



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103909658 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 09

(21) 申请号 201410121135. 3

B29C 70/54 (2006. 01)

(22) 申请日 2014. 03. 28

B29C 33/40 (2006. 01)

(71) 申请人 湖北三江航天江北机械工程有限公司

地址 432000 湖北省孝感市北京路特 6 号

(72) 发明人 张国喜 邓德凤 黄泽勇 曾甜甜
高李帅 霍文静 谭云水 魏虹
姚桂平

(74) 专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104

代理人 胡镇西

(51) Int. Cl.

B29C 70/36 (2006. 01)

B29C 70/34 (2006. 01)

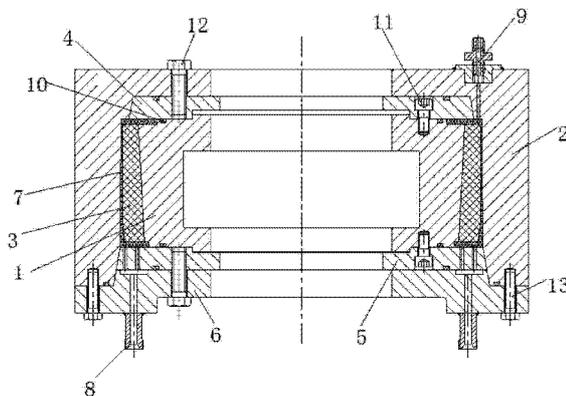
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

复合材料连接裙成型方法、模具及其橡胶内芯模成型模具

(57) 摘要

本发明公开了一种复合材料连接裙成型方法、模具及其橡胶内芯模成型模具,该方法包括以下步骤:1)制作成型模具:制作外模,内模,及橡胶内芯模,并将橡胶内芯模套装于内模外壁;2)铺层;3)成型模具预热及抽真空;4)树脂预处理;5)注胶及固化:注胶后将树脂进行固化,橡胶内芯模随着温度升高而膨胀,对预成型体进行均匀加压,使树脂充分浸润预成型体;6)脱模及修剪;该成型模具结构中采用了橡胶内芯模。本发明采用硅橡胶辅助 RTM 工艺进行复合材料连接裙的成型,采用双面模具,使得产品具有尺寸稳定、质量一致性好,且纤维和树脂含量可控等优点;同时采用共固化和可膨胀芯模等手段降低了孔隙率,提高了产品纤维体积含量和力学性能。



1. 一种复合材料连接裙成型方法,包括以下步骤:

1) 制作成型模具:制作外模,内模,及橡胶内芯模,所述橡胶内芯模的外形与复合材料连接裙的内形配合,所述外模的内形与复合材料连接裙的外形配合,所述内模的外形与所述橡胶内芯模的内形配合;然后在所述内模外壁上均匀涂抹脱模剂,将所述橡胶内芯模套装于所述内模外壁;

2) 铺层:将纤维增强材料裁剪成不同尺寸及角度并涂抹上定型剂后,将其逐层铺覆于所述橡胶内芯模上,铺覆至一定厚度后压实,直至无褶皱,得到预成型体;

3) 成型模具预热及抽真空:将所述外模与内模进行合模装配,然后将成型模具加热并进行抽真空处理;

4) 树脂预处理:将树脂搅拌均匀后抽真空;

5) 注胶及固化:将预处理后的树脂注入模腔中进行成型;注胶完毕后将树脂进行升温固化,橡胶内芯模随着温度升高而膨胀,对预成型体进行均匀加压,从而使树脂充分浸润预成型体;

6) 脱模及修剪:脱模后,对成型体进行飞边修剪,得到复合材料连接裙。

2. 根据权利要求1所述的复合材料连接裙成型方法,其特征在于:所述步骤1)中,所述橡胶内芯模的成型方法包括以下步骤:

a、配制橡胶胶液:按橡胶乳液:硫化剂=90~99%:1~10%的质量比例配制橡胶胶液,将橡胶胶液搅拌均匀后抽真空至-10~-20Kpa,保压30~60min,至不再出现较大气孔后取出待用;

b、橡胶内芯模成型:将橡胶胶液注入橡胶内芯模成型模具中进行成型;

c、硫化及脱模:将橡胶胶液在室温下自然硫化22~26h,然后升温至95~100℃保温1.0~1.5h,最后升温至195~205℃保温1.0~1.5h;冷却至室温后脱模,得到橡胶内芯模。

3. 根据权利要求1或2所述的复合材料连接裙成型方法,其特征在于:所述步骤2)中,铺层角度为0°,±15°,±30°,±45°,±60°和90°。

4. 根据权利要求1或2所述的复合材料连接裙成型方法,其特征在于:所述步骤5)中,树脂注入温度为20~150℃,注入压力为0.1~0.8MPa。

5. 根据权利要求1或2所述的复合材料连接裙成型方法,其特征在于:所述步骤5)中,树脂固化条件为:100~150℃保温1~4h,然后升温至180~200℃保温1~4h,最后升温至210~250℃保温2~10h。

6. 根据权利要求1或2所述的复合材料连接裙成型方法,其特征在于:所述步骤1)中,所述橡胶内芯模的成型材料为R10301硅橡胶;所述脱模剂为硅脂或PMR-70。

7. 根据权利要求1或2所述的复合材料连接裙成型方法,其特征在于:所述步骤2)中,所述纤维增强材料为玻璃纤维布或碳纤维布。

8. 根据权利要求1或2所述的复合材料连接裙成型方法,其特征在于:所述步骤4)中,所述树脂为双马树脂或环氧树脂。

9. 一种为实现权利要求1所述方法而设计的复合材料连接裙成型模具,包括内模(1)和外模(2),其特征在于:所述内模(1)外壁上同轴贴合套装有橡胶内芯模(3),所述外模(2)同轴套装在所述橡胶内芯模(3)的外周,所述内模(1)顶部连有压板(4),所述压板(4)

的顶面与所述外模(2)的顶部连接,所述内模(1)的底部连有导流板(5),所述导流板(5)的底部连有盖板(6),所述盖板(6)的外周沿与所述外模(2)的底部连接,所述橡胶内芯模(3)与所述外模(2)、内模(1)、压板(4),及导流板(5)围成连接裙成型模腔(7),所述盖板(6)上开有与所述模腔(7)连通的注胶口(8),所述外模(2)顶部开有与所述模腔(7)连通的出胶口(9)。

10. 一种为实现权利要求 1 所述方法而设计的复合材料连接裙成型的橡胶内芯模成型模具,其特征在于:包括成型内模(14),所述成型内模(14)的外周同轴套装有第一外模(15),所述成型内模(14)顶部外沿连有第二外模(16),所述内模(14),第一外模(15),及第二外模(16)围成橡胶内芯模成型模腔(17),所述第二外模上设有卸料口(18)。

复合材料连接裙成型方法、模具及其橡胶内芯模成型模具

技术领域

[0001] 本发明涉及固体火箭发动机壳体成型技术,具体地指一种复合材料连接裙的成型方法、模具及其橡胶内芯模成型模具。

背景技术

[0002] 固体火箭发动机壳体连接裙是壳体的整体延伸,用于实现导弹级间段连接或与其他部件的连接,连接裙需经受轴压、弯矩、剪切,及内压等多种载荷,受力情况比较复杂,如何在不增加连接裙重量的情况下,简化成型工艺,并提高它的性能,对整个发动机壳体性能的提高至关重要。

[0003] 目前,复合材料连接裙通常采用“预浸料铺层+缠绕”成型方法进行成型,该成型方法在生产过程中暴露出如下问题:1)成型过程中只有一个刚性阳模,而且产品外表面采用纤维纱缠绕加压,时有勒痕、凸起,及凹陷等出现,无法保证产品外表面的光洁度,进而产品外形尺寸难以保证;2)树脂含量采用手工刮胶控制,该方式对纤维损伤较大,且刮胶程度不易控制,对发动机壳体总重量和比冲影响极大;3)无法成型带有加强筋结构的复合材料连接裙,产品结构效率较低;4)连接裙拐角处纤维容易架空、分层及褶皱,目前采用加大安全系数的保守设计方式来确保该处在工作载荷下不产生破损,但这种方式进一步降低了复合裙的结构效率等。

发明内容

[0004] 本发明的目的就是要提供一种复合材料连接裙的成型方法、模具及其橡胶内芯模成型模具,用该成型方法及其模具制得的复合材料连接裙力学性能优异,纤维体积含量高,同时成型工艺简单,操作简便。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案是:一种复合材料连接裙成型方法,包括以下步骤:

[0006] 1)制作成型模具:制作外模,内模,及橡胶内芯模,所述橡胶内芯模的外形与复合材料连接裙的内形配合,所述外模的内形与复合材料连接裙的外形配合,所述内模的外形与所述橡胶内芯模的内形配合;然后在所述内模外壁上均匀涂抹脱模剂,将所述橡胶内芯模套装于所述内模外壁;

[0007] 2)铺层:将纤维增强材料裁剪成不同尺寸及角度并涂抹上定型剂后,将其逐层铺覆于所述橡胶内芯模上,铺覆至一定厚度后压实,直至无褶皱,得到预成型体;

[0008] 3)成型模具预热及抽真空:将所述外模与内模进行合模装配,然后将成型模具加热并进行抽真空处理;

[0009] 4)树脂预处理:将树脂搅拌均匀后抽真空;

[0010] 5)注胶及固化:将预处理后的树脂注入模腔中进行成型;注胶完毕后将树脂进行升温固化,橡胶内芯模随着温度升高而膨胀,对预成型体进行均匀加压,从而使树脂充分浸润预成型体;

[0011] 6) 脱模及修剪:脱模后,对成型体进行飞边修剪,得到复合材料连接裙。

[0012] 进一步地,所述步骤 1) 中,所述橡胶内芯模的成型方法包括以下步骤:

[0013] a、配制橡胶胶液:按橡胶乳液:硫化剂=90~99%:1~10%的质量比例配制橡胶胶液,将橡胶胶液搅拌均匀后抽真空至-10~-20Kpa,保压 30~60min,至不再出现较大气孔后取出待用;

[0014] b、橡胶内芯模成型:将橡胶胶液注入橡胶内芯模成型模具中进行成型;

[0015] c、硫化及脱模:将橡胶胶液在室温下自然硫化 22~26h,然后升温至 95~100℃保温 1.0~1.5h,最后升温至 195~205℃保温 1.0~1.5h;冷却至室温后脱模,得到橡胶内芯模。

[0016] 进一步地,所述步骤 2) 中,铺层角度为 0°, ±15°, ±30°, ±45°, ±60° 和 90°。

[0017] 进一步地,所述步骤 5) 中,树脂注入温度为 20~150℃,注入压力为 0.1~0.8MPa。

[0018] 进一步地,所述步骤 5) 中,树脂固化条件为:100~150℃保温 1~4h,然后升温至 180~200℃保温 1~4h,最后升温至 210~250℃保温 2~10h。

[0019] 进一步地,所述步骤 1) 中,所述橡胶内芯模的成型材料为 R10301 硅橡胶;所述脱模剂为硅脂或 PMR-70。

[0020] 进一步地,所述步骤 2) 中,所述纤维增强材料为玻璃纤维布或碳纤维布。

[0021] 进一步地,所述步骤 4) 中,所述树脂为双马树脂或环氧树脂。

[0022] 一种为实现上述方法而设计的复合材料连接裙成型模具,包括内模和外模,所述内模外壁上同轴贴合套装有橡胶内芯模,所述外模同轴套装在所述橡胶内芯模的外周,所述内模顶部连有压板,所述压板的顶面与所述外模的顶部连接,所述内模的底部连有导流板,导流板的底部连有盖板,所述盖板的外周沿与所述外模的底部连接,所述橡胶内芯模与所述外模、内模、压板,及导流板围成连接裙成型模腔,所述盖板上开有与所述模腔连通的注胶口,所述外模顶部开有与所述模腔连通的出胶口。

[0023] 一种为实现上述方法而设计的复合材料连接裙成型的橡胶内芯模成型模具,包括成型内模,所述成型内模的外周同轴套装有第一外模,所述成型内模顶部外沿连有第二外模,所述内模,第一外模,及第二外模围成橡胶内芯模成型模腔,所述第二外模上设有卸料口。

[0024] 与现有技术相比,本发明具有如下优点:

[0025] 其一,本发明采用硅橡胶辅助 RTM 工艺进行复合材料连接裙的成型,由于采用双面模具制造,使得产品具有尺寸稳定、质量一致性好,且纤维和树脂含量可控等优点,解决了手工刮胶造成的刮胶程度不易控制问题,也避免了连接裙拐角处纤维架空、分层及褶皱的现象;同时采用共固化和可膨胀橡胶芯模等手段降低了产品孔隙率,提高了产品的纤维体积含量和力学性能。

[0026] 其二,本成型方法一体化成型,制品外观色泽均一,内部粘接良好,精度高,无需对纤维层进行机加,避免机加对纤维的损伤;且可以成型带有加强筋结构的复合材料连接裙,提高了产品结构效率较。

[0027] 其三,成型模具采用橡胶模作为内芯模,在固化过程中,随着温度升高,橡胶内芯

模膨胀,整个过程中对预成型体进行均匀加压,使得树脂充分浸润预成型体,保证了制品内部树脂均匀分布,提高了产品的纤维体积含量,同时大大提高了材料的力学性能。

附图说明

[0028] 图 1 为一种复合材料连接裙成型模具的剖面结构示意图。

[0029] 图 2 为一种橡胶内芯模成型模具的剖面结构示意图。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明,便于更清楚地了解本发明,但它们不对本发明构成限定。

[0031] 图 1 中所示为以下实施例中用到的一种复合材料连接裙成型模具,包括内模 1 和外模 2,内模 1 外壁上同轴贴合套装有橡胶内芯模 3,外模 2 同轴套装在橡胶内芯模 3 的外周,内模 1 顶部连有压板 4,压板 4 的顶面与外模 2 的顶部连接,内模 1 的底部连有导流板 5,导流板 5 的底部连有盖板 6,盖板 6 的外周沿与外模 2 的底部连接,橡胶内芯模 3 与外模 2、内模 1、压板 4,及导流板 5 围成连接裙成型模腔 7,盖板 6 上开有与模腔 7 连通的注胶口 8,外模 2 顶部开有与模腔 7 连通的出胶口 9,内模 1 顶面与压板 4 底面之间开有用于安装密封条的密封槽 10,导流板 5 与盖板 6 之间、导流板 5 与内模 1 底面之间也分别开有密封槽。

[0032] 图 2 中所示为以下实施例中用到的一种橡胶内芯模成型模具,包括成型内模 14,成型内模 14 的外周同轴套装有第一外模 15,成型内模 14 顶部外沿连有第二外模 16,内模 14,第一外模 15,及第二外模 16 围成橡胶内芯模成型模腔 17,第二外模 16 上设有卸料口 18。

[0033] 实施例 1

[0034] 本实施例制备的发动机壳体用复合材料连接裙的尺寸及性能参数如下表 1:

[0035] 表 1

[0036]

序号	项目	单位	指标
1	法兰内径	mm	$\Phi 400.0$
2	端面壁厚	mm	6.0
3	裙高度	mm	100.0
4	筒段壁厚	mm	3.0
5	轴压	kN	≥ 500.0
6	纤维体积含量	%	≥ 60

[0037]

[0038] 该复合材料连接裙的成型方法包括以下步骤:

[0039] 1) 制作成型模具:制作外模,内模,及橡胶内芯模,所述橡胶内芯模的外形与复合

材料连接裙的内形配合,所述外模的内形与复合材料连接裙的外形配合,所述内模的外形与所述橡胶内芯模的内形配合;然后在所述内模外壁上均匀涂抹一层脱模剂,脱模剂为硅脂或 PMR-70,将所述橡胶内芯模套装于所述内模外壁;

[0040] 其中,采用橡胶内芯模成型模具成型橡胶内芯模的过程如下:

[0041] a、配制橡胶胶液:采用 R10301 橡胶,按照橡胶乳液:硫化剂=90~99%:1~10%,优选 90%:10%的质量比例配制 5kg 橡胶胶液,搅拌均匀,在室温条件下将橡胶胶液放入真空箱,抽真空至真空度为 -10~-20Kpa,优选 -10Kpa,保压 30~60min,优选 30min,至不再出现较大气孔后取出待用;

[0042] b、橡胶内芯模成型:将成型内模表面清理干净后均匀涂抹硅脂,然后分别与第一外模和第二外模进行装配,将橡胶胶液从卸料口注入橡胶内芯模成型模具中进行成型;

[0043] c、硫化及脱模:注胶完毕,将橡胶胶液在室温下自然硫化 22~26h,优选 24h;然后升温至 95~100℃,优选 100℃,保温 1.0~1.5h,优选 1.0h;最后升温至 195~205℃,优选 200℃,保温 1.0~1.5h,优选 1h;自然冷却至室温后脱模,得到橡胶内芯模;

[0044] 2)预成型体铺层:裁剪 40 块碳纤维布或玻璃纤维布涂抹上定型剂后按照(0°)₂/(±15°,±30°,±45°,±60°)₉/90°₂的顺序,从内至外逐层铺覆于橡胶内芯模上(纤维铺层 0°方向规定为内模环向),铺覆至端面壁厚 6.0mm,筒段壁厚 3.0mm,修剪掉多余纤维布,采用真空袋进行包覆后抽真空压实,直至所有的纤维被压实、无褶皱,即得到预成型体;

[0045] 3)成型模具预热及抽真空:将所述外模 2 与内模 1 进行合模装配,即:首先在内模 1 密封槽 10 内装上密封条,然后依次将压板 4 与内模 1 通过第一螺钉 11 进行紧固、将外模 2 与压板 4 通过第二螺钉 12 进行紧固、将导流板 5 与内模 1 进行紧固,最后将盖板 6 与外模 2 通过第三螺钉 13 进行紧固;然后将成型模具加热至 130℃,并进行抽真空处理;

[0046] 4)树脂预处理:将双马树脂在 20~150℃,优选 130℃下搅拌均匀后抽真空;

[0047] 5)注胶及固化:将预处理后的双马树脂在 0.1~0.8MPa,优选 0.5MPa 压力下从两个注胶口中同时注入模腔中进行成型,注胶完毕后,将树脂按照如下固化制度进行固化:100~150℃,优选 150℃,保温 1~4h,优选 4h;然后升温至 180~200℃,优选 180℃,保温 1~4h,优选 2h;最后升温至 210~250℃,优选 220℃,保温 2~10h,优选 6h,橡胶内芯模随着温度升高而膨胀,对预成型体进行均匀加压,从而使树脂充分浸润预成型体;

[0048] 6)脱模及修剪:对复合材料连接裙产品进行飞边修剪,得到复合材料连接裙成品。

[0049] 经检测,上述成型的复合材料连接裙的性能指标如下表 2:

[0050] 表 2

[0051]

序号	项目	单位	结果
1	轴压	kN	620.7
2	纤维体积含量	%	65.0

[0052] 由表 2 数据可知,制得的复合材料连接裙力学性能好,纤维体积含量大。

[0053] 实施例 2

[0054] 本实施例制备的发动机壳体用复合材料连接裙的尺寸及性能参数如下表 3：

[0055] 表 3

[0056]

序号	项目	单位	指标
1	法兰内径	mm	ϕ 1200
2	端面壁厚	mm	12.0
3	裙高度	mm	250.0
4	筒段壁厚	mm	8.0
5	轴压	kN	\geq 1000.0
6	纤维体积含量	%	\geq 60

[0057] 该复合材料连接裙的成型方法包括以下步骤：

[0058] 1) 制作成型模具：制作外模，内模，及橡胶内芯模，所述橡胶内芯模的外形与复合材料连接裙的内形配合，所述外模的内形与复合材料连接裙的外形配合，所述内模的外形与所述橡胶内芯模的内形配合；然后在所述内模外壁上均匀涂抹一层脱模剂，将所述橡胶内芯模套装于所述内模外壁；

[0059] 其中，采用橡胶内芯模成型模具成型橡胶内芯模的过程如下：

[0060] a、配制橡胶胶液：采用 R10301 橡胶，按照橡胶乳液：硫化剂 = 95%：5% 的质量比例配制 5kg 橡胶胶液，搅拌均匀，在室温条件下将橡胶胶液放入真空箱，抽真空至真空度为 -20Kpa，保压 45min，至不再出现较大气孔后取出待用；

[0061] b、橡胶内芯模成型：将成型内模 14 表面清理干净后均匀涂抹硅脂，然后分别与第一外模 15 和第二外模 16 进行装配，将橡胶胶液从卸料口 18 注入橡胶内芯模成型模具中进行成型；

[0062] c、硫化及脱模：注胶完毕，将橡胶胶液在室温下自然硫化 24h，然后升温至 100℃ 保温 1.0h，最后升温至 200℃ 保温 1h；自然冷却至室温后脱模，得到橡胶内芯模；

[0063] 2) 预成型体铺层：裁剪 80 块碳纤维布，涂抹上定型剂后按照 $(0^\circ)_4 / (\pm 15^\circ, \pm 30^\circ, \pm 45^\circ, \pm 60^\circ)_{18} / 90^\circ_4$ 的顺序，从内至外逐层铺覆于橡胶内芯模上（纤维铺层 0° 方向规定为内模环向），铺覆至端面壁厚 12.0mm，筒段壁厚 8.0mm，修剪掉多余纤维布，采用真空袋进行包覆后抽真空压实，直至所有的纤维被压实、无褶皱，即得到预成型体；

[0064] 3) 成型模具抽真空：将所述外模与内模进行合模装配，即：首先在内模密封槽内装上密封条，然后依次将压板与内模通过螺钉 2 进行紧固、将外模与压板通过螺钉 1 进行紧固、将导流板与内模进行紧固，最后将盖板与外模通过螺钉 3 进行紧固；然后将成型模具进行抽真空处理；

[0065] 4) 树脂预处理：将环氧树脂在室温下搅拌均匀后抽真空；

[0066] 5) 注胶及固化：将预处理后的环氧树脂在 0.3MPa 压力下从两个注胶口中同时注入模腔中进行成型，注胶完毕后，将树脂按照如下固化制度进行固化：80℃ 保温 4h，然后升

温至 100℃保温 4h,最后升温至 120℃保温 6h,橡胶内芯模随着温度升高而膨胀,对预成型体进行均匀加压,从而使树脂充分浸润预成型体;

[0067] 6)脱模及修剪:对复合材料连接裙产品进行飞边修剪,得到复合材料连接裙成品。

[0068] 经检测,上述成型的复合材料连接裙的性能指标如下表 4:

[0069] 表 4

[0070]

序号	项目	单位	结果
1	轴压	kN	1427.0
2	纤维体积含量	%	72.1

[0071] 由表 4 数据可知,制得的复合材料连接裙力学性能好,纤维体积含量大。

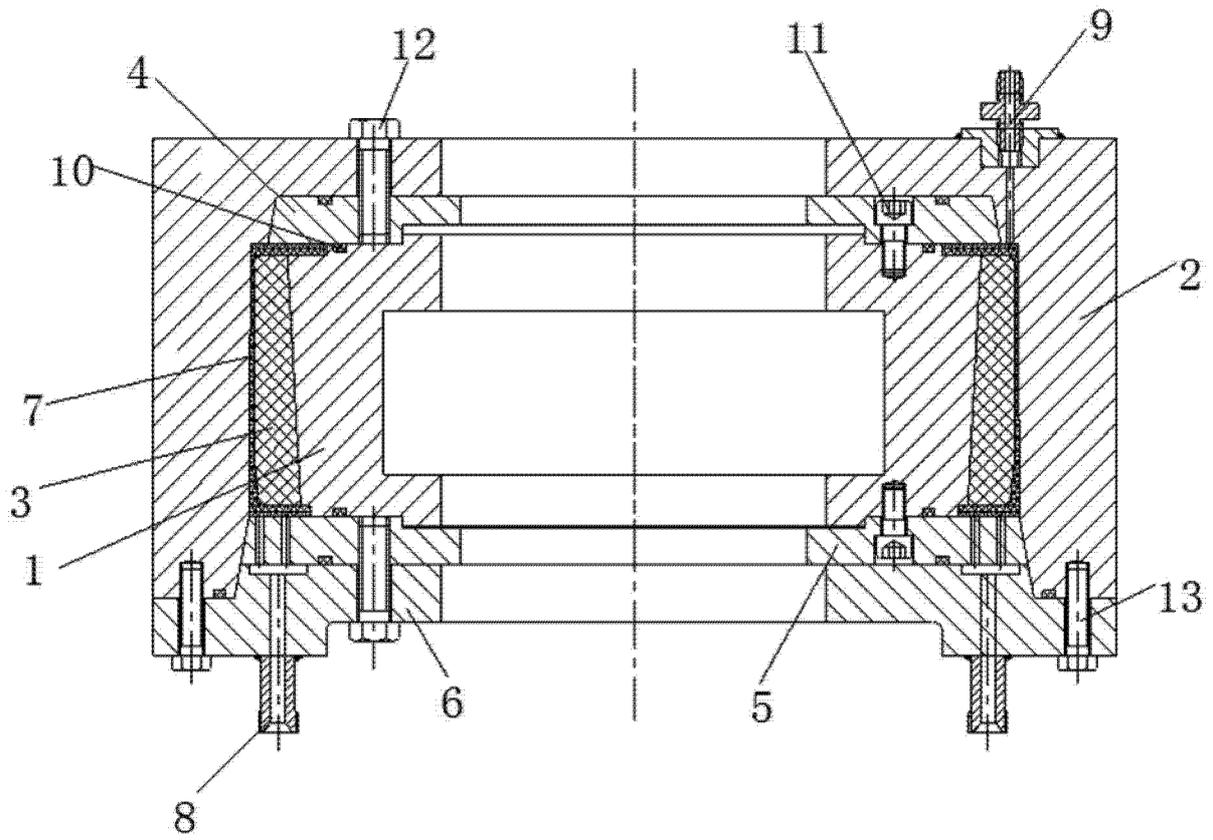


图 1

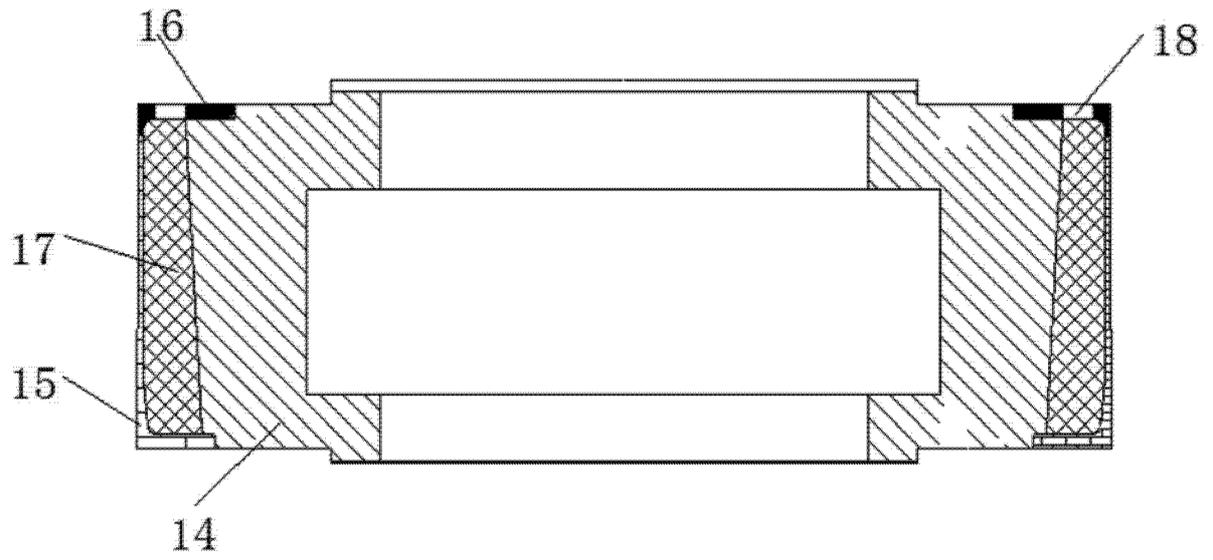


图 2