

(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
2009 年 5 月 22 日 (22.05.2009)

PCT

(10) 国际公布号
WO 2009/062379 A1

(51) 国际专利分类号:
G01F 1/42 (2006.01) *F15D 1/02* (2006.01)
G01F 1/50 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2008/001717

(22) 国际申请日: 2008 年 10 月 10 日 (10.10.2008)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
200710162844.6
2007 年 10 月 15 日 (15.10.2007) CN

(71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 上海科洋科技发展有限公司 (KEYONTECHS DEVELOPMENT CO., LTD) [CN/CN]; 中国上海市浦东新区世纪大道 1500 号东方大厦 3333 室, Shanghai 200122 (CN)。

(72) 发明人; 及

(75) 发明人/申请人 (仅对美国): 巴斯卡克·保罗·D·范 (BUSKIRK, Paul D. Van) [US/US]; 美国得克萨斯州汉勃尔市 1960 东路 7561FM 号 313 室, Humble, Texas 77346 (US)。黑南·威廉·A (HEENAN, William A.) [US/US]; 美国得克萨斯州汉勃尔市 1960 东路 7561FM 号 313 室, Humble, Texas 77346 (US)。

(74) 代理人: 北京金之桥知识代理有限公司 (BEIJING GOLDEN BRIDGE IP AGENCY CO., LTD); 中国北京市海淀区知春路 6 号锦秋国际大厦 A1008, Beijing 100088 (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,

[见续页]

(54) Title: A BALANCED ORIFICE PLATE

(54) 发明名称: 平衡孔板

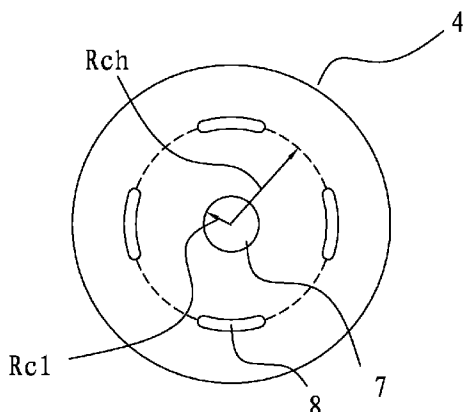


图 4 / Fig. 4

(57) Abstract: A balanced orifice plate includes a plate (4) which is suitable for installing in a pipe (1) and extends through the cross-section of the pipe (1). Said plate (4) has multiple through-holes (7, 8) which are formed so that the fluid passing through each through-hole has generally the same Reynolds number.

(57) 摘要:

一种平衡孔板, 其包括板 (4), 所述板 (4) 适于设置在管道 (1) 内且延伸穿过管道 (1) 的横截面。所述板 (4) 具有多个通孔 (7, 8), 所述多个通孔 (7, 8) 形成通过每个通孔的流体的雷诺数大体相等。

WO 2009/062379 A1



MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

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

(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AT, BE, BG, CH,

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格 (细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告。

平衡孔板

技术领域

本发明涉及一种流量控制装置，特别涉及一种当插入到流体的横截面内使与流体经板表面的流体相关联的一个或多个过程变量平衡或均等的孔板。

背景技术

在众多使用管道内的流体的应用中，一个或多个与流体相关的变量（例如压力，温度，流量等）必须被修正或测量。因此，多种孔板已经被研发用作流量计，控流器，限流器或简单地用作流量调节器。流量调节器还能以适于过程变量测量的方式修正流体。在美国专利 No. 5, 295, No. 397、5, 341, No. 848 和 No. 5, 529, 093 中公开了三个现有孔板设计，下面将简单描述所述专利的内容。

15 授予 Hall 等人的美国专利 No. 5, 295, 397 公开一种具有横向安装在流体流经的管道内的孔板的槽状孔流量计。宽度和大小相等的槽状孔分布在中心区域。区域中的槽的数量与相对于板的整体面积所述区域占据的面积成比例。

20 授予 Laws 的美国专利 No. 5, 341, 848 公开一种具有多个圆形通孔的流量调节器（即孔板）。所述孔分布于多个围绕中心圆通孔径向分布的环形阵列上。每个环形阵列上的孔等距离间隔开且环绕着板的中心排列，且任一环形阵列上的所有孔具有相同的直径。为了匹配与完全展开的流体相关联的流速分布图，孔的大小和数量为对由所述板引起的流阻抗随着给定阵列的孔布置在其上的半径的增大而提高。

25 授予 Gallagher 等人的美国专利 No. 5, 529, 093 公开一种与 Laws 的专利一样的具有多个圆形通孔的流量调节器（即孔板），孔排列的区域包括中心区域和环绕中心区域同中心布置的环形区域。固定比率以区域到区域的基础确定孔的面积。这种设计的目的是使液体具有完全展开的

紊流结构和流速。

没有在先技术教导设计用于平衡或均等与经过整个板表面的一个或多个过程变量的孔板。通常，流经孔板表面的过程变量变化会引起流体流动的低效率。例如，现有孔板在流体从孔板一侧流到另一侧时通常会有很大的压力损失。遗憾的是对付这种大的压力损失的典型方法是使用更大功率和更贵的液体泵。同时，现有孔板的压势通常被随机和无序的涡紊流消耗。这些在孔板周围形成的涡紊流降低了任何过程变量测量的线性和可重复性，因此导致测量精度的降低。测量精度的降低导致过程中变化不一，这又增加了由于必须维持的更高设备经营成本导致的处理成本升高。但是，如果经过孔板表面的压力能被平衡或均等，随机和无序的涡紊流可明显减少。因此，通过相对于测量的过程变量平衡流，过程变量的测量精度被提高同时测量的成本下降。

发明内容

因此，本发明的一个目的是提供一种孔板，该孔板用于安装在管道内，其中与通过孔板的流体相关联的一个过程变量跨过孔板的表面被平衡，或者多个过程变量跨过孔板的表面被设定为最佳平衡状态。

本发明的其他目的和优点通过下面的说明书和附图变得更明显。

根据本发明，提供一种孔板，包括：板，所述板适于设置在管道内且延伸穿过管道的横截面，所述板具有多个通孔，所述多个通孔形成为通过每个通孔的流体的雷诺数相等。

进而，所述多个通孔包括：位于板中心的中心圆通孔；和位于中心圆通孔周围的多个周围通孔，所述中心圆通孔和多个周围通孔满足下列关系：

$$R_{c1}V_{c1}=R_{ch}V_{ch}$$

其中：

R_{c1} 为中心圆通孔的半径；

V_{c1} 为管道内的流体在中心圆通孔中心处的流速；

R_{ch} 为从板中心到周围通孔的中心的距离；

V_{ch} 为管道内的流体在周围通孔中心处的流体流速。

根据本发明进一步的实施例，每个周围通孔在所述板的每个表面处呈斜角。

5 每个周围通孔的纵向轴线平行于管道的纵向轴线。

根据本发明进一步的实施例，每个周围通孔都为圆形孔。可选地，每个周围通孔都为弧形槽。

根据本发明进一步的实施例，所述板为圆形。可选地所述板为矩形。

10 附图说明

本发明的其他目的、特征和优点通过参考下面优选实施例的描述和附图将变得更清楚，其中所有附图中相应的标号指代相应的部件：

图 1 为典型安装配置的带有孔板的管道的侧视图；

15 图 2 为根据本发明孔板的一个实施例的平面图，其中示出了用在具有圆形横截面的管道内的通常构造；

图 3 为根据本发明孔板的另一个实施例的平面图；

图 4 为根据本发明另一孔板的平面图，其中示出了孔板具有弧形槽状的周围通孔；

20 图 5 为根据本发明孔板的另一个实施例的平面图，其中示出了用在具有矩形横截面的管道内的通常构造；

图 6 为根据本发明孔板的另一个实施例的平面图；

图 7 为根据本发明孔板的另一个实施例的平面图；

图 8 为根据本发明孔板的另一个实施例的平面图；

图 9 为根据本发明孔板的另一个实施例的平面图；

25 图 10 为根据本发明孔板的另一个实施例的平面图；

图 11 为根据本发明孔板的另一个实施例的平面图；

图 12 为根据本发明孔板的另一个实施例的平面图；

图 13 为孔板的一部分横截面图，其中示出了倾斜的孔-板的表面分界

面；

图 14 为一孔板的横截面图，其中所述孔板的孔沿平行于管道纵向轴成排列。

5 具体实施方式

本发明为一种改进型孔板。在此术语“孔板”包括具有贯通形成的孔且将被安装于流体内以便流体通过所述孔的任何结构元件（例如板、盘、块等）。该孔板可用于流量计，还可以简单用作设计用于以某种方式改变流体（例如矫直流、减小与流动相关联的噪音、降低流速等）的流量调节器。

在流量计中使用本发明孔板可以提供更精准的过程变量测量和降低成本。本发明孔板降低涡流、湍动剪切和流体流动压力。另外，本发明的孔板比现有技术的优点包括改进的可重复性、线性和压力损失的降低。该孔板还与现存装配和测量系统兼容，因此不需要特殊管路、工具或计算方法。

图 1 所示为使用本发明孔板的典型安装配置。如前所述，所述孔板可容易地控制流体流动或作为流量计的一部分测量一个或多个流体流动的过程变量。术语“流体”在这里指包括蒸汽或气体、同质或非同质液体和浆体的任何可流动物质。

图 1 中，管道 1 通过法兰 3 和 5 在结合处 2 被连接。管道和连接为现有技术，不由本发明限制。在法兰 3 和 5 间固定孔板 4，孔板 4 控制通过管道 1 的流体的流（沿箭头 6 方向）。因此孔板 4 通过已知技术典型地横向或垂直设置在流 6 中。

孔板 4 的尺寸和形状可适应各种尺寸形状管道 1。例如图 2 中孔板为圆形以便其安装于圆柱形管道。图 6 中孔板为矩形以便其安装于矩形管道中。

根据本发明的孔板 4，当安装到管道内时，兰 3 和 5 夹住孔板 4 的外围安装区域，如图 14 所示，外围安装区域以内的区域为平衡流区 4C，平

平衡区域的外界至圆周 4D，孔板 4 上的通孔分布在平衡流区内。需要说明的是，当没有中心圆通孔 7 时，孔板 4 的中心区域为中心圆区域 7A 且以虚线表示，如图 5 所示。根据本发明，孔板 4 上的周围通孔 8 形成为管道内通过每个周围通孔 8 的流体的雷诺数相等，从而使得与通过孔板的流体相关联的一个过程变量跨过孔板的表面被平衡，或者多个过程变量跨过孔板的表面被设定为最佳平衡状态。

对于孔板 4 上的任意周围通孔，通过该周围通孔的流体的雷诺数 N 与该周围通孔的中心到孔板中心的距离 R 和流体在 R 处的流速 V 乘积成正比，即 N 与 $R \times V$ 成正比。例如，如图 3 和图 14 所示，对于中心距孔板 4 的中心为 R_{ch1} 的周围通孔 8，流体流过该周围通孔 8 的雷诺数为 N_{rch1} ，流速为 V_{ch1} ，因此， N_{rch1} 与 $R_{ch1} \times V_{ch1}$ 成正比。同理，对于中心距孔板 4 的中心为 R_{ch2} 的周围通孔 8 而言，流体流过该周围通孔 8 的雷诺数为 N_{rch2} ，流速为 V_{ch2} ，因此， N_{rch2} 与 $R_{ch2} \times V_{ch2}$ 成正比。

因此，根据本发明，孔板 4 上的周围通孔 8 设计满足：

$$R_{ch1} \times V_{ch1} = R_{ch2} \times V_{ch2} \quad (1)$$

流过每个周围通孔的流体的雷诺数相等，从而使得与通过孔板的流体相关联的一个过程变量跨过孔板的表面被平衡，或者多个过程变量跨过孔板的表面被设定为最佳平衡状态，提高了利用孔板 4 进行测量的精度。

需要说明的是，对于位于孔板 4 中心的中心圆通孔 7 而言，流体流过该中心圆通孔 7 的雷诺数 N_{rc1} 与中心圆通孔 7 的半径 R_{c1} 和流体流过孔板中心的流速 V_{c1} 成正比。

因此，只要本发明的孔板 4 上的通孔设计满足 $R_{c1} \times V_{c1} = R_{ch} \times V_{ch} = R_{ch2} \times V_{ch2}$ ，就能够使得流过每个通孔的流体的雷诺数大体相等，如图 2 所示。

下面参考图 2 描述根据本发明第一实施例的孔板 4。

如图 2 所示，根据本发明第一实施例的孔板 4 形成有位于中心的中心圆通孔 7 和位于中心圆通孔 7 周围的多个周围通孔 8，在图 2 示出的实

施例中，周围通孔 8 的个数为 4 且都为圆孔，然而，本发明并不限于此。

根据本发明第一实施例，孔板 4 上的通孔（中心圆通孔 7 和周围通孔 8）在平衡流区 4C 的分布满足下列基本关系：

$$R_{c1}V_{c1}=R_{ch}V_{ch} \quad (2)$$

5 其中：

R_{c1} 为中心圆通孔的半径；

V_{c1} 为管道内的流体在中心圆通孔中心（即，孔板的中心）处的流速；

R_{ch} 为从板中心到周围通孔的中心的距离；

V_{ch} 为管道内的流体在周围通孔中心处的流体流速。

10

流体在管道内径向速度分别公式为：

$$V/V_{c1}=((1-R)/R_w)^{1/m} \quad (3)$$

其中：

V_{c1} 为管道内流体在管道的中心的管流速，

15 R_w 为管道的内径，

M 为关于雷诺数的一个函数 $f(N)$ ，该函数为经验函数，取决于不同的流体等。

因此推导出：中心圆通孔的半径与周围通孔到板中心的距离满足的关系。

$$\begin{aligned} 20 \quad R_{ch}/R_{c1} &= V_{c1}/V_{ch} \\ &= (V_{c1}((1-R_{c1})/R_w)^{1/m}) / (V_{c1}((1-R_{ch})/R_w)^{1/m}) \\ &= (1-R_{c1})^{1/m} / (1-R_{ch})^{1/m} \end{aligned} \quad (4)$$

根据本发明的第一实施例，当中心圆通孔和周围通孔的设计满足它们的雷诺数相等时，则中心圆通孔和周围通孔以及管道的面积满足下列关系：

$$\pi R_{c1}^2 + n \pi R_{ch}^2 = \pi \beta^2 R_w^2$$

其中：

R_w 为管道的半径;

n 为中心距孔板中心为 R_{ch} 的周围通孔的个数,

$$\beta = (A_{\text{所有孔}}/A_{\text{管道}})^{1/2} \quad (5)$$

$A_{\text{所有孔}}$ 为孔板上所有通孔的面积和,

5 $A_{\text{管道}}$ 为管道的横截面面积

由此推导出:

$$1+n(R_{ch}/R_{c1})^2-\beta^2(R_w/R_{c1})^2=0 \quad (6)$$

图 3 示出了根据本发明另一实施例的孔板 4 的平面示意图。

在图 3 中, 孔板 4 形成有中心圆通孔 7, 和位于中心圆通孔 7 外周的
10 多个周围通孔 8。周围通孔 8 分为两组, 内组周周围通孔 8 的中心距离孔板中心的距离为 R_{ch2} , 外组周周围通孔的中心距离孔板中心的距离为 R_{ch1} 。

同样, 孔板 4 上的通孔设计为满足流过每个通孔的雷诺数相等。与图 2 所示实施例不同的是, 周围通孔 8 的中心位于两个半径分别为 R_{ch1} 和 R_{ch2} 的两个圆周上。

15 图 4 示出了本发明另一实施例的孔板 4 的平面图, 孔板 4 具有中心圆形通孔 7, 和位于中心圆形通孔 7 周围的周围通孔 8。与图 2 和图 3 所示实施例不同的是, 图 4 示出的实施例中, 周围通孔 8 的形式为弧形槽, 弧形槽的纵向中心线距离孔板中心的距离为 R_{ch} 。

图 5 示出了根据本发明另一实施例的孔板 4, 孔板 4 上的周围通孔分为两组, 两组周围通孔的中心分别位于半径为 R_{ch1} 和 R_{ch2} 的圆周上, 这一点与图 3 示出的实施例相同。与图 2-4 示出的实施例不同的是, 图 5 示出的孔板 4 没有形成中心圆形通孔 7。

图 6 为根据本发明孔板 4 的另一个实施例的平面图, 图 6 示出的孔板 4 具有矩形横截面, 用在具有矩形横截面的管道内。图 6 所示孔板 4
25 的通孔形成图案与图 2 所示的孔板 4 一致。

上面参考附图对根据本发明实施例的孔板进行了描述。需要说明的是, 在图 2-3 和 5-6 所示的实施例中, 周围通孔 8 形成为 4 个圆形孔; 图 4 示出的实施例中, 周围通孔形成为 4 个弧形槽; 在图 3 和图 5 中周围通

孔分为两组，两组周围通孔的中心分别位于半径为 R_{ch1} 和 R_{ch2} 的圆周上，然而，本发明并不限于此，孔板 4 的周围通孔可以形成为任何合适的数量，例如 6 个，8 个，周围通孔的中心可以分别位于多个半径的圆周上，孔板 4 上的周围通孔的形式可以不一致，例如一组通孔可以为圆形孔，
5 另一组可以为弧形槽等。另外，孔板 4 的形状也不限于矩形和圆形，根据所用管道的横截面形状，孔板 4 的形状可以为任何合适的几何形状。

如图 13 所示，周围通孔在孔板 4 的每个表面 4A 处形成有斜角 8A。当然，本发明并不限于此，斜角 8A 也可以为直角。

图 14 示出了孔板 4 用在管道内时的局部剖视图，其中流经中心圆通
10 孔 7 的流体的流速为 V_{c1} ，流经周围通孔 8 的流体的流速为 V_{ch} ，而且每个周围通孔 8 的纵向轴线平行于管道的纵向轴线。

因此，根据本发明，只要孔板上的通孔的设计满足流经它们的流体的雷诺数大体相等，例如，满足上述实施例中的公式 1—2 和 4—6。

基于雷诺数大体相等的平衡原则，孔板的通孔孔径和位置也可以通过近似计算公式得出。例如，参考图 7-12，以下给出的公式：
15

$$A_R = a / (X_R V_R^b) \quad (7)$$

其中 A_R 为从中心圆区域 7A 的中心起到均衡流区域 4C 止、中心在半径 R_{ch} 上的孔的面积总和；

X_R 为在半径为 R_{ch} 的圆周上的流量系数，其等于 $(pK)_R$ ，其中 p_R 为
20 在半径 R_{ch} 处流过管道 10 的流体的密度， K_R 为在半径 R_{ch} 处流过管道 10 的流体的流动修正系数，此系数与流体动力、运动能量、能量密度、体积流量、流量等中的一个相关；

V_R 为在半径 R_{ch} 处流经管道的流体的速度，其中如在先技术，流速遵循基于包括特定流体流出、管道尺寸/形状等因素的已知分配函数；

25 b 为用于使至少一个（与流经管道的流体相关的）过程变量在每一个半径 R_{ch} 处相等或“均衡”的常量，其中 b 为任意值，但一般在-5 到+5 间（例如当流量均衡时 b 一般为 1，当动力或速度头（速位差）均衡时，

尽管不同流动修正系数 K 可以用于每一个例子, b 一般为 2 等), 以及
 a 为在每一个半径 R_{ch} 处等于 $(X_R A_R V_R^b)$ 的常量。

基于流体流速, 流量系数 X_R 可作为常量或因孔板表面而变化。特别是, 当 X_R 乘积 (即 $(pK)_R$) 的变化大于孔板不同区域的规定上限时,

5 X_R 系数为可变的。

在只有一个过程变量需要考虑的例子中, 常量 b 被选定以便在每一个孔板半径圆周上使该过程变量相等或是个均衡值。如果一个以上的过程变量需要被关注, b 的值被选定以便跨越孔板均衡流区域的过程变量 (那些需要被考虑的) 的均等或均衡达到最佳效果。为了最佳化均衡所有需
 10 要考虑的过程变量, 单一过程变量的绝对均等化需要被折衷。作为结果, 根据本发明均衡多个过程变量将达到大约均等化每一个跨越孔板均衡流区域的过程变量程度。

孔面积总合 A_R 根据孔排列的不同而被不同定义, 其排列通常分为两个不同类别。第一类指孔形结构 (例如圆孔、圆弧形槽孔) 的中心位于
 15 半径 R_{ch} 上, 孔离散地分布在均衡流区域 $4C$ 内。第二类孔形结构指仅在半径 R_{ch} 上的全部孔的面积, 其中每个孔从中心圆通孔 7 的圆周延伸至圆周 $4D$ 。

不考虑孔的分布结构, 孔板 4 提供的孔流总面积 A_{Total} 与管道的流动面积 A_{pipe} 的比值可以通过下面公知的公式计算,

$$20 \quad A_{Total} / A_{pipe} = (1 + Q)^{-1/2} \quad (8)$$

$$Q = 2G_c p \Delta p (C_o Y A_{pipe} / M)^2 \quad (9)$$

其中 G_c 牛顿转换常数

P 为流体密度,

Δp 为孔板的不同测量压力,

C_o 为孔板系数,

Y 为膨胀系数, 通常用于可压缩流体, 以及

M 为质量流量。

- 5 方程式 (8) 和 (9) 从 McCabe 等人的“化学工程的单元操作, 第 5 版,” McGraw-Hill, Inc., NY, 1983, p. 222 中直接推导出, 其内容被参考。

利用孔流总面积 A_{Total} , 孔板均衡流区域 4C 的总面积为

$$A_{TOTAL} - A_{RO} = A_{R1} + A_{R2} + \dots + A_{Rn} \quad (10)$$

- 其中 A_{RO} (i) 当中心圆区域 7A 没有孔时, 为 0, (ii) 当半径为 $Rc1$
10 的单一中心圆通孔位于中心圆区域 7A 时, 为 $2 \pi Rc1$, (iii) 在中心圆区域 7A 内的多个孔的总面积。在中心圆区域 7A 中的单一中心圆通孔的半径可以最大为 (包括) $Rc1$ 。

- 图 7-9 所示为所述第一类孔形结构分布在中心圆区域 7A 内的实施
例。这些例子不能代表特殊情况, 但对一般基于半径-半径方式的孔的排
15 列作了说明。每一个例子基于周围通孔 8 的使用。在特定半径上的周围
通孔的直径相同, 但满足方程式 (7) 定义的限制, 则其直径不需要相同。
通常满足方程式 (7), 则孔可以为任意形状。中心在给定半径 Rch 上的
统一离散圆孔的直径 Dch 可以通过下列方程式计算

$$Dch = 2(A_{Rch} / N \pi)^{1/2} \quad (11)$$

- 20 其中 A_{Rch} 为所有中心位于半径 Rch 上的孔的面积,
 N 为中心位于半径 Rch 上的孔的优选数量。

- 图 7 中, 在每个半径 Rch 上的周围通孔的中心与在其他半径上的孔周围
通孔的中心对齐。图 8 中在每个半径 Rch 上的周围通孔 8 的中心与在临
近半径上的周围通孔的中心错位排列。在图 7 和 8 中没有中心位于临近
25 半径上的周围通孔重合。但是图 9 中, 一些中心位于临近半径上的周围

通孔互相重叠。

图 10 所示为第一类孔形结构的离散孔的另一个实施例，中心位于半径 Rch 上的圆弧型槽状孔。圆弧型槽状孔 8 具有直径为 D 的圆形段头（即半圆形）和槽宽 D。因为圆弧型槽状孔 8 中心位于半径 Rch，槽宽 D 通过下面方程式计算

$$D_{ch} = (-\alpha R_{ch}/90) + \{(32400 \cdot A_{R_{ch}} + \alpha_2 R_{ch}^2 \pi S)/(8100 \pi S)\}^{1/2} \quad (12)$$

其中 $\alpha = 360/2S$,

S 为在给定半径 Rch 上槽的数量，以及

$A_{R_{ch}}$ 为中心位于半径 Rch 上的全部槽面积。

10 在给定半径上的槽等距或不等距间隔分布不超出本发明范围。与上述圆孔相同，邻近半径上的槽可对齐或错位排列。另外只要满足方程式 (7)，槽可以为不同形状和尺寸。

图 11 和 12 所示为根据上述第二类孔型的分布在均衡流区域 4C 的孔板实施例。另外每个实施例中，孔从中心圆区域 7A 延伸到或靠近均衡流区域 4C 的圆周 4D。实施例为了说明一般情况下孔的形状和位置。每个
15 实施例中，周围通孔 8 的面积随从中心圆区域 7A 增加的径向距离而增加。在半径 Rch 上的弧度角 Sch 通过下面方程式计算

$$Sch = \{A_{R_{ch}}/(2R_{ch} + \Delta R) + A_{(R_{ch}+1)} + \Delta R\} / 2N\Delta R \quad (13)$$

其中 ΔR 为 Rch 到 Rch+1 的径向长度变化

20 N 为形成于孔板 4 上的周围通孔 8 的优选数量。

在不超出本发明范围，其他方法也可用于计算弧度角 Sch。图 11 中，孔 8 位 V 型，图 12 中孔 8 为扩张几何形形状。

上述公式 (6) - (13) 是基于雷诺数大体相等的平衡原则，划分和计算中心圆区域和均衡流区域孔面积，并使用可以至少使一个与雷诺数相关的过程变量在每一个半径 Rch 处相等或“均衡”的常量，来规范和计
25

算孔板孔的尺寸和分布的一个实施例。

如上所述，本发明的孔板可“原样”用于简单调节流。另外，还可与一个或多个传感器完成测量遍布孔板的过程变量的“仪器测量”。径向扩张孔可通过在孔板上钻孔形成，并与内装在孔侧壁上的传感器进行仪器测量。这样测量硬件完全不处于流场。注意在孔板上游和下游测量的传统测量方法也可使用。

本发明的优点众多。通过多种方法可简单地制造可平衡（覆盖平衡流区域）与流体相关的过程变量。与传统孔板相比，本发明的优点包括改进的测量精度、更优的压力恢复和低噪音产生。另外本发明还可以减少板的一边到另一边的永久压力损失。因此通过本发明的孔板的流体比通过现有技术的孔板需要更少的抽吸能量。本发明可用于广泛的流体流动应用中。

虽然参考附图描述了本发明的一些实施例，但对于本领域技术人员显而易见，在不脱离本发明权利要求限定的范围的情况下，可以进行许多的变化和修改。

权 利 要 求 书

1、一种孔板，包括：

板，所述板适于设置在管道内且延伸穿过管道的横截面，所述板具有多个通孔，所述多个通孔形成为通过每个通孔的流体的雷诺数大体相等。

5 2、根据权利要求1所述的孔板，其中所述多个通孔包括：

位于板中心的中心圆通孔；和

位于中心圆通孔周围的多个周围通孔，所述中心圆通孔和多个周围通孔满足下列关系：

$$R_{cl}V_{cl}=R_{ch}V_{ch}$$

10 其中：

R_{cl} 为中心圆通孔的半径；

V_{cl} 为管道内的流体在中心圆通孔中心处的流速；

R_{ch} 为从板中心到周围通孔的中心的距离；

V_{ch} 为管道内的流体在周围通孔中心处的流体流速。

15 3、根据权利要求2所述的孔板，其中每个周围通孔在所述板的每个表面处呈斜角。

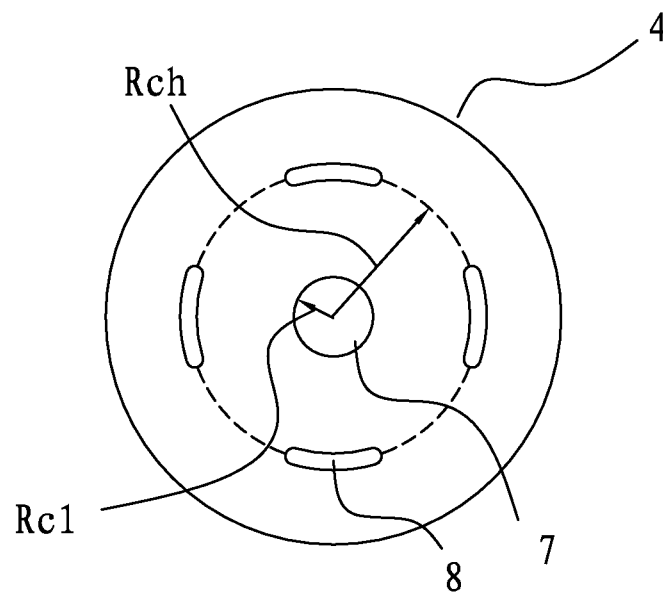
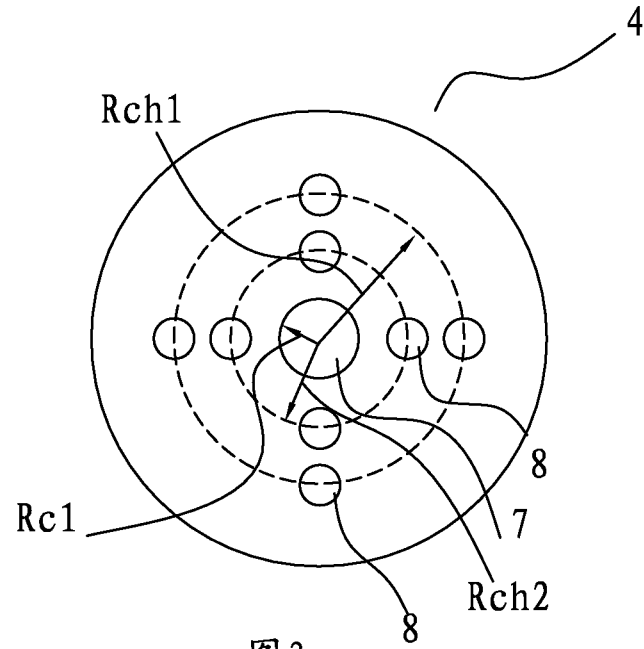
4、根据权利要求2所述的孔板，其中每个周围通孔的纵向轴线平行于管道的纵向轴线。

5、根据权利要求2所述的孔板，其中每个周围通孔都为圆形孔。

20 6、根据权利要求2所述的孔板，其中每个周围通孔都为弧形槽。

7、根据权利要求1所述的孔板，其中所述板为圆形。

8、根据权利要求1所述的孔板，其中所述板为矩形。



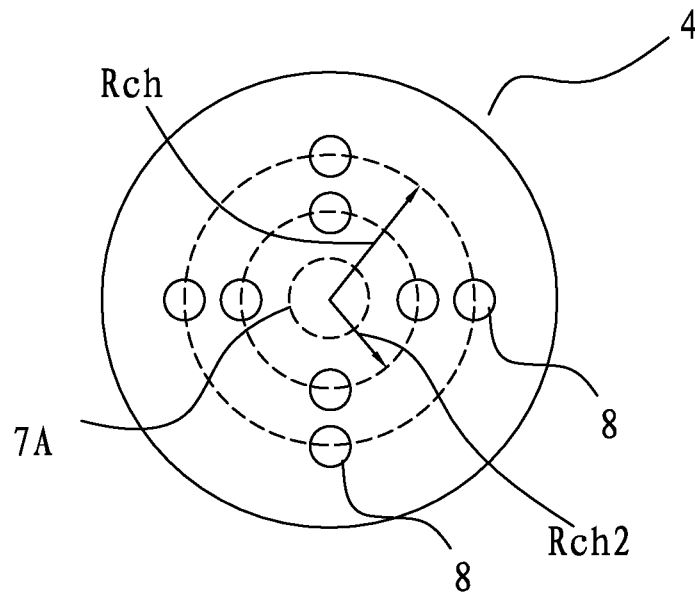


图5

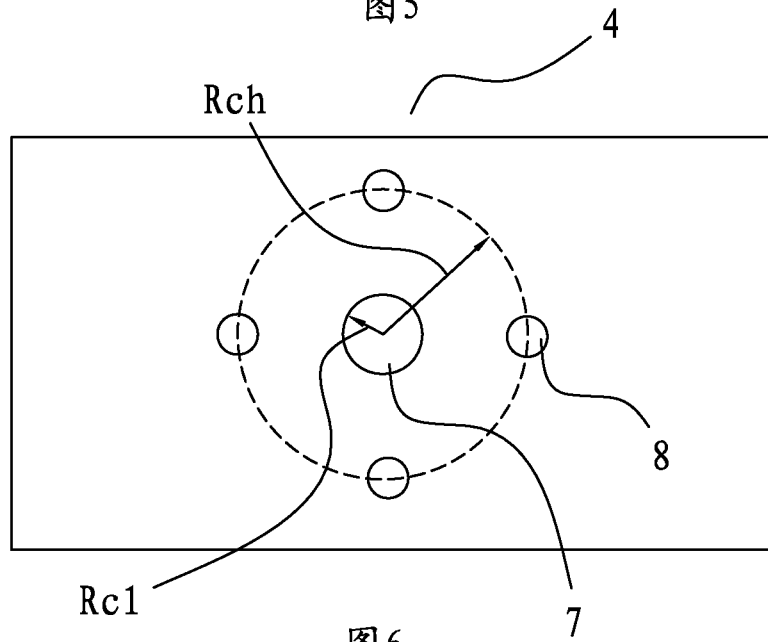


图6

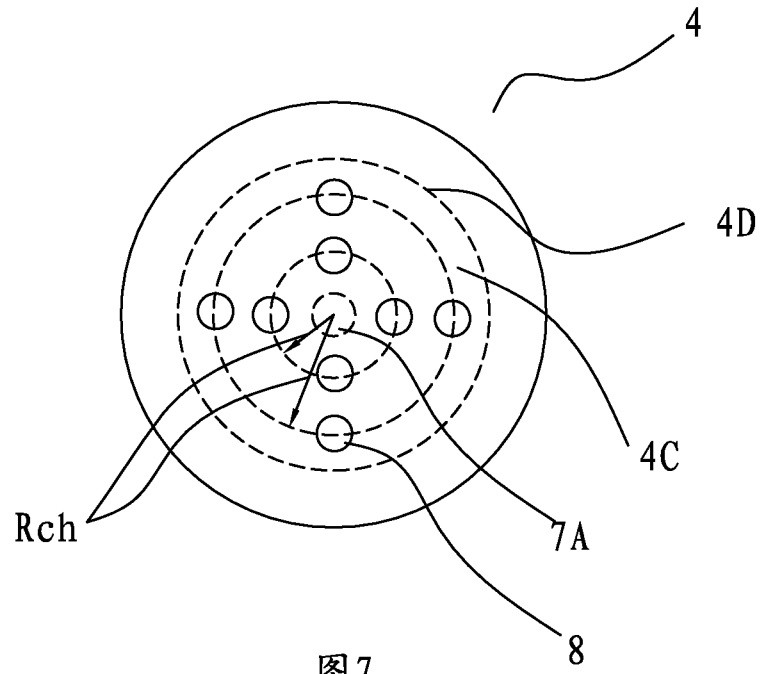


图7

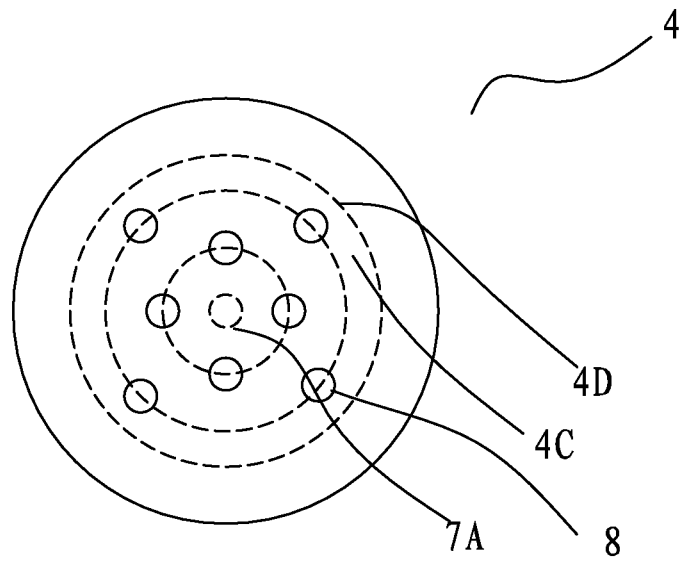


图8

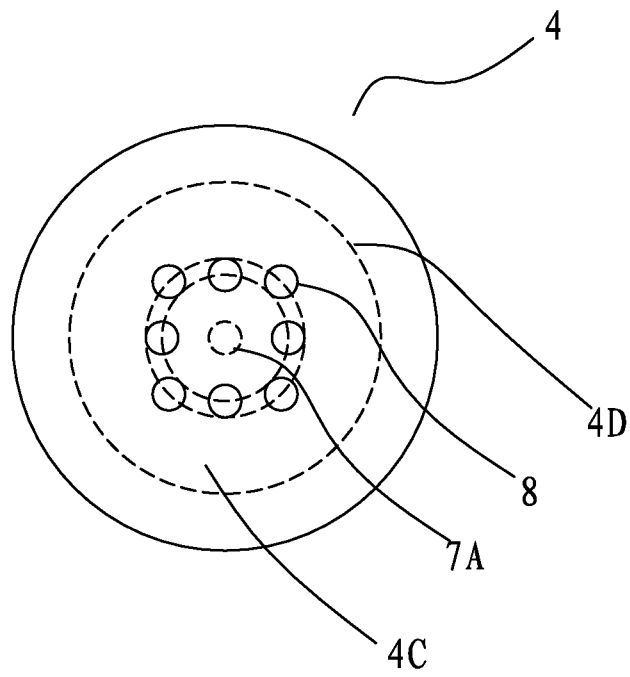


图9

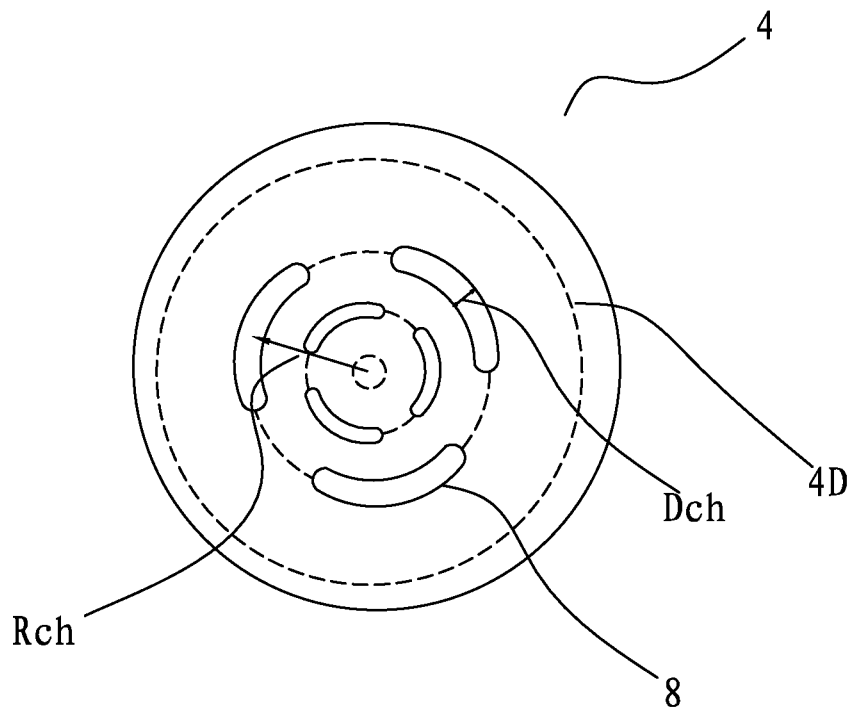


图10

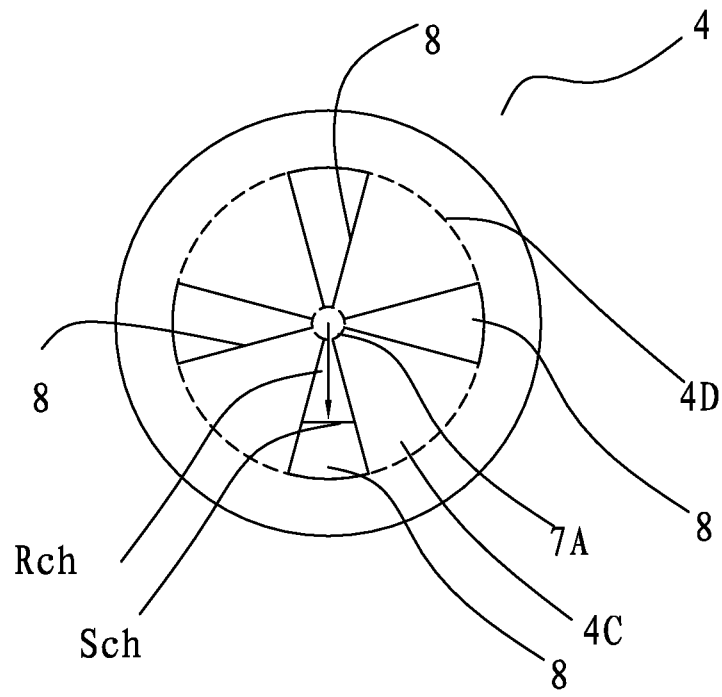


图11

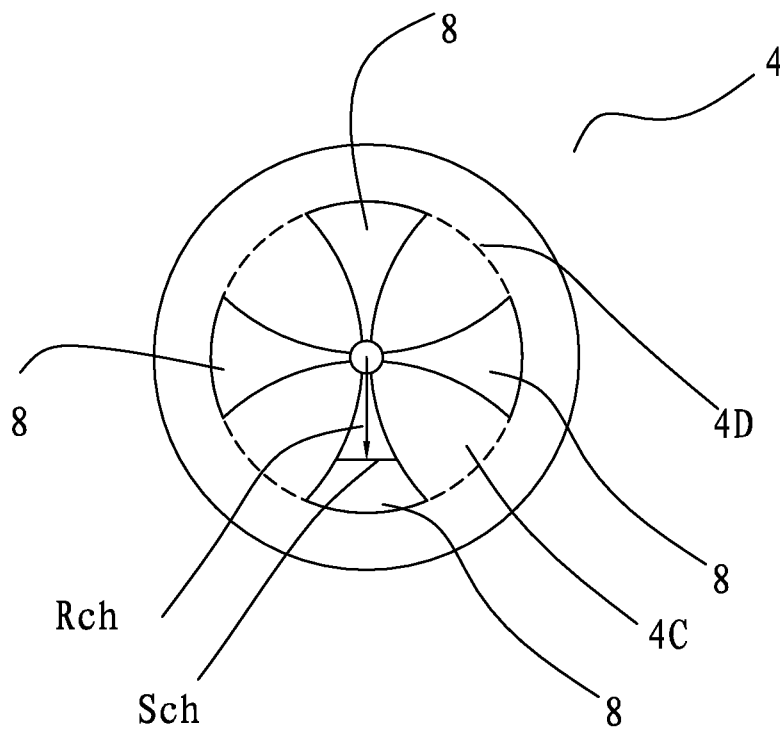


图12

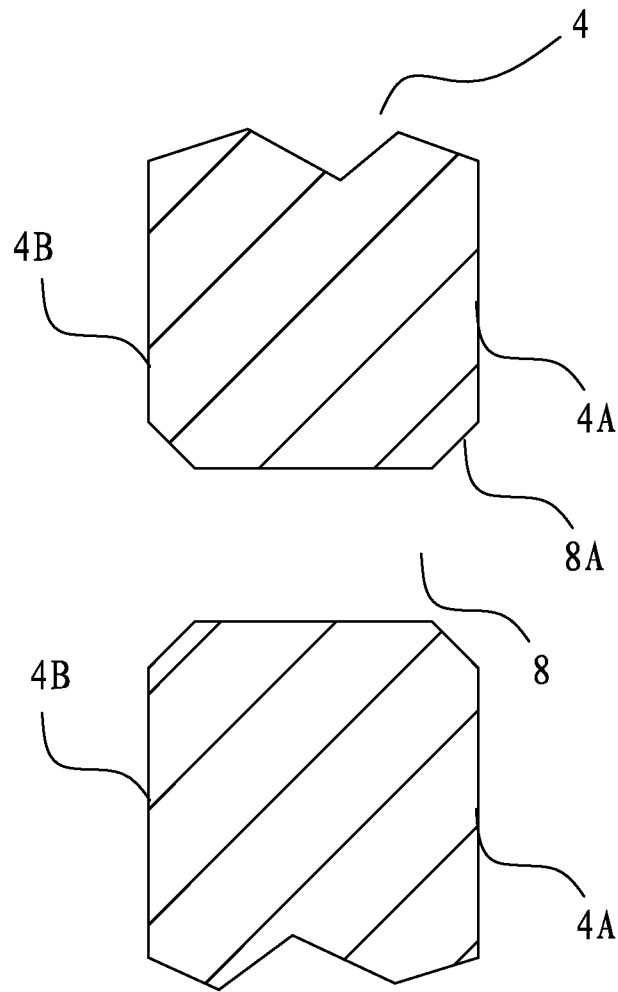


图13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2008/001717

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See extra sheet

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)

IPC: G01F1/-, F15D1/-

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)

EPODOC, WPI, PAJ, CNPAT: orifice?, plate, board, Reynolds, balanc+, equali+, compens+, flow+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US7051765B1 (NASA US NAT AERO & SPACE ADMIN) 30 May 2006 (30.05.2006) see the whole document	1-8
A	US5341848A (UNIV SALFORD BUSINESS SERVICES) 30 Aug. 1994 (30.08.1994) see the whole document	1-8
A	CN2935097Y (CHINA NAT PETROLEUM GAS GROUP CORP et al.) 15 Aug. 2007 (15.08.2007) see the whole document	1-8
A	CN1190602C (GAZ DE FRANCE) 23 Feb. 2005 (23.02.2005) see the whole document	1-8
A	US5529093A (INTEGRITY MEASUREMENT PARTNERS) 25 Jun. 1996 (25.06.1996) see the whole document	1-8
P, A	CN201104248Y (KEYON TECH DEV CO LTD) 20 Aug. 2008 (20.08.2008) see 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 30 Dec. 2008 (30.12.2008)	Date of mailing of the international search report 22 Jan. 2009 (22.01.2009)
Name and mailing address of the ISA/CN The State Intellectual Property Office, the P.R.China 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China 100088 Facsimile No. 86-10-62019451	Authorized officer WANG, Qinghua Telephone No. (86-10)62085252

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2008/001717

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US7051765B1	30.05.2006	NONE	
US5341848A	30.08.1994	WO9101452A1	07.02.1991
		GB2235064A	20.02.1991
		AU6054390A	22.02.1991
		EP0483206A1	06.05.1992
		NO920253A	13.03.1992
		GB2235064B	02.06.1993
		NO174859B	11.04.1994
		EP0483206B1	01.02.1995
		DE69016658E	16.03.1995
		CA2063820C	04.08.1998
		DE69016658T2	05.10.1995
		AT118071T	15.02.1995
		CA2063820A1	21.01.1991
		DK483206T3	26.06.1995
		NO174859C	20.07.1994
CN2935097Y	15.08.2007	NONE	
CN1190602C	23.02.2005	EP0942220A1	15.09.1999
		FR2776033A1	17.09.1999
		CN1229174A	22.09.1999
		CA2263636A1	13.09.1999
		US6145544A	14.11.2000
		EP0942220B1	20.11.2002
		DE69903987E	02.01.2003
		ES2189359T3	01.07.2003
		CA2263636C	28.06.2005
		FR2776033B1	18.08.2000
		DE69903987T2	24.07.2003
		AT228223T	15.12.2002
US5529093A	25.06.1996	CA2138686A1	01.08.1995
		US5495872A	05.03.1996
		CA2138686C	16.03.1999
		MX9500720A1	01.07.1998
		MX192110B	24.05.1999
		MX211588B	25.11.2002
		CA2228928A1	01.08.1995
		CA2228928C	06.02.2001
CN201104248Y	20.08.2008	NONE	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2008/001717

Continuation of: second sheet A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01F1/42 (2006.01) i

G01F1/50 (2006.01) i

F15D1/02 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2008/001717

A. 主题的分类

参见附加页

按照国际专利分类表(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)

IPC: G01F1/-, F15D1/-

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))

EPODOC, WPI, PAJ, CNPAT: 孔, 板, 孔板, 流量, 计量, 雷诺数, 平衡, 补偿, 均衡, orifice?, plate, board, Reynolds, balanc+, equali+, compens+, flow+

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
A	US7051765B1 (NASA US NAT AERO & SPACE ADMIN) 30.5 月 2006 (30.05.2006) 参见全文	1-8
A	US5341848A (UNIV SALFORD BUSINESS SERVICES) 30.8 月 1994 (30.08.1994) 参见全文	1-8
A	CN2935097Y (中国石油天然气集团公司 等) 15.8 月 2007 (15.08.2007) 参见全文	1-8
A	CN1190602C (法国天然气公司) 23.2 月 2005 (23.02.2005) 参见全文	1-8
A	US5529093A (INTEGRITY MEASUREMENT PARTNERS) 25.6 月 1996 (25.06.1996) 参见全文	1-8
P, A	CN201104248Y (上海科洋科技发展有限公司) 20.8 月 2008 (20.08.2008) 参见全文	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

“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

30.12 月 2008 (30.12.2008)

国际检索报告邮寄日期

22.1 月 2009 (22.01.2009)

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

王庆华

电话号码: (86-10) **62085252**

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2008/001717

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
US7051765B1	30.05.2006	无	
US5341848A	30.08.1994	WO9101452A1	07.02.1991
		GB2235064A	20.02.1991
		AU6054390A	22.02.1991
		EP0483206A1	06.05.1992
		NO920253A	13.03.1992
		GB2235064B	02.06.1993
		NO174859B	11.04.1994
		EP0483206B1	01.02.1995
		DE69016658E	16.03.1995
		CA2063820C	04.08.1998
		DE69016658T2	05.10.1995
		AT118071T	15.02.1995
		CA2063820A1	21.01.1991
		DK483206T3	26.06.1995
		NO174859C	20.07.1994
CN2935097Y	15.08.2007	无	
CN1190602C	23.02.2005	EP0942220A1	15.09.1999
		FR2776033A1	17.09.1999
		CN1229174A	22.09.1999
		CA2263636A1	13.09.1999
		US6145544A	14.11.2000
		EP0942220B1	20.11.2002
		DE69903987E	02.01.2003
		ES2189359T3	01.07.2003
		CA2263636C	28.06.2005
		FR2776033B1	18.08.2000
		DE69903987T2	24.07.2003
		AT228223T	15.12.2002
US5529093A	25.06.1996	CA2138686A1	01.08.1995
		US5495872A	05.03.1996
		CA2138686C	16.03.1999
		MX9500720A1	01.07.1998
		MX192110B	24.05.1999
		MX211588B	25.11.2002
		CA2228928A1	01.08.1995
		CA2228928C	06.02.2001
CN201104248Y	20.08.2008	无	

接 第 2 页 A. 主题的分类

G01F1/42 (2006.01) i

G01F1/50 (2006.01) i

F15D1/02 (2006.01) i