

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2014 年 11 月 20 日 (20.11.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/183473 A1

(51) 国际专利分类号:
B05B 7/04 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2014/000493

(22) 国际申请日: 2014 年 5 月 13 日 (13.05.2014)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201310179043.6 2013 年 5 月 15 日 (15.05.2013) CN

(71) 申请人: 清华大学 (TSINGHUA UNIVERSITY)
[CN/CN]; 中国北京市海淀区北京市 100084 信箱 82
分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。

(72) 发明人: 祝银海 (ZHU, Yin Hai); 中国北京市海淀区
北京市 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室,
Beijing 100084 (CN)。 姜培学 (JIANG, Peixue); 中
国北京市海淀区北京市 100084 信箱 82 分箱清华大
学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。

(74) 代理人: 北京纪凯知识产权代理有限公司
(JEEKAI & PARTNERS); 中国北京市西城区宣武门
西大街甲 129 号金隅大厦 602 室, Beijing 100031
(CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保
护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,
JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保
护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA,
RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ,
BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH,

[见续页]

(54) Title: EJECTOR

(54) 发明名称: 一种喷射器

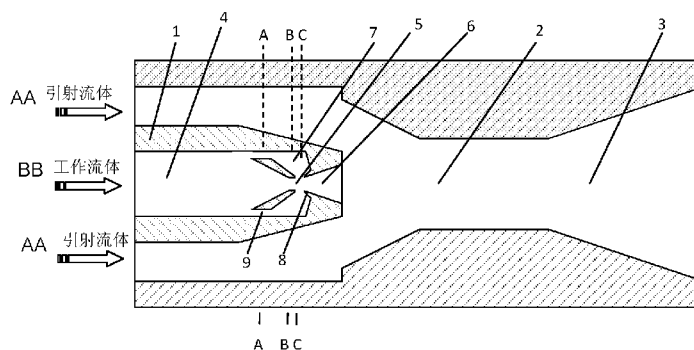


图 1 / Fig. 1

AA DRIVING FLUID
BB WORKING FLUID

(57) Abstract: An ejector, comprising a nozzle (1), a mixing section (2), and a diffusion section (3); the nozzle (1) comprises a nozzle front portion (4), a nozzle throat portion (5), and a nozzle back portion (6); the wall surface of the nozzle (1) is provided with an annular cavity (7) thereon; the fluid inlet end of the annular cavity (7) communicates with the nozzle front portion (4); an end surface between the annular cavity (7) and the nozzle front portion (4) is provided with a plurality of through holes (9); the fluid outlet end of the annular cavity (9) communicates with the nozzle throat portion (5) or the nozzle back portion (6); the annular cavity (9) serves as a bypass, such that most of the working fluid directly flows into the mixing section (2) of the ejector through the nozzle throat portion (5); another portion of the working fluid flows along the nozzle front portion (4), through the annular cavity (9), and out of the nozzle throat portion (5) or the nozzle back portion (6), converges with the first portion of the working fluid, and then flows into the mixing section (2) of the ejector. Because the arrangement of the annular cavity (9) does not change the pressure of the working fluid entering the nozzle, the Mach number reached by the working fluid flowing through the nozzle will not be changed according to the nozzle working principle, such that the flow quantity of the suctioned driving fluid is basically unchanged, thus improving ejector performance.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2014/183473 A1



CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种喷射器，该喷射器包括喷嘴（1）、混合段（2）和扩压段（3）；喷嘴（1）包括喷嘴前部（4）、喷嘴喉部（5）和喷嘴后部（6）；喷嘴（1）的壁面上设有一环腔（7），环腔（7）的流体入口端与所述喷嘴前部（4）相连通，环腔（7）与所述喷嘴前部（4）之间的端面上设有若干个通孔（9）；环腔（9）的流体出口端与喷嘴喉部（5）或喷嘴后部（6）相连通。环腔（9）相当于一个旁路，因此工作流体大部分直接经喷嘴喉部（5）流入喷射器的混合段（2）；另一部分工作流体沿喷嘴前部（4），经过环腔（9）后从喷嘴喉部（5）或喷嘴后部（6）流出，与前一部分工作流体相汇合后再流入喷射器混合段（2）。由于环腔（9）的设置没有改变工作流体进入喷嘴的压力，由喷嘴的工作原理可知，工作流体在经过喷嘴所能达到的马赫数不变，因此抽吸的引射流体的流量也会基本不变，所以喷射器的性能得到了提升。

一种喷射器

技术领域

本发明涉及一种喷射器，属于能源与动力技术领域。

5

背景技术

喷射器由于结构简单、造价低廉、操作容易和维修方便，被广泛用于制冷、燃料电池、化工和航空航天等多个领域。喷射器依据其用途又称为射流真空泵、射流真空喷射器、喷射泵、水喷射器、真空喷射器等。作为一种增压、真空、混合装置，喷射器往往在系统中扮演关键部件的角色。提高喷射器的性能，可以提升与之相关工业领域的整体系统效率。

10

喷射器的结构尺寸、喷射压力（温度）、引射压力（温度）和背压都会影响喷射器的性能。一般采用引射系数 ω 作为评价喷射器性能的指标，其定义为：

$$\omega = \frac{m_s}{m_p}$$

15 其中 m_s 为引射流的质量流量，kg/s； m_p 为工作流的质量流量，kg/s。

喷射器的喷射压力（温度）、引射压力（温度）和背压往往与系统整体工作状态相关联，可优化的余地较小。因此，喷射器结构的优化是提高喷射器性能的主要途径。

20 发明内容

本发明的目的是提供一种喷射器，所述喷射器利用一个含有环腔的喷嘴，相比于普通喷射器，所述喷射器抽吸相等的引射流体，只需用较少的工作流体，以此来提高喷射器的性能。

本发明所提供的一种喷射器，它包括喷嘴、混合段和扩压段；

25 所述喷嘴包括喷嘴前部、喷嘴喉部和喷嘴后部；

所述喷嘴的壁面上设有一环腔，所述环腔的流体入口端与所述喷嘴前部相连通，所述环腔与所述喷嘴前部之间的端面上设有若干个通孔；所述环腔的流体出口端与所述喷嘴喉部或所述喷嘴后部相连通。

上述的喷射器中，所述若干个通孔沿所述端面的周向均匀布置，以使工作流体均匀地进入所述环腔中。

30

上述的喷射器中，所述环腔的流体出口端与所述喷嘴后部或所述喷嘴喉部之间

形成一环状壁，所述环状壁可以对直接通过所述喷嘴喉部进入所述混合段的工作流体产生扰动，使其流动损失增大，进而使得流量减少。

上述的喷射器中，所述环状壁的端面呈尖端状，以增强对工作流体扰动的程度。

本发明还提供了另一种结构的喷射器，它包括喷嘴、混合段和扩压段；

5 所述喷嘴包括喷嘴前部和喷嘴喉部；

所述喷嘴的壁面上设有一环腔，所述环腔的流体入口端与所述喷嘴前部相连通，所述环腔与所述喷嘴前部之间的端面上设有若干个通孔；所述环腔的流体出口端与所述喷嘴喉部相连通。

10 上述的喷射器中，所述若干个通孔沿所述端面的周向均匀布置，以使工作流体均匀地进入所述环腔中。

上述的喷射器中，所述环腔的流体出口端与所述喷嘴后部之间形成一环状壁，所述环状壁可以对直接通过所述喷嘴喉部进入所述混合段的工作流体产生扰动，使其流动损失增大，进而使得流量减少。

上述的喷射器中，所述环状壁的端面呈尖端状，以增强对工作流体扰动的程度。

15

附图说明

图 1 为本发明提供的一种喷射器的结构示意图。

图 2 为图 1 中 A-A 截面示意图。

图 3 为图 1 中 B-B 截面示意图。

20 图 4 为图 1 中 C-C 截面示意图。

图 5 为本发明提供的另一种喷射器的结构示意图。

图 6 为本发明提供的另一种喷射器的结构示意图。

图 7 为利用本发明的喷射器和现有喷射器进行喷射试验的测试结果；

其中，图 7（a）为喷射器工作流体质量流量与喷射器工作流体压力之间的变化关系；

25 图 7（b）为喷射器引射流体质量流量与喷射器工作流体压力之间的变化关系；

图 7（c）为引射系数与喷射器工作流体压力之间的变化关系；

图中各标记如下：1 喷嘴、2 混合段、3 扩压段、4 喷嘴前部、5 喷嘴喉部、6 喷嘴后部、7 环腔、8 环状壁、9 通孔。

30 具体实施方式

下面结合附图对本发明做进一步说明，但本发明并不局限于以下实施例。

如图 1 所示，本发明提供的喷射器包括喷嘴 1、混合段 2 和扩压段 3；其中，喷嘴 1 包括喷嘴前部 4、喷嘴喉部 5 和喷嘴后部 6；如图 2-图 4 所示，在喷嘴 1 的壁面

上设有一个环腔 7，该环腔 7 的流体入口端与喷嘴前部 4 相连通，且该环腔 7 与喷嘴前部 4 之间的端面上设有 4 个通孔 9，且该 4 个通孔 9 沿该端面的周向均匀布置，如图 2 所示，以使工作流体通过通孔 9 进入至环腔 7 中。该环腔 7 的流体出口端与喷嘴喉部 5 相连通，如图 3 和图 4 所示，这部分工作流体从此处流出后与另一部分工作流体进行汇合，然后进入至混合段中。在环腔 7 的流体出口端与喷嘴后部 6 之间形成了一个环状壁 8，如图 1 所示，该环状壁 8 的端面呈尖端状，其设置可以直接通过喷嘴喉部 5 进入混合段 2 的工作流体产生扰动，使其流动损失增大，进而使得流量减少。

本发明还提供了另一种结构的喷射器，如图 5 所示，其结构基本与上述喷射器相同，不同之处在于：其中喷嘴 1 包括喷嘴前部 4 和喷嘴喉部 5，在该喷嘴 1 的壁面上设置的环腔 7 的流体出口端与喷嘴喉部 5 相连通。

本发明进一步提供了另一种结构的喷射器，如图 6 所示，其结构基本与上述喷射器相同，不同之处在于：在喷嘴 1 的壁面上设置的环腔 7 的流体出口端与喷嘴后部 6 相连通。

以图 1 所示喷射器为例，本发明提供的喷射器的工作过程为：工作流体介质先流入喷射器的喷嘴 1，在喷嘴前端 4 分为两路，一路工作流体通过喷嘴喉部 5 和喷嘴后部 6 进入喷射器的混合段 2；另一路工作流体先进入环腔 7，然后流入喷嘴喉部 6，与第一路工作流体相汇合后进入混合段 2。

工作流体介质和引射流体介质在喷射器的混合段 2 处相汇合，再通过扩压段 3 后流出喷射器。

用本发明提供的图 1 所示的喷射器和现有的喷射器进行对比试验，其中，两种喷射器的主要结构参数为：喷嘴喉部直径 3.6mm，喷嘴环状壁喉部直径 3.4mm，喷射器混合段直径 8mm。

试验条件为：工作介质为氮气；工作流体压力 0.3~0.55 MPa；引射流体压力 0.06~0.09 MPa；喷射器出口压力 0.1MPa。

测试结果如图 7 (a)、7 (b) 和 7 (c) 所示，由该图可得知，使用本发明提供的喷射器时，由于工作流体的质量流量 (m_p) 减小，而抽吸的引射流体的流量 (m_s) 会基本不变，因此喷射器的性能 (m_s/m_p ，即引射系数) 得到了提升。

上述各实施例仅用于说明本发明，其中各部件的结构、连接方式等都是可以有所变化的，凡是在本发明技术方案的基础上进行的等同变换和改进，均不应排除在本发明的保护范围之外。

工业应用

1、本发明中设置的环腔相当于一个旁路，因此工作流体大部分直接经喷嘴喉部流入喷射器的混合段；另一部分工作流体沿喷嘴前部，经过环腔后从喷嘴喉部或喷嘴后部流出，与前一部分工作流体相汇合后再流入喷射器混合段。由于从环腔中流出的工作流体的速度方向与第一部分工作流体的速度方向接近垂直，所以在汇合的过程中，会产生较大的摩擦阻力，并且会使得第一部分的工作流体在喷嘴喉部的有效流通面积减少，从而使得通过喷嘴的工作流体的流量（ m_p ）减少。同时，环腔流体出口段设置的尖锐的环状壁可对工作流体产生扰动，使其流动损失增大，进而使得流量减少。

2、由于环腔的设置没有改变工作流体进入喷嘴的压力，由喷嘴的工作原理可知，工作流体在经过喷嘴所能达到的马赫数不变，因此抽吸的引射流体的流量（ m_s ）也会基本不变，所以喷射器的性能（ m_s/m_p ）得到了提升。

权利要求

1、一种喷射器，其特征在于：所述喷射器包括喷嘴、混合段和扩压段；

所述喷嘴包括喷嘴前部、喷嘴喉部和喷嘴后部；

所述喷嘴的壁面上设有一环腔，所述环腔的流体入口端与所述喷嘴前部相连通，

5 所述环腔与所述喷嘴前部之间的端面上设有若干个通孔；所述环腔的流体出口端与所述喷嘴喉部或所述喷嘴后部相连通。

2、根据权利要求 1 所述的喷射器，其特征在于：所述若干个通孔沿所述端面的周向均匀布置。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的喷射器，其特征在于：所述环腔的流体出口端与
10 所述喷嘴喉部或所述喷嘴后部之间形成一环状壁。

4、根据权利要求 3 所述的喷射器，其特征在于：所述环状壁的端面呈尖端状。

5、一种喷射器，其特征在于：所述喷射器包括喷嘴、混合段和扩压段；

所述喷嘴包括喷嘴前部和喷嘴喉部；

所述喷嘴的壁面上设有一环腔，所述环腔的流体入口端与所述喷嘴前部相连通，

15 所述环腔与所述喷嘴前部之间的端面上设有若干个通孔；所述环腔的流体出口端与所述喷嘴喉部相连通。

6、根据权利要求 5 所述的喷射器，其特征在于：所述若干个通孔沿所述端面的周向均匀布置。

7、根据权利要求 5 或 6 所述的喷射器，其特征在于：所述环腔的流体出口端与
20 所述喷嘴后部之间形成一环状壁。

8、根据权利要求 7 所述的喷射器，其特征在于：所述环状壁的端面呈尖端状。

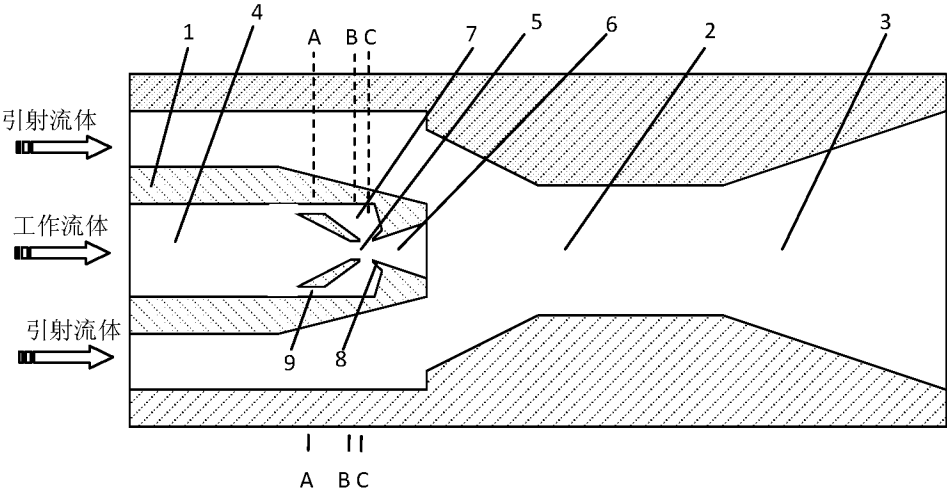


图 1

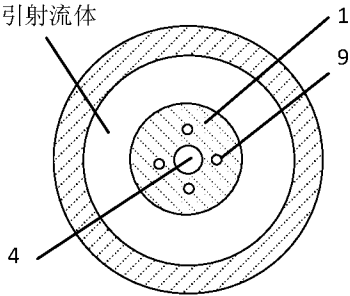


图 2

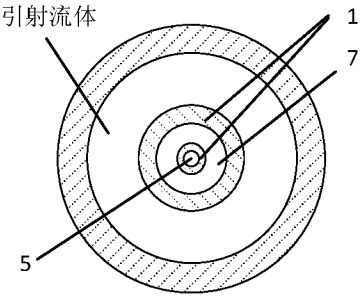


图 3

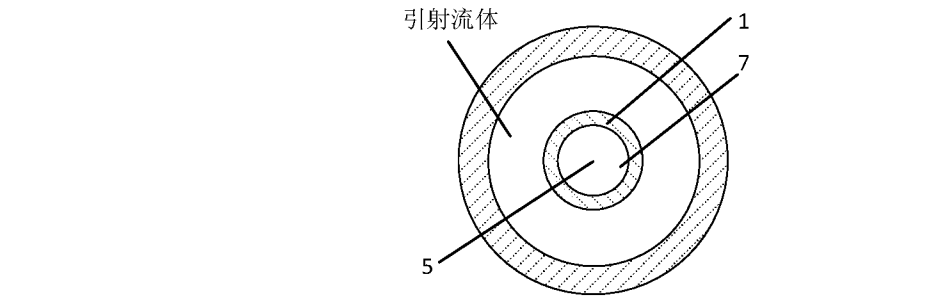


图 4

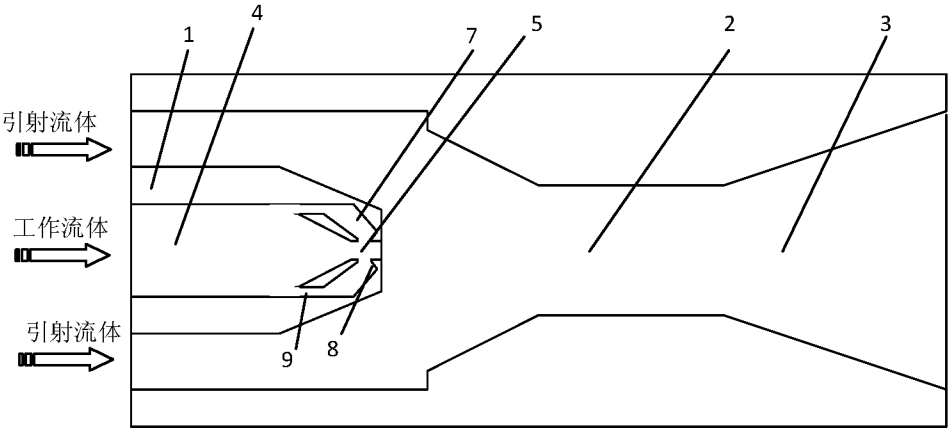


图 5

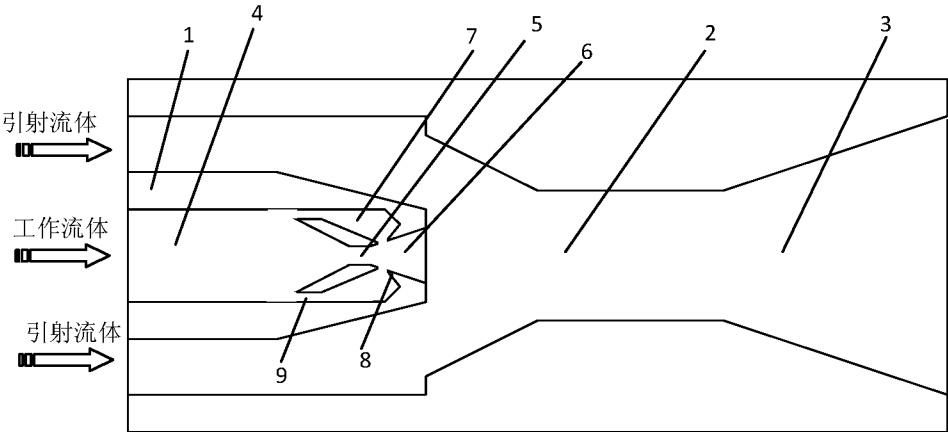
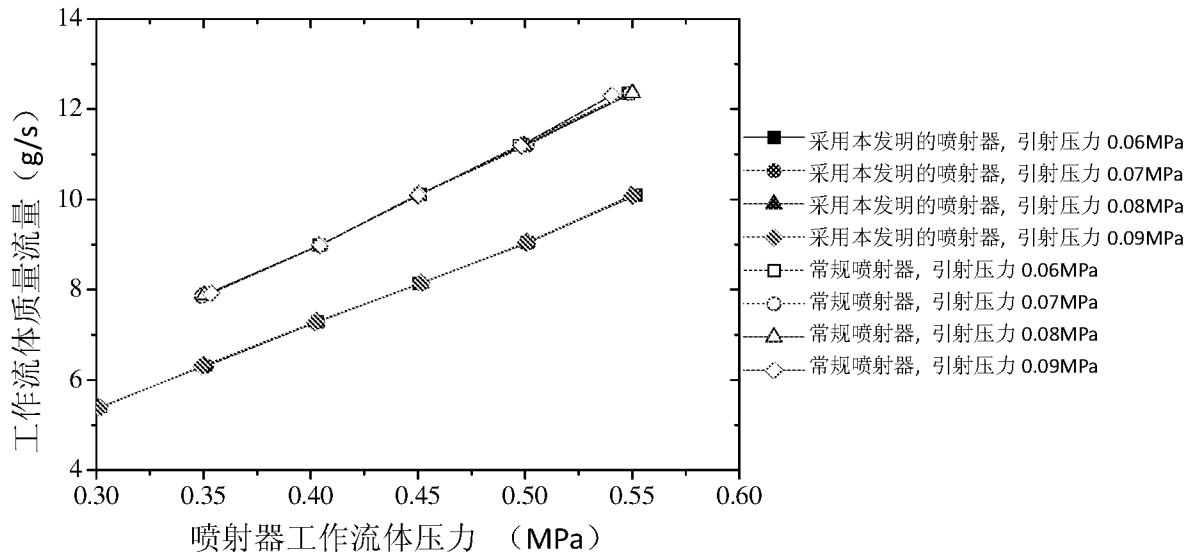
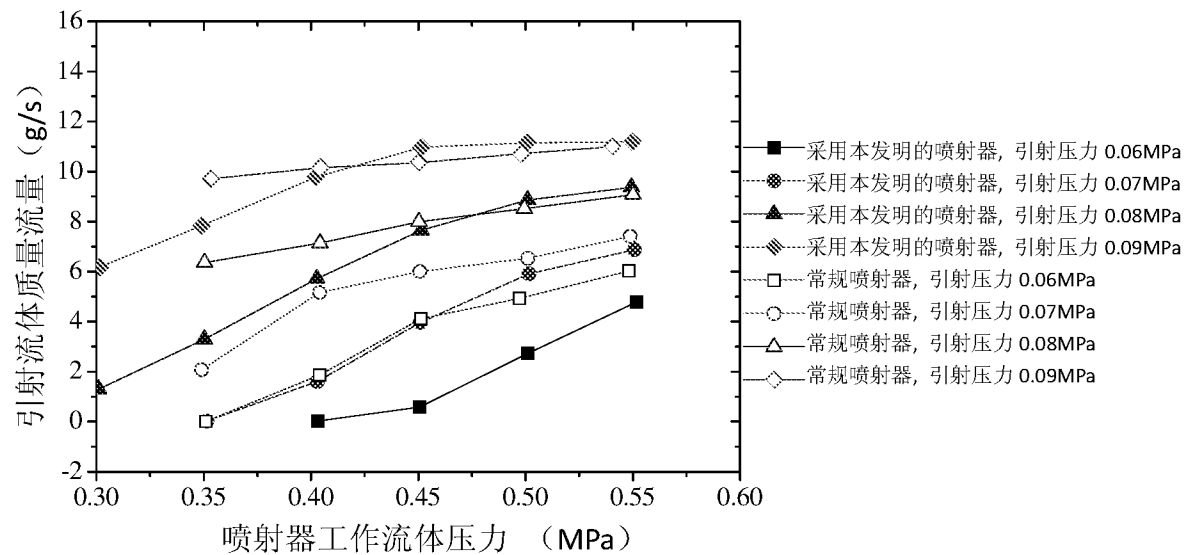


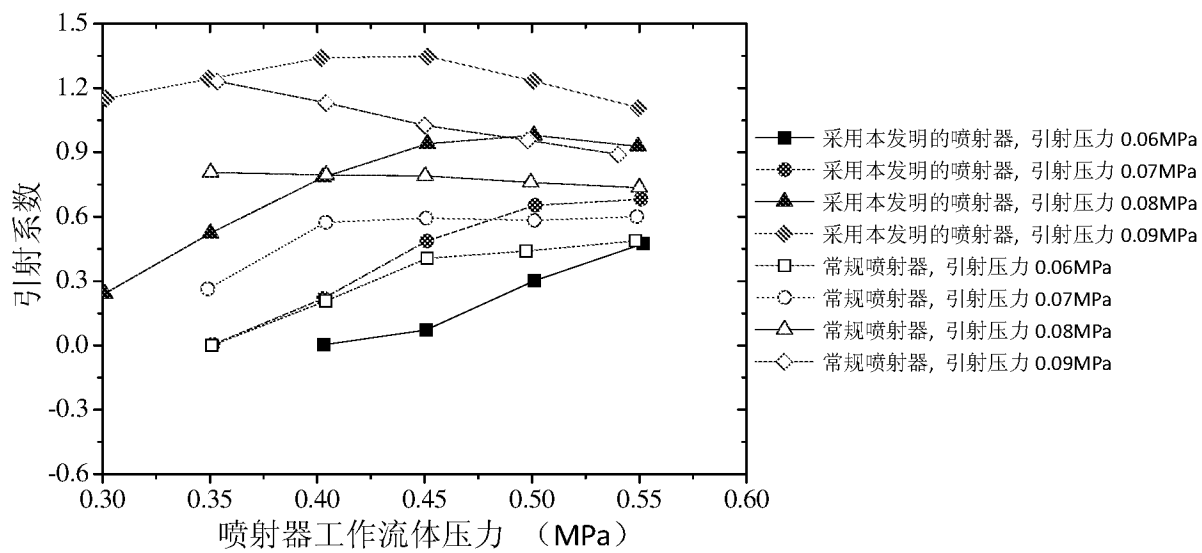
图 6



(a)



(b)



(c)

图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2014/000493

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B05B 7/04 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

VEN, CNPAT, CNKI: Tsinghua university, jet, nozzle, hole, aperture, orifice, throat, pressure

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 201100274 Y (TIANJIN OLIVE EQUIPMENT ENGINE) 13 August 2008 (13.08.2008) description, the preferred embodiments and figure 1	1-8
Y	US 2010230119 A1 (WORTHY JUDE ALEXANDER GLYNN) 16 September 2010 (16.09.2010) description, paragraphs [0085]-[0086] and figure 2	1-8
PX	CN 103240207 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 14 August 2013 (14.08.2013) claims 1-8	1-8
A	WO 2007080084 A1 (WURZ DIETER et al.) 19 July 2007 (19.07.2007) the whole document	1-8
A	CN 101491794 A (HANGZHOU BAINENG TECHNOLOGY CO et al.) 29 July 2009 (29.07.2009) the whole document	1-8
A	CN 102678637 A (HAN, Tiefu) 19 September 2012 (19.09.2012) the whole document	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 24 July 2014	Date of mailing of the international search report 12 August 2014
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer LI, Hui Telephone No. (86-10)62085246

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2014/000493

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 201100274 Y	13 August 2008	None	
US 2010230119 A1	16 September 2010	EP 2152373 A1	17 February 2010
		GB 0710663 D0	11 July 2007
		WO 2008149073 A1	11 December 2008
		ES 2442924 T3	14 February 2014
		EP2152373 B1	16 October 2013
		HK 1135932 A1	06 June 2014
		AU 2008259611 A1	11 December 2008
		CA 2688085 A1	11 December 2008
		US 2013228348 A1	05 September 2013
		AU 2008259611 B2	15 December 2011
		DK 2152373 T3	27 January 2014
CN 103240207 A	14 August 2013	None	
WO 2007080084 A1	19 July 2007	EP 1971444 A1	24 September 2008
		DE 102006001319 A1	12 July 2007
CN 101491794 A	29 July 2009	None	
CN 102678637 A	19 September 2012	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2014/000493

A. 主题的分类

B05B 7/04 (2006.01) i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

B05B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

VEN, CNPAT, CNKI:清华大学, 喷射, 射流, 喷嘴, 通孔, 喉部, 压力, jet, nozzle, hole, aperture, orifice, throat, pressure

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 201100274 Y (天津市奥利达设备工程有限公司) 2008年 8月 13日 (2008 - 08 - 13) 说明书具体实施方式、附图1	1-8
Y	US 2010230119 A1 (WORTHY JUDE ALEXANDER GLYNN) 2010年 9月 16日 (2010 - 09 - 16) 说明书第[0085]-[0086]段、附图2	1-8
PX	CN 103240207 A (清华大学) 2013年 8月 14日 (2013 - 08 - 14) 权利要求1-8	1-8
A	WO 2007080084 A1 (WURZ DIETER等) 2007年 7月 19日 (2007 - 07 - 19) 全文	1-8
A	CN 101491794 A (杭州百能科技有限公司等) 2009年 7月 29日 (2009 - 07 - 29) 全文	1-8
A	CN 102678637 A (韩铁夫) 2012年 9月 19日 (2012 - 09 - 19) 全文	1-8

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2014年 7月 24日

国际检索报告邮寄日期

2014年 8月 12日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN)
北京市海淀区蓟门桥西土城路6号
100088 中国

传真号 (86-10) 62019451

授权官员

李辉

电话号码 (86-10) 62085246

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/000493

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	201100274	Y	2008年 8月 13日	无			
US	2010230119	A1	2010年 9月 16日	EP	2152373	A1	2010年 2月 17日
				GB	0710663	D0	2007年 7月 11日
				WO	2008149073	A1	2008年 12月 11日
				ES	2442924	T3	2014年 2月 14日
				EP	2152373	B1	2013年 10月 16日
				HK	1135932	A1	2014年 6月 06日
				AU	2008259611	A1	2008年 12月 11日
				CA	2688085	A1	2008年 12月 11日
				US	2013228348	A1	2013年 9月 05日
				AU	2008259611	B2	2011年 12月 15日
				DK	2152373	T3	2014年 1月 27日
CN	103240207	A	2013年 8月 14日	无			
WO	2007080084	A1	2007年 7月 19日	EP	1971444	A1	2008年 9月 24日
				DE	102006001319	A1	2007年 7月 12日
CN	101491794	A	2009年 7月 29日	无			
CN	102678637	A	2012年 9月 19日	无			

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)