

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B05B 7/00

C21C 5/46

C21C 5/32



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00102594.5

[45] 授权公告日 2005 年 12 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 1231297C

[22] 申请日 2000.3.30 [21] 申请号 00102594.5

[30] 优先权

[32] 1999.4.2 [33] US [31] 09/285097

[71] 专利权人 普莱克斯技术有限公司

地址 美国康涅狄格州

[72] 发明人 J·E·安德森

D·R·法伦科普夫

R·T·塞门扎 P·C·马图尔

W·J·马奥尼

审查员 王琳

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

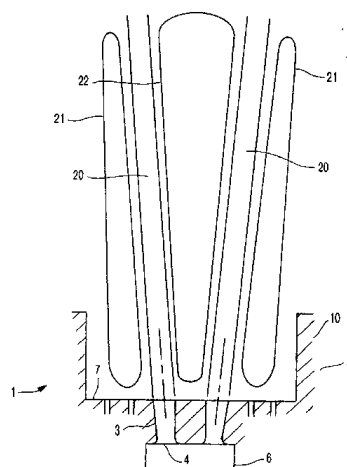
代理人 魏金玺 钟守期

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 6 页

[54] 发明名称 多束凝聚喷射流喷枪

[57] 摘要

一种使用单一的喷枪形成许多互相靠近的凝聚喷射流的系统，其中许多喷射流从相应的喷枪中的许多喷嘴喷出，并且围绕许多喷射流形成一个火焰包膜，所述喷射流保持不同且在其长度上不汇集在一起。



ISSN 1008-4274

1. 一种由单一的喷枪产生多束凝聚喷射流的方法，包括：
- (A) 提供一个端部(2)带有许多喷嘴(3)的喷枪(1)，每一个所述喷嘴具有一个用来从所述喷嘴喷射气体的出口(5)；
- 5 (B) 以射流的方式从每一喷嘴出口(5)喷射气体并形成多束喷射流，每一喷射流从一喷嘴出口流出；
- (C) 以至少一束气流的方式从所述喷枪端部(2)流出燃料和氧化剂，并且燃烧所述燃料和氧化剂以形成一个围绕所述许多喷射流的火焰包膜；以及
- 10 (D) 在所述喷射流的长度上保持每一束喷射流的流动是彼此没有明显相互作用的。
2. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，至少两束喷射流以发散的气流方式流动。
3. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，至少两束喷射流以平行的
- 15 气流方式流动。
4. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述燃料和氧化剂呈两个同心气流围绕所述多束喷射流从喷枪端部(2)分别通过。
5. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，每一束喷射流以超音速喷射。
- 20 6. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，至少一束所述喷射流包括氧气。
7. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，形成3到6束喷射流，每一所述喷射流相对于另外的喷射流呈一个发散的角度且以超音速流动，并且具有与每一其它的喷射流相同的气体成分，其中所述火焰包膜是由
- 25 围绕许多喷射流从所述喷枪端部(2)以两个同心气流形式流出的燃料和氧化剂形成的。
8. 一种形成多束凝聚喷射流的喷枪，包括：
- (A) 具有一个带有许多喷嘴(3)的端部(2)的一个喷枪(1)，每一所述喷嘴具有一个入口(4)和一个出口(5)；
- 30 (B) 每一个所述喷嘴入口与一个气体源连通，且每一所述喷嘴出口设置在所述喷枪端面(7)上；

(C) 至少一个在所述喷枪端面围绕所述许多喷嘴出口的喷射装置(8, 9); 以及

(D) 一个从所述喷枪端面延伸并形成一空间(11)的延伸部分(10), 所述许多喷嘴出口的每一个和所述喷射装置都与该空间连通; 其中所述喷射装置包括在喷枪端面围绕所述许多喷嘴出口的第一环形喷射装置(8)和在所述喷枪端面围绕所述第一环形喷射装置的第二环形喷射装置(9)。

9. 一种由单一的喷枪形成多束凝聚喷射流的方法, 包括:

(A) 提供一个端部(2)带有许多喷嘴(3)的喷枪(1), 每一个所述喷嘴具有一个用来从所述喷嘴喷射气体的出口(5);

(B) 以射流方式从每一喷嘴出口喷射气体并形成多束喷射流, 每一喷射流从一喷嘴出口(5)流出;

(C) 以至少一束气流的方式从所述喷枪端部(9)围绕所述许多喷射流流出燃料, 并且将所述燃料与吸入到所述燃料气流中的空气燃烧以形成围绕所述许多喷射流的一个火焰包膜; 以及

(D) 在所述喷射流的长度上保持每一喷射流的流动是彼此没有明显相互作用的。

多束凝聚喷射流喷枪

5 本发明一般涉及一种气体的流动。本发明能够使得一束以上的气流以这样的方式从单独一个喷枪流出，即这些气流在一段延伸的距离上相互靠近而流动，同时相互之间保持不同。

经常需要形成一束气流。例如，为了一种或几种原因可将气流喷射到一种液体中。可将一种反应性气体喷入一种液体中而与该液体的一种或多种成分起反应，如将氧气喷射到铁水中与铁水中的碳反应而使该铁
10 脱碳并为该铁水提供热量。为了熔炼或精炼的目的，氧气也可被喷射到如铜、铅和锌这样的其它熔化金属中，或者被喷射到一种水性液或碳氢化合物液体中进行氧化反应。一种非氧化性的气体，如惰性气体可被喷射到液体中用来搅拌该液体，以便促进整个液体的温度分布或成分分布更加均匀化。

15 有时最好使得所述气流以如超音速这样的高速度在一段延伸的距离上流动。这可以通过将所述气流包围在一个火焰包膜中来实现。这种火焰包膜避免周围的气体被吸入到所述气流中，这就导致形成了一种凝聚（coherent）的气流，这种凝聚气流能够在一段延伸的距离上流动而气流速度没有明显的降低或者气流直径没有明显的增加。

20 在实际操作中经常需要使用一束以上的气流。所有气流采用的气体可以是相同的，或者一束或多束气流可以使用不同的气体。例如，在电弧炼炉操作或氧气顶吹转炉操作中，有时最好将氧气喷射到熔化金属的两个或多个部位中而不是一个部位。而且在电弧炼炉操作中，最好使用一束或多束气流来将气体喷入熔化金属中，此外，一束或多束气流将氧
25 气提供到所述炼炉容器的顶部空间中用于后燃。

在这种多束气流的实际操作中，也需要所述气流是凝聚气流，在此之前这是通过每一气流都采用一个单独的喷射枪来实现的，借此为每一气流提供了用于相应火焰包膜的气流和液体。虽然这种采用多个喷枪的系统有效地提供多束凝聚气流时，但使用成本高而且使用起来又困难。
30 随单个喷枪数量的增加，这些问题就更加突出。

因此，本发明的目的是提供一种形成多束凝聚喷射流的系统，其中仅需要一单独的喷射枪。

通过阅读本发明所披露的内容，本发明这样那样的目的对于本领域的技术人员来说就变得清楚明白。本发明的目的是通过下列方式实现的。按照本发明的一方面是：

一种由单一的喷枪产生多束凝聚喷射流的方法，包括：

5 (A) 提供一个端部带有许多喷嘴的喷枪，每一个所述喷嘴具有一个用来从所述喷嘴喷射气体的出口；

(B) 以射流的方式从每一喷嘴出口喷射气体并形成多束喷射流，每一喷射流从一喷嘴出口流出；

10 (C) 以至少一束气流的方式从所述喷枪端部流出燃料和氧化剂，并且燃烧所述燃料和氧化剂以形成一个围绕所述许多喷射流的火焰包膜；以及

(D) 在所述喷射流的长度上保持每一喷射流的流动是彼此不同的。

按照本发明的另一方面是：

一种形成多束凝聚喷射流的喷枪，包括：

15 (A) 具有一个带有许多喷嘴的端部的一个喷枪，每一所述喷嘴具有一个入口和一个出口；

(B) 每一个所述喷嘴入口与一个气体源连通，且每一所述喷嘴出口设置在所述喷枪端面上；

20 (C) 至少一个在所述喷枪端面围绕所述许多喷嘴出口的喷射装置；以及

(D) 一个从所述喷枪端面延伸并形成空间的延伸部分，所述许多喷嘴出口的每一个和所述喷射装置都与该空间连通。

按照本方面的又一方面是：

一种由单一的喷枪形成多束凝聚喷射流的方法，包括：

25 (A) 提供一个端部带有许多喷嘴的喷枪，每一个所述喷嘴具有一个用来从所述喷嘴喷射气体的出口；

(B) 以射流方式从每一喷嘴出口喷射气体并形成多束喷射流，每一喷射流从一喷嘴出口流出；

30 (C) 以至少一束气流的方式从所述喷枪端部围绕所述许多喷射流流出燃料，并且将所述燃料与吸入到所述燃料气流中的空气燃烧以形成围绕所述许多喷射流的一个火焰包膜；以及

(D) 在所述喷射流的长度上保持每一束喷射流的流动是彼此不同的。

这里采用的术语“环状”意思是呈一个圆环的形状。

5 这里采用的术语“火焰包膜”意思是同轴地围绕至少一束其它的气流的一燃烧气流。

当指一束喷射流时所采用的术语“长度”意思是从喷出气体的喷嘴到该喷射流想要到达的目标点之间的距离。

当指一束喷射流时所采用的术语“不同”意思是该喷射流与其它

10 这里所采用的术语“包含的氧气流量”意思是氧化剂流量乘以分成100份的氧化剂中的氧气百分比。例如，10000CFH纯氧气具有10000CFH的包含的氧气，10000CFH的空气具有约2100CFH包含的氧气。

图1是本发明实施中使用的喷枪端部或顶部截面的一个优选实施方案的横截面图；

15 图2是从表示喷枪端部或顶部截面的图1所示的喷枪端部的顶视图；

图3表示图1所示的喷枪端部在操作时的横截面图；

图4和图5是采用本发明的方法得到的实验结果和一些比较实验结果的图解表示；

20 图6是采用图7所示的实际横截面的本发明实施例所得到的实验结果的图解表示。

相同的部件在图中用相同的标记号表示。

下面将参考附图详细描述本发明。现在看图1和图2，喷枪1有一个带有许多喷嘴3的端部截面2。图1说明本发明的一个优选实施方案，其中所述喷嘴是一个个缩/扩喷嘴。每一个喷嘴3有一个入口4和一个出口5。尽管可以使用如椭圆形喷嘴出口这样的其它形状的喷嘴出口，但优选地，
25 图中所示的喷嘴出口是圆形的。每一个入口4都与一个气源相连通。在图1所示的实施方案中，所有的入口4都与相同的气源连通，该气源是喷枪1内的气体通道6。可替换地，入口4中的一个或多个可与其它的气源连通。具有相同成分的气体可被提供给所有的喷嘴，或者，不同的气体可被提供
30 供给一个或多个喷嘴。实际上不同的气体可被提供给每一个喷嘴。在本发明的实际操作中可被用来从一个喷嘴喷射的气体可以是空气、氧气、

氮气、氦气、二氧化碳、氢气、氩气、气态碳氢化合物、其它气态燃料和包括一种或多种这些气体的混合物。

当喷射流从所述喷枪喷射时，该喷射流可以以任何角度喷出。附图描述了本发明的一些优选实施方案。参考图1-3，在喷枪端部喷嘴的取向可以是其中心线平行于喷枪的中心线。如图1所示，喷嘴在喷枪端部的取向为其中心线相对于喷枪的中心线有一个向外的角度A。角度A可以达到60度或更大，较好是在0-30度的范围内，最好是在0-15度的范围内。优选地，喷嘴的颈部直径在0.25-3英寸范围内，出口5的直径在0.3-4英寸范围内。最好喷嘴中心线在喷枪端2的前端面7上形成一个直径为D的圆。优选地D至少为0.4英寸且不大于10英寸，更优选地D是在0.5-8英寸范围内。

如果需要的话，喷嘴可以这样取向，即一束或多束喷射流以一个相对于所述喷枪中心线向内的角度从喷枪喷出。

气体从每一个喷嘴出口5向外喷出，优选地以超音速喷出，一般是在从500-10000英尺/秒(fps)的范围内，以形成多束喷射流，每一喷射流从一个喷嘴出口向外流出。

所述喷枪端还至少具有一个喷射装置，最好是环状喷射装置，用来最好同心地围绕上述许多喷射流从所述喷嘴喷出至少一束气流，从所述喷射装置流出的一束或多束气流可以是任何有效形状，并且不需要完全围绕上述许多喷射流。当采用一个环形喷射装置时，所述同心气流最好包括燃料和氧化剂的混合物。在本发明的一个实施方案中，所述喷射装置可仅提供燃料，与燃料燃烧形成火焰包膜所需的氧化剂可来自被带入一个或多个燃料流的空气。优选地，如图1和2所示，喷枪端具有第一环形喷射装置8和第二环形喷射装置9，用来呈两个同心流从所述喷枪分别流出燃料和氧化剂。燃料可以是任何液体燃料，如甲烷、丙烷、丁烯、天然气、氢、焦炉气或油类。氧化剂可以是空气或其氧气浓度超过空气中的氧气浓度的液体。优选地，氧化剂是一种其氧气浓度至少为30摩尔百分数的液体，更优选地其氧气浓度至少为50摩尔百分数。当氧气为从所述喷嘴喷射的气体时，最好通过第一环形喷射装置提供所述燃料，通过第二环形喷射装置提供所述氧化剂。当一种惰性气体从所述喷嘴喷出时，最好通过第一环形喷射装置提供氧化剂，通过第二环形喷射装置提供燃料。如果需要的话，可以使用三个环形喷射装置提供燃料和氧化剂，

其中氧化剂从内外环形喷射装置提供，燃料从中间环形喷射装置提供。尽管一个或两个所述环形喷射装置可在从其喷射燃料和氧化剂的喷枪面7上形成一个连续的环形开口，但优选地如图2所示，第一和第二环形喷射装置两者都形成一系列不连续的开口，例如圆形孔，从这些开口喷射出两个同心的燃料和氧化剂气流。所述喷射装置不必完全围绕所述喷射流提供燃料和氧化剂。

在所述喷枪端面的第一环形喷射装置围绕所述许多喷嘴出口形成一个环，在所述喷枪端面的第二环形喷射装置围绕所述第一环形喷射装置形成一个环。从所述第一和第二环形喷射装置出来的燃料和氧化剂燃烧，形成围绕所述许多喷射流的一个火焰包膜。如果要喷入燃料和氧化剂的环境不够热不能自动点燃所述混合物，将需要一个单独的点火源来点燃所述燃烧物。优选地，所述火焰包膜以小于每一喷射流速度的速度移动，通常以100 - 1000fps范围内的速度移动。

图3表示围绕凝聚的喷射流20的火焰包膜的截面。靠近喷枪面将有一个单独的火焰包膜，且所有凝聚的喷射流被包围在图3中的由火焰包膜21所示的火焰包膜内。根据喷枪的设计和操作条件，在火焰端面的再下游将会看到一个单独的火焰包膜，且所有凝聚的喷射流被包围在该火焰包膜内，和/或一单个的火焰包膜围绕着每一个凝聚喷射流。为了解释说明的目的，在图3中示出这种由燃烧气流21和22表示的单个火焰包膜。

优选地如图1所示，长度通常在0.5 - 6英寸范围内的延伸部分10从喷枪端面7延伸形成一个空间11，所述多个喷嘴出口5的每一个、第一环形喷射装置8和第二环形喷射装置9与该空间11连通，且所述许多喷射流的每一个和围绕该许多喷射流的所述火焰包膜在该空间内最初形成。由延伸部分10形成的空间11建立了一个保护区，该保护区用于当所述气流、燃料和氧化剂从喷枪端2流出时就立刻保护它们，这样就有助于每一喷射流达到凝聚。该保护区引起所述燃料和氧化剂围绕所述喷射流（在有些情况下围绕每一单个喷射流）的再循环。这样，即使燃料和氧化剂可能最初未被供入空间11中完全围绕所述喷射流，在所述保护区内的燃料和氧化剂的再循环也能用来保证形成一个或多个有效的火焰包膜以使每一喷射流产生凝聚性。

在这种喷射流的整个长度上每一喷射流的流动保持与从喷枪1的喷嘴口流出的所有其它喷射流的流动不同，直到该喷射流到达其目标。这种

目标可以是例如，如熔融金属或水性液这样的液池表面，或者一个固体目标，或者如所述喷射流与之配合的其它喷射流这样的气体目标。这与当常规的喷射流从相同的喷枪喷出时发生的情况形成对照。对于这种常规的喷射流，它会迅速汇合或流动合并在一起形成一个单独的喷射流。

5 本发明的这些喷射流在至少10个喷嘴外径的距离上保持不同，一般是在至少20个喷嘴外径的长度上，通常在20-100个喷嘴外径范围内的长度距离上保持不同。

已经发现当从所述喷嘴流出的喷射流的总体流速增加时，从所述喷射装置流出的形成所述火焰包膜的燃料和氧化剂的总体流速也增加，但
10 增加的速度比喷射流流速增加的速度小。当从喷嘴流出的喷射流的总体流量在20000-100000CFH范围内时，形成火焰包膜的燃料的总体流量最好在2-15百万BTU每小时(MMBTU/hr)的范围内，并且在形成所述火焰包膜的氧化剂中所包含的氧气的总体流量最好在2000-15000CFH的范围内。当从喷嘴流出的喷射流的总体流量在400000-2000000CFH范围内时，
15 形成火焰包膜的燃料的总体流量最好在10-70MMBTU/hr的范围内，并且在形成所述火焰包膜的氧化剂中所包含的氧气的总体流量最好在10000-70000CFH的范围内。

采用类似于图1-3描述的本发明的实施例并采用氧气作为从喷嘴喷出时的气体作了一些实验来说明本发明的有效性，下面将讨论所述的实验及其结果并在图4中连同一比较实验结果一起显示。进行这些实验的目的仅是为了解释和比较，而不是用来起限定作用。
20

绕包围喷枪轴的一个圆设置四个喷嘴。每一个喷嘴是缩/扩喷嘴，其颈部和外径尺寸分别为0.27和0.39英寸。所述圆的直径(D)是3/4"。所述凝聚喷射流和喷枪轴之间的角度(A)是0度，每一喷射流的周边与
25 相邻喷射流的周边相距0.14英寸。用于火焰包膜的天然气和氧化剂通过两个孔环供应：内环(16个直径为0.154"的孔，在一个2"直径的圆周上)供应天然气；外环(16个直径为0.199"的孔，在直径为2 3/4"的圆周上)供应氧化剂，在这种情况下，市场上买到的氧化剂是氧浓度约为99.5摩尔百分数的纯氧。一个延伸部分(直径为3 1/2"，长度为2")
30 被安装在喷枪端部以提供气体的再循环，从而稳定所述火焰。

实验是在从所述喷嘴流出的主要氧气的供应压力为每平方英寸150磅绝压(psig)的条件下进行的。在这一压力下正好在所述喷嘴的上游，

通过每一喷嘴的氧气的流量为10000立方英尺每小时 (CFH)，所有四个喷嘴的总流量40000CFH。对于在喷嘴出口处的凝聚喷射流计算到的出口温度、速度和马赫数 (Mach Number) 分别是-193°F、1700fps和马赫2.23。流到孔内环和外环的天然气和氧气的流量分别是5000和6000CFH。

5 四个不同的凝聚喷射流用肉眼是可观测到的，并且在这些喷射流之间没有明显的相互作用。在图2所示的距所述喷嘴端面18、24和30英寸截取的面B-B上，由皮托管测量值计算的速度在图4中如曲线A、B和C所示。

对于非常靠近的普通喷射流，卷吸作用将这些喷射流吸引在一起形成在图4中如曲线D所示单一的喷射流，这显示出当没有火焰包膜围绕所述四个喷射流的情况下重复进行上述实验所获得的结果。曲线D所示的皮
10 托管测量值是在距喷嘴端面10.25英寸的地方测得的。即使所述凝聚喷射流非常靠近，但对于这里描述的本发明的实验也没有出现这种卷吸作用。对于平行于喷枪轴且每一喷射流的周边距临近喷射流的周边小于1/4" 的四个凝聚喷射流这种情况尤其明显。每一个喷射流就象在自由空间中的
15 单一喷射流一样在距喷嘴端面很长的一段距离上保持凝聚。为多个凝聚喷射流提供火焰包膜的一个非常有效的手段是穿过两个包围所有凝聚喷射流的孔环（用于天然气和氧气）。这种结构设计连同一个延伸部分引起靠近喷嘴的气体的再循环，导致均匀的火焰包围每一凝聚喷射流。

图5表示由本发明另一实施方案测得的结果，除了仅采用两个喷嘴外
20 该实施方案类似于图1描述的实施方案。每一喷嘴开口的取向与喷枪轴线之间的夹角是向外5度，且所述喷嘴开口中心线之间的距离是0.875英寸。从每一喷嘴流出的氧气的流量是20000CFH，在喷嘴出口处喷嘴出口周边之间的间距是0.32英寸。天然气和辅助氧气分别以5000CFH和4000CFH的流量从两个小孔环流出。两个不同的凝聚喷射流形成并且在图5中示出距
25 喷嘴端18英寸（曲线E）和24英寸（曲线F）处的速度轮廓线。这两个喷射流之间没有干涉并且每一喷射流就如同在自由空间中的单一喷射流一样。

图6表示如图7截面所示的本发明的另一实施方案测得的结果。在这一
30 实施方案中，喷枪端部有两个带有两个孔或出口的喷嘴，所述孔中心线之间的距离是0.725英寸。第一个喷嘴设计成30000CFH的氧气流量，其轴线平行于喷枪轴。第二个喷嘴设计成10000CFH的氧气流量，其轴线与喷枪轴之间的夹角是向外5度。在所述出口处，相邻孔的周边之间的间

距是0.20英寸。天然气和辅助氧气流过所述孔环（未示出）的流量分别是5000和4000CFH。通过两个缩-扩喷嘴的流量的不同是由三个方面的因素决定的。图6中示出距喷枪端面30、34和38英寸处的G、H和I速度轮廓曲线。对于高流量的喷射流（30000CFH氧气），在距喷嘴端面的这些距离范围内，所述轮廓曲线基本保持相同。凝聚喷射流保持与喷枪轴线平行。如所预料的那样，低流量的喷射流（10000CFH）在距喷枪端面30英寸以外就开始失去其凝聚性。峰值的定位表明所述喷射流从喷枪轴线向外的角度约5.5度。这接近于在喷枪端面有5度角的值。在这两个喷射流之间没有明显的干涉。这些结果表明多孔凝聚喷射流喷枪的适应性是可能的。例如，用一个多喷嘴喷枪由氧气进行切缝和后燃烧是可能的。一个喷射流能够指向熔池进行切缝，同时一个较小的喷射流能够指向所述熔池的上方用于后燃烧。这都能用一有多个凝聚喷射流的喷枪来完成。

在本发明的在氧气顶吹转炉操作中使用的的一个特定的优选实施方案中，使用3到6个喷射流，每一个喷射流与另外的喷射流呈发散角度，并且每一个喷射流都以超音速喷射，其中每一喷射流具有相同的气体成分并且所述火焰包膜是用围绕所述多个喷射流的燃料和氧化剂的两个同心气流形成的。

虽然本发明参考一些优选实施方案进行了详细的描述，但本领域的技术人员将会认识到还有一些其它的本发明的实施方案也在权利要求的保护范围内。

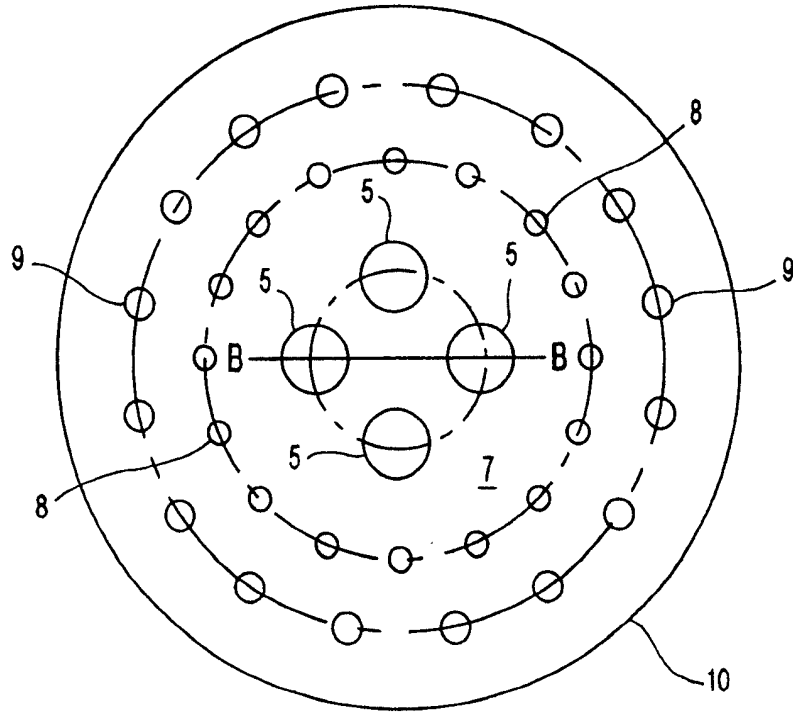


图 1

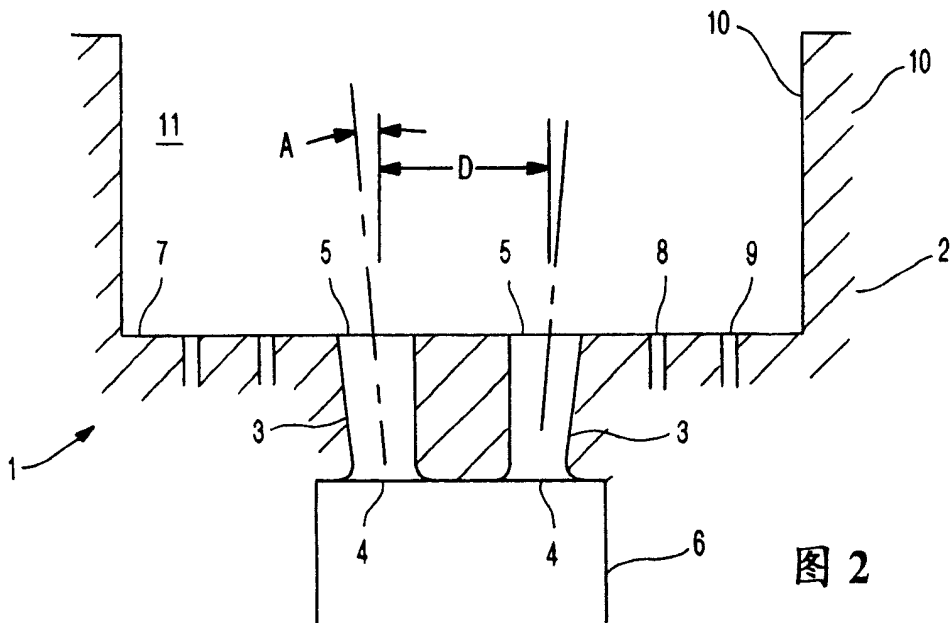


图 2

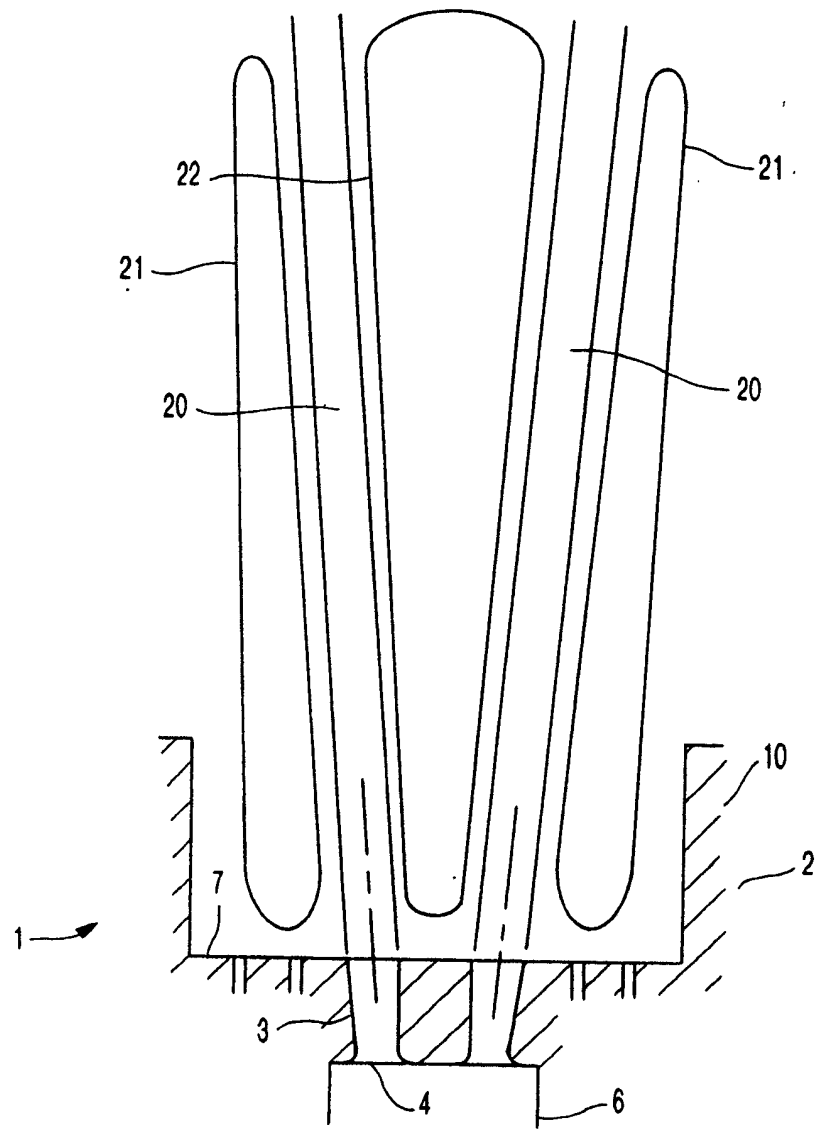


图 3

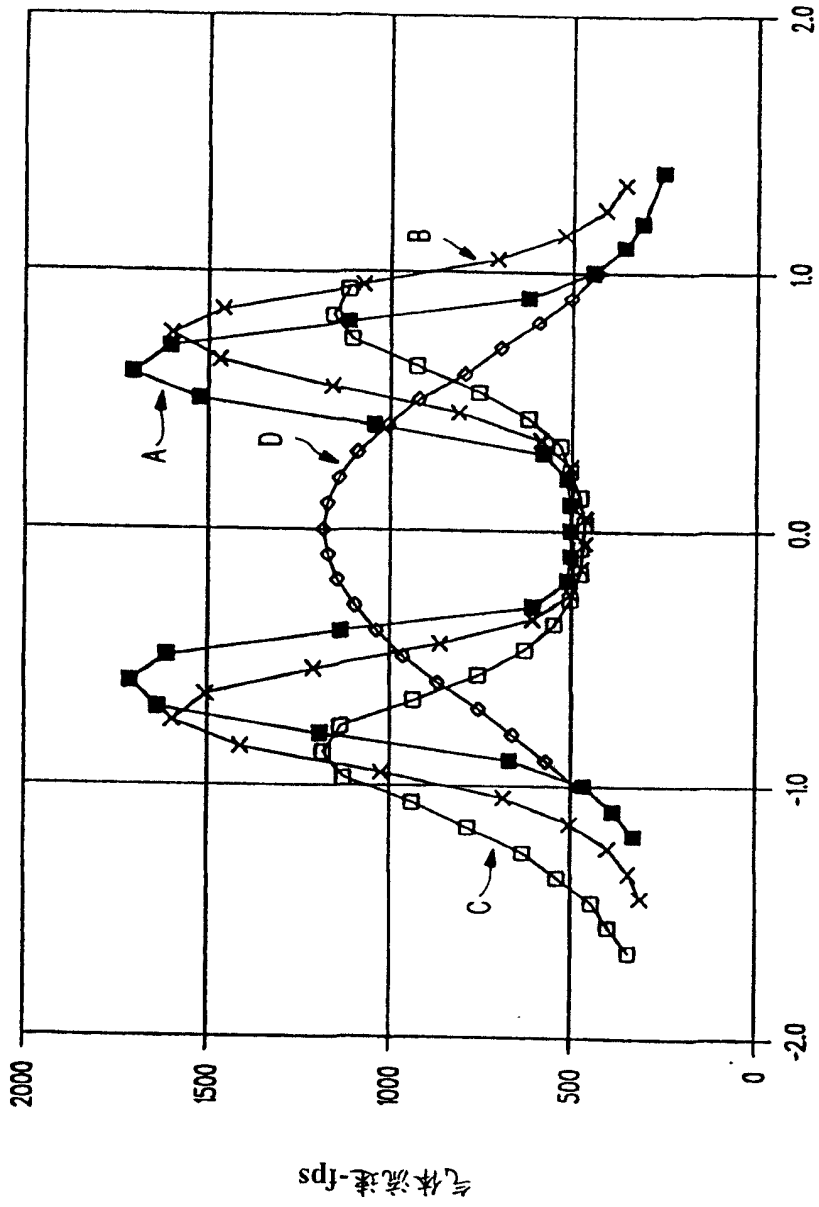


图 4
径向距离 - 英寸

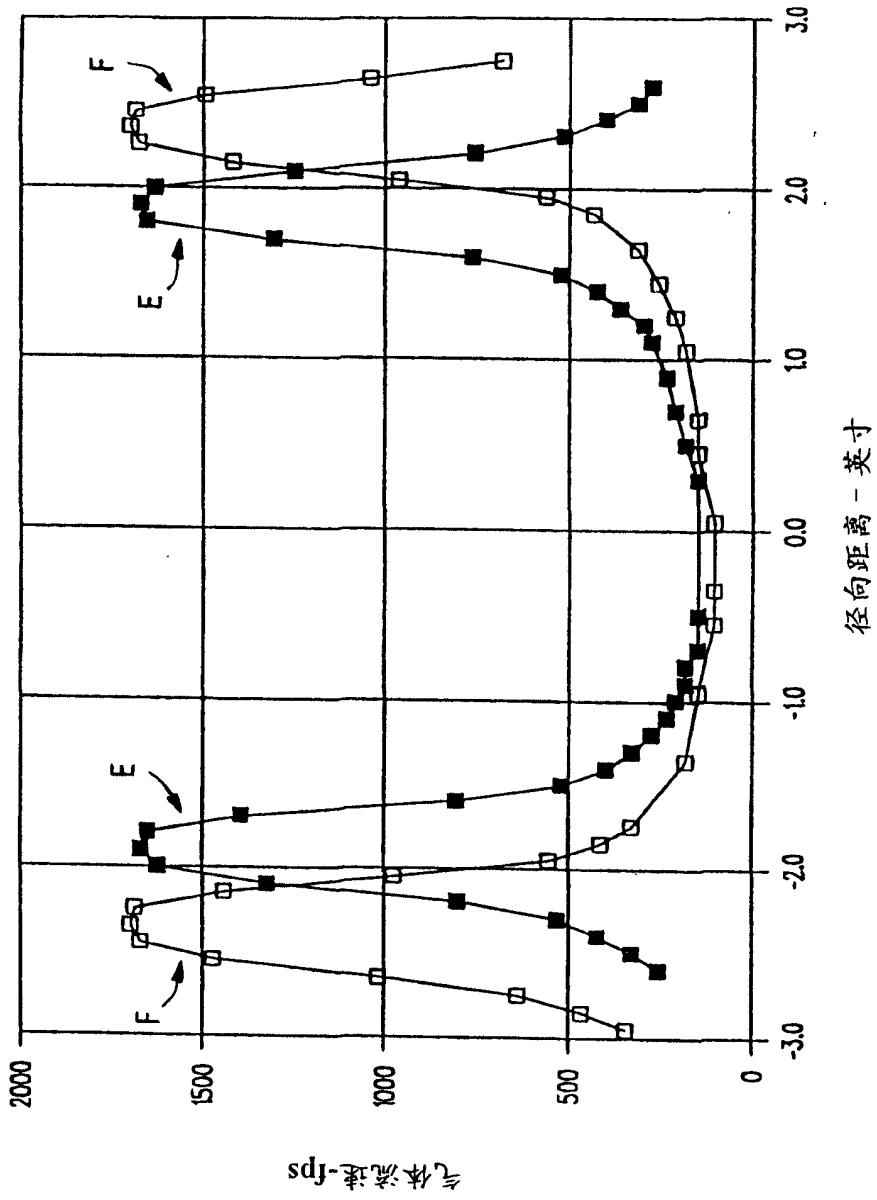


图 5

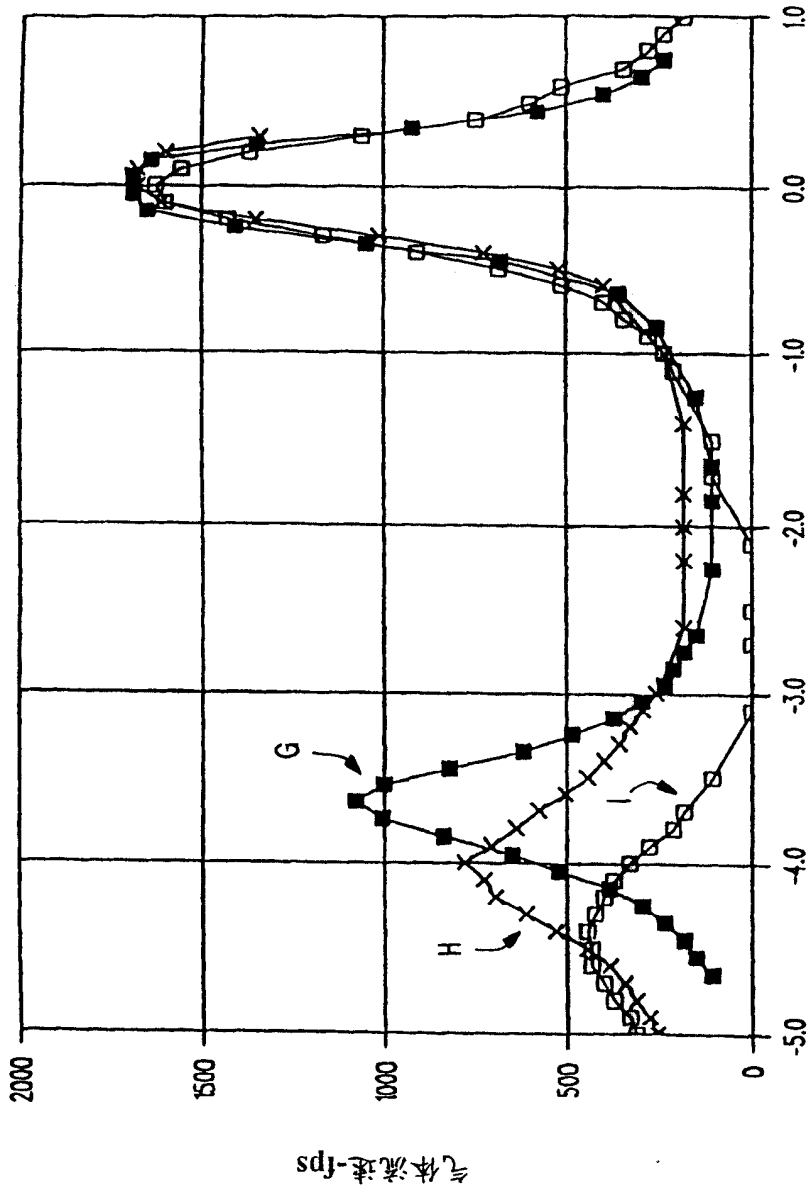


图 6

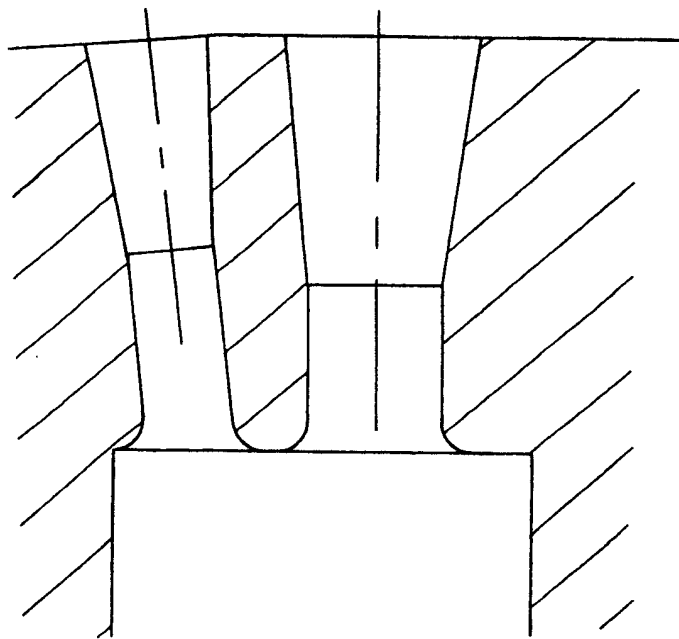


图 7