



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114167597 A

(43) 申请公布日 2022. 03. 11

(21) 申请号 202111531547.0

(22) 申请日 2021.12.15

(71) 申请人 中国科学院光电技术研究所
地址 610209 四川省成都市双流350信箱

(72) 发明人 饶长辉 忻歌 饶学军 杜芝茂
王志勇 林清 顾乃庭 杨金生
李程 贾丹 鲍华 郭友明
张兰强 蒲毅 钟立波 李潇
王成 李欣 陈克乐 童定康

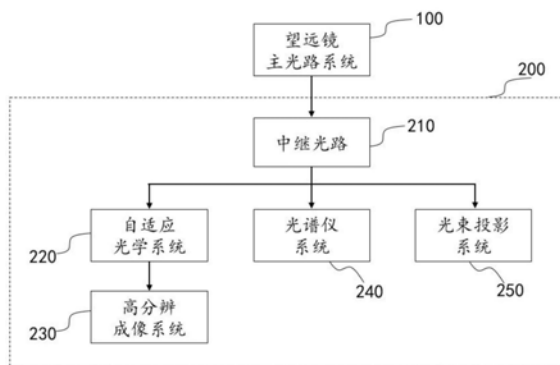
(74) 专利代理机构 北京科迪生专利代理有限责
任公司 11251
代理人 江亚平

(51) Int. Cl.
G02B 23/02 (2006.01)
G09B 23/22 (2006.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称
一种太阳望远镜光学系统及装置

(57) 摘要
本发明公开了一种太阳望远镜光学系统及装置,系统具有望远镜主光路系统和后端光学系统。望远镜主光路系统包括主镜、次镜、热光阑。后端光学系统包括中继光路、自适应光学系统、高分辨成像系统、光谱仪系统以及光束投影系统。望远镜主光路系统将接收的太阳光束传递给后端光学系统的中继光路,中继光路进一步地将太阳光束传递给自适应光学系统、高分辨成像系统、光谱仪系统以及光束投影系统。本发明能够合理分配可见光到红外波段太阳光束的光谱和能量,能够同时兼具自适应光学和太阳高分辨成像研究,以及太阳磁场、速度场和偏振测量等多学科研究;另外,光束投影可实现太阳黑子直接投影或/和将太阳光经过棱镜色散后投影。



1. 一种太阳望远镜光学系统,具有望远镜主光路系统和后端光学系统,其特征在于:

所述望远镜主光路系统包括主镜、次镜、热光阑,能够获取特定视场大小太阳光束并传递给所述后端光学系统;其中所述主镜接收太阳光后在所述热光阑附近聚焦,并将聚焦后光束传递给所述次镜,所述次镜对太阳光再聚焦并传递给所述后端光学系统;其中所述热光阑对视场外的光线进行反射或吸收使其不再继续传播,所述后端光学系统包括中继光路、自适应光学系统、高分辨成像系统、光谱仪系统以及光束投影系统;

所述中继光路用于分发光束,将来自所述望远镜主光路传递的光束传递给:

所述自适应光学系统,进一步通过所述自适应光学系统传递给所述高分辨成像系统;

所述光谱仪系统;以及所述光束投影系统;

所述自适应光学系统用于矫正因大气抖动造成光波波前畸变,所述高分辨成像系统用于对太阳活动区成像;所述光谱仪系统用于测量太阳光球层和色球层物理学参数;所述光束投影系统用于对太阳光束投影成像;

所述后端光学系统被放置于一个或者多个平台上,只要保证传递的光束不被遮挡且能实现所述中继光路、所述自适应光学系统、所述高分辨成像系统、所述光谱仪系统以及所述光束投影系统的功能即可。

2. 根据权利要求1所述的太阳望远镜光学系统,其特征在于,所述中继光路包括第一分光镜和第二分光镜,其中:

所述第一分光镜能将第一波长范围太阳光束传递到所述自适应光学系统和所述高分辨成像系统,将第二波长范围太阳光束传递到所述光谱仪系统以及所述光束投影系统;

所述第二分光镜将所述第二波长范围太阳光束的第一能量范围太阳光束传递到所述光谱仪系统,将所述第二波长范围太阳光束的第二能量范围太阳光束传递到所述光束投影系统。

3. 根据权利要求1所述的太阳望远镜光学系统,其特征在于,所述自适应光学系统并不特指某一光学系统,只要其能够矫正大气抖动造成的光波波前畸变即可。

4. 根据权利要求1所述的太阳望远镜光学系统,其特征在于,所述高分辨成像系统并不特指某一光学系统,只要对第二波长范围太阳光束内一个或多个特定波长的太阳光束成像即可。

5. 根据权利要求1所述的太阳望远镜光学系统,其特征在于,所述光谱仪系统并不特指某一种光学系统,只要其能根据所述第一能量范围太阳光束测量或根据测量参数重构一维或/和二维或/和三维的偏振光Stokes参量,或/和光球层或色球层温度场,或/和光球层或色球层Doppler速度场,或/和光球层或色球层矢量磁场即可。

6. 根据权利要求1所述的太阳望远镜光学系统,其特征在于,所述光束投影系统并不特指某一种光学系统,只要能把第二能量范围太阳光束直接投影到屏幕,或/和通过棱镜色散后投影到屏幕即可。

7. 一种太阳望远镜光学装置,包括根据权利要求1的所述望远镜主光路系统的望远镜主装置,以及包括根据权利要求1所述的后端光学系统的后端装置;其特征在于:

所述望远镜主装置还包括望远镜机架、主镜筒、全日面望远镜以及热控系统;其中:

所述主镜筒是开放式镜筒、真空式镜筒或者抽真空并填充惰性气体镜筒中的一种;

所述全日面望远镜是能够对对某个特定波长范围的太阳日盘进行成像的光学系统;

所述热控系统通过控制液体或/和空气温度及流动,实现对所述主镜和所述热光阑温度的控制。

8.根据权利要求7所述的太阳望远镜光学装置,其特征在于,所述全日面望远镜或/和所述热控系统可以独立安装,也可以集成到所述主镜筒上并随所述主镜筒转动。

一种太阳望远镜光学系统及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及太阳望远镜光学系统设计及太阳望远镜装置领域,尤其涉及一种太阳望远镜光学系统及装置。

背景技术

[0002] 60cm太阳望远镜项目是上海天文馆(上海科技馆分馆)重要的天文观测设备之一,其主要功能在于实时观测太阳,实时获取多个波段太阳像,通时能够向普通民众开展科普展示及科普教育工作。科普展示和科普教育是60cm太阳望远镜设备的重要内容,也是根本出发点。因此,强大的科普展示能力和深入浅出的科普教育能力是60cm太阳望远镜方案设计过程中的重要考虑之一。

[0003] 在可见光到红外波段范围内,如何保证光学系统提供足够的光谱波段和光谱能量满足科研应用,用于采集丰富的和太阳相关图像用于科普教育和科普展示;同时能够提供一定的光谱波段和光谱能量用于太阳光束的直接展示,例如太阳黑子投影、阳光通过棱镜色散为彩虹等,从而提高公众对科学研究和基本物理现象的兴趣。因此,如何设计复杂的光学系统以及合理分配光谱波段和光谱能量,从而实现太阳望远镜为公众提供内容丰富、形象生动的科普内容,面临着较大困难。

发明内容

[0004] 鉴于此,为了通过太阳望远镜采集可见光到近红外波段光谱范围的太阳光束来同时实现科研和科普目的,需要解决对如何合理地分配太阳光光谱范围和光束能量范围,以及在保证后端光学系统设计满足布局紧凑、设计合理的前提下实现各子系统功能。

[0005] 为了解决上述问题,本发明采用的技术方案为:一种太阳望远镜光学系统,具有望远镜主光路系统和后端光学系统。

[0006] 所述望远镜主光路系统包括主镜、次镜、热光阑,能够获取特定视场大小太阳光束并传递给所述后端光学系统;其中所述主镜接收太阳光后在所述热光阑附近聚焦,并将聚焦后光束传递给所述次镜,所述次镜对太阳光再聚焦并传递给所述后端光学系统,所述热光阑对视场外的光线进行反射或吸收使其不再继续传播;

[0007] 所述后端光学系统包括中继光路、自适应光学系统、高分辨成像系统、光谱仪系统以及光束投影系统;

[0008] 所述中继光路用于分发光束,将来自所述望远镜主光路传递的光束传递给:

[0009] 所述自适应光学系统,进一步通过所述自适应光学系统传递给所述高分辨成像系统;

[0010] 所述光谱仪系统;以及所述光束投影系统;

[0011] 所述自适应光学系统用于矫正因大气抖动造成光波波前畸变,所述高分辨成像系统用于对太阳活动区成像;所述光谱仪系统用于测量太阳光球层和色球层物理学参数;所述光束投影系统用于对太阳光束投影成像;

[0012] 所述后端光学系统被放置于一个或者多个平台上,只要保证传递的光束不被遮挡且能够实现所述中继光路、所述自适应光学系统、所述高分辨成像系统、所述光谱仪系统以及所述光束投影系统的功能即可。

[0013] 其中,所述中继光路包括第一分光镜和第二分光镜;所述第一分光镜能将第一波长范围太阳光束传递到所述自适应光学系统和所述高分辨成像系统,将第二波长范围太阳光束传递到所述光谱仪系统以及所述光束投影系统。所述第二分光镜将所述第二波长范围太阳光束的第一能量范围太阳光束传递到所述光谱仪系统,将所述第二波长范围太阳光束的第二能量范围太阳光束传递到所述光束投影系统。

[0014] 其中,所述自适应光学系统并不特指某一光学系统,只要其能够矫正大气抖动造成的光波波前畸变即可。

[0015] 其中,所述高分辨成像系统并不特指某一光学系统,只要对第二波长范围太阳光束内一个或多个特定波长的太阳光束成像即可。

[0016] 其中,所述光谱仪系统并不特指某一种光学系统,只要其能根据所述第一能量范围太阳光束测量或根据测量参数重构一维或/和二维或/和三维的偏振光Stokes参量,或/和光球层或色球层温度场,或/和光球层或色球层Doppler速度场,或/和光球层或色球层矢量磁场即可。

[0017] 其中,所述光束投影系统并不特指某一种光学系统,只要能把第二能量范围太阳光束直接投影到屏幕,或/和通过棱镜色散后投影到屏幕即可。

[0018] 一种太阳望远镜光学装置,包括所述望远镜主光路系统的望远镜主装置以及所述后端光学系统的后端装置;

[0019] 所述望远镜主装置还包括望远镜机架、主镜筒、全日面望远镜以及热控系统;其中:

[0020] 所述主镜筒是开放式镜筒、真空式镜筒或者抽真空并填充惰性气体镜筒中的一种;

[0021] 所述全日面望远镜是能够对对某个特定波长范围的太阳日盘进行成像的光学系统;

[0022] 所述热控系统通过控制液体或/和空气温度及流动,实现对所述主镜和所述热光阑温度的控制。

[0023] 其中,所述全日面望远镜或/和所述热控系统可以独立安装,也可以集成到所述主镜筒上并随所述主镜筒转动。

[0024] 本发明的显著优点为:

[0025] (1) 本发明合理分配了可见光到红外波段范围内的光谱波段和光谱能量,即满足了功能多样的科研需求,也满足了直接科普展示需求;

[0026] (2) 本发明满足的功能多样的科研需求间接为公众提供了更为丰富的科普教育和科普展示内容;

[0027] (3) 本发明合理分配光谱波段和光谱能量能够满足后端光学系统小型化设计,能够节约空间。

附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0029] 图1为本发明一种太阳望远镜光学系统示意图,其中,100为望远镜主光路系统,200为后端光学系统,210为中继光路,220为自适应光学系统,230为高分辨成像系统,240为光谱仪系统,250为光束投影系统;

[0030] 图2为本发明实施例中望远镜主光路系统示意图,其中,100为望远镜主光路系统,102为主镜,104为热光阑,106为次镜,108为第三镜,110为第一反射镜,112为第二反射镜,114为第三反射镜,116为地平式机架高度轴的转动中心,118为地平式机架方位轴的转动中心;

[0031] 图3为本发明实施例中后端光学系统示意图,其中,200为后端光学系统,210为中继光路,211为反射镜一,212为第一分光镜,213为透镜,214为第二分光镜,215为反射镜二,220为自适应光学系统,221为反射镜三,222为倾斜镜,223为变形镜,224为分光镜,225为波前传感器,230为高分辨成像系统,231为反射镜四,232为,233为Ha相机,234为TiO相机,235为,240为光谱仪系统,241为滤光片一,242为接收装置,250为光束投影系统,251为反射镜五,252为反射镜六,253为三棱镜,254为分光棱镜,255为第一投影屏幕,256为第二投影屏幕;

[0032] 图4为本发明实施例中望远镜主装置示意图,其中,300为望远镜主装置,301为主镜筒,302为望远镜机架,303为热控系统,304为Ha全日面太阳色球望远镜,305为TiO全日面太阳光球望远镜,306为CaK全日面太阳色球望远镜。

具体实施方式

[0033] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0034] 在实施例中,部分光学元件或/和电子元器件或/和机械结构件未做详细说明,前述内容将服务于光学系统的设计参数、布局以及功能,因此未做详细说明内容并不影响对本发明技术内容实施例进行的清楚、完整地描述。

[0035] 图1是一种太阳望远镜光学系统示意图,包括望远镜主光路系统100和后端光学系统200的,其中后端光学系统200包括中继光路210、自适应光学系统220、高分辨成像系统230、光谱仪系统240以及光束投影系统250。望远镜主光路系统100将接收的太阳光束传递给所述后端光学系统200的中继光路210,中继光路210进一步地将太阳光束传递给自适应光学系统220后再传递给高分辨成像系统230;

[0036] 中继光路210进一步地将太阳光束传递给光谱仪系统240;以及

[0037] 中继光路210进一步地将太阳光束传递给光束投影系统250。

[0038] 图2为本发明实施例中的望远镜主光路系统100,望远镜主光路系统100为一种格

里高利结构的光学系统,包括主镜102,次镜106,第三镜108,以及第一反射镜110,第二反射镜112,第三反射镜114,其中第三镜108与第一反射镜110的中心在地平式机架高度轴的转动中心116上,第三反射镜114的中心在地平式机架方位轴的转动中心118上。在太阳望远镜主光路系统中,设计有一个位于主镜102焦点的热光阑104,其作用为反射太阳望远镜视场外的光线,仅仅允许太阳望远镜视场内的光线通过。主镜102接收太阳光束,最后经过反射镜114反射后端光学系统200的中继光路210。

[0039] 图3为本发明实施例中的后端光学系统200,后端光学系统200包括中继光路210、自适应光学系统220、高分辨成像系统230、光谱仪系统240以及光束投影系统250,在示意图中黑色箭头表示该处光学元件的光束传播方向。

[0040] 后端光学系统200中的反射镜一211是一块 45° 镜,用于接收来自望远镜主光路系统100中的第三反射镜114反射的太阳光束,进一步地反射给第一分光镜212。第一分光镜212将太阳光束中波长高于630nm的部分传递给透镜213,最终传递给自适应光学系统220和高分辨成像系统230;第一分光镜212将太阳光束中波长低于630nm的部分传递给第二分光镜214。第二分光镜214又将接收的太阳光束中的80%能量反射给光束投影系统250的反射镜五251,将接收的太阳光束中的20%能量折射给光谱仪系统240的滤光片一241。

[0041] 自适应光学系统220是一套太阳自适应光学系统,核心包括倾斜镜222,变形镜223以及波前传感器225。自适应光学系统220的反射镜三221首先接收来自中继光路210的反射镜二215反射的光线,然后经过分光镜224将一部分光线反射给波前传感器225,另外一部分光线折射给高分辨成像系统230的反射镜四231。

[0042] 高分辨成像系统230核心为Ha相机233和TiO相机234所在的两路成像光路,分别实现对太阳色球层Ha波段和太阳光球层TiO波段的高分辨力成像。太阳高分辨成像系统230的反射镜四231接收来自自适应光学系统220的太阳光束,然后通过分光镜232分光,最终将光束传递给Ha相机233和TiO相机234。

[0043] 光谱仪系统240在图3中被分割成两个区域,首先通过滤光片一241接收来自第二分光镜214折射的太阳光束,太阳光束进一步地被传递给右下角光谱仪系统240,最后又回到右上角光谱仪系统240的接收装置242,接收装置242处的光谱仪仪器能够实现偏振光Stokes参量测量,以及根据相关测量参数重构光球层或色球层温度场、Doppler速度场以及矢量磁场。在本实施例中,黑色箭头指示了太阳光束的传播方向。

[0044] 光束投影系统250能够实现太阳黑子直接投影以及将阳光通过棱镜色散成彩虹。在实施例中,光束投影系统250首先通过反射镜五251接收来自第二分光镜214反射的太阳光束,然后通过反射镜六252将大部分光束直接投影到第一投影屏幕255,在第一投影屏幕255上可观测到太阳黑子的直接投影图像。另外,三棱镜253将一部分光束反射给分光棱镜254,分光棱镜254将光束色散后投影到第二投影屏幕256形成彩虹图像。第一投影屏幕255和第二投影屏幕256包括但不限于墙、玻璃、幕布或者其他可以投影成像的物体。

[0045] 在实施例中,一种太阳望远镜光学装置包括望远镜主光路系统100的望远镜主装置300,以及包括后端光学系统200的后端装置;

[0046] 图4是一种望远镜主装置300,还包括主镜筒301、望远镜机架302、热控系统303、Ha全日面太阳色球望远镜304、TiO全日面太阳光球望远镜305以及CaK全日面太阳色球望远镜306。主镜筒301是抽真空并填充惰性气体的镜筒。热控系统303通过控制冷却液实现对热光

阑102以及通过流动空气实现对主镜101温度的控制。另外,热控系统303、H α 全日面太阳色球望远镜304、TiO全日面太阳光球望远镜305以及CaK全日面太阳色球望远镜306集成到主镜筒301上。

[0047] 以上所述,仅是对本发明的较佳实施例而已,并非是对本发明做其他形式的限制,任何熟悉本专业的技术人员可能利用上述揭示的技术内容加以变更或改型为等同变化的等效实施例。但是,凡是未脱离本发明方案内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化与改型,仍属于本发明的保护范围。

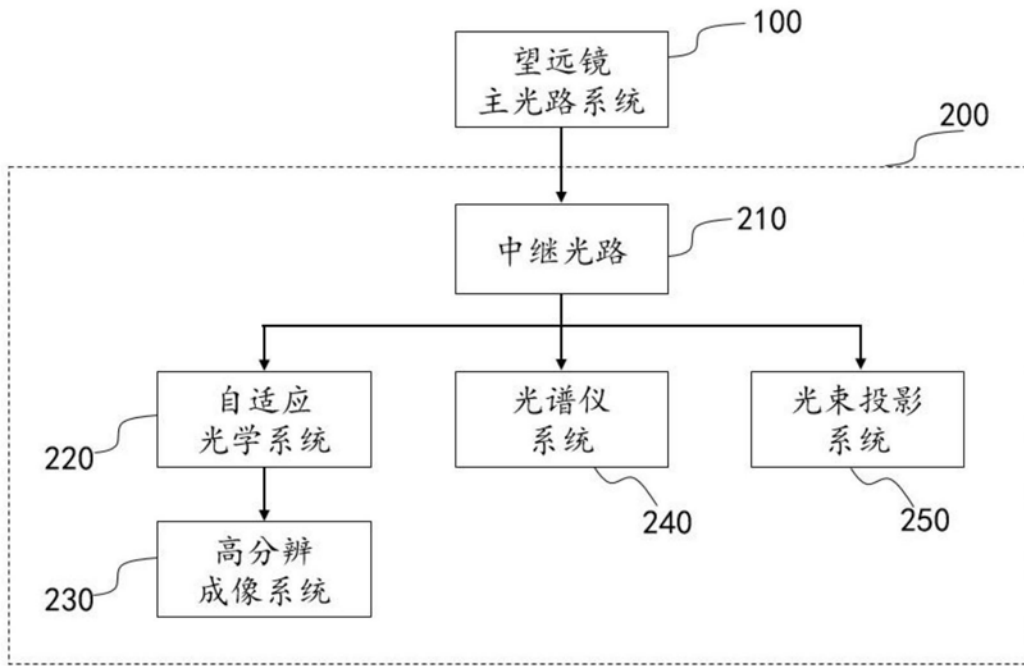


图1

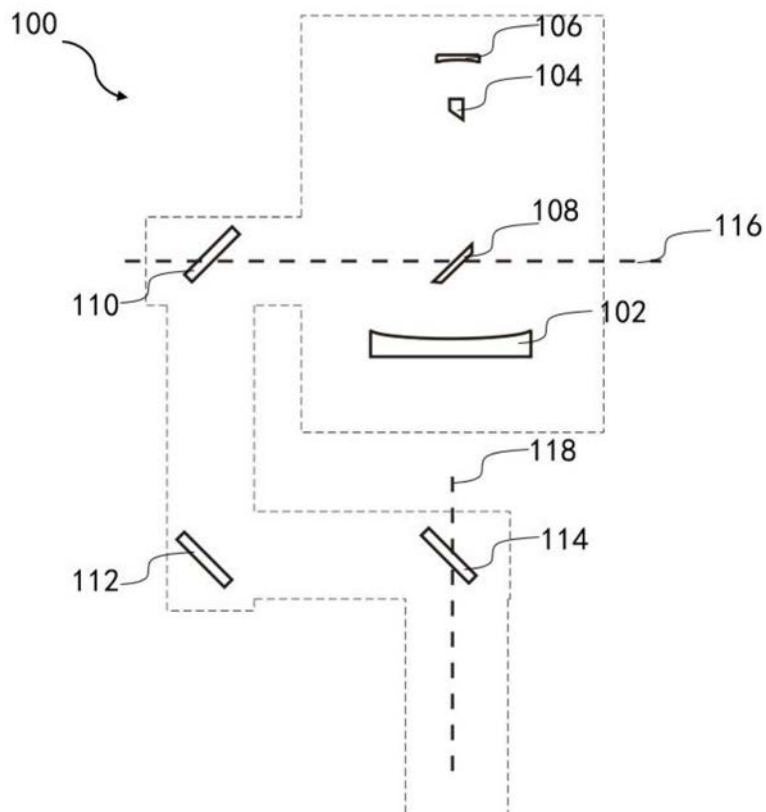


图2

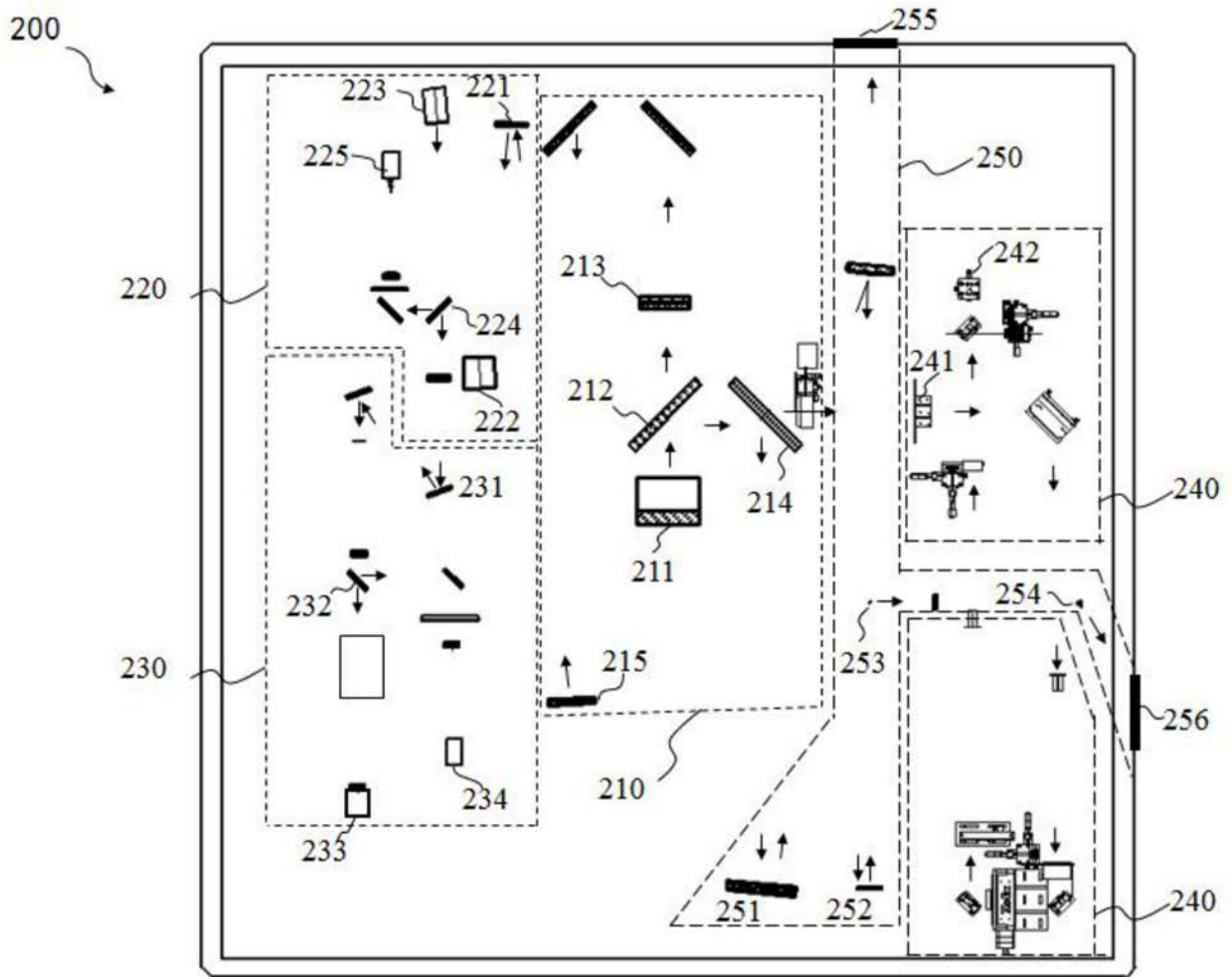


图3

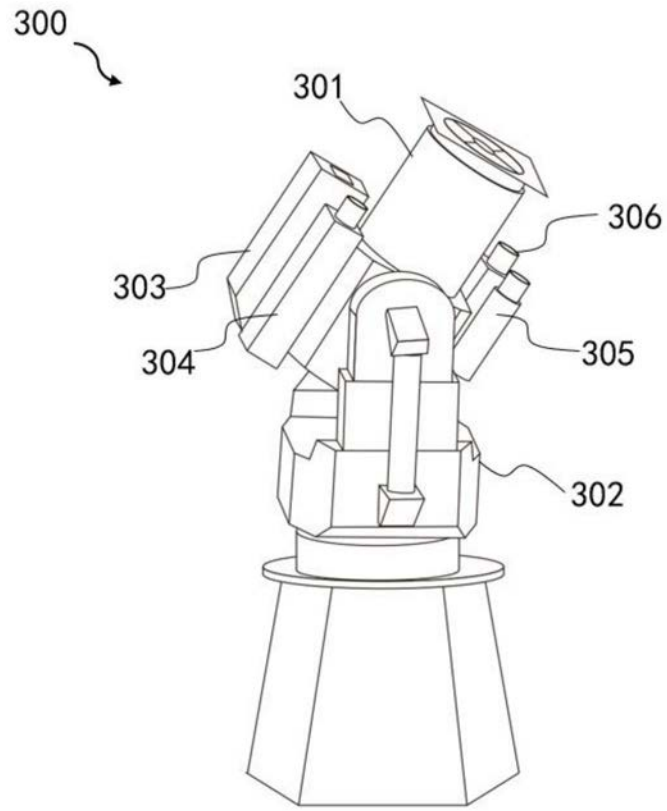


图4