(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 115875223 A
(43)申请公布日 2023.03.31

(21)申请号 202211391350.6

(22)申请日 2022.11.08

(71)申请人 上海空间推进研究所
地址 201112 上海市闵行区浦江镇万芳路801号

(72)发明人 王亚楠 乔彩霞 张岩 夏启蒙 孙江宏 余水淋 康小录

(74)专利代理机构 上海段和段律师事务所 31334
专利代理师 梁勤伟

(51)Int.Cl.
F03H 1/00(2006.01)
G01M 3/20(2006.01)
F16J 15/02(2006.01)
F16J 15/10(2006.01)

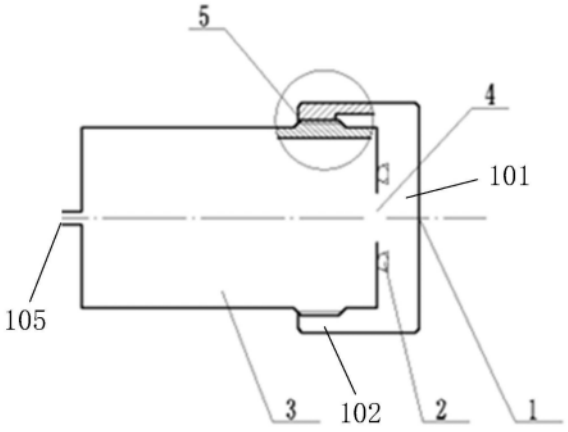
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

电推进系统空心阴极密封结构及空心阴极气密性检验方法

(57)摘要

本发明提供了一种电推进系统空心阴极密封结构及空心阴极气密性检验方法。所述一种电推进系统空心阴极密封结构，包括空心阴极壳体、压紧盖以及橡胶垫圈，所述压紧盖可拆卸的盖装在所述空心阴极壳体一端，所述空心阴极壳体与压紧盖通过螺纹结构相互连接。所述空心阴极壳体的一端设置有顶孔。所述压紧盖包括盖本体与连接部，所述盖本体上设置有凹槽结构，所述橡胶垫圈安装在所述凹槽结构内，且所述橡胶垫圈的厚度大于所述凹槽结构的深度。本发明可对空心阴极进行密封保护，避免发射体与环境大气中的水、氧发生反应，起到防中毒作用，同时能够防尘防多余物，可以延长空心阴极寿命，有利于实现电推进系统的长寿命高可靠性。



CN 115875223 A

1.一种电推进系统空心阴极密封结构,其特征在于,包括空心阴极壳体(3)、压紧盖(1),所述压紧盖(1)可拆卸的盖装在所述空心阴极壳体(3)一端,所述空心阴极壳体(3)的另一端上设置有管道连接口(105),所述空心阴极壳体(3)与压紧盖(1)通过螺纹结构(5)相互连接。

2.根据权利要求1所述的电推进系统空心阴极密封结构,其特征在于,所述空心阴极壳体(3)的一端设置有顶孔(4)。

3.根据权利要求2所述的电推进系统空心阴极密封结构,其特征在于,所述压紧盖(1)包括盖本体(101)与连接部(102),所述连接部(102)周向设置在所述盖本体(101)上,所述盖本体(101)用于密封空心阴极壳体(3)的一端,连接部(102)用于连接盖本体(101)与空心阴极壳体(3)。

4.根据权利要求3所述的电推进系统空心阴极密封结构,其特征在于,所述盖本体(101)上设置有凹槽结构,所述凹槽结构呈环形设置在所述盖本体(101)靠近空心阴极壳体(3)的一侧,凹槽结构的半径大于所述顶孔(4)的半径。

5.根据权利要求4所述的电推进系统空心阴极密封结构,其特征在于,还包括橡胶垫圈(2),所述橡胶垫圈(2)安装在所述凹槽结构内,且所述橡胶垫圈(2)的厚度大于所述凹槽结构的深度。

6.根据权利要求1所述的电推进系统空心阴极密封结构,其特征在于,所述空心阴极壳体(3)上设置有第一螺纹,所述连接部(102)上设置有第二螺纹,所述第一螺纹与第二螺纹相匹配。

7.根据权利要求4所述的电推进系统空心阴极密封结构,其特征在于,所述的压紧盖(1)、凹槽结构、空心阴极壳体(3)以及顶孔(4)同轴布置。

8.根据权利要求1所述的电推进系统空心阴极密封结构,其特征在于,所述凹槽结构为以下任一种:

矩形槽;

梯形槽;

燕尾槽;

半圆形槽。

9.根据权利要求1所述的电推进系统空心阴极密封结构,其特征在于,所述压紧盖(1)上设计有防滑结构,便于操作人员手动拧紧压紧盖(1)。

10.一种空心阴极气密性检验方法,其特征在于,采用权利要求1-9任一项所述的电推进系统空心阴极密封结构,还包括如下步骤:

S1、将安装有橡胶垫圈(2)的压紧盖(1)旋紧至空心阴极壳体(3),实现空心阴极的密封;

S2、将所述将空心阴极放入真空罐(16)内部,将空心阴极壳体(3)所具有的管道连接口(6)与氦质谱检漏仪的充氦管路(7)通过真空罐罐体进行内外连接;

所述氦质谱检漏仪的充氦管路(7)的端部连接有氦气源(9),配气台(10)安装在充氦管路(7)上,且位于管道连接口(6)与氦气源(9)之间;

所述真空罐(16)内部空间通过真空罐抽真空管路(8)与真空泵(12)和抽真空阀(11)相连接;

S3、通过真空泵(12)和抽真空阀(11)将真空罐内抽真空；

S4、通过氦气源(9)、配气台(10)向被检空心阴极中充入规定压力的氦气，通过氦质谱检漏仪显示读取被检空心阴极的漏率情况。

电推进系统空心阴极密封结构及空心阴极气密性检验方法

技术领域

[0001] 本发明涉及航天推进技术领域，具体地，涉及一种航天电推进系统空心阴极防中毒多功能密封结构设计，尤其地，适用于霍尔、离子、微波等电推进系统用空心阴极，可以减少空心阴极与环境中的水、氧杂质接触后进行反应，有效延长空心阴极寿命，特别地，涉及一种电推进系统空心阴极密封结构及空心阴极气密性检验方法。

背景技术

[0002] 电推进相对化学推进具有比冲高的显著特点，各航天大国皆视电推进技术为未来航天器的关键技术，可广泛应用于航天器轨道转移、轨道维持、姿态控制、无拖曳控制、深空探测主推进等任务，能够显著节省推进剂、增加航天器寿命或减小运载需求。

[0003] 霍尔、离子、微波等离子体和场发射等电推力器是目前空间应用较广、研究较多的几种推力器。它们的工作原理类似，都是先将推进剂电离为离子，然后通过高压电场加速离子使其高速喷出产生反作用力，加速产生的离子需要外部提供电子流中和，使推力器喷出的羽流为电中性，避免航天器带电。其中空心阴极起到的作用是为推进剂的电离提供高能粒子、中和离子羽流。空心阴极内部使用了高温真空电子发射功能材料，极易受环境中的水、氧等有害杂质的污染，长时间暴露大气会导致发射体材料与空气中的水、氧发生反应从而使性能退化，严重的甚至会导致发射体中毒失效、空心阴极寿命终结，直接影响电推进系统和电推力器的寿命和可靠性。

[0004] 卫星AIT阶段，装配、总装及试验时长达到数周甚至数月，总装厂房内大气环境通常为湿度范围30％～60％的大气，含氧量21％左右，空心阴极长时间暴漏在此环境下，极易造成发射体中毒，空心阴极失效，电推进系统无法工作。

[0005] 空心阴极气密性要求较高，漏气可能会导致在异常部位打火，影响产品绝缘。产品出厂以及验收中要进行气密性检验，气密性检验时，要求对空心阴极进行密封，并且能承受一定程度的正压。

[0006] 空心阴极地面长期存储要求存储在一定温度、湿度的干燥柜中，流转、地面检验过程中也有严格的温度、湿度要求、存储、转运灵敏度较低。

[0007] 因此急需一种既能使空心阴极便于满足气密性试验密封要求，也便于使空心阴极满足地面长期存储中，地面防潮、防湿要求的空心阴极密封结构。

发明内容

[0008] 针对现有技术中的缺陷，本发明的目的是提供一种电推进系统空心阴极密封结构及空心阴极气密性检验方法。

[0009] 根据本发明提供的一种电推进系统空心阴极密封结构，包括空心阴极壳体、压紧盖，所述压紧盖可拆卸的盖装在所述空心阴极壳体一端，所述空心阴极壳体的另一端上设置有管道连接口，所述空心阴极壳体与压紧盖通过螺纹结构相互连接。

[0010] 优选的，所述空心阴极壳体的一端设置有顶孔。

[0011] 优选的，所述压紧盖包括盖本体与连接部，所述连接部周向设置在所述盖本体上，所述盖本体用于密封空心阴极壳体的一端，连接部用于连接盖本体与空心阴极壳体。

[0012] 优选的，所述盖本体上设置有凹槽结构，所述凹槽结构呈环形设置在所述盖本体靠近空心阴极壳体的一侧，凹槽结构的半径大于所述顶孔的半径。

[0013] 优选的，还包括橡胶垫圈，所述橡胶垫圈安装在所述凹槽结构内，且所述橡胶垫圈的厚度大于所述凹槽结构的深度。

[0014] 优选的，所述空心阴极壳体上设置有第一螺纹，所述连接部上设置有第二螺纹，所述第一螺纹与第二螺纹相匹配。

[0015] 优选的，所述的压紧盖、凹槽结构、空心阴极壳体以及顶孔同轴布置。

[0016] 优选的，所述凹槽结构为以下任一种：

[0017] 矩形槽；

[0018] 梯形槽；

[0019] 燕尾槽；

[0020] 半圆形槽。

[0021] 优选的，所述压紧盖上设计有防滑结构，便于操作人员手动拧紧压紧盖。

[0022] 本发明还提供了一种空心阴极气密性检验方法，采用所述的电推进系统空心阴极密封结构，还包括如下步骤：

[0023] S1、将安装有橡胶垫圈的压紧盖旋紧至空心阴极壳体，实现空心阴极的密封；

[0024] S2、将所述将空心阴极放入真空罐内部，将空心阴极壳体所具有的管道连接口与氦质谱检漏仪的充氦管路通过真空罐罐体进行内外连接；

[0025] 所述氦质谱检漏仪的充氦管路的端部连接有氦气源，配气台安装在充氦管路上，且位于管道连接口与氦气源之间；

[0026] 所述真空罐内部空间通过真空罐抽真空管路与真空泵和抽真空阀相连接；

[0027] S3、通过真空泵和抽真空阀将真空罐内抽真空；

[0028] S4、通过氦气源、配气台向被检空心阴极中充入规定压力的氦气，通过氦质谱检漏仪显示读取被检空心阴极的漏率情况。

[0029] 与现有技术相比，本发明具有如下的有益效果：

[0030] 1、本发明通过压紧盖的可拆卸设计，可对空心阴极进行密封保护，避免发射体与环境大气中的水、氧发生反应，起到防中毒作用，同时能够防尘防多余物，可以延长空心阴极寿命，有利于实现电推进系统的长寿命高可靠性。

[0031] 2、本发明可用于航天电推进系统地面存储、转运、检验过程中，减少与环境气体的接触，降低存储难度。

[0032] 3、本发明在地面检验阶段，可用于空心阴极进气密性检验时使用。

附图说明

[0033] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述，本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显：

[0034] 图1为本发明的结构示意图。

[0035] 图2为本发明可在卫星AIT阶段使用时的结构示意图。

[0036] 图3为本发明对空心阴极进行气密性检验时采用氦质谱压力真空检漏法施氦示意图。

[0037] 图4为本发明在地面组件存储、流转或检验测试阶段时的结构示意图。

[0038] 图5为本发明中压紧盖的凹槽结构为矩形槽时的结构示意图。

[0039] 图6为本发明中压紧盖的凹槽结构为梯形槽时的结构示意图。

[0040] 图7为本发明中橡胶垫圈的结构示意图。

[0041] 图中示出：

[0042]

压紧盖 1	盖本体 101
橡胶垫圈 2	连接部 102
空心阴极壳体 3	加排阀 103

[0043]

顶孔 4	进气阀 104
螺纹结构 5	管道连接口 105
进气管 6	
充氦管路 7	
真空罐抽真空管路 8	
氦气源 9	
配气台 10	
抽真空阀 11	
真空泵 12	
外套螺母 13	
球形接头 14	
堵盖 15	
真空罐 16	

具体实施方式

[0044] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明，但不以任何形式限制本发明。应当指出的是，对本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干变化和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0045] 本发明提供了一种电推进系统空心阴极密封结构，如图1所示，包括空心阴极壳体3、橡胶垫圈2、压紧盖1，所述压紧盖1可拆卸的盖装在所述空心阴极壳体3一端，所述空心阴极壳体3的另一端上设置有管道连接口105，所述空心阴极壳体3与压紧盖1通过螺纹结构5相互连接。

[0046] 所述空心阴极壳体3的一端设置有顶孔4。

[0047] 所述压紧盖1包括盖本体101与连接部102，所述连接部102周向设置在所述盖本体101上，所述盖本体101用于密封空心阴极壳体3的一端，连接部102用于连接盖本体101与空心阴极壳体3。在一个优选例中，所述空心阴极壳体3上设置有第一螺纹，所述连接部102上设置有第二螺纹，所述第一螺纹与第二螺纹相匹配，优选的，所述第一螺纹为外螺纹，所述第二螺纹为内螺纹。在一个优选例中，所述盖本体101与连接部102一体连接。

[0048] 所述盖本体101上设置有凹槽结构，如图5、图6所示，所述凹槽结构为以下任一种：矩形槽；梯形槽；燕尾槽；半圆形槽。所述凹槽结构呈环形设置在所述盖本体101靠近空心阴极壳体3的一侧，凹槽结构的半径大于所述顶孔4的半径，具体的，为环形凹槽中，环形的半径大于所述顶孔4的半径。如图7所示，图7为橡胶垫圈2的结构示意图，所述橡胶垫圈2安装在所述凹槽结构内，且所述橡胶垫圈2的厚度大于所述凹槽结构的深度，除此以外，凹槽结构的截面面积稍大于橡胶密封圈2的截面面积。橡胶垫圈2优先选用梯形槽，便于密封固定，密封圈不易跑出槽，安装方便。

[0049] 所述的压紧盖1、凹槽结构、空心阴极壳体3以及顶孔4同轴布置。

[0050] 在一个优选例中，所述空心阴极壳体3为触持极壳体，压紧盖1上设计有防滑结构，便于操作人员手动拧紧压紧盖1，所述防滑结构为滚花结构。

[0051] 使用时橡胶垫圈2对应在顶孔4外侧，通过旋紧第一螺纹与第二螺纹将橡胶垫圈2压紧，使空心阴极壳体3内部与外界环境气密性隔离，起到密封作用。

[0052] 如图2所示，本发明可在卫星AIT阶段使用，利用本发明，可避免空心阴极与环境大气中的水、氧发生反应，同时起到防尘作用，具体的，在所述空心阴极壳体3所具有的管道连接口105处连接管道，在所述管道两末端分别设置加排阀103、进气阀104。通过所述加排阀103进行抽真空或者置换后充入惰性气体，从而隔绝总装厂房内的大气，避免发射体与环境大气中的水、氧发生反应，同时起到防尘作用。

[0053] 如图3所示，本发明可在对空心阴极进行气密性检验时使用。由于空心阴极气密性要求较高，漏气可能会导致在异常部位打火，影响产品绝缘，因此在空心阴极组件出厂或验收检验阶段，需要进行气密性检验。通常采用氦质谱检漏，具体包括喷吹检漏、氦罩检漏、压力真空检漏等多种氦质谱检漏方法，均要求对空心阴极进行密封，其中氦质谱压力真空检漏法可获得被检空心阴极产品的总漏率，且其检漏过程更接近空心阴极实际工作压力情况。

[0054] 以氦质谱压力真空检漏法为例，本发明还提供了一种空心阴极气密性检验方法，采用所述的电推进系统空心阴极密封结构，还包括如下步骤：

[0055] S1、将安装有橡胶垫圈2的压紧盖1旋紧至空心阴极壳体3，实现空心阴极的密封；

[0056] 如图3所示，S2、将所述将空心阴极放入真空罐16内部，将空心阴极壳体3所具有的管道连接口6与氦质谱检漏仪的充氦管路7通过真空罐罐体进行内外连接；其中，所述氦质谱检漏仪的充氦管路7的端部连接有氦气源9，配气台10安装在充氦管路7上，且位于管道连接口6与氦气源9之间；所述真空罐16内部空间通过真空罐抽真空管路8与真空泵12和抽真空阀11相连接；

[0057] S3、通过真空泵12和抽真空阀11将真空罐内抽真空；

[0058] S4、在检漏系统进入检漏状态，并且完成系统有效最小可检漏率测试及反应时间

测试后，通过氦气源9、配气台10向被检空心阴极中充入规定压力的氦气，通过氦质谱检漏仪显示读取被检空心阴极的漏率情况。

[0059] 如图4所示，本发明可以在地面组件存储、流转或检验测试阶段时使用，具体的，还包括外套螺母13、球形接头14、堵盖15；所述进气管6与所述管道连接口105连接，所述外套螺母13套装在所述进气管6上；所述球形接头14的一端为球形，另一端焊接在进气管6的端部。堵盖15为一端外螺纹一端封闭结构，堵盖15的螺纹端与外套螺母13采用螺纹连接。在地面组件存储、流转或检验测试阶段，压紧盖、橡胶垫圈、空心阴极壳体3共同配合对空心阴极下游进行密封保护，外套螺母、球形接头、堵盖共同配合对空心阴极上游进行密封保护，起到一定的防水氧、防尘作用。

[0060] 本发明结构简单可靠，可以对空心阴极进行密封保护，且不改变接口和功能，使用方便，可以对空心阴极进行密封保护。此结构可以对空心阴极进行密封，减少与环境气体的接触，降低卫星总装集成过程中发射体中毒风险，同时可以做气密检验工装，也可以降低日常存储、运转难度，有效延长空心阴极寿命，提高系统的可靠性。

[0061] 本发明在卫星AIT阶段，对空心阴极进行密封保护，通过空心阴极通气上游加排阀进行抽真空或者置换后充入惰性气体，从而隔绝总装厂房内的大气，避免发射体与环境大气中的水、氧发生反应，同时起到防尘作用。本发明在地面检验阶段，起到防尘、减少与大气接触的作用；尤其在气密性检验中，此结构可对空心阴极进行密封并进行氦质谱检漏。本发明在地面存储、转运阶段，可以起到防尘、减少与大气接触的作用。

[0062] 在本申请的描述中，需要理解的是，术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。

[0063] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是，本发明并不局限于上述特定实施方式，本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变化或修改，这并不影响本发明的实质内容。在不冲突的情况下，本申请的实施例和实施例中的特征可以任意相互组合。

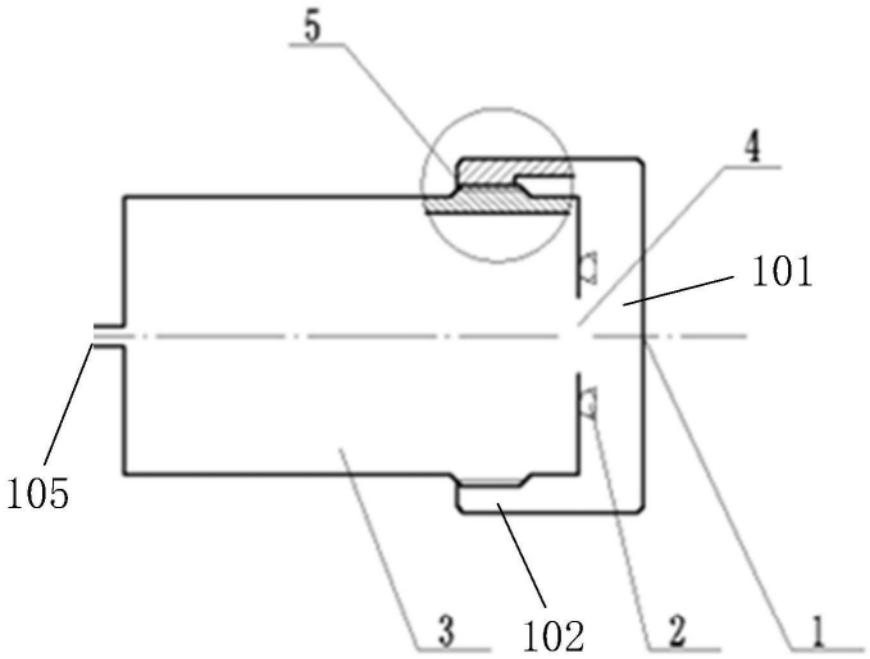


图1

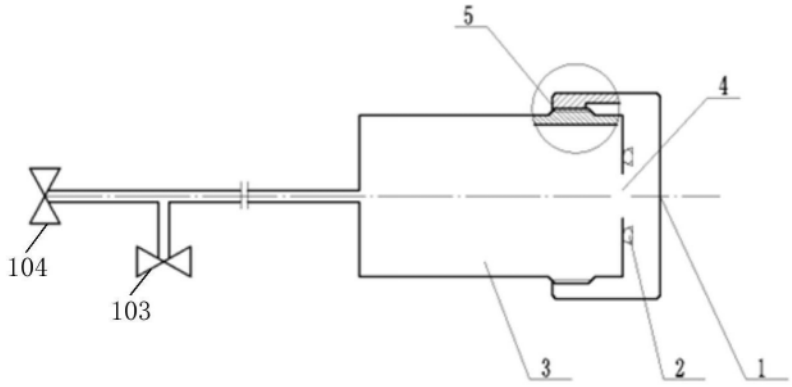


图2

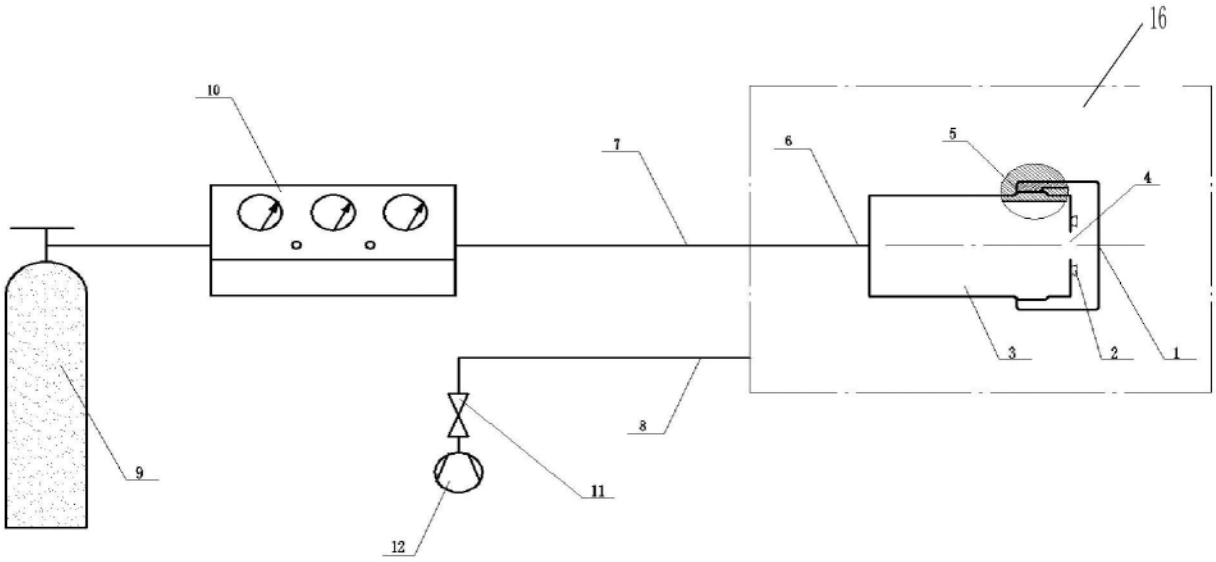


图3

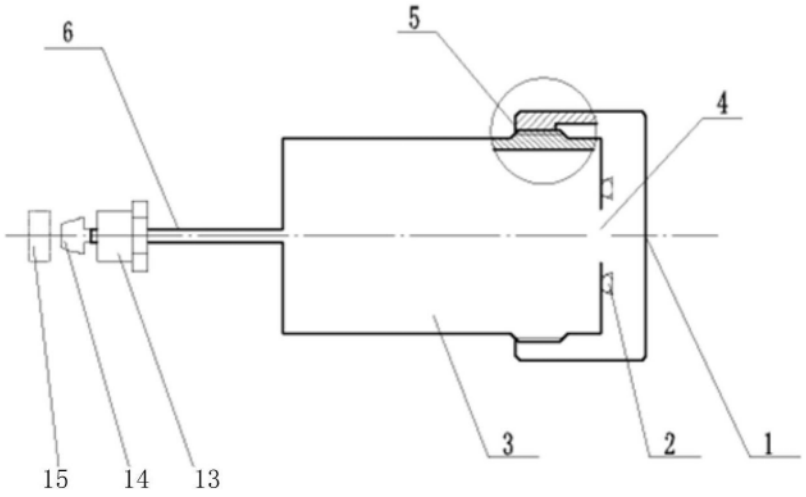


图4

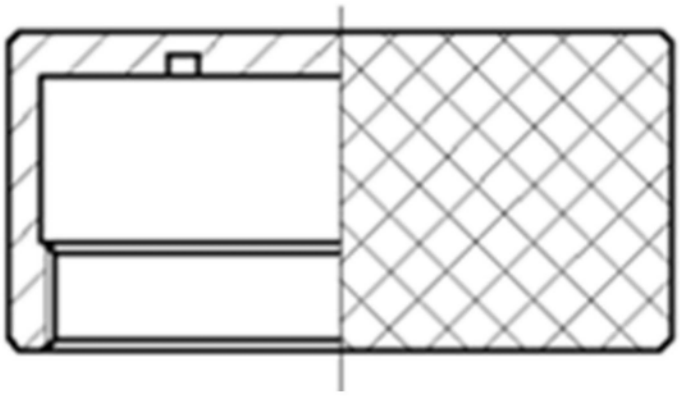


图5

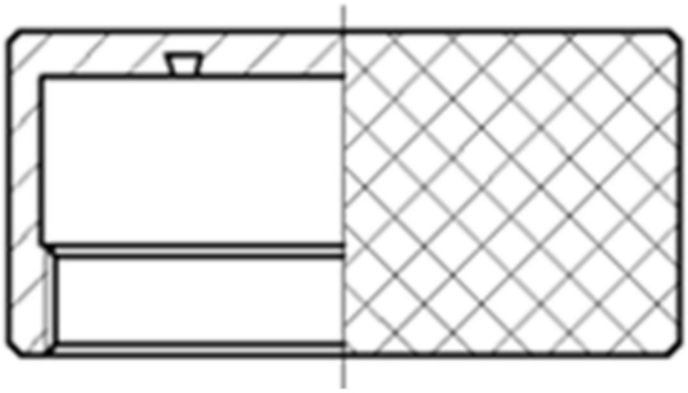


图6

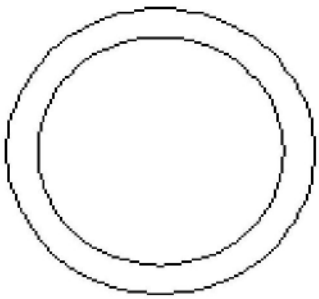


图7