



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116121528 A

(43) 申请公布日 2023. 05. 16

(21) 申请号 202310200689.1

(22) 申请日 2023.03.06

(71) 申请人 北京航空航天大学
地址 100191 北京市海淀区学院路37号

(72) 发明人 高瀚君 闫坤 吴琮 陶鑫瑞

(51) Int.Cl.
G21D 10/00 (2006.01)
G21D 11/00 (2006.01)
G21D 9/40 (2006.01)

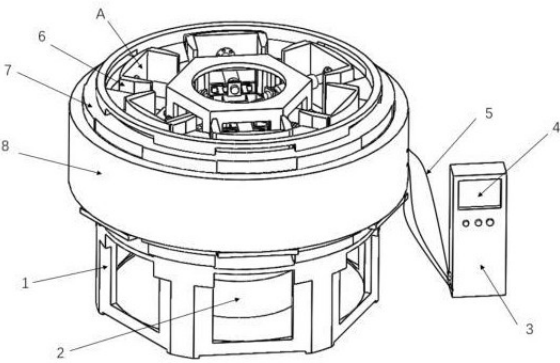
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种高强合金环件热振耦合式残余应力调控装置

(57) 摘要

本发明涉及高强合金环件残余应力调控技术领域,且公开了一种高强合金环件热振耦合式残余应力调控装置。基座的顶部环形均匀固定多组振动时效组和多组加热装置,所述振动时效组包括:衔铁、激振电磁铁、支撑柱、加载头、传力液压缸、预载液压缸、预载液压缸固定板、弹簧板固定板、弹簧板等,所述预载液压缸将产生一个沿高强合金环件径向的恒定载荷,通过所述加载头传递到高强合金环件内环壁,所述传力液压缸将所述激振电磁铁产生的激振载荷通过所述加载头传递到高强合金环件内环壁,所述加热装置通过控制面板控制为高强合金环件施加热载荷,恒定载荷、激振载荷、热载荷相互作用可以实现高强合金环件热振耦合式残余应力调控。



1. 一种高强合金环件热振耦合式残余应力调控装置,其特征在于,基座(1)的顶部环形均匀固定多组振动时效组(A),所述的振动时效组(A)包括:衔铁(11)、激振电磁铁(12)、支撑柱(13)、加载头(14)、传力液压缸(15)、预载液压缸(16)、预载液压缸固定板(17)、弹簧板固定板(18)、弹簧板(19)等,其中,所述预载液压缸固定板(17)、弹簧板固定板(18)与所述基座(1)固连连接,所述预载液压缸固定板(17)的外侧与所述预载液压缸(16)固连在一起,所述预载液压缸(16)的另一端与所述加载头(14)连接,所述预载液压缸固定板(17)的内侧与所述激振电磁铁(12)固连在一起,所述弹簧板固定板(18)与所述弹簧板(19)的一侧连接,所述弹簧板(19)的另一侧与所述衔铁(11)固定连接,所述弹簧板(19)上面安装多个所述支撑柱(13),所述支撑柱(13)与所述衔铁(11)进行间隙配合,所述衔铁(11)的两端分别安装所述传力液压缸(15),所述传力液压缸(15)与所述加载头(14)连接,所述加载头(14)的外侧固定有环件(9),所述加载头(14)的两侧边固定保温侧板(6),所述加载头(14)的底边固定保温底板(10),所述基座(1)的中部环形均匀固定多组加热装置(21),所述基座(1)的内环设有内保温圈(22),所述基座(1)的外环设有外保温圈内衬(7),所述外保温圈内衬(7)的外部设有外保温圈外套(8),所述外保温圈内衬(7)的内部环形均匀固定多个温度传感器(20),所述基座(1)的底部空腔处固定有液压装置(2),所述传力液压缸(15)、预载液压缸(16)通过管路与所述液压装置(2)相连,所述基座(1)的外侧设有数据采集装置(3),所述数据采集装置(3)通过数据传输线组(2)与所述激振电磁铁(12)、传力液压缸(15)、预载液压缸(16)、温度传感器(20)相连接,所述数据采集装置(3)中配备控制面板(4)等。

2. 根据权利要求1所述的一种高强合金环件热振耦合式残余应力调控装置,其特征在于:所述基座(1)的顶部环形均匀固定6组所述振动时效组(A),6组所述振动时效组(A)同时对所述环件(9)施加振动载荷,每组所述振动时效组(A)包含2个所述传力液压缸(15)、1个所述预载液压缸(16),其中,2个所述传力液压缸(15)分别位于所述预载液压缸(16)两侧,具体组成如图3所示。

3. 根据权利要求1所述的一种高强合金环件热振耦合式残余应力调控装置,其特征在于:所述衔铁(11)设置有兜部结构里面可根据不同的激振力频率调整配重,所述衔铁(11)两端固定有所述传力液压缸(15),所述衔铁(11)由4个所述支撑柱(13)支撑。

4. 根据权利要求1所述的一种高强合金环件热振耦合式残余应力调控装置,其特征在于:所述加载头(14)的内侧与所述传力液压缸(15)、预载液压缸(16)固连,所述加载头(14)的外侧向外抵住所述环件(9)的内环面。

5. 根据权利要求1所述的一种高强合金环件热振耦合式残余应力调控装置,其特征在于:所述加载头(14)的两侧边固定保温侧板(6),所述加载头(14)的底边固定保温底板(10),所述基座(1)安装所述内保温圈(22),所述基座(1)的外环安装所述外保温圈内衬(7),所述外保温圈内衬(7)外侧固定有所述外保温圈外套(8),所述外保温圈内衬(7)内侧固定有6个所述温度传感器(20),所述基座(1)、所述环件(9)、所述内保温圈(22)、所述外保温圈内衬(7)、所述外保温圈外套(8)五者同轴。

6. 根据权利要求1所述的一种高强合金环件热振耦合式残余应力调控装置,其特征在于:所述基座(1)的中部共有6处环形均匀分布的凸台用来支撑所述环件(9),所述基座(1)的中部每个凸台中间都设有所述加热装置(21),所述加热装置(21)提供的温度可以通过所述控制面板(4)进行控制。

7. 根据权利要求2所述的一种高强合金环件热振耦合式残余应力调控装置, 其特征在于: 6个所述预载液压缸(16)需采用同步回路, 所述传力液压缸(15)需采用锁死回路。

一种高强合金环件热振耦合式残余应力调控装置

技术领域

[0001] 本发明涉及高强合金环形工件残余应力调控技术领域，具体为一种高强合金环件热振耦合式残余应力调控装置。

背景技术

[0002] 由于钛合金、铝合金、高温合金等高强合金材料，具有密度低、强度高、耐腐蚀性好、耐磨性好、耐热性好等优异的材料属性。因此，在航空发动机、运载火箭、超高声速导弹等军工产品中大量应用这些高强度合金材料。

[0003] 在高强合金环件加工制造的过程中，一定程度会在环件的内部产生残余应力。残余应力的存在会对高强合金环件产生许多不好的结果，例如，让环件产生变形或使其尺寸发生变化，会减小环件实际承载能力，会增加环件应力腐蚀，会减少环件的疲劳使命等。这些其中任意一点都有可能产生巨大的损失，甚至形成不可逆的后果。最新提出的热振耦合残余应力均化技术通过合适的温度来减低材料的屈服极限，通过振动促进晶格滑移运动，来松弛材料内部的不均匀残余应力。随着这几年高强合金材料的大量使用，对高强合金环件的残余应力调控也成为了一个重要的研究方向。由于环件种类的复杂化，残余应力调控时所需要的激振力频率、加热温度等因素也需要随之改变，现有的设备难以满足需求。

[0004] 因此，本发明提出一种高强合金环件热振耦合式残余应力调控装置，可以很好的应对环件尺寸不同、激振力频率不同、加热温度不同等复杂情况。

发明内容

[0005] (一)解决的技术问题

[0006] 针对现有技术的不足，本发明提供了一种高强合金环件热振耦合式残余应力调控装置，能够调控不同尺寸的高强合金环件在加工中所产生的残余应力。

[0007] (二)技术方案

[0008] 为实现上述目的，本发明提供如下技术方案：一种高强合金环件热振耦合式残余应力调控装置，基座的顶部环形均匀固定多组振动时效组，所述的振动时效组包括：衔铁、激振电磁铁、支撑柱、加载头、传力液压缸、预载液压缸、预载液压缸固定板、弹簧板固定板、弹簧板等，其中，所述预载液压缸固定板、弹簧板固定板与所述基座固连连接，所述预载液压缸固定板的外侧与所述预载液压缸固连在一起，所述预载液压缸的另一端与所述加载头连接，所述预载液压缸固定板的内侧与所述激振电磁铁固连在一起，所述弹簧板固定板与所述弹簧板的一侧连接，所述弹簧板的另一侧与所述衔铁固定连接，所述弹簧板上安装多个所述支撑柱，所述支撑柱与所述衔铁进行间隙配合，所述衔铁的两端分别安装所述传力液压缸，所述传力液压缸与所述加载头连接，所述加载头的外侧固定有环件，所述加载头的两侧边固定保温侧板，所述加载头的底边固定保温底板，所述基座的中部环形均匀固定多组加热装置，所述基座的内环设有内保温圈，所述基座的外环设有外保温圈内衬，所述外保温圈内衬的外部设有外保温圈外套，所述外保温圈内衬的内部环形均匀固定多个温度传

感器,所述基座的底部空腔处固定有液压装置,所述传力液压缸、预载液压缸通过管路与所述液压装置相连,所述基座的外侧设有数据采集装置,所述数据采集装置通过数据传输线组与所述激振电磁铁、传力液压缸、预载液压缸、温度传感器相连接,所述数据采集装置中配备控制面板等。

[0009] 优选的,所述基座的顶部环形均匀固定6组所述振动时效组,6组所述振动时效组同时对所述环件施加振动载荷,每组所述振动时效组包含2个所述传力液压缸、1个所述预载液压缸,其中,2个所述传力液压缸分别位于所述预载液压缸两侧,具体组成如图3所示。

[0010] 优选的,所述衔铁设置有兜部结构里面可根据不同的激振力频率调整配重,所述衔铁两端固定有所述传力液压缸,所述衔铁由4个所述支撑柱支撑。

[0011] 优选的,所述加载头的内侧与所述传力液压缸、预载液压缸固连,所述加载头的外侧向外抵住所述环件的内环面。

[0012] 优选的,所述加载头的两侧边固定保温侧板,所述加载头的底边固定保温底板,所述基座安装所述内保温圈,所述基座的外环安装所述外保温圈内衬,所述外保温圈内衬外侧固定有所述外保温圈外套,所述外保温圈内衬内侧固定有6个所述温度传感器,所述基座、所述环件、所述内保温圈、所述外保温圈内衬、所述外保温圈外套五者同轴。

[0013] 优选的,所述基座的中部共有6处环形均匀分布的凸台用来支撑所述环件,所述基座的中部每个凸台中间都设有所述加热装置,所述加热装置提供的温度可以通过所述控制面板进行控制。

[0014] 优选的,6个所述预载液压缸需采用同步回路,所述传力液压缸需采用锁死回路。

[0015] (三)有益效果

[0016] 本发明提供了基于高强合金环件热振耦合式残余应力调控上下料装置,具备以下有益效果:

[0017] 1、振动时效组和加热装置分别都有6组且环形均布与基座上面,使得对环件施加振动载荷和热载荷时更加均匀、稳定,可以充分调控高强合金环件的残余应力的同时不会在高强合金环件内部产生额外的残余应力。

[0018] 2、通过传力液压缸将激振电磁铁产生的激振力传导到加载头,进而传递给工件,传力液压缸在传递振动载荷之先需要通过液压力将液压杆抵住环件内侧,可实现不同尺寸高强合金环件的残余应力调控。

[0019] 3、通过给衔铁配置不同质量,改变电磁激振的频率,可以满足不同高强合金环件在应力调控时的激振频率要求。通过控制面板,改变加热温度,可以满足不同高强合金环件在应力调控时的温度要求。

[0020] 4、本装置结构布局科学,结构简单,残余应力调控充分,一定程度上可对高强合金环件单独完成振动时效和热时效,以及热振耦合时效。

附图说明

[0021] 图1为本发明结构示意图

[0022] 图2为本发明振动时效系统结构示意图

[0023] 图3为本发明振动时效组A结构示意图

[0024] 图4为本发明热时效系统结构示意图

[0025] 图5为本发明中基座(1)的结构示意图

[0026] 图中符号说明如下:

[0027] A、振动时效组;1、基座;2、液压装置;3、数据采集装置;4、控制面板;5、数据传输线组;6、保温侧板;7、外保温圈内衬;8、外保温圈外套;9、环件;10、保温底板;11、衔铁;12、激振电磁铁;13、支撑柱;14、加载头;15、传力液压缸;16、预载液压缸;17、预载液压缸固定板;18、弹簧板固定板;19、弹簧板;20、温度传感器;21、加热装置;22、内保温圈。

具体实施方式

[0028] 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,所描述的实施例仅仅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。

[0029] 如图1-5所示,本发明提供一种技术方案:一种高强合金环件热振耦合式残余应力调控装置,基座1的顶部环形均匀固定多组振动时效组A,振动时效组A包括:衔铁11、激振电磁铁12、支撑柱13、加载头14、传力液压缸15、预载液压缸16、预载液压缸固定板17、弹簧板固定板18、弹簧板19等,其中,所述预载液压缸固定板17、弹簧板固定板18与所述基座1固连连接,预载液压缸固定板17的外侧与预载液压缸16固连在一起,预载液压缸16的另一端与加载头14连接,预载液压缸固定板17的内侧与激振电磁铁12固连在一起,弹簧板固定18与弹簧板19的一侧连接,弹簧板19的另一侧与衔铁11固定连接,弹簧板19上面安装多个支撑柱13,支撑柱13与衔铁11进行间隙配合,衔铁11的两端分别安装传力液压缸15,传力液压缸15与加载头14连接,加载头14的外侧固定有环件9,加载头14的两侧边固定保温侧板6,加载头14的底边固定保温底板10,基座1的中部环形均匀固定多组加热装置21,基座1的内环设有内保温圈22,基座1的外环设有外保温圈内衬7,外保温圈内衬7的外部设有外保温圈外套8,外保温圈内衬7的内部环形均匀固定多个温度传感器20,基座1的底部空腔处固定有液压装置2,传力液压缸15、预载液压缸16通过管路与液压装置2相连,基座1的外侧设有数据采集装置3,数据采集装置3通过数据传输线组2与激振电磁铁12、传力液压缸15、预载液压缸16、温度传感器20相连接,数据采集装置3中配备控制面板4。

[0030] 进一步的,基座1的顶部环形均匀固定6组振动时效组A,6组振动时效组A同时对环件9施加振动载荷,每组振动时效A包含2个传力液压缸15、1个预载液压缸16,其中,2个传力液压缸15分别位于预载液压缸16两侧,充分保证了所受的振动载荷均匀分布的准确性、稳定性,具体组成如图3所示。

[0031] 进一步的,衔铁11设置有兜部结构里面可根据不同的激振力频率调整配重,衔铁11两端固定有传力液压缸15,衔铁11由4个支撑柱13支撑,确保了激振力时刻沿着环件9的径向方向。

[0032] 进一步的,加载头14的内侧与传力液压缸15、预载液压缸16固连,加载头14的外侧向外抵住环件9的内环面,不论环件9尺寸如何变化,都可以将振动载荷传递到环件9上。

[0033] 进一步的,加载头14的两侧边固定保温侧板6,加载头14的底边固定保温底板10,基座1安装内保温圈22,基座1的外环安装外保温圈内衬7,外保温圈内衬7外侧固定有外保温圈外套8,外保温圈内衬7内侧固定有6个温度传感器20,基座1、环件9、内保温圈22、外保

温圈内衬7、外保温圈外套8五者同轴,充分保证了所受的热载荷均匀分布的准确性、稳定性。

[0034] 进一步的,基座1的中部共有6处环形均匀分布的凸台用来支撑环件9,基座1的中部每个凸台中间都设有加热装置21,加热装置21提供的温度可以通过控制面板4进行控制,根据残余应力调控的不同要求,为环件9提供不同大小的热载荷。

[0035] 进一步的,6个预载液压缸16需采用同步回路,传力液压缸15需采用锁死回路。传力液压缸15的液压杆与加载头14固连,预载液压缸16的液压杆也与加载头14固连,因此传力液压杆随着加载块的移动也是同步的,当环件完成预载之后,传力液压缸15采取的锁死回路,可以保证让振动载荷充分施加在环件9上。

[0036] 本发明的工作流程:第一,将高强合金环件9放置在基座1的合适位置;第二,将外保温圈内衬7和外保温圈外套8固定在基座1上让三者同轴线,并罩住高强合金环件9;第三,通过控制面板4设置需要合适的加热温度,通过数据传输线组5将数据传递给加热装置21,与此同时,温度传感器20实时监测高强合金环件9的温度,再通过数据传输线组5将数据传递数据采集装置3,进行反馈调节,给高强合金环件9施加一个合适的热载荷;第四,预载液压缸16中的液压杆伸长推动加载头14,使得加载头14牢牢抵住高强合金环件9内部,对其产生一个恒定的径向恒压载荷,与此同时,对高强合金环件9也起到一个定位加紧的作用;第五,根据所需的激振频率,调整衔铁11兜部的配重;第六,激振电磁铁12通入合适的交流电压使衔铁11产生一个激振载荷,通过传力液压缸15将振动载荷传递到高强合金环件9上;第七,等待热载荷和振动载荷对高强合金环件9内部的残余应力调控充分,完成高强合金环件的残余应力调控。

[0037] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。

[0038] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

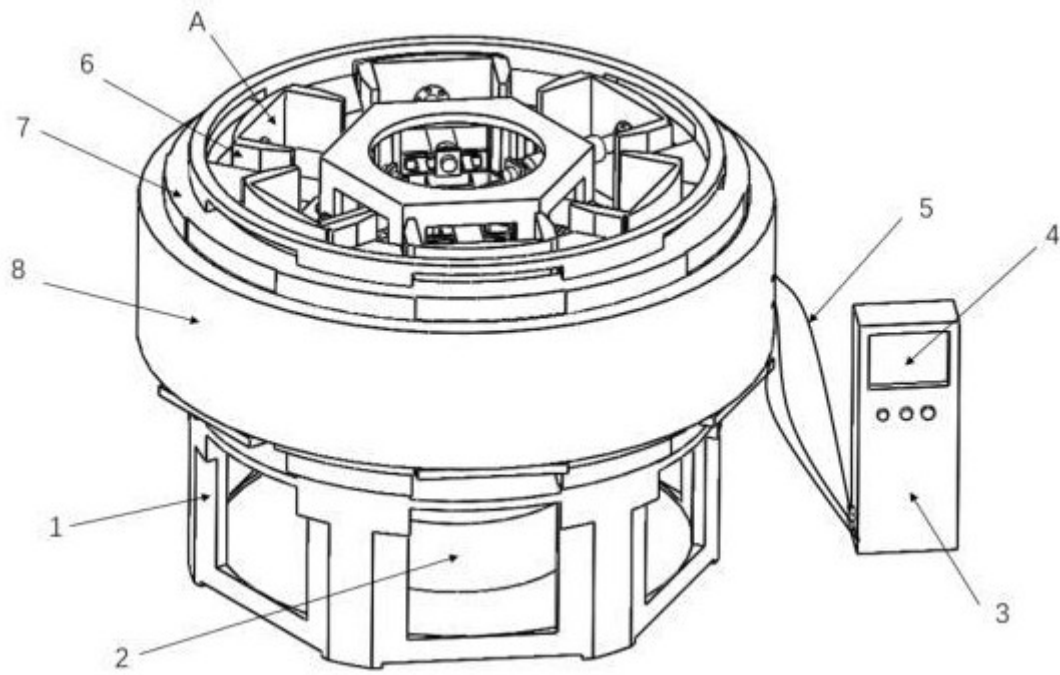


图 1

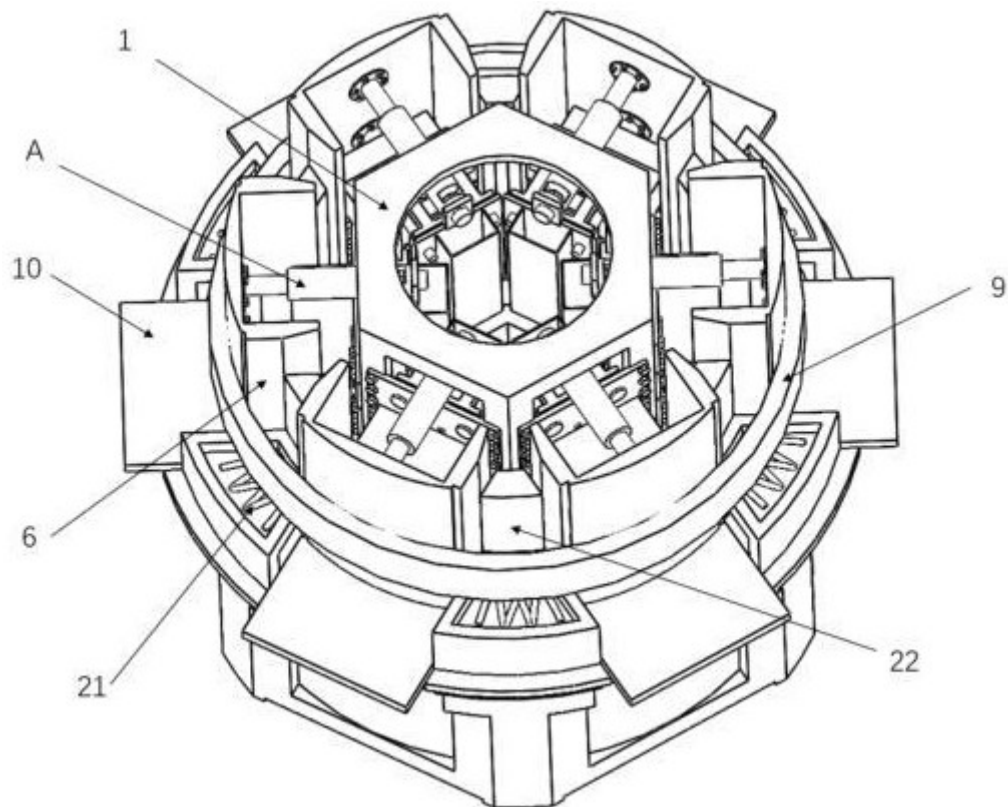


图 2

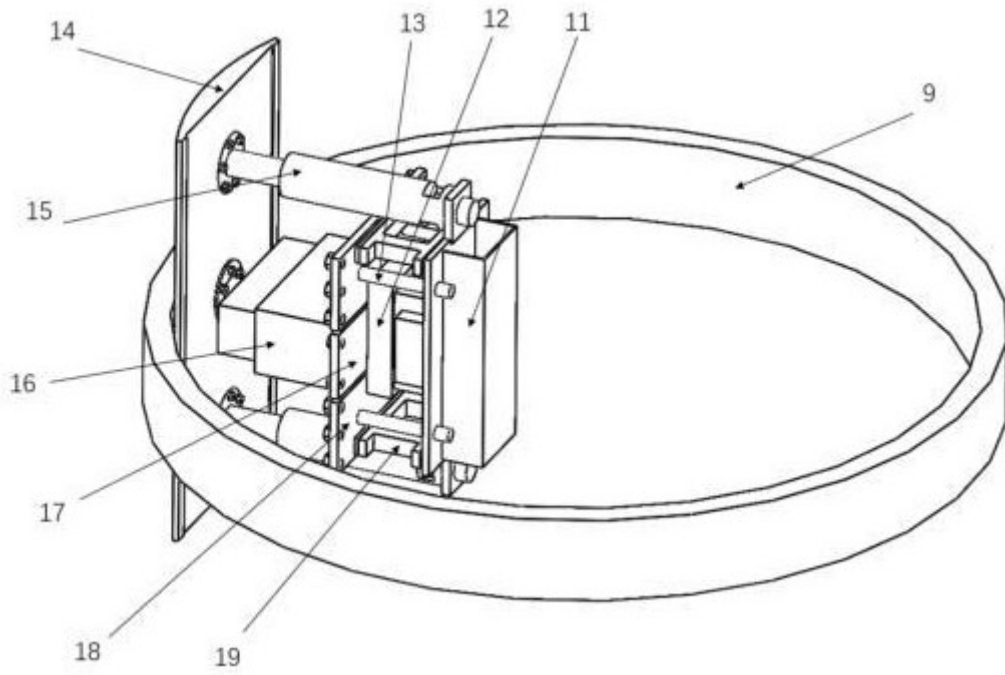


图 3

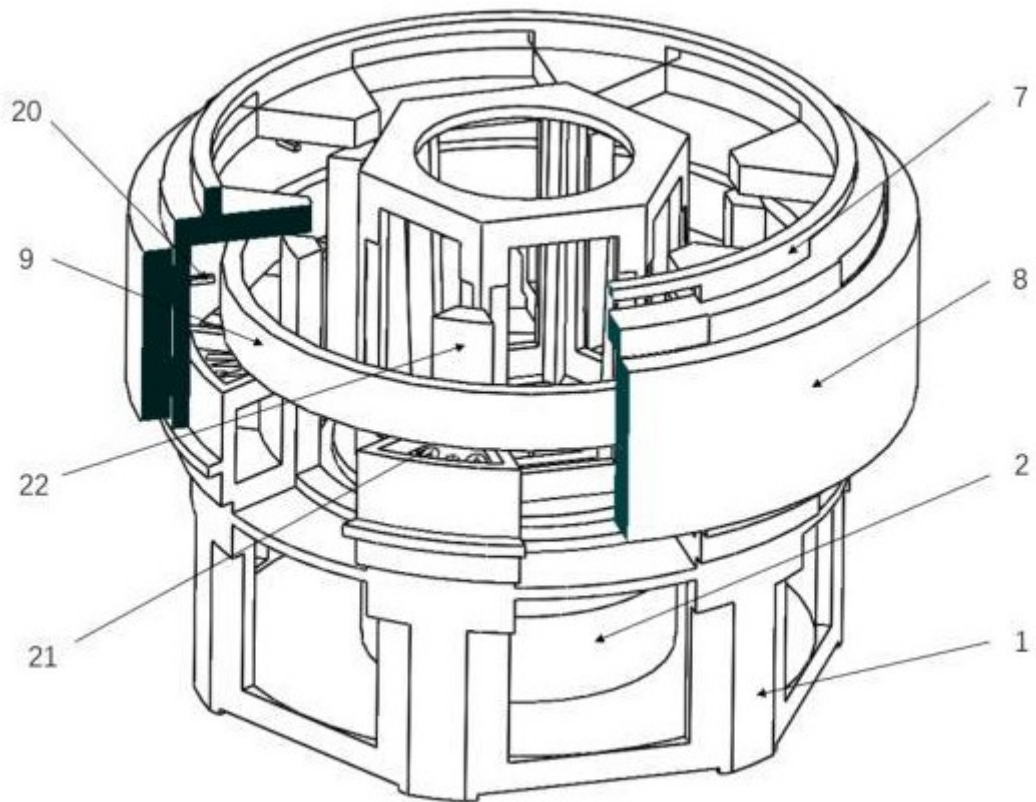


图 4

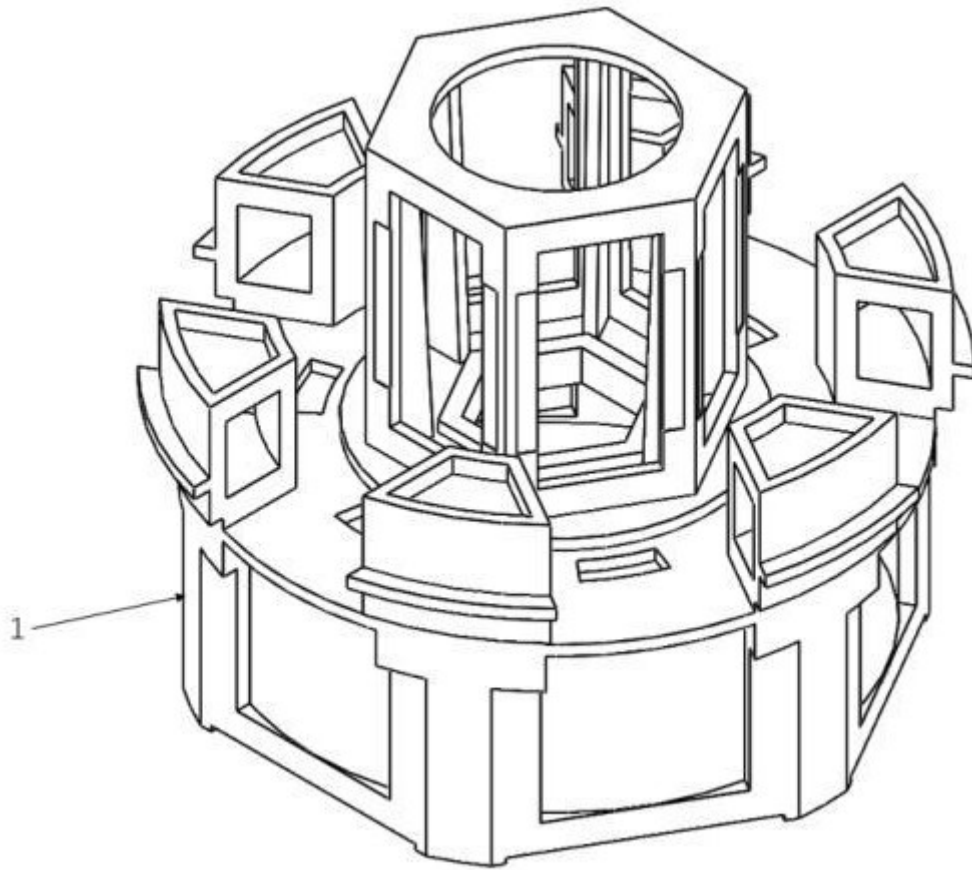


图 5