



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109873181 B

(45) 授权公告日 2020.10.27

(21) 申请号 201910155778.2

(22) 申请日 2019.03.01

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109873181 A

(43) 申请公布日 2019.06.11

(73) 专利权人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁西路28号

(72) 发明人 冯健美 韩济泉 侯天放 彭学院

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任
公司 61200

代理人 徐文权

(51) Int.Cl.

H01M 8/04089 (2016.01)

审查员 李莹

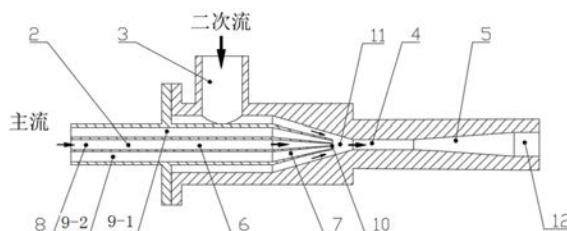
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种适用于氢燃料电池汽车系统的引射器
及其使用方法

(57) 摘要

本发明公开一种适用于氢燃料电池汽车系统的引射器及其使用方法,所述引射器包括一个特殊的主流喷嘴、二次流入口段、混合段和扩压段。所述的喷嘴具有多个流通孔道,包括中心流通孔道以及关于中心流通孔道对称的至少一对流通孔道。流通孔道的数量和分布情况根据燃料电池的功率范围确定,流通孔道具有不同大小的喉部直径。当燃料电池在不同功率下调节时,通过使用具有不同大小喉部直径的流通孔道供应主流氢气,来实现高效引射二次流氢气的目标。中心流通孔道在较小的燃料电池的功率下工作,双对称流通孔道在较大的燃料电池的功率下工作。



1. 一种适用于氢燃料电池汽车系统的引射器,其特征在于,引射器的主流喷嘴(2)上开设有中心流通孔道(8)以及关于中心流通孔道(8)对称的至少一对流通孔道,中心流通孔道(8)沿主流喷嘴(2)的轴线开设,每对流通孔道包括第一流通孔道(9-1)和第二流通孔道(9-2),中心流通孔道(8)、第一流通孔道(9-1)和第二流通孔道(9-2)的出口延伸至主流喷嘴(2)的喉部面(10),其中,第一流通孔道(9-1)的喉部直径和第二流通孔道(9-2)的喉部直径相同且大于中心流通孔道(8)的喉部直径;引射器的混合段(4)的直径与中心流通孔道(8)的喉部直径相匹配并且同时与第一流通孔道(9-1)和第二流通孔道(9-2)的喉部直径相匹配;

主流喷嘴(2)包括圆柱段(6)和渐缩段(7),中心流通孔道(8)处于圆柱段(6)的部分为圆柱形,处于渐缩段(7)的部分为圆锥形;第一流通孔道(9-1)和第二流通孔道(9-2)处于圆柱段(6)的部分为圆柱形,处于渐缩段(7)的部分为斜圆台形孔道,第一流通孔道(9-1)和第二流通孔道(9-2)的出口为圆形;

100kW氢燃料电池汽车氢循环系统的引射器中,引射器的主流氢气压力小于12barA、温度为25℃,二次流氢气压力为1.6barA、温度为65℃;引射器出口压力为1.8barA、温度为60℃;引射率大于0.3;

其中,中心流通孔道(8)的喉部直径为1.0mm,第一流通孔道(9-1)和第二流通孔道(9-2)的喉部直径为1.2mm,混合段(4)的直径为5mm。

2. 根据权利要求1所述的一种适用于氢燃料电池汽车系统的引射器,其特征在于,中心流通孔道(8)、第一流通孔道(9-1)和第二流通孔道(9-2)处于圆柱段(6)的部分直径相同。

3. 根据权利要求1所述的一种适用于氢燃料电池汽车系统的引射器,其特征在于,引射器适用的功率范围是17~100kW。

4. 权利要求1所述的适用于氢燃料电池汽车系统的引射器的使用方法,其特征在于,主流喷嘴(2)在不同的燃料电池的功率下使用不同的流通孔道供应氢气,当燃料电池工作功率小于预设功率时,高压主流氢气通过中心流通孔道(8),不通过第一流通孔道(9-1)和第二流通孔道(9-2);当燃料电池工作功率大于预设功率时,高压主流氢气通过第一流通孔道(9-1)和第二流通孔道(9-2),不通过中心流通孔道(8);

在使用时,当燃料电池工作功率小于30kW时,高压主流氢气通过中心流通孔道(8),不通过第一流通孔道(9-1)和第二流通孔道(9-2);当燃料电池工作功率大于30kW时,高压主流氢气通过第一流通孔道(9-1)和第二流通孔道(9-2),不通过中心流通孔道(8)。

一种适用于氢燃料电池汽车系统的引射器及其使用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及燃料电池汽车领域,具体涉及一种适用于氢燃料电池汽车系统的引射器及其使用方法。

背景技术

[0002] 氢燃料电池可直接将氢气的化学能转化为电能而无需燃烧,由于其高效率 and 功率密度,零排放,静音运行,非常适合于燃料电池汽车。在氢燃料电池汽车的氢气循环系统中,通常使用氢循环泵作为氢气循环的装置,但氢循环泵加工制造难度大、成本高、可靠性低且会额外耗电。因为引射器具有结构简单、可靠性高、成本低,并且安装在系统中不会额外耗电等突出优点,具有替代氢循环泵的发展趋势。

[0003] 在实际的应用中,传统引射器结构固定,引射性能主要由燃料电池的功率决定,引射器的引射性能的评价指标是引射率,引射率是二次流质量流量与主流质量流量之比。燃料电池汽车的功率经常改变,这要求氢循环装置能够在大的功率范围内工作,但是当引射器的应用工况偏离一定的功率范围时,引射器的引射率会快速降低。而传统结构的引射器适用的功率范围不能满足氢燃料电池系统功率改变的需求,这是限制引射器应用于氢燃料电池汽车系统的主要原因。

发明内容

[0004] 为解决现有技术中存在的问题,本发明的目的在于提出一种适用于氢燃料电池汽车系统的引射器及其使用方法,本发明能够拓宽适用燃料电池的引射器的功率范围,提高氢气的引射率。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用了以下技术方案:

[0006] 一种适用于氢燃料电池汽车系统的引射器,引射器的主流喷嘴上开设有中心流通孔道以及关于中心流通孔道对称的至少一对流通孔道,中心流通孔道沿主流喷嘴的轴线开设,每对流通孔道包括第一流通孔道和第二流通孔道,中心流通孔道、第一流通孔道和第二流通孔道的出口延伸至主流喷嘴的喉部面,其中,第一流通孔道的喉部直径和第二流通孔道的喉部直径相同且大于中心流通孔道的喉部直径;引射器的混合段的直径与中心流通孔道的喉部直径相匹配并且还和第一流通孔道和第二流通孔道的喉部直径相匹配。

[0007] 主流喷嘴包括圆柱段和渐缩段,中心流通孔道处于圆柱段的部分为圆柱形,处于渐缩段的部分为圆锥形;第一流通孔道和第二流通孔道处于圆柱段的部分为圆柱形,处于渐缩段的部分为斜圆台形孔道,第一流通孔道和第二流通孔道的出口为圆形。

[0008] 中心流通孔道、第一流通孔道和第二流通孔道处于圆柱段的部分直径相同。

[0009] 100kW氢燃料电池汽车氢循环系统的引射器中,引射器的主流氢气压力小于12barA、温度为25℃,二次流氢气压力为1.6barA、温度为65℃;引射器出口压力为1.8barA、温度为60℃;引射率大于0.3;

[0010] 主流喷嘴上开设中心流通孔道以及关于中心流通孔道对称的一对流通孔道;

[0011] 其中,中心流通孔道的喉部直径为1.0mm,第一流通孔道和第二流通孔道的喉部直径为1.2mm,混合段的直径为5mm。

[0012] 当燃料电池工作功率小于30kW时,高压主流氢气通过中心流通孔道,不通过第一流通孔道和第二流通孔道;当燃料电池工作功率大于30kW时,高压主流氢气通过第一流通孔道和第二流通孔道,不通过中心流通孔道。

[0013] 引射器适用的功率范围是17~100kW。

[0014] 上述引射器的使用方法,主流喷嘴在不同的燃料电池的功率下使用不同的流通孔道供应氢气,当燃料电池工作功率小于预设功率时,高压主流氢气通过中心流通孔道,不通过第一流通孔道和第二流通孔道;当燃料电池工作功率大于预设功率时,高压主流氢气通过第一流通孔道和第二流通孔道,不通过中心流通孔道。

[0015] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0016] 本发明设计的适用于氢燃料电池汽车系统的引射器通过在其主流喷嘴上开设中心流通孔道以及关于中心流通孔道对称的至少一对流通孔道,并且满足引射器的混合段的直径与中心流通孔道的喉部直径相匹配并且还第一流通孔道和第二流通孔道的喉部直径相匹配,在使用时,主流喷嘴在不同的燃料电池的功率下使用不同的流通孔道供应氢气,当燃料电池工作功率小于预设功率时,高压主流氢气通过中心流通孔道,不通过第一流通孔道和第二流通孔道;当燃料电池工作功率大于预设功率时,高压主流氢气通过第一流通孔道和第二流通孔道,不通过中心流通孔道,本发明的引射器能够拓宽引射器的适用的燃料电池的功率范围,改善了常规引射器适用功率范围窄、不能满足燃料电池汽车行驶过程中功率变化大的缺点。同时本发明设计的引射器能够代替氢泵用在氢燃料电池汽车中,具有体积、重量减小、系统简单可靠、寿命长、不需要额外耗功,具有极大的市场前景。

[0017] 由上述本发明引射器的有益效果可知,通过本发明引射器的使用方法,能够拓宽引射器的适用的燃料电池的功率范围,改善了常规引射器适用功率范围窄、不能满足燃料电池汽车行驶过程中功率变化大的缺点。

附图说明

[0018] 图1是现有结构的引射器的剖面图;

[0019] 图2是本发明一实施例的引射器的剖面图;

[0020] 图3是本发明图2所示实施例的引射器的三维示意图;

[0021] 图4是本发明图2所示实施例的引射器的主流喷嘴的三维示意图;

[0022] 图5是本发明图2所示实施例中主流喷嘴的喉部面的流通孔道分布;

[0023] 图6是本发明的另一实施例引射器中主流喷嘴的喉部面的流通孔道分布;

[0024] 图7是传统结构引射器在数值模拟时使用的尺寸;

[0025] 图8是本发明图2所示实施例的引射器在数值模拟时使用的尺寸;

[0026] 图9是本发明图8所示引射器在数值模拟时的引射性能随混合段直径的变化情况;

[0027] 图10是传统结构引射器和本发明图8所示引射器在数值模拟时的引射性能随燃料电池功率的变化情况。

[0028] 图中,1-喷嘴,2-主流喷嘴,3-二次流入口段,4-混合段,5-扩压段,6-圆柱段,7-渐缩段,8-中心流通孔道,9-1-第一流通孔道,9-2-第二流通孔道,10-喉部面,11-喷嘴出口,

12-引射器出口。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图和实施例来对本发明做进一步的说明。

[0030] 参见图1,现有的工业上应用的引射器通常是主流流体经过常规的喷嘴1供应,对二次流进行引射。当燃料电池汽车在行驶过程中,电池功率会在大范围内变化,当偏离一定范围时,引射器的引射性能会快速降低,不能实现引射二次流氢气的功能。目前,传统结构的引射器不能满足氢燃料电池汽车系统功率改变的需求,这是限制引射器在燃料电池系统中应用的主要原因。因此,本发明针对这一问题,设计了一种适用于氢燃料电池汽车系统的引射器。

[0031] 参见图2和图3,本发明所述引射器主要包括主流喷嘴2、二次流入口段3、混合段4和扩压段5,与传统结构的引射器之间的差别在于主流喷嘴2和混合段4。

[0032] 如图2和图4所示,本发明的主流喷嘴2包括圆柱段6和渐缩段7,主流喷嘴2中设有多个流通孔道,包括中心流通孔道8以及关于中心流通孔道8对称的一对流通孔道,即第一流通孔道9-1和第二流通孔道9-2。

[0033] 参见图4,主流喷嘴2的双对称流通孔道即第一流通孔道9-1和第二流通孔道9-2成对称布置。中心流通孔道8、第一流通孔道9-1和第二流通孔道9-2在圆柱段的直径对引射性能影响较小,为了方便管路连接,使用大小一致的直径。渐缩段7的形状为圆台,渐缩段7的喉部面10上流通孔道的直径是引射器最重要的尺寸。第一流通孔道9-1和第二流通孔道9-2在的渐缩段7内的形状是斜圆台形,在喉部面上式圆形。

[0034] 参见图5,在喉部面10上流通孔道的直径称为喉部直径,中心流通孔道8的喉部直径等于a,第一流通孔道9-1和第二流通孔道9-2的喉部直径等于b,a小于b,中心流通孔道8适合较低的燃料电池的功率。

[0035] 本发明的主流喷嘴2的流通孔道的数量根据燃料电池汽车的功率确定,当燃料电池汽车功率范围变宽的情况下,可以增加流通孔道的数量,可以增加一组或多组双对称流通孔道以更大范围拓宽引射器的适用功率;参见图6,增加了2个左右对称的流通孔道,可以进一步拓宽应用功率。

[0036] 本发明所述的中心流通孔道8和双对称流通孔道(即第一流通孔道9-1和第二流通孔道9-2)在不同的燃料电池功率下分别工作。以燃料电池的功率C做为界限,称为预设功率,当燃料电池工作功率小于C时,高压主流氢气通过中心流通孔道8,不通过第一流通孔道9-1和第二流通孔道9-2;当燃料电池工作功率大于C时,高压主流氢气通过双对称流通孔道9-1和9-2,不通过中心流通孔道8。预设功率C值的确定依据两种流通孔道(即中心流通孔道8和双对称流通孔道)的工作范围确定。

[0037] 本发明所述的混合段4的直径称为混合段直径 D_m ,混合段直径 D_m 对于引射器的引射性能很重要。对于传统结构的引射器,混合段直径 D_m 要与喉部直径 D_t 相配合以保证引射性能最佳。但本发明所述的引射器具有两个喉部直径,两个喉部直径分别为中心流通孔道8的喉部直径a和双对称流通孔道的喉部直径b,因此混合段直径的选取需要考虑与两个喉部直径配合,使具有不同喉部直径的中心流通孔道8和双对称流通孔道分别工作时都有较高的引射性能。

[0038] 本发明的工作过程如下：

[0039] 参见图2，当燃料电池汽车在行驶中的功率较低时（即小于预设功率时），使用中心流通孔道8供应主流氢气，双对称流通孔道不工作，类似于传统结构的引射器，主流氢气通过中心流通孔道8的渐缩段时，流动截面减小使得流动速度提高，在喷嘴出口11位置处形成高速低压区，该位置的压强小于二次流压强，因此使得二次流氢气被卷吸，实现二次流氢气的引射，两股气流在混合段混合，然后进入扩压段使速度降低而压强升高，最后从出口进入燃料电池中。

[0040] 参见图4和图2，当燃料电池汽车在行驶中的功率较高时（即大于预设功率时），使用双对称流通孔道供应主流氢气，中心流通孔道8不工作，主流氢气通过双对称流通孔道的渐缩段时，流动截面减小使得流动速度提高，从双对称流通孔道出来的两股气流在喷嘴出口11位置处汇合，形成高速低压区，使得二次流氢气被卷吸，完成二次流氢气的引射过程。

[0041] 本发明还针对100kW氢燃料电池汽车氢循环系统设计引射器。对于传统结构的引射器，以及本发明图2所示的引射器进行了数值模拟计算，已知条件如下：（1）主流氢气压强小于12barA、温度为25℃，二次流氢气压强为1.6barA、温度为65℃；出口压强1.8barA、温度为60℃；（2）引射率（二次流氢气与主流氢气之比）大于0.3；（3）设计引射器，使其适用的燃料电池功率范围尽可能宽。

[0042] 本发明使用数值模拟方法验证所述发明引射器的性能。使用fluent软件对不同几何尺寸的引射器进行数值模拟，得到性能较优的传统结构引射器和发明所述引射器的几何尺寸；然后比较两种引射器在不同燃料电池汽车功率下的引射性能。

[0043] 经过数值模拟计算，最终选择图7所示的几何尺寸作为传统结构引射器较优的设计尺寸。其主要几何尺寸如下：喷嘴流通孔道的喉部直径为1.8mm，渐缩段的长度为30mm，主流喷嘴的喉部面与混合段之间的距离是18mm，混合段的直径为9mm，混合段的长度为54mm，扩压段的长度为90mm，引射器出口的直径为22mm，二次流入口段的直径为20mm。

[0044] 经过数值模拟计算，最终选择图8所示的几何尺寸作为本发明引射器较优的设计尺寸。其主要几何尺寸如下：中心流通孔道的喉部直径为1.0mm，第一流通孔道和第二流通孔道的喉部直径为1.2mm，流通孔道在圆柱段的直径为5mm，渐缩段的长度为30mm，主流喷嘴的喉部面与混合段之间的距离是10mm，混合段的直径为5mm，混合段的长度为30mm，扩压段的长度为50mm，引射器出口的直径为12mm，二次流入口段的直径为20mm。

[0045] 在本发明引射器的所有尺寸中，关键尺寸是喉部面的直径 D_t 和混合段的直径 D_m ，混合段直径 D_m 的选择应该保证使中心流通孔道8（ $D_t=1.0\text{mm}$ ）和第一流通孔道9-1和第二流通孔道9-2（ $D_t=1.2\text{mm}$ ）分别工作时都有较高的引射性能。图9是数值模拟得到的40kW时两个 D_t 在不同 D_m 下的引射率的变化情况，可以看到 D_m 等于5mm时可以使两个 D_t （即中心流通孔道8喉部直径为1.0mm，第一流通孔道9-1和第二流通孔道9-2喉部直径为1.2mm）分别工作时都有较高的引射性能。经过数值模拟计算得到引射器的引射率 ER 随燃料电池的功率变化，如图10所示， T_1 表示传统结构的引射器喷嘴流通孔道的工作范围， N_3 表示本发明所述引射器的中心流动孔道8（ $D_t=1.0\text{mm}$ ）的工作范围， N_2 表示本发明所述引射器的双对称流通孔道（ $D_t=1.2\text{mm}$ ）的工作范围。本发明依据 N_2 和 N_3 所示两种流通孔道的工作范围确定功率 C 值为30kW，即以燃料电池的功率30kW做为界限，当燃料电池工作功率小于30kW时，高压主流氢气

通过中心流通孔道8,不通过双对称流通孔道;当燃料电池工作功率大于30kW时,高压主流氢气通过双对称流通孔道,不通过中心流通孔道8。

[0046] 结果表明传统结构的引射器的功率范围是55-100kW;本发明所述的引射器可以适用的功率范围是17-100kW,拓宽了引射器的适用功率范围。

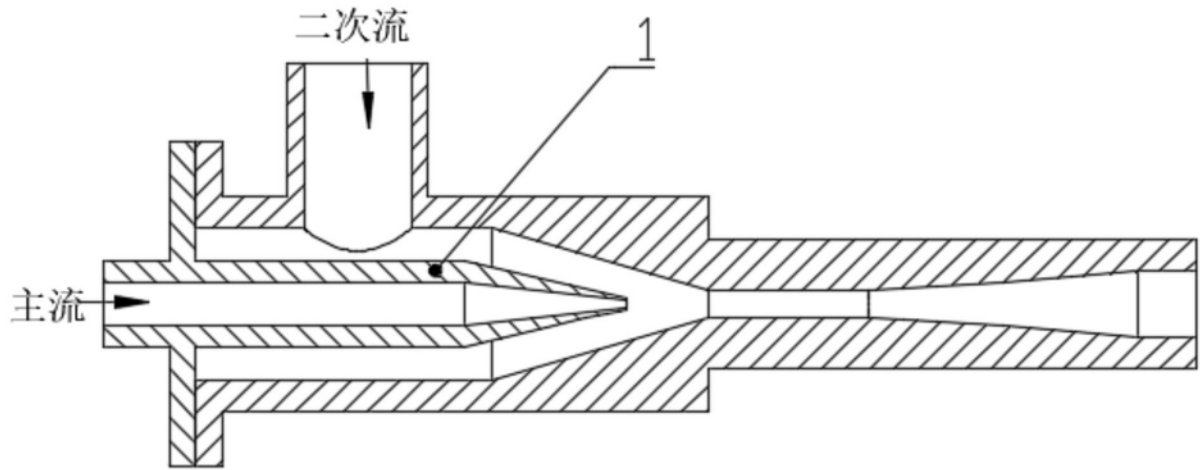


图1

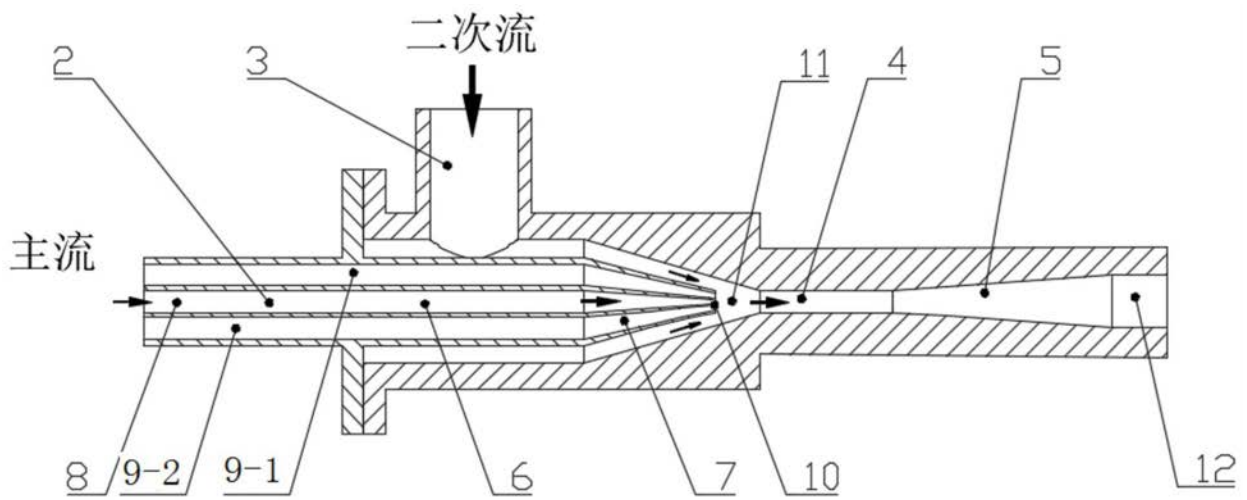


图2

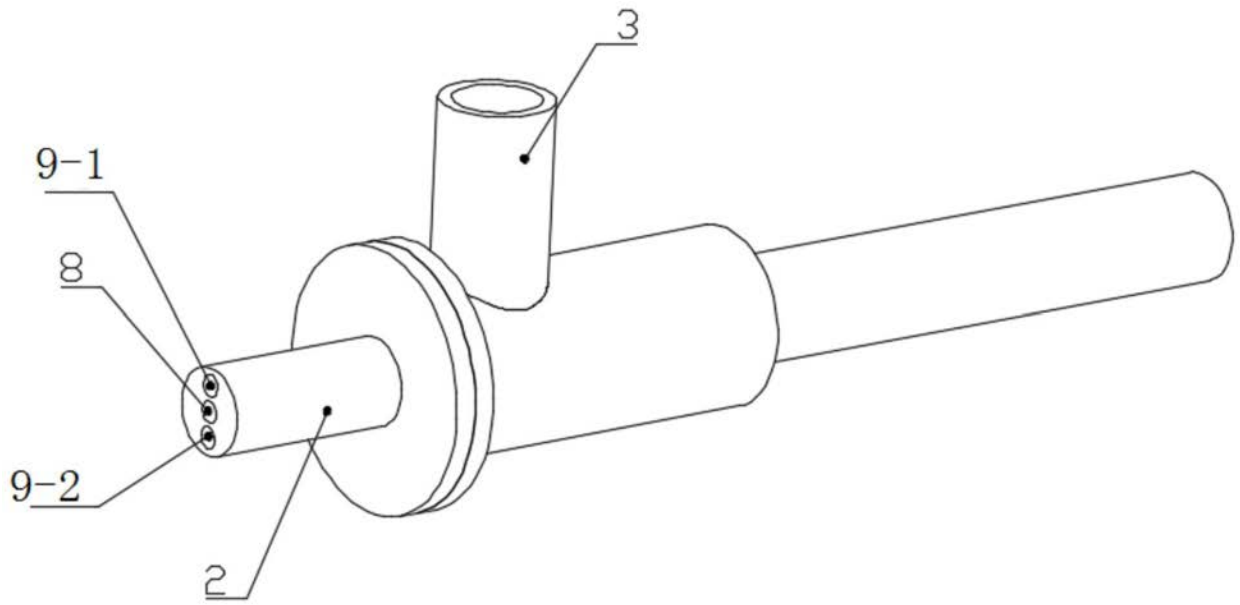


图3

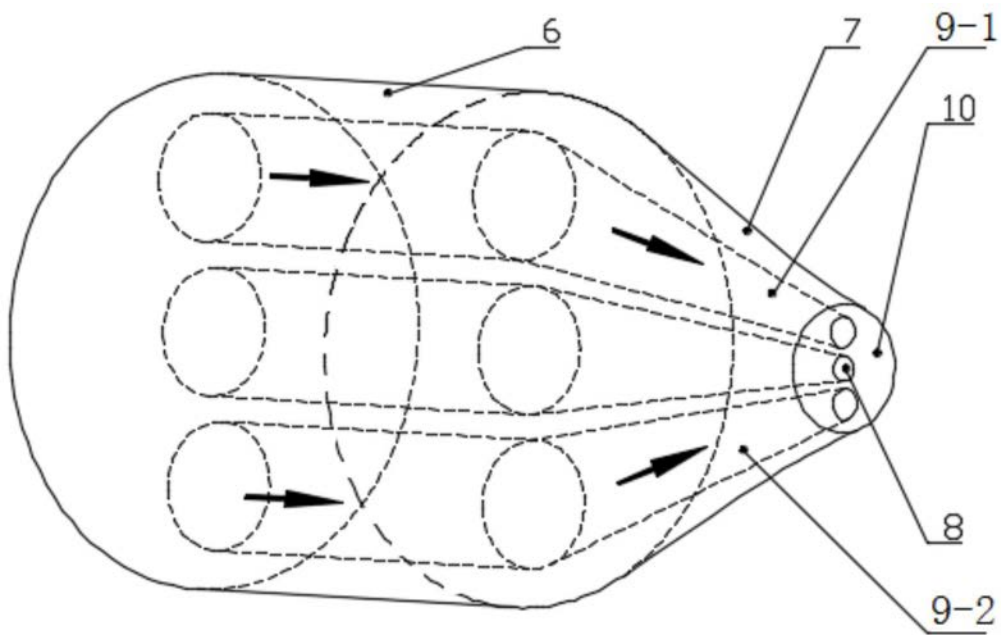


图4

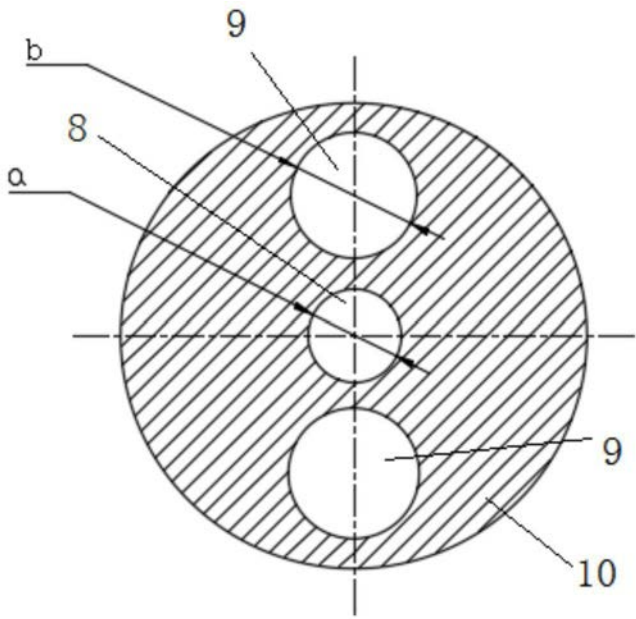


图5

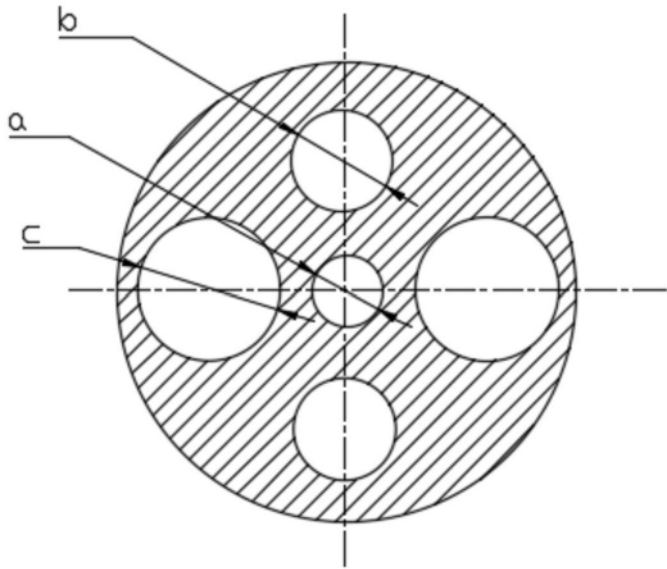


图6

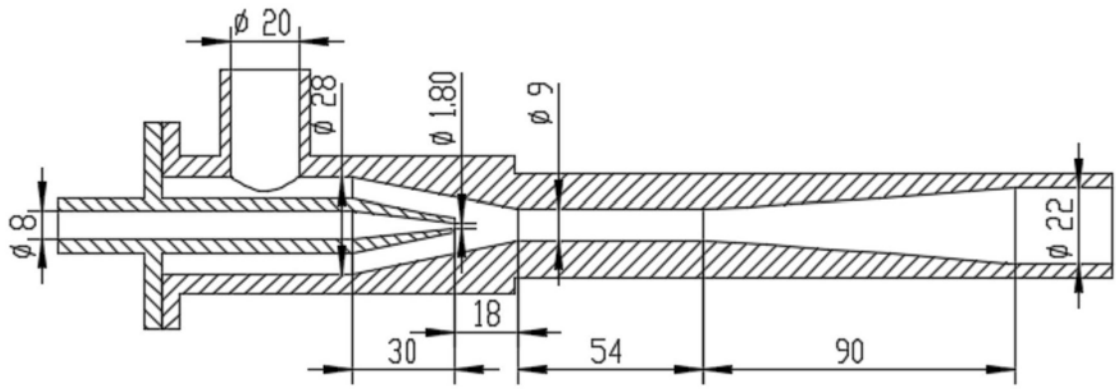


图7

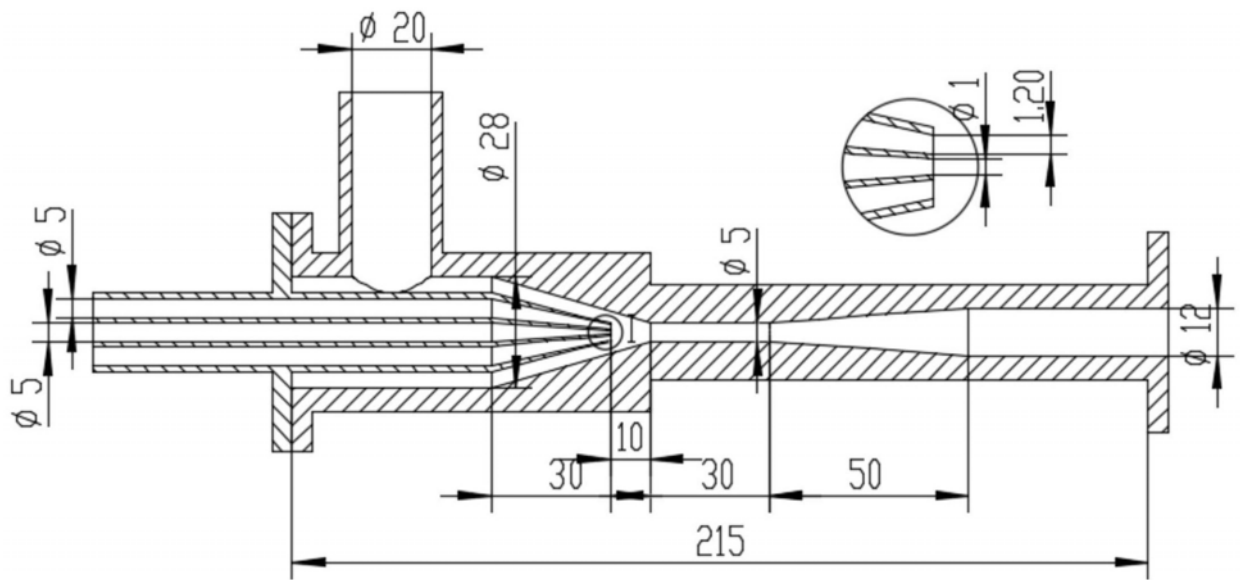


图8

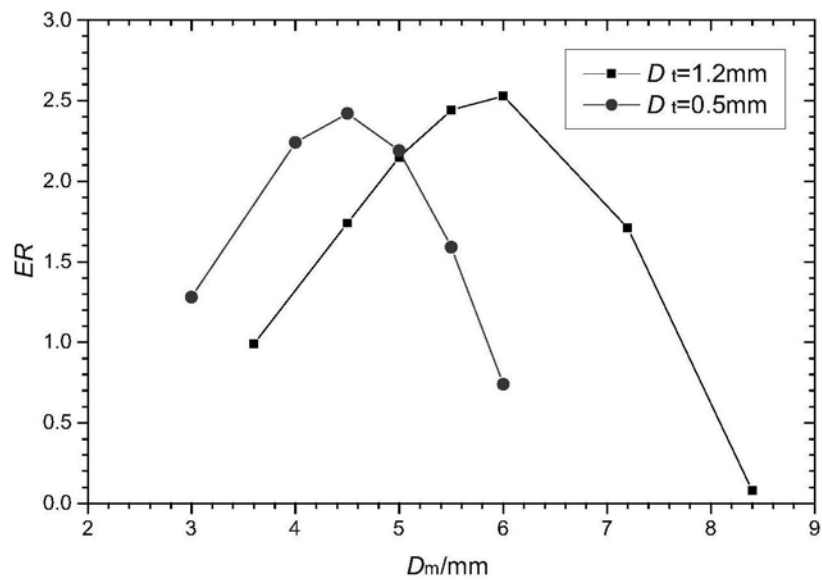


图9

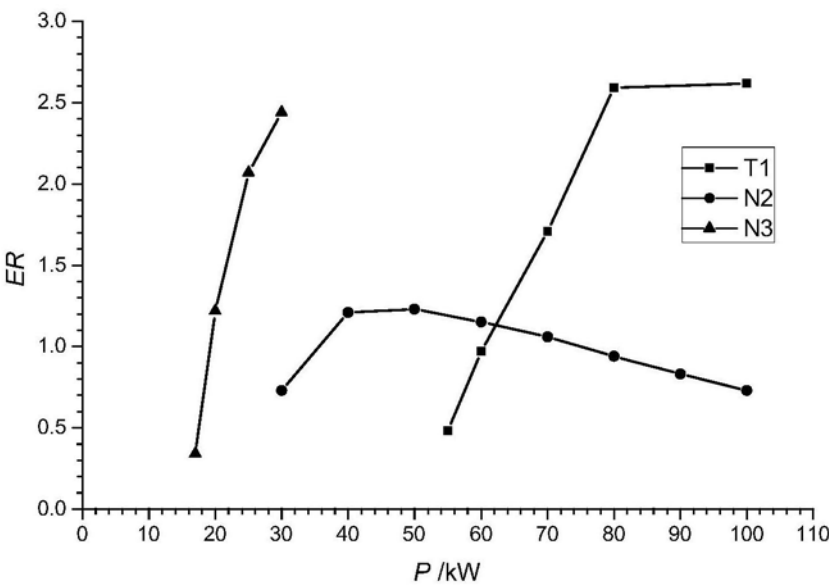


图10