



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116571371 B

(45) 授权公告日 2023. 09. 08

(21) 申请号 202310821543.9

(22) 申请日 2023.07.06

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 116571371 A

(43) 申请公布日 2023.08.11

(73) 专利权人 中国空气动力研究与发展中心高速空气动力研究所

地址 621900 四川省绵阳市二环路南段6号14分箱

(72) 发明人 李方吉 赵清 达兴亚 宁荣辉
姜釜源 孟逸飞 邵帅 畅利侠
王志宾 刘靖

(74) 专利代理机构 北京中济纬天专利代理有限公司 11429

专利代理师 王丹

(51) Int. Cl.

B05B 7/04 (2006.01)

B05B 17/06 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 111911465 A, 2020.11.10

CN 102410264 A, 2012.04.11

CA 2826478 A1, 2014.03.17

CN 102606544 A, 2012.07.25

CN 102954047 A, 2013.03.06

CN 103423214 A, 2013.12.04

CN 104245147 A, 2014.12.24

CN 110608205 A, 2019.12.24

CN 111997780 A, 2020.11.27

CN 112654558 A, 2021.04.13

CN 113756957 A, 2021.12.07

CN 113958540 A, 2022.01.21

CN 116067610 A, 2023.05.05

CN 201500605 U, 2010.06.09

CN 203348042 U, 2013.12.18

CN 205117398 U, 2016.03.30

CN 209180943 U, 2019.07.30

CN 210033982 U, 2020.02.07

CN 211576516 U, 2020.09.25

DE 4425927 A1, 1996.01.25

GB 201819581 D0, 2019.01.16

IL 43402 A0, 1974.03.14

JP 2013053528 A, 2013.03.21 (续)

审查员 张峰

权利要求书1页 说明书4页 附图3页

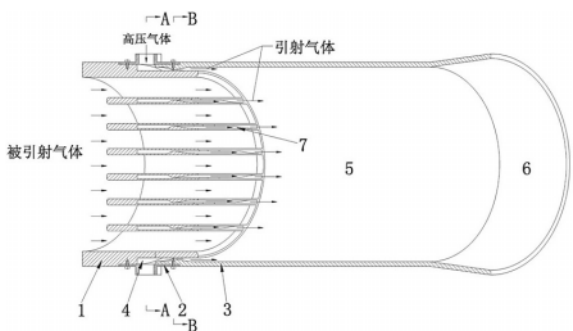
(54) 发明名称

一种分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置

(57) 摘要

本发明属于机械设计和流动控制技术领域，公开了一种分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置。该引射器装置包括由外至内布置的引射器壳体、集气室、环缝引射体和二元喷管引射体四个部分，二元喷管引射体包含若干个二元喷管单元体。环缝引射体位于引射器壳体内侧；二元喷管单元体位于环缝引射体内侧。环缝引射体前端和二元喷管单元体前端两侧均与集气室连通；环缝引射体的后段均设置有喷管，二元喷管单元体的后段设置有二元喷管，喷管和二元喷管单元体之间的

气流通道为被引射气体通道。该引射器装置增加了引射气体和被引射气体的掺混区域，提升了引射气体和被引射气体的掺混度，提高了引射效率。



CN 116571371 B

[转续页]

[接上页]

(56) 对比文件

JP 2017115629 A, 2017.06.29

JP W02022024646 A1, 2022.02.03

US 2014127010 A1, 2014.05.08

US 2018193680 A1, 2018.07.12

US 3933179 A, 1976.01.20

W0 2013029476 A1, 2013.03.07

睦晓蔚;王力军. 引射对航空发动机MILD燃烧稳定性的影响. 滨州学院学报. 2020, (第02期), 6-10.

1. 一种分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置,其特征在于,所述的引射器装置包括由外至内布置的引射器壳体、集气室(4)、环缝引射体和二元喷管引射体四个部分;环缝引射体位于引射器壳体内侧;二元喷管引射体包含若干个二元喷管单元体(7),二元喷管单元体(7)位于环缝引射体内侧;

引射器壳体由引射器二元喷管段(1)前段、引射气体入口段(2)和引射器后段(3)组成;集气室(4)由引射器二元喷管段(1)、引射气体入口段(2)和引射器后段(3)之间连通的腔体构成;环缝引射体腔体由引射器二元喷管段(1)后段外壳表面与引射器后段(3)的前端内表面组成;二元喷管引射体由若干个二元喷管单元体(7)组成;

环缝引射体为轴对称结构,截面为圆环形状,环缝引射体前端与集气室(4)连通,环缝引射体后段的引射器二元喷管段(1)后段壳体外表面与引射器后段(3)前端内表面设置有喷管;

二元喷管单元体(7)为扁平的箱体,二元喷管单元体(7)前段两侧与集气室(4)连通,后段设置有二元喷管;二元喷管单元体(7)之间的通道为被引射气体通道;

引射气体入口段(2)开有高压气体入口,集气室(4)与高压气体入口连通;

引射器后段(3)依次包括掺混段(5)和扩张段(6),掺混段(5)为引射气体和被引射气体的掺混区域,扩张段(6)具有减速增压作用;

被引射气体经被引射气体通道流入掺混段(5);同时,高压气体从高压气体入口进入集气室(4)后,分别经环缝引射体和二元喷管引射体喷出形成引射气体;环缝引射体喷射出的引射气体在掺混段(5)的掺混区域内形成圆环状的交换区域,二元喷管引射体喷出的引射气体在掺混段(5)的掺混区域内形成上下对称的若干个平板形的交换区域;被引射气体和引射气体在掺混段(5)内掺混后,流入扩张段(6)。

2. 根据权利要求1所述的分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置,其特征在于,所述的高压气体压力足以使喷管产生超声速流动,高压气体压力大小由喷管型面及掺混段(5)的压力确定,高压气体的压力范围为0.6MPa~0.8MPa。

3. 根据权利要求1所述的分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置,其特征在于,所述的喷管为全喷管、半喷管中的一种或者两种组合;全喷管截面形状相对于环缝腔体中线对称,内外两侧型面先收缩后再扩张,中间形成喉道;半喷管外侧的截面形状与全喷管外侧的截面形状相同,内侧为光滑壁面;喷管马赫数由扩张出口尺寸与喉道尺寸比值确定,比值越大,喷管马赫数越大。

4. 根据权利要求1所述的分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置,其特征在于,所述的引射器二元喷管段(1)和引射气体入口段(2)之间以及引射气体入口段(2)和引射器后段(3)之间通过密封胶或密封垫进行密封。

5. 根据权利要求1所述的分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置,其特征在于,所述的二元喷管单元体(7)的尺寸、数量和间距根据引射器内腔尺寸以及被引射气体流量,通过计算机仿真模拟确定。

6. 根据权利要求1所述的分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置,其特征在于,所述的二元喷管单元体(7)之间设置中空加强筋,中空加强筋用于增加二元喷管引射体的结构强度,同时,中空加强筋内的气流通道的作为高压气体的流动通道,提高了引射气体流通效率并增大了集气室(4)的容量。

一种分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置

技术领域

[0001] 本发明属于机械设计和流动控制技术领域,具体涉及一种分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置。

背景技术

[0002] 流体是气体和液体的统称,大多数流体如石油、天然气、水和空气,是人们生活、生产和科学研究不可或缺的物质。

[0003] 在一般生活中,人们对流体的流动速度要求并不高,如自来水、燃油、暖气和天然气等,只需要一定的流动速度和流量就可以满足要求了。但在生产和科研活动中,人们常常需要通过高能流体对低能流体进行引射。在发电厂中,燃料燃烧设备、蒸汽锅炉给水系统和汽轮机调节系统等均需要设计安装不同类型的引射器装置对低能流体进行引射;在天然气田的中后期开采过程中,由于气田压力较低,需要加装引射器装置对气压相对较低的天然气进行引射,以提高天然气产量;在暂冲式高速风洞中,需要在风洞管道的下游设计相应的引射器装置,对上游气流进行引射,使试验段气流较容易地达到相应设计要求;在气动激光器和化学激光器压力恢复系统中也都需要设计安装高效的引射器装置。

[0004] 传统的环缝引射器装置采用单一环缝的结构形式,是应用时间最早、加工制造最简单的引射器装置,传统的环缝引射器装置存在以下缺点:一是引射流体和被引射流体只有一个掺混面,能量和物质交换区域较小,引射效率较低;二是引射流体和被引射流体掺混速度慢,所需掺混段较长,且混合流体均匀性较差;三是引射器装置外形尺寸较大,安装空间要求高。由于传统的环缝引射器装置从环缝喷射出的高速流体,对掺混段壁面起到强力的冲刷作用,掺混段壁面基本不存在流体附面层,掺混流体的流通面积得到了有效保证。

[0005] 影响引射器装置的引射效率的主要因素是引射气体和被引射气体的掺混度,掺混度越高,引射效率越高。随着科技的不断进步,分布式设计思想在各个领域得到了广泛应用。分布式二元喷管引射器装置是一种高效引射器装置,采用分布式设计思想,通过设置一定数量的二元喷管单元体,增加了引射气体和被引射气体的掺混面,提高了引射效率。但是,分布式二元喷管引射器装置仍然存在以下不足:一是对于轴对称引射器装置来讲,二元喷管单元体宽度不一,相邻二元喷管单元体之间,靠近短二元喷管单元体一侧的掺混段壁面附近区域引射效果不佳;二是分布式二元喷管引射器掺混段壁面存在一定厚度的附面层,且随着流动的发展,附面层会逐渐有所增厚,掺混段的流通面积会逐渐有所减小,影响引射器的引射效率。

[0006] 为了进一步提高引射器装置的引射效率,需要创新技术手段,充分发挥分布式二元喷管引射器装置和传统的环缝引射器装置的优势,将两种引射方式进行融合式设计,进一步提高引射器装置的引射效率。当前,亟需发展一种分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置。

发明内容

[0007] 本发明所要解决的技术问题是提供一种分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置,用于提升引射气体和被引射气体的掺混度,提高引射效率。

[0008] 本发明的分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置,其特点是,所述的引射器装置包括由外至内布置的引射器壳体、集气室、环缝引射体和二元喷管引射体四个部分;环缝引射体位于引射器壳体内侧;二元喷管引射体包含若干个二元喷管单元体,二元喷管单元体位于环缝引射体内侧;

[0009] 引射器壳体由引射器二元喷管段前段、引射气体入口段和引射器后段组成;集气室由引射器二元喷管段、引射气体入口段和引射器后段之间连通的腔体构成;环缝引射体腔体由引射器二元喷管段后段外壳表面与引射器后段的前端内表面组成;二元喷管引射体由若干个二元喷管单元体组成;

[0010] 环缝引射体为轴对称结构,截面为圆环形状,环缝引射体前端与集气室连通,环缝引射体后段的引射器二元喷管段后段壳体外表面与引射器后段前端内表面设置有喷管;

[0011] 二元喷管单元体为扁平的箱体,二元喷管单元体前段两侧与集气室连通,后段设置有二元喷管;二元喷管单元体之间的通道为被引射气体通道;

[0012] 引射气体入口段开有高压气体入口,集气室与高压气体入口连通;

[0013] 引射器后段由提供掺混区域的掺混段和具有减速增压作用的扩张段两部分组成;

[0014] 引射器后段依次包括掺混段和扩张段,掺混段为引射气体和被引射气体的掺混区域,扩张段具有减速增压作用;

[0015] 被引射气体经被引射气体通道流入掺混段;同时,高压气体从高压气体入口进入集气室后,分别经环缝引射体和二元喷管引射体喷出形成引射气体;环缝引射体喷射出的引射气体在掺混段的掺混区域内形成圆环状的交换区域,二元喷管引射体喷出的引射气体在掺混段的掺混区域内形成上下对称的若干个平板形的交换区域;被引射气体和引射气体在掺混段内掺混后,流入扩张段。

[0016] 进一步地,所述的高压气体压力足以使喷管产生超声速流动,高压气体压力大小由喷管型面及掺混段的压力确定。

[0017] 进一步地,所述的喷管为全喷管、半喷管中的一种或者两种组合;全喷管截面形状相对于环缝腔体中线对称,内外两侧型面先收缩后再扩张,中间形成喉道;半喷管外侧的截面形状与全喷管外侧的截面形状相同,内侧为光滑壁面;喷管马赫数由扩张出口尺寸与喉道尺寸比值确定,比值越大,喷管马赫数越大。

[0018] 进一步地,所述的引射器二元喷管段和引射气体入口段之间以及引射气体入口段和引射器后段之间通过密封胶或密封垫进行密封。

[0019] 进一步地,所述的二元喷管单元体的尺寸、数量和间距根据引射器内腔尺寸以及被引射气体流量,通过计算机仿真模拟确定。

[0020] 进一步地,所述的二元喷管单元体之间设置中空加强筋,中空加强筋用于增加二元喷管引射体的结构强度,同时,中空加强筋内的气流通道作为高压气体的流动通道,提高了引射气体流通效率并增大了集气室的容量。

[0021] 本发明的分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置采用分布式二元喷管引射与传统的环缝引射相结合的设计方法,充分发挥了两种不同结构形式引射器装置的优

势;若干个二元喷管单元体产生的若干个平板形的薄层高能气体(或称高速气体、引射气体),与周向引射体产生的圆筒形的薄层高能气体,共同形成了近似闭环的能量和物质(质量)交换区域,较好地实现了对低能气体(或称低速气体、被引射气体)的引射。

[0022] 本发明的分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置的周向引射体的环形缝隙构成了传统的环缝引射器,环形缝隙内喷出的圆筒形喷射气体对掺混段壁面起到强力的冲刷作用,减少了掺混段壁面附面层的生成和发展,充分保证了掺混段的流通效率,对引射效率的提高发挥了积极作用。

[0023] 本发明的分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置充分利用引射器二元喷管段、引射气体入口段和引射器后段的连接结构,在引射器二元喷管段和引射器后段之间形成了一个“天然”的环形缝隙,降低了传统的环缝引射器装置对引射器装置外形尺寸的影响。

[0024] 本发明的分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置的二元喷管引射体气流通道与周向引射体的环形管道共同构成“天然”的、大容量的集气室,能够为二元喷管单元体提供足够的高能气体;二元喷管引射体气流通道还有利于集气室和二元喷管单元体气体压力快速达到平衡。

[0025] 本发明的分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置适用于包括气体和液体在内的流体引射控制。

[0026] 简而言之,本发明的分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置,充分发挥了分布式二元喷管引射和传统的环缝引射的优势,增加了引射气体与被引射气体的掺混度,抑制了掺混段壁面附面层发展对流通面积的影响,有效提高了引射器装置的引射效率。

附图说明

[0027] 图1为本发明的分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置的结构示意图;

[0028] 图2为本发明的分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置的A剖面示意图;

[0029] 图3为本发明的分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置的B剖面示意图。

[0030] 图中,1.引射器二元喷管段;2.引射气体入口段;3.引射器后段;4.集气室;5.掺混段;6.扩张段;7.二元喷管单元体。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0032] 实施例1:

[0033] 如图1~图3所示,本实施例的分布式二元喷管与传统环缝相结合的引射器装置包括由外至内布置的引射器壳体、集气室4、环缝引射体和二元喷管引射体四个部分;环缝引射体位于引射器壳体内侧;二元喷管引射体包含若干个二元喷管单元体7,二元喷管单元体7位于环缝引射体内侧;

[0034] 引射器壳体由引射器二元喷管段1前段、引射气体入口段2和引射器后段3组成;集气室4由引射器二元喷管段1、引射气体入口段2和引射器后段3之间连通的腔体构成;环缝引射体腔体由引射器二元喷管段1后段外壳表面与引射器后段3的前端内表面组成;二元喷管引射体由若干个二元喷管单元体7组成;

[0035] 环缝引射体为轴对称结构,截面为圆环形状,环缝引射体前端与集气室4连通,环缝引射体后段的引射器二元喷管段1后段壳体外表面与引射器后段3前端内表面设置有喷管;

[0036] 二元喷管单元体7为扁平的箱体,二元喷管单元体7前段两侧与集气室4连通,后段设置有二元喷管;二元喷管单元体7之间的通道为被引射气体通道;

[0037] 引射气体入口段2开有高压气体入口,集气室4与高压气体入口连通;

[0038] 引射器后段3依次包括掺混段5和扩张段6,掺混段5为引射气体和被引射气体的掺混区域,扩张段6具有减速增压作用;

[0039] 被引射气体经被引射气体通道流入掺混段5;同时,高压气体从高压气体入口进入集气室4后,分别经环缝引射体和二元喷管引射体喷出形成引射气体;环缝引射体喷射出的引射气体在掺混段5的掺混区域内形成圆环状的交换区域,二元喷管引射体喷出的引射气体在掺混段5的掺混区域内形成上下对称的若干个平板形的交换区域;被引射气体和引射气体在掺混段5内掺混后,流入扩张段6。

[0040] 进一步地,所述的高压气体压力足以使喷管产生超声速流动,高压气体压力大小由喷管型面及掺混段5的压力确定。

[0041] 进一步地,所述的喷管为全喷管、半喷管中的一种或者两种组合;全喷管截面形状相对于环缝腔体中线对称,内外两侧型面先收缩后再扩张,中间形成喉道;半喷管外侧的截面形状与全喷管外侧的截面形状相同,内侧为光滑壁面;喷管马赫数由扩张出口尺寸与喉道尺寸比值确定,比值越大,喷管马赫数越大。

[0042] 进一步地,所述的引射器二元喷管段1和引射气体入口段2之间以及引射气体入口段2和引射器后段3之间通过密封胶或密封垫进行密封。

[0043] 进一步地,所述的二元喷管单元体7的尺寸、数量和间距根据引射器内腔尺寸以及被引射气体流量,通过计算机仿真模拟确定。

[0044] 进一步地,所述的二元喷管单元体7之间设置中空加强筋,中空加强筋用于增加二元喷管引射体的结构强度,同时,中空加强筋内的气流通道作为高压气体的流动通道,提高了引射气体流通效率并增大了集气室4的容量。

[0045] 本发明不局限于上述具体实施方式,所属技术领域的技术人员从上述构思出发,不经过创造性的劳动,所作出的种种变换,均落在本发明的保护范围之内。

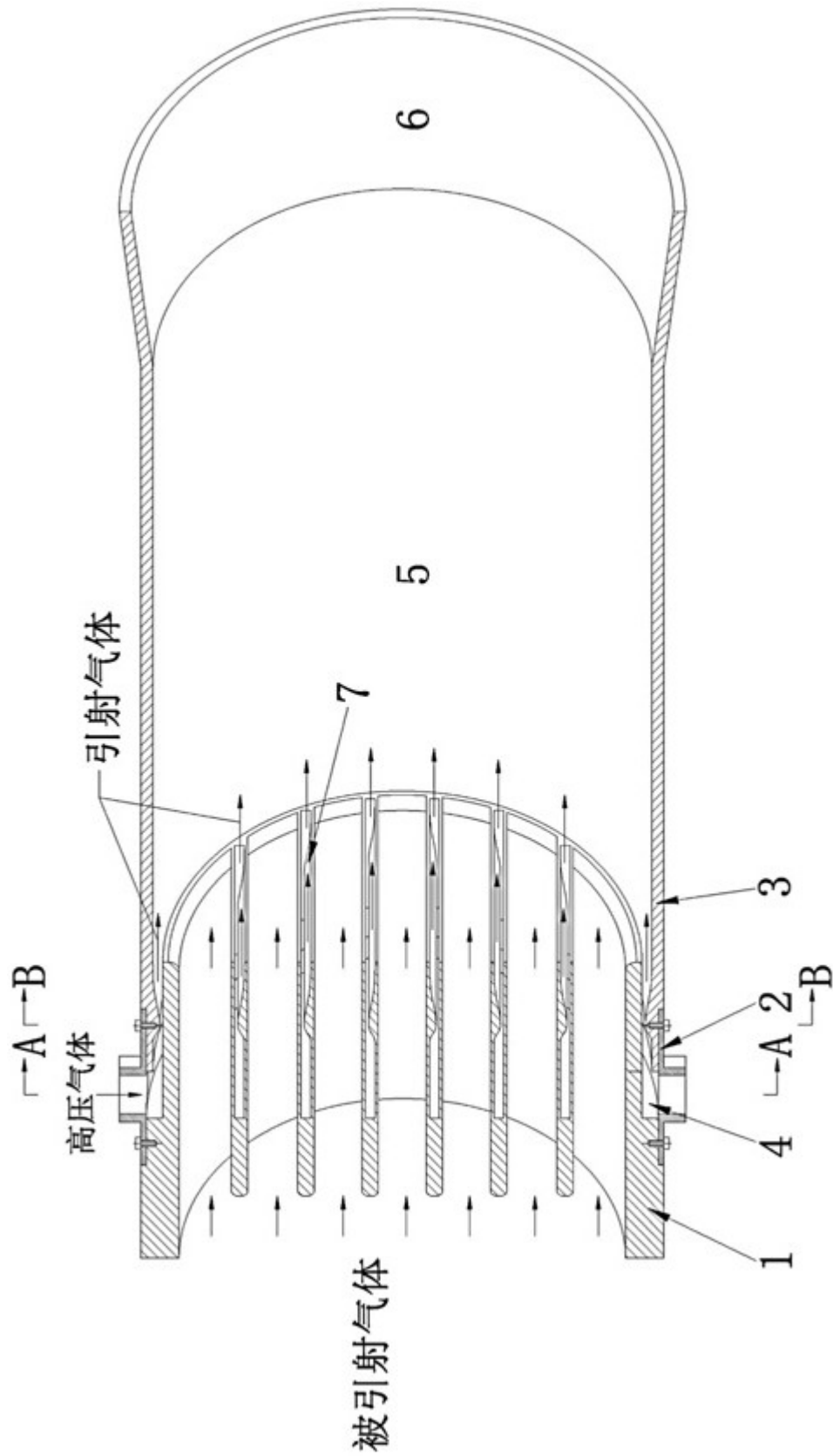


图 1

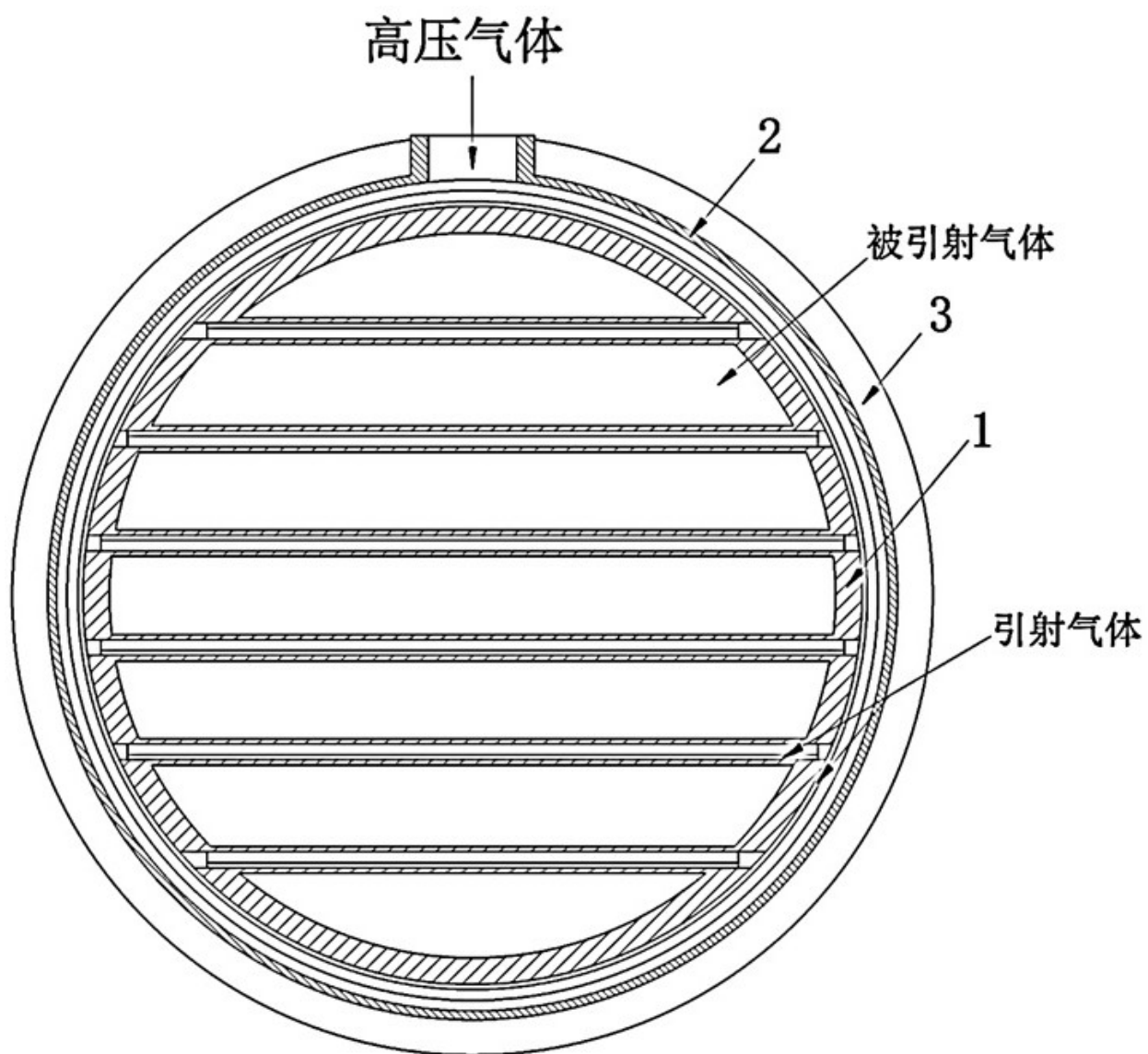


图 2

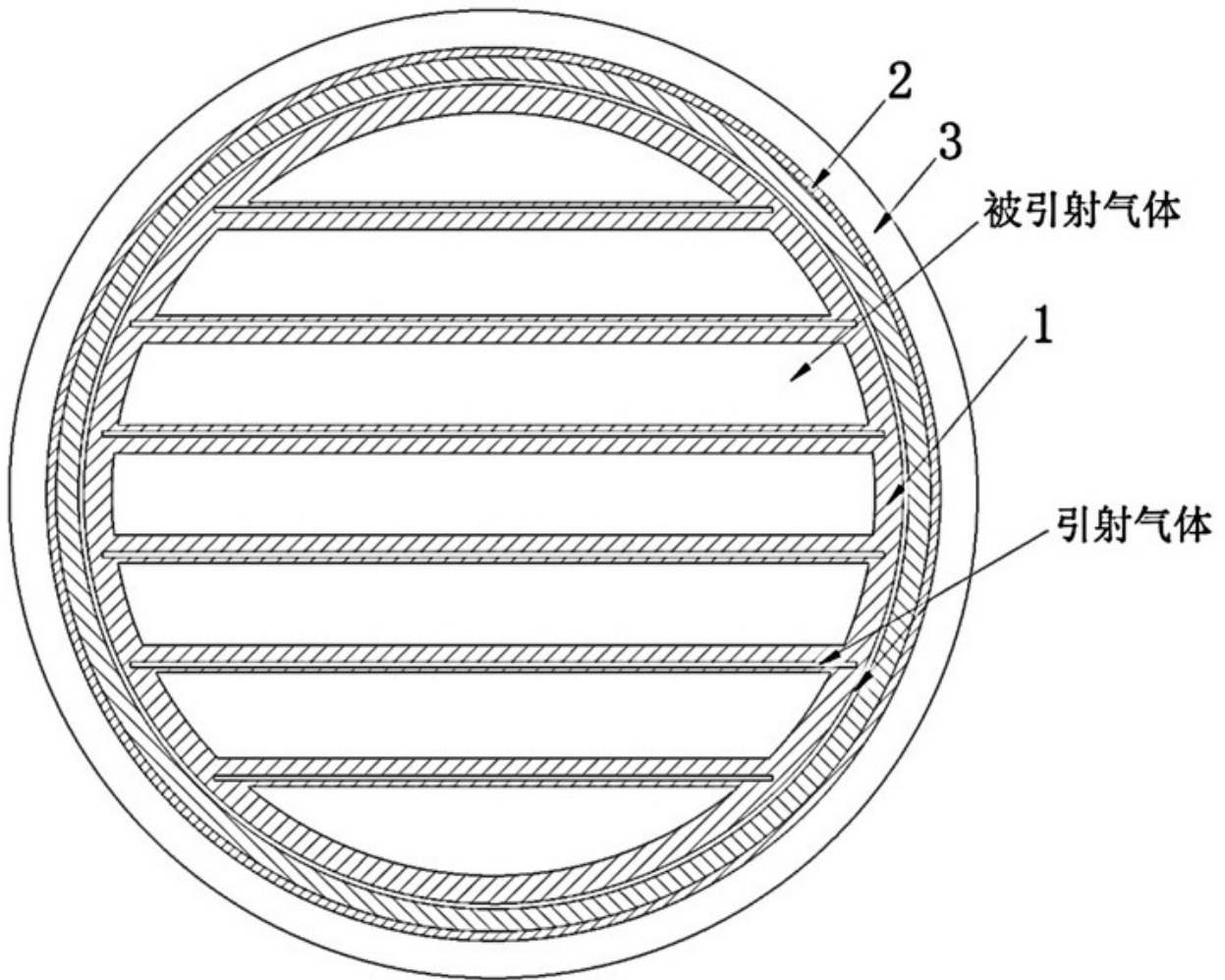


图 3