(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 106904294 A
(43)申请公布日 2017.06.30

(21)申请号 201510975359.5

(22)申请日 2015.12.23

(71)申请人 中国科学院沈阳自动化研究所
地址 110016 辽宁省沈阳市东陵区南塔街114号

(72)发明人 刘金国 陈科利 陈航 张鑫 白思航

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002
代理人 白振宇

(51)Int.Cl.
B64G 1/22(2006.01)

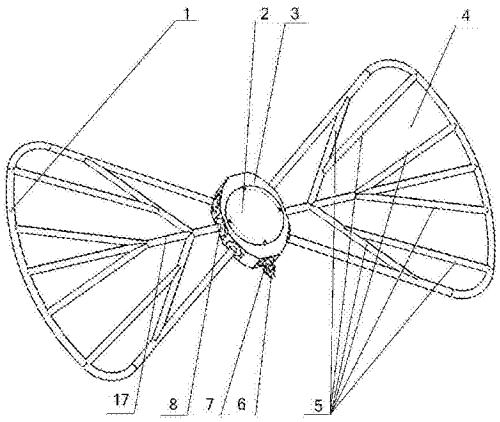
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种仿生充气可展开结构

(57)摘要

本发明涉及一种仿生充气可展开结构，躯干气室容置于中央躯干内，上方设有安装在中央躯干顶部的躯干端盖，中央躯干上密封连接有与躯干气室相连通的主充气口，主充气口上安装有充气开关阀，主充气口两侧的中央躯干上各密封连接有多个与躯干气室相连通的支路充气口；每侧的翅膜组包括翅膜及嵌于翅膜内的主充气翅脉和充气直线主翅脉，每侧的主充气翅脉与同侧的支路充气口相连通，每侧的充气直线主翅脉位于主充气翅脉内，一端与主充气翅脉相连通，另一端与同侧的支路充气口相连通；主充气翅脉及充气直线主翅脉均嵌入在翅膜内。本发明不需要电机驱动，结构新颖、质量轻，且可以以较小的折叠体积获得较大的展开面积。



CN 106904294 A

1.一种仿生充气可展开结构，其特征在于：包括躯干部分及对称分布在该躯干部分两侧、结构相同的翅膜组，其中躯干部分包括躯干端盖(2)、中央躯干(3)及躯干气室(16)，该躯干气室(16)容置于所述中央躯干(3)内，上方设有安装在该中央躯干(3)顶部的躯干端盖(2)，所述中央躯干(3)上密封连接有与所述躯干气室(16)相连通的主充气口(7)，该主充气口(7)上安装有充气开关阀(6)，所述主充气口(7)两侧的中央躯干(3)上各密封连接有多个与所述躯干气室(16)相连通的支路充气口(8)；每侧的所述翅膜组包括翅膜及嵌于该翅膜内的主充气翅脉(1)和充气直线主翅脉(17)，每侧的所述主充气翅脉(1)与同侧的所述支路充气口(8)相连通，每侧的所述充气直线主翅脉(17)位于该主充气翅脉(1)内，一端与所述主充气翅脉(1)相连通，另一端与同侧的所述支路充气口(8)相连通；所述主充气翅脉(1)及充气直线主翅脉(17)均嵌入在翅膜内，通过所述充气开关阀(6)及主充气口(7)向中央躯干(3)内充气，气体通过所述躯干气室(16)由各所述支路充气口(8)向两侧的主充气翅脉(1)及充气直线主翅脉(17)充气，两侧的所述主充气翅脉(1)及充气直线主翅脉(17)带动每侧的所述翅膜展开。

2.按权利要求1所述的仿生充气可展开结构，其特征在于：每侧所述翅膜内嵌有多个辅助充气翅脉(5)，各辅助充气翅脉(5)连通于主充气翅脉(1)与充气直线主翅脉(17)之间或连通于辅助充气翅脉(5)与主充气翅脉(1)之间。

3.按权利要求1或2所述的仿生充气可展开结构，其特征在于：每侧所述主充气翅脉(1)均为“U”形，该“U”形开口端的两侧分别连通于同侧的两支路充气口(8)，每侧所述主气直线主翅脉(17)位于同侧主充气翅脉(1)的对称线上。

4.按权利要求3所述的仿生充气可展开结构，其特征在于：每侧所述主气直线主翅脉(17)的两侧沿主气直线主翅脉(17)对称设有数量相同的辅助充气翅脉(5)，所述主充气翅脉(1)为空腔结构，所述主气直线主翅脉(17)及各所述主气直线主翅脉(17)均为直线柱状空腔结构。

5.按权利要求1或2所述的仿生充气可展开结构，其特征在于：所述翅膜分为上层翅膜(4)及下层翅膜(12)，该上层翅膜(4)的底面与下层翅膜(12)的上面配合、并在结合面处固接，所述主充气翅脉(1)及主气直线主翅脉(17)均嵌入在上层翅膜(4)与下层翅膜(12)之间，所述主充气翅脉(1)作为翅膜的边框。

6.按权利要求1或2所述的仿生充气可展开结构，其特征在于：所述中央躯干(3)上沿周向设有多个充气口安装孔(15)，所述主充气口(7)及支路充气口(8)分别与各所述充气口安装孔(15)密封螺纹连接。

7.按权利要求6所述的仿生充气可展开结构，其特征在于：所述主充气口(7)与支路充气口(8)结构相同，均为回转体结构，所述主充气口(7)与支路充气口(8)均设有用于与充气口安装孔(15)螺纹连接的充气口凸台(18)。

8.按权利要求6所述的仿生充气可展开结构，其特征在于：各所述充气口安装孔(15)底部设有充气口密封圈沟槽(14)，该充气口密封圈沟槽(14)内容置有充气口密封圈(10)，所述主充气口(7)与支路充气口(8)通过该充气口密封圈(10)与充气口安装孔(15)实现密封。

9.按权利要求1或2所述的仿生充气可展开结构，其特征在于：所述躯干气室(16)设于中央躯干(3)内的顶部，该躯干气室(16)的上端边缘设有端盖密封圈沟槽(13)，所述端盖密封圈沟槽(13)内容置有端盖密封圈(11)，所述躯干端盖(2)固接在中央躯干(3)的顶部，并

通过所述端盖密封圈(11)与躯干气室(16)实现密封。

一种仿生充气可展开结构

技术领域

[0001] 本发明涉及可展开结构，具体的说是一种基于蝴蝶羽化发育展开的仿生充气可展开结构。

背景技术

[0002] 随着航天器技术的不断发展和广泛应用，航天器的结构和功能不断变化和日趋复杂，需要采取各种结构和机构来完成相应的任务，可展开结构作为一种重要结构已经成为航天器结构中必不可少的组成部分。可展开结构是实现航天器某一部件由初始收拢构形到最终展开构形、并保持该构形的一种结构，其广泛应用于航天领域中，比如卫星展开天线、飞船太阳能电池阵、星球探测器太阳能帆板、外星太空基地舱和运载工具等等。由于空间应用的需要，空间可展开结构是由简单到复杂逐步发展起来，成为空间飞行器结构中涉及面最广泛、种类最繁复、功能最多样的一个领域。空间可展开机构受到空间运输系统的体积和重量限制，通常要具有较大的展开/收缩比及极高的系统可靠性，其研究与实现面临一系列的理论、方法和技术挑战。

[0003] 目前，空间可展开结构大多采用驱动装置与刚性桁架来实现结构的展开，由于桁架与驱动装置均为刚性，收纳率相对较低，且质量较大，受运载工具运载能力的限制，因此大大限制了传统刚性空间可展机构的应用。

发明内容

[0004] 针对现有刚性可展开结构存在的上述问题，本发明的目的在于提供一种基于蝴蝶羽化发育展开的仿生充气可展开结构。

[0005] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的：

[0006] 本发明包括躯干部分及对称分布在该躯干部分两侧、结构相同的翅膜组，其中躯干部分包括躯干端盖、中央躯干及躯干气室，该躯干气室容置于所述中央躯干内，上方设有安装在该中央躯干顶部的躯干端盖，所述中央躯干上密封连接有与所述躯干气室相连通的主充气口，该主充气口上安装有充气开关阀，所述主充气口两侧的中央躯干上各密封连接有多个与所述躯干气室相连通的支路充气口；每侧的所述翅膜组包括翅膜及嵌于该翅膜内的主充气翅脉和充气直线主翅脉，每侧的所述主充气翅脉与同侧的所述支路充气口相连通，每侧的所述充气直线主翅脉位于该主充气翅脉内，一端与所述主充气翅脉相连通，另一端与同侧的所述支路充气口相连通；所述主充气翅脉及充气直线主翅脉均嵌入在翅膜内，通过所述充气开关阀及主充气口向中央躯干内充气，气体通过所述躯干气室由各所述支路充气口向两侧的主充气翅脉及充气直线主翅脉充气，两侧的所述主充气翅脉及充气直线主翅脉带动每侧的所述翅膜展开。

[0007] 其中：每侧所述翅膜内嵌有多个辅助充气翅脉，各辅助充气翅脉连通于主充气翅脉与充气直线主翅脉之间或连通于辅助充气翅脉与主充气翅脉之间；每侧所述主充气翅脉均为“U”形，该“U”形开口端的两侧分别连通于同侧的两支路充气口，每侧所述主气直线主

翅脉位于同侧主充气翅脉的对称线上;每侧所述主气直线主翅脉的两侧沿主气直线主翅脉对称设有数量相同的辅助充气翅脉,所述主充气翅脉为空腔结构,所述主气直线主翅脉及各所述主气直线主翅脉均为直线柱状空腔结构;

[0008] 所述翅膜分为上层翅膜及下层翅膜,该上层翅膜的底面与下层翅膜的上面配合、并在结合面处固接,所述主充气翅脉及主气直线主翅脉均嵌入在上层翅膜与下层翅膜之间,所述主充气翅脉作为翅膜的边框;所述中央躯干上沿周向设有多个充气口安装孔,所述主充气口及支路充气口分别与各所述充气口安装孔密封螺纹连接;所述主充气口与支路充气口结构相同,均为回转体结构,所述主充气口与支路充气口均设有用于与充气口安装孔螺纹连接的充气口凸台;各所述充气口安装孔底部设有充气口密封圈沟槽,该充气口密封圈沟槽内容置有充气口密封圈,所述主充气口与支路充气口通过该充气口密封圈与充气口安装孔实现密封;所述躯干气室设于中央躯干内的顶部,该躯干气室的上端边缘设有端盖密封圈沟槽,所述端盖密封圈沟槽内容置有端盖密封圈,所述躯干端盖固接在中央躯干的顶部,并通过所述端盖密封圈与躯干气室实现密封。

[0009] 本发明的优点与积极效果为:

[0010] 1.本发明采用翅脉中的气体驱动翅膜展开,与传统的电机驱动装置具更高的可靠性。

[0011] 2.本发明质量轻,体积小,便于运载,应用范围广,且与刚性可展开结构相比收纳率更高。

[0012] 3.本发明的主充气翅脉、充气直线主翅脉及辅助充气翅脉均在翅脉内的压力达到刚化压力值时,翅脉变成刚体,使翅脉具有更高的承载能力。

附图说明

[0013] 图1为本发明完全展开状态的结构示意图;

[0014] 图2为本发明躯干部分安装完毕状态的结构示意图;

[0015] 图3为本发明躯干部分的爆炸图;

[0016] 图4为本发明中央躯干的结构示意图;

[0017] 图5为本发明翅脉部分局部剖面示意图;

[0018] 其中:1为主充气翅脉,2为躯干端盖,3为中央躯干,4为上层翅膜,5为辅助充气翅脉,6为充气开关阀,7为主充气口,8为支路充气口,9为端盖固定螺钉,10为充气口密封圈,11为端盖密封圈,12为下层翅膜,13为端盖密封圈沟槽,14为充气口密封圈沟槽,15为充气口安装孔,16为躯干气室,17为充气直线主翅脉,18为充气口凸台。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图对本发明作进一步详述。

[0020] 如图1、图2所示,本发明包括躯干部分及对称分布在该躯干部分两侧、结构相同的翅膜组,其中躯干部分包括躯干端盖2、中央躯干3及躯干气室16,该躯干气室16容置于中央躯干3内,上方设有安装在中央躯干3顶部的躯干端盖2,中央躯干3上密封连接有与躯干气室16相连通的主充气口7,该主充气口7上安装有充气开关阀6,主充气口7两侧的中央躯干3上各密封连接有多个与躯干气室16相连通的支路充气口8。每侧的翅膜组包括翅膜及嵌于

该翅膜内的主充气翅脉1和充气直线主翅脉17，每侧的主充气翅脉1与同侧的支路充气口8相连通，每侧的充气直线主翅脉17位于该主充气翅脉1内，一端与主充气翅脉1相连通，另一端与同侧的支路充气口8相连通。在每侧翅膜内还嵌有多个辅助充气翅脉5，各辅助充气翅脉5连通于主充气翅脉1与充气直线主翅脉17之间或连通于辅助充气翅脉5与主充气翅脉1之间。主充气翅脉1、充气直线主翅脉17及各辅助充气翅脉5均嵌入在翅膜内，通过充气开关阀6及主充气口7向中央躯干3内充气，气体通过躯干气室16由各支路充气口8向两侧的主充气翅脉1、充气直线主翅脉17及各辅助充气翅脉5充气，两侧的主充气翅脉1、充气直线主翅脉17及各辅助充气翅脉5带动每侧的翅膜展开。通过充气开关阀6的开闭实现对整个展开结构充气过程的通断。

[0021] 如图3、图4所示，中央躯干3上沿周向设有多个充气口安装孔15，主充气口7及支路充气口8分别与各充气口安装孔15密封螺纹连接；本实施例的充气口安装孔15为七个，其中一个用于安装主充气口7，在主充气口7的两侧各分布有三个充气口安装孔15。主充气口7与支路充气口8结构相同，均为回转体结构、中心设有圆形的充气孔，本实施例的主充气口7为一个，支路充气口8为六个、对称设于主充气口7的两侧；主充气口7与支路充气口8均设有用于与充气口安装孔15螺纹连接的充气口凸台18。每个充气口凸台18侧面均设有外螺纹，与充气口安装孔15内壁上设置的内螺纹配合。每个充气口安装孔15底部均设有充气口密封圈沟槽14，该充气口密封圈沟槽14内容置有充气口密封圈10，从而实现主充气口7与支路充气口8与充气口安装孔15之间的密封。躯干气室16设于中央躯干3内的顶部，并与七个充气口安装孔15相连通；躯干气室16的上端边缘设有端盖密封圈沟槽13，端盖密封圈沟槽13内容置有端盖密封圈11，躯干端盖2通过端盖固定螺钉9固接在中央躯干3的顶部、并与端盖密封圈沟槽13顶面配合，通过端盖密封圈11与躯干气室16实现密封。

[0022] 每侧主充气翅脉1均为“U”形，该“U”形开口端的两侧分别连通于同侧的两个支路充气口8，每侧主气直线主翅脉17位于同侧主充气翅脉1的对称线上，一端与主充气翅脉1相连通，另一端与同侧的第三个支路充气口8相连通。每侧主气直线主翅脉17的两侧沿主气直线主翅脉17对称设有数量相同的辅助充气翅脉5，本实施例每侧翅膜组的辅助充气翅脉5均为六个，每侧六个辅助充气翅脉5对称分布在同侧主气直线主翅脉17的两侧，即主气直线主翅脉17的每一侧均设有三个辅助充气翅脉5；每侧的三个辅助充气翅脉5有两个连通于主充气翅脉1与主气直线主翅脉17之间，第三个连通于主充气翅脉1与其中一个辅助充气翅脉5之间。主充气翅脉1为空腔结构，主气直线主翅脉17及各主气直线主翅脉17均为直线柱状空腔结构。当气体通过支路充气口8为主充气翅脉1及充气直线主翅脉17内部充气时，气体可通过主充气翅脉1及充气直线主翅脉17进入辅助充气翅脉5。

[0023] 如图5所示，翅膜分为上层翅膜4及下层翅膜12，该上层翅膜4的底面与下层翅膜12的上面配合，并在结合面处涂有粘结剂(可为环氧脂粘结剂或酚醛树脂粘结剂)使上层翅膜4与下层翅膜12固接。主充气翅脉1、主气直线主翅脉17及各辅助充气翅脉5均嵌入在上层翅膜4与下层翅膜12之间，主充气翅脉1作为翅膜的边框。

[0024] 主充气翅脉1、充气直线主翅脉17及辅助充气翅脉5均采用可刚化材料制成，该可刚化材料为层合铝材料；层合铝材料为层合材料，其由聚酞亚胺薄膜一铝箔一聚酞亚胺薄膜三层材料依次层叠而成，聚合物薄膜起阻隔气体作用，铝箔是主要刚化材料(文献：《材料工程》2008年2期第76-80页，“空间充气展开结构用刚化材料和刚化技术的研究现状”)。在

充气之前主充气翅脉1、充气直线主翅脉17及辅助充气翅脉5均为柔性，充气过程中主充气翅脉1、充气直线主翅脉17及辅助充气翅脉5的长度会增加，且充气之后当内部气体压力达到刚化压力值后，主充气翅脉1、充气直线主翅脉17及辅助充气翅脉5的刚性大幅提高，从而可以承受更大的载荷。

[0025] 本发明的工作原理为：

[0026] 蝴蝶在蛹期和成虫期之间进行的羽化过程从宏观上来看，其翅膀在面积上实现了由小变到大，结构上实现了又柔变到刚。

[0027] 本发明是基于蝴蝶羽化发育展开的仿生充气可展开结构，最初处于收缩状态，体积较小。展开时，首先开启充气开关阀6，外部充气系统通过主充气口7对中央躯干3内部的躯干气室16充气，躯干气室16内的气体通过各支路充气口8进入主充气翅脉1、充气直线主翅脉17及辅助充气翅脉5，主充气翅脉1、充气直线主翅脉17及辅助充气翅脉5由于内部气体压力升高，从而长度逐渐增加，驱动与其相连且处于折叠状态的上层翅膜4及下层翅膜12伸展；当压力达到刚化压力值时，主充气翅脉1、充气直线主翅脉17及辅助充气翅脉5刚化，刚度增加，从而让整个展开结构维持展开后的形状。

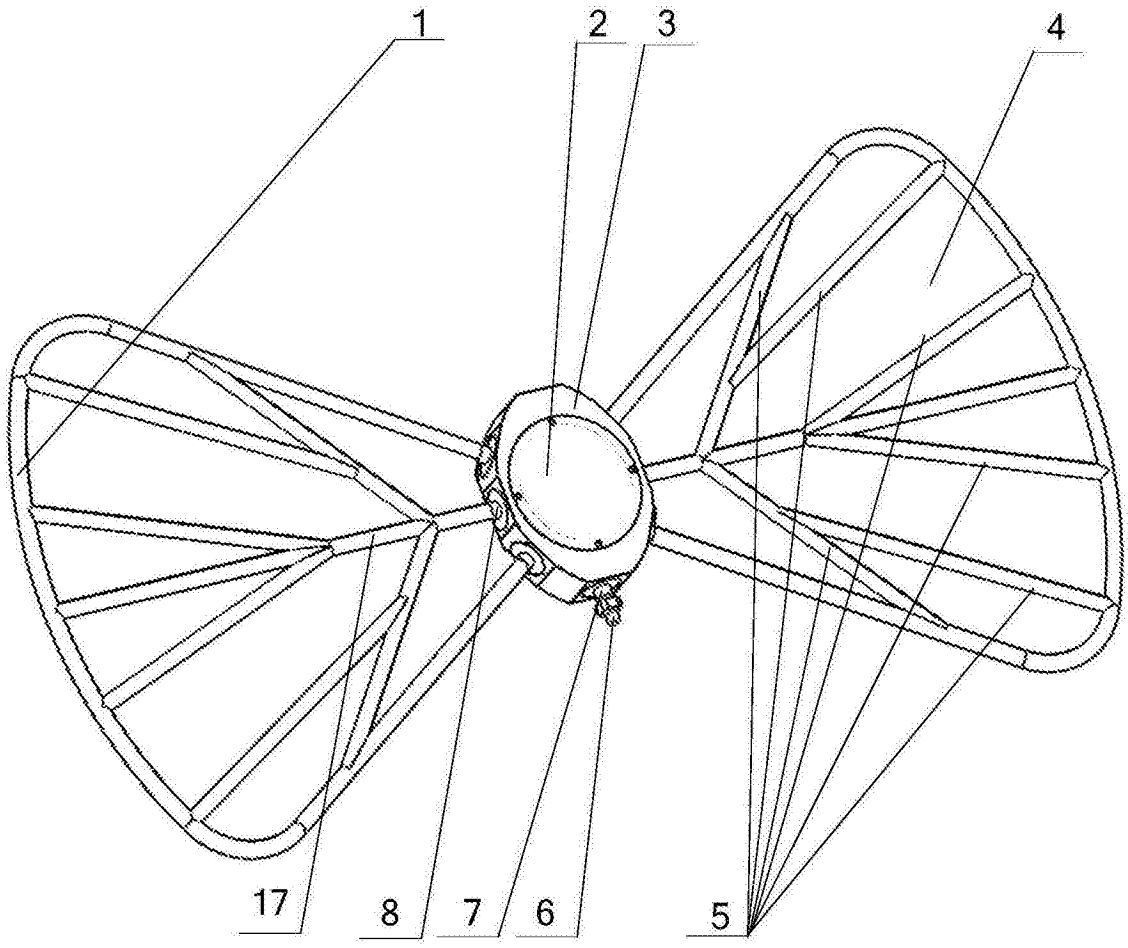


图1

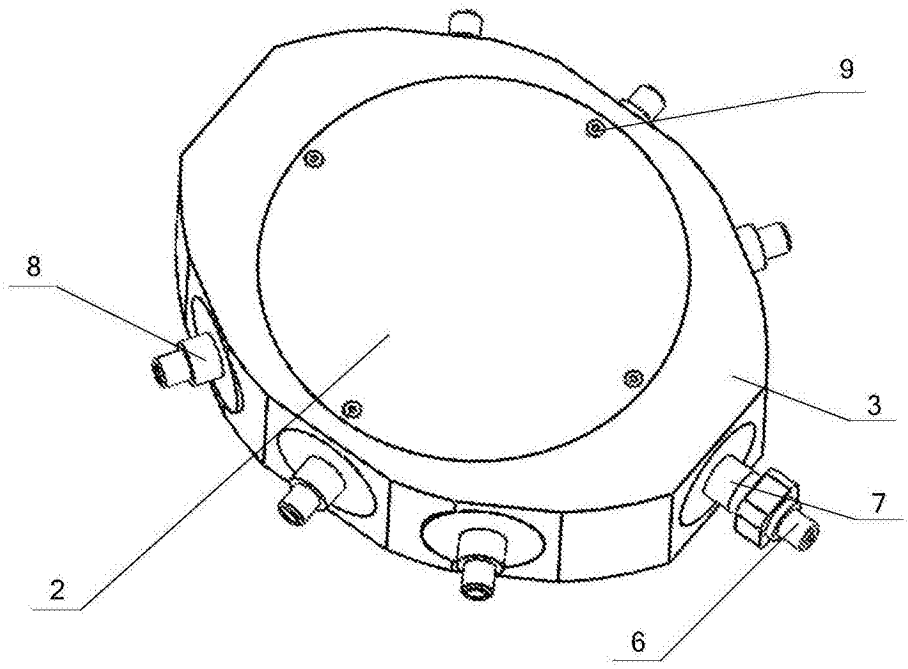


图2

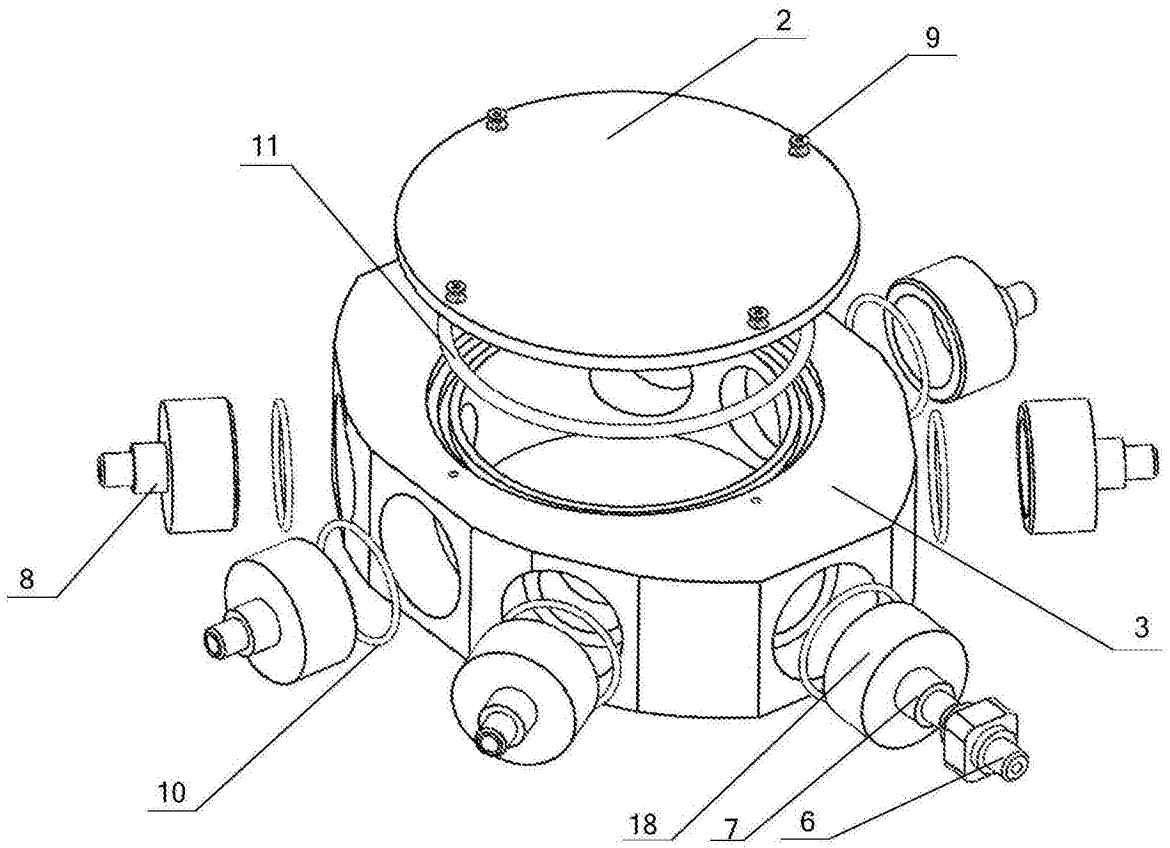


图3

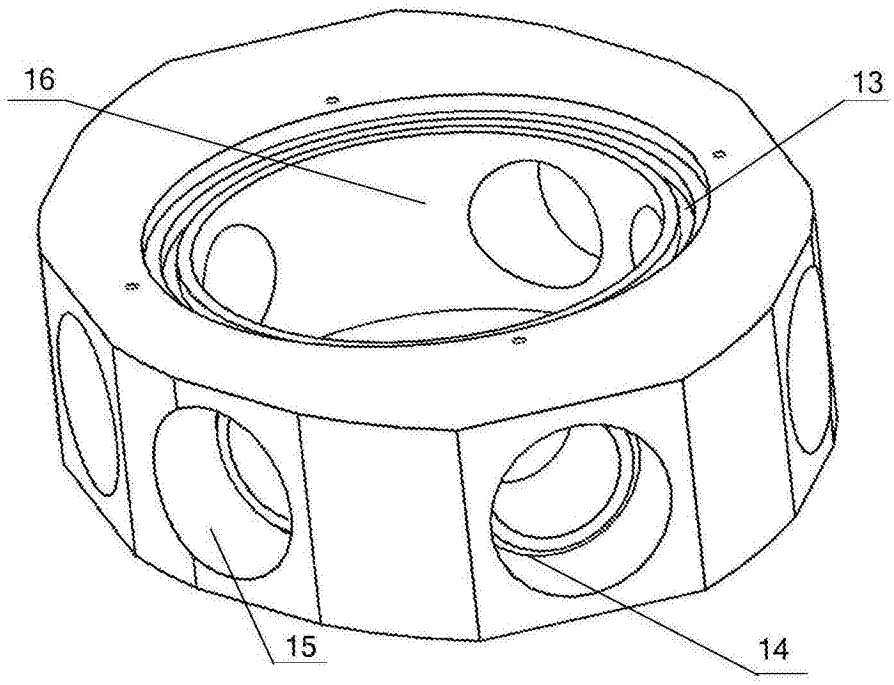


图4

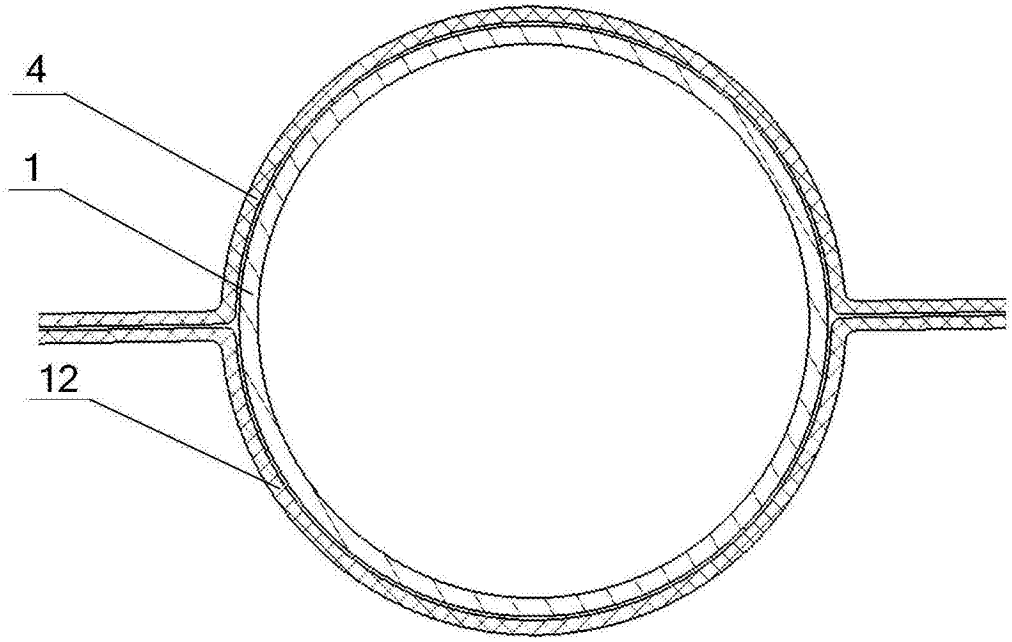


图5