中主焦点2的共轭点前插入可选的调节焦距的镜头15和瞳孔遮挡5，在远离导星光路理论焦点4的离焦像机成像位置6上获得有高对比度的暗核18的成像10，用于导星测量及校正的反馈，即可实现基于主镜镜筒的导星；其中可选的调节焦距的导星镜聚焦镜头3，是根据主镜导星光路的焦距是否足够长来选择，避免瞳孔遮挡5和离焦成像像面10距离太短，使得导星精度下降。

[0037] 实际上述导星实现实例1、2、3中，需要注意旋转相机，使得太阳像的移动在X方向与赤经或者赤纬平行，利用计算机视频捕获卡得到视频图像，根据该图像及其变化进行导星，计算机通过该视频捕捉卡得到视频图像后，进行导星的处理流程。

[0038] 本发明未详细阐述的属于本领域公知技术。

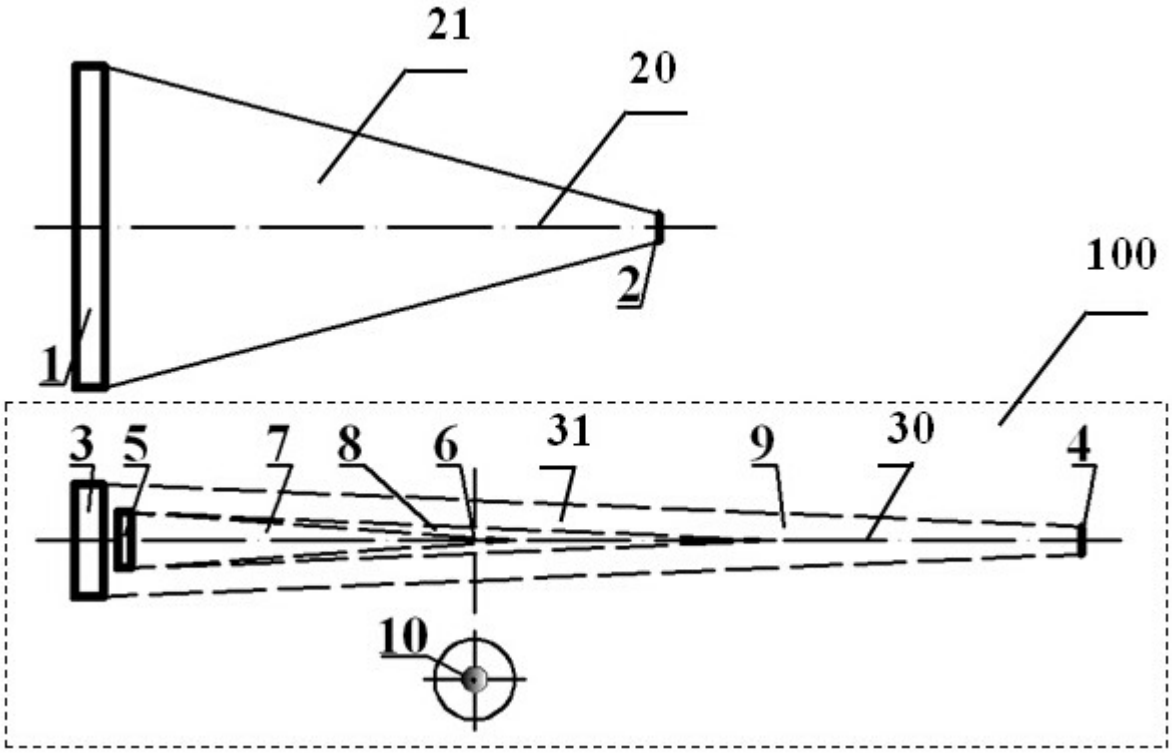


图1

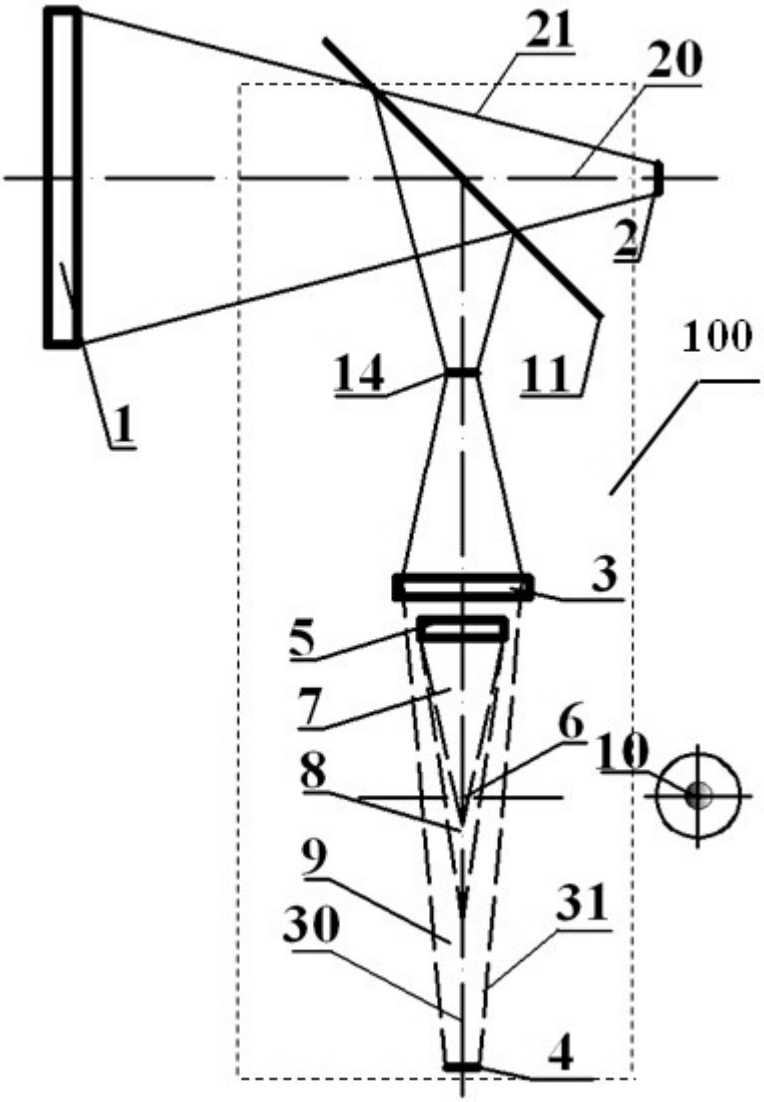


图2

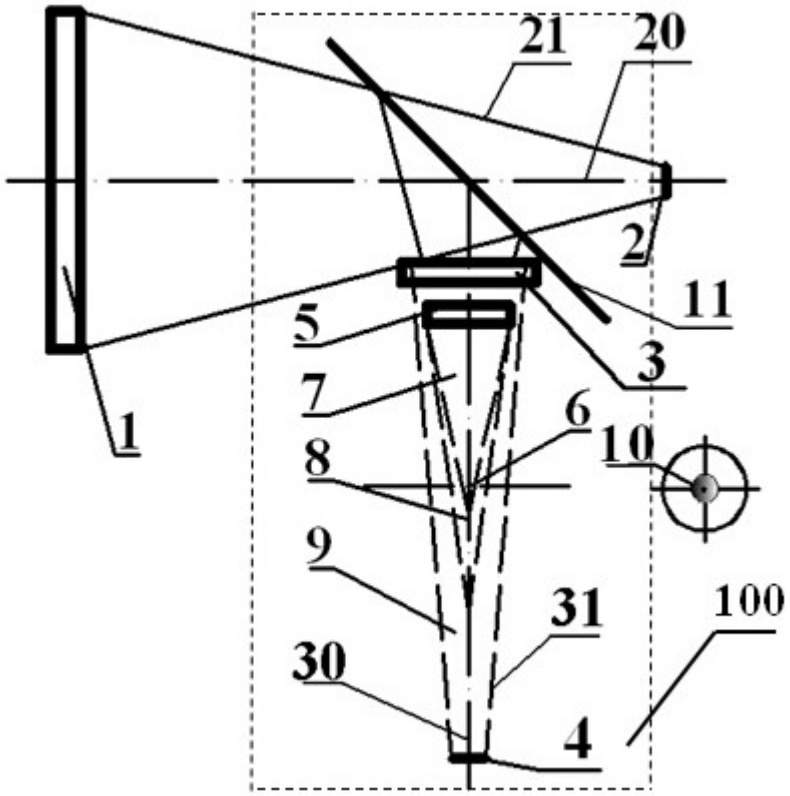


图3

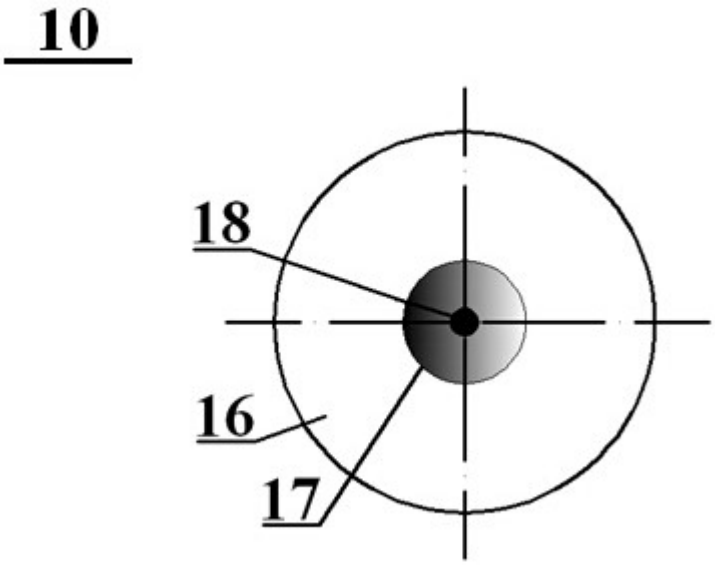


图4