



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106958835 A

(43)申请公布日 2017. 07. 18

(21)申请号 201610857906.4

(22)申请日 2016.09.28

(30)优先权数据

15187052.4 2015.09.28 EP

(71)申请人 安萨尔多能源瑞士股份公司

地址 瑞士巴登

(72)发明人 M.N.波亚帕克卡姆 Y.杨

K.斯耶德

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 成城 安文森

(51)Int.Cl.

F23R 3/12(2006.01)

F23R 3/28(2006.01)

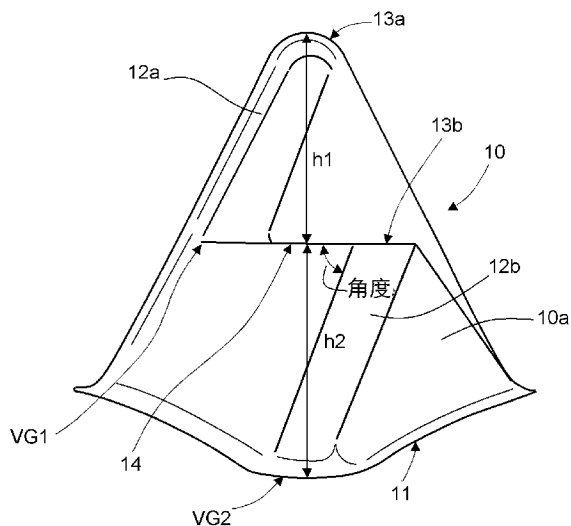
权利要求书1页 说明书5页 附图8页

(54)发明名称

涡流发生器和带涡流发生器的燃气涡轮机的燃料喷射系统

(57)摘要

一种涡流发生器(10),其尤其用于燃气涡轮机的燃料喷射系统,其包括基底区域(11)和涡流发生器本体(10a),所述涡流发生器本体(10a)以预定高度(h_1+h_2)从所述基底区域(11)以逐渐变细的方式延伸。由形成至少两个部分涡流发生器(VG1、VG2)的所述涡流发生器本体(10a)来实现针对更高点火温度的燃气涡轮机且在短燃烧器混合长度或时间尺度内在能够允许的压力下降下的快速燃料-空气混合,其中所述至少两个部分涡流发生器(VG1、VG2)中的每个具有其自身的后边缘(12a、12b)。



1. 涡流发生器(10), 其尤其用于燃气涡轮机的燃料喷射系统, 所述涡流发生器(10)包括基底区域(11)和涡流发生器本体(10a), 所述涡流发生器本体(10a)以预定高度(h1+h2)从所述基底区域(11)以逐渐变细的方式延伸, 其特征在于, 所述涡流发生器本体(10a)形成至少两个部分涡流发生器(VG1、VG2), 所述至少两个部分涡流发生器(VG1、VG2)中的每一个均具有其自身的后边缘(12a、12b)。

2. 如权利要求1所述的涡流发生器, 其特征在于, 所述基底区域(11)具有三角形形式。

3. 如权利要求1所述的涡流发生器, 其特征在于, 所述至少两个部分涡流发生器(VG1、VG2)布置在相对于所述基底区域(11)的不同高度处。

4. 如权利要求3所述的涡流发生器, 其特征在于, 所述至少两个部分涡流发生器(VG1、VG2)布置成相对于所述基底区域(11)一个位于另一个上方, 所述上部分涡流发生器(VG1)具有第一高度(h1)且所述下部分涡流发生器(VG2)具有第二高度(h2)。

5. 如权利要求1所述的涡流发生器, 其特征在于, 所述至少两个部分涡流发生器(VG1、VG2)布置成彼此成预定角度。

6. 如权利要求5所述的涡流发生器, 其特征在于, 所述两个部分涡流发生器(VG1、VG2)之间的所述预定角度能够在 0° 和 45° 之间变化。

7. 如权利要求1所述的涡流发生器, 其特征在于, 所述至少两个部分涡流发生器(VG1、VG2)中的每个均具有相关联的冲击和扫掠角度。

8. 如权利要求7所述的涡流发生器, 其特征在于, 所述至少两个部分涡流发生器(VG1、VG2)布置成相对于所述基底区域(11)一个位于另一个上方, 所述上部分涡流发生器(VG1)具有第一高度(h1)且所述下部分涡流发生器(VG2)具有第二高度(h2), 并且所述上部分涡流发生器(VG1)比所述下部分涡流发生器(VG2)具有更高的冲击和扫掠角度。

9. 如权利要求1所述的涡流发生器, 其特征在于, 燃料喷射器件(26)设在所述至少两个部分涡流发生器(VG1、VG2)之间。

10. 如权利要求9所述的涡流发生器, 其特征在于, 所述燃料喷射器件(26)定位成在所述位置和所述至少两个部分涡流发生器(VG1、VG2)之间有不同距离。

11. 如权利要求1所述的涡流发生器, 其特征在于, 所述至少两个部分涡流发生器(VG1、VG2)具有前边缘(29), 并且所述至少两个部分涡流发生器(VG1、VG2)的所述前边缘(29)具有预定形状。

12. 一种燃气涡轮机的燃料喷射系统, 包括至少一个涡流发生器, 其特征在于, 所述至少一个涡流发生器是根据权利要求1到11中的任一项所述的涡流发生器(10)。

涡流发生器和带涡流发生器的燃气涡轮机的燃料喷射系统

技术领域

[0001] 本发明涉及涡流发生器,其指代根据权利要求1的前序部分的涡流发生器。

[0002] 本发明还涉及带有涡流发生器的燃气涡轮机的燃料喷射系统。

背景技术

[0003] 图1中示出带有安装在垂直凹槽上的涡流发生器(VG)的燃气涡轮机的当前燃料喷射系统。燃料喷射系统20包括在下板21和上板22之间延伸的多个凹槽23。每个凹槽23相对于流动通过凹槽布置的气体具有前边缘24和后边缘25。涡流发生器(VG) 27为设计成生成两个强涡流的标准类型(带有一个后边缘的三棱柱),预期其与借助于燃料喷射器28喷射的燃料轴向混合。

[0004] 由于涡流与燃料射流(fuel jet)的缓慢相互作用,燃料与涡流的混合通常被延迟。多个涡流发生器27布置在凹槽23上,从而在冷却和制造时造成困难。此外,就喷嘴的均匀燃料分布而言,当前设计也提出了挑战。

[0005] 过去已经提出了各种其它涡流发生器和布置。

[0006] 文献US 8,677,756 B2公开了一种燃烧器(诸如用于具有第一燃烧室和第二燃烧室的带有顺序燃烧的燃气涡轮机的二级燃烧室),其包括用于将至少一种气体燃料引入燃烧器内的喷射装置。喷射装置具有至少一个本体,其布置在燃烧器中,并且带有用于将气体燃料引入燃烧器内的至少一个喷嘴。本体被构造为流线型本体,其具有流线型横截面轮廓并且其以垂直于或倾斜于燃烧器中主导的主流动方向的纵向方向延伸。至少一个喷嘴的出口孔在流线型本体的后边缘处或该后边缘中。本体具有实质上平行于主流动方向的两个侧表面。至少一个涡流发生器位于至少一个喷嘴的上游的至少一个侧表面处。

[0007] 文献US 8,402,768 B2涉及用于燃气涡轮机的燃烧室的燃烧器,其带有用于将至少一种气体和/或液体燃料引入燃烧器内的喷射装置,其中,喷射装置具有至少一个本体,其布置在燃烧器中,并且带有用于将至少一种燃料引入燃烧器内的至少一个喷嘴,该至少一个本体构造为流线型本体,其具有流线型横截面轮廓,并且其以垂直于或倾斜于燃烧器中主导的主流动方向的纵向方向延伸。至少一个喷嘴的出口孔在流线型本体的后边缘处或该后边缘中,并且关于流线型本体的中央平面,该后边缘设有沿相对的横向方向延伸的至少两个裂片(lobe)。

[0008] 文献US 2012/285173 A1公开了一种旋流器,其包括带有限制壁的环形壳体。至少两个叶片布置在包括旋流器的侧壁的环形壳体中。每个叶片的前边缘区域具有平行于前边缘位置处主导的主流动方向取向的轮廓,其中叶片的轮廓从前边缘位置处主导的主流动方向转向以向流动施加旋流,并且其中,关于叶片的中央平面,后边缘设有沿相对的横向方向的至少两个裂片。其涉及用于包括该旋流器和在叶片的后边缘处或中具有其出口孔的至少一个喷嘴的燃气涡轮机的燃烧室的燃烧器,并且涉及一种操作这种燃烧器的方法。

[0009] 文献US 2012/297787 A1公开了一种组合的流动整流器和混合器,以及用于具有这种混合装置的燃气涡轮机的燃烧室的燃烧器。至少两个流线型本体布置在包括混合器的

侧壁的结构中。每个流线型本体的前边缘区域具有平行于前边缘位置处主导的主流方向取向的轮廓,并且关于流线型本体的中央平面,后边缘设有沿相对的横向方向的至少两个裂片。来自两个相邻的流线型本体的形成裂片的周期性偏转不同相。

[0010] 文献US 2014/109588 A1涉及一种用于带有混合和喷射装置的燃气涡轮机的燃烧室的燃烧器。混合和喷射装置包括限定气流通道和至少两个流线型本体的限制壁,该至少两个流线型本体中的每个沿第一横向方向延伸进入气流通道中。每个流线型本体具有基本上平行于主流方向布置的两个侧表面,侧表面在其上游侧处彼此连结以形成本体的前边缘并且在其下游侧处连结以形成本体的后边缘。每个流线型本体具有垂直于第一横向方向的横截面,其成形为流线型轮廓。流线型本体中的至少一者设有混合结构并带有至少一个燃料喷嘴,该至少一个燃料喷嘴位于其后边缘处,以便将至少一种燃料基本上平行于主流方向引入流动通道中,其中流线型本体中的至少两者沿第一横向方向具有不同的长度,使得它们可用于罐式燃烧器。

[0011] 文献US 8,490,398 B2涉及一种用于单个燃烧室或燃气涡轮机的第一燃烧室的燃烧器,其带有用于将至少一种气体和/或液体燃料引入燃烧器内的喷射装置,其中,喷射装置具有至少一个本体,其布置在燃烧器中,并且带有用于将至少一种燃料引入燃烧器内的至少一个喷嘴。关于燃烧器中主导的主流方向,该至少一个本体位于燃烧器的第一区段中,并且带有在该至少一个本体的前边缘处的第一横截面面积,其中在所述本体的下游,混合区位于该处且带有第二横截面面积,并且在所述本体处和/或在所述本体的下游,横截面面积减小,使得第一横截面面积大于第二横截面面积。

发明内容

[0012] 本发明的目标是提供一种改进的涡流发生器和装备有这样的涡流发生器的燃料喷射系统,其针对更高点火温度的燃气轮机在能够允许的压力下降下实现快速混合。

[0013] 本发明的另一目标是在短燃烧器混合长度或时间尺度内进行燃料-空气混合。

[0014] 这些和其它目标由根据权利要求1的涡流发生器实现。

[0015] 根据本发明,一种涡流发生器(尤其是用于燃气涡轮机的燃料喷射系统)包括基底区域和涡流发生器本体,所述涡流发生器本体以预定高度从所述基底区域以逐渐变细的方式延伸。

[0016] 其特征在于,所述涡流发生器本体形成至少两个部分涡流发生器,从而所述至少两个部分涡流发生器中的每个均具有其自身的后边缘。

[0017] 根据本发明的实施例,所述基底区域具有三角形形式。

[0018] 根据本发明的另一实施例,所述至少两个部分涡流发生器相对于所述基底区域布置在不同高度处。

[0019] 所述至少两个部分涡流发生器可以布置成相对于所述基底区域一个位于另一个上方,所述上部分涡流发生器具有第一高度,并且所述下部分涡流发生器具有第二高度。

[0020] 根据本发明的另一实施例,所述至少两个部分涡流发生器布置成彼此成预定角度。

[0021] 所述两个部分涡流发生器之间的所述预定角度可以在 0° 和 45° 之间变化。

[0022] 根据本发明的另一实施例,所述至少两个部分涡流发生器中的每一个均具有相关

联的冲击和扫掠角度。

[0023] 所述至少两个部分涡流发生器可以布置成相对于所述基底区域一个位于另一个上方,所述上部分涡流发生器具有第一高度且所述下部分涡流发生器具有第二高度,并且所述上部分涡流发生器可以具有比所述下部分涡流发生器更高的冲击和扫掠角度。

[0024] 根据本发明的另一实施例,燃料喷射器件设在所述至少两个部分涡流发生器之间。

[0025] 所述燃料喷射器件可以定位成在所述位置和所述至少两个部分涡流发生器之间有不同距离。

[0026] 根据本发明的另一实施例,所述至少两个部分涡流发生器具有前边缘,且所述至少两个部分涡流发生器的所述前边缘具有预定形状。

[0027] 根据本发明的燃气涡轮机的燃料喷射系统包括至少一个涡流发生器,从而所述至少一个涡流发生器是根据本发明的涡流发生器。

附图说明

[0028] 现在借助于不同实施例并参考附图更详细地解释本发明。

[0029] 图1示出带有安装在垂直凹槽上的当前涡流发生器(VG)的当前燃料喷射系统;

图2示出标准涡流发生器(VG);

图3示出根据本发明的实施例的所谓分裂的(lobed)涡流发生器(VG);

图4对比示出标准VG的构思性描述(图4a)和新的分裂的VG设计(图4b)的;

图5对比示出标准VG(图5a)和分裂的VG设计(图5b)的流动结构和燃料分布;

图6对比示出标准VG(图6a)和分裂的VG设计(图6b)的速度分布;

图7对比示出标准VG(图7a)和分裂的VG设计(图7b)的流动结构和燃料分布;

图8示出分裂的VG设计的两个(部分)VG之间的角度和(两个)VG后边缘的高度,能够允许该角度在0到45度之间改变,且能够改变该高度以控制热气体质量流;以及

图9示出根据本发明的VG的另一实施例,其中能够在(部分)VG之间喷射燃料。

具体实施方式

[0030] 图2示出标准涡流发生器(VG)16,如其在图1的燃料喷射系统20中被使用的那样。该涡流发生器16具有简单三角形基底区域17和呈简单三棱柱形式的涡流发生器本体16a,并且其中后边缘18终止在上端部19中。

[0031] 图3中对比示出根据本发明的实施例的涡流发生器。图3的涡流发生器10涉及沿连接平面15将图2的标准涡流发生器16分割成旋转某一角度(参见图3中的两个箭头)的两个部分涡流发生器VG1和VG2。该“分裂的”VG设计的大小远大于标准设计,从而减少了安装在凹槽上的VG的数量。此外,燃料喷嘴的数量能够关于VG的数量减少。上部分涡流发生器VG1具有带有下端部14和上端部13a的相应后边缘12a。下部分涡流发生器VG2具有始于基底区域11处并具有上端部13b的相应后边缘12b。

[0032] 图4对比示出标准VG(图4a)和新的分裂的VG设计(图4b)的构思性描述。标准VG 16具有两个强涡流V1和V2,其轴向地横穿并在合适的轴向位置(图4a)处与由燃料喷射器26喷射的燃料混合。分裂的VG 10产生四个更小的涡流V3-V6,由于从分裂的流动发出的涡流层

VS,这四个更小的涡流V3-V6周向地横穿(图4b)。在分裂的VG设计的情况下,可能产生更高数量的大尺度涡流和小尺度涡流。此外,分裂的VG设计能够显著地减少燃料喷射器中所需的混合装置或涡流发生器(VG)的数量。

[0033] 图5对比示出(在垂直于流动方向的平面中)在相应VG的出口(exit)处来自标准VG设计(图5a)和分裂的VG设计(图5b)的流动结构。流线绘图示出,分裂的VG设计产生四个不同的涡流。需要通过优化分裂的VG构思的设计特征来控制涡流的大小。

[0034] 图6以邻近VG后边缘的轴向速度矢量的形式对比示出标准VG(图6a)和分裂的VG设计(图6b)的速度分布。当相比于由标准VG(图6a)所产生的两个简单涡流结构时,分裂的VG(图6b)与其前边缘29和其后边缘12a和12b(也参见图7b)产生多个小尺度的涡流。此外,对于分裂的VG构造,涡流的位置周向地分散。涡流的周向分散有助于更为更快地到达燃料。

[0035] 图7对比示出标准VG(图7a)和分裂的VG设计(图7b)的流动结构和燃料分布。分裂的VG设计(图7b)产生周向分散的流场,从而产生燃料与热气体的改进的混合。

[0036] 图8示出分裂的VG设计的两个(部分)VG VG1和VG2之间的角度,能够允许其在0到45度之间改变。能够(两个)VG后边缘12a和12b的高度h1和h2以便控制热气体质量流。这还确保分裂的流的涡流破碎特性。

[0037] 最终,图9示出根据本发明的VG的另一实施例,其中,能够借助于(部分)VG之间的燃料喷射器28来喷射燃料。

[0038] 总之,提出一种新颖的基于分裂的涡流发生器的燃料喷射系统,以针对更高点火温度的燃气轮机在能够允许的压力下降下引入快速混合。本发明的目标在于在短燃烧器混合长度或时间尺度内完成燃料空气混合。该构思包括空气动力学地促进的轴向燃料喷射,并且其中由新的分裂的VG设计产生的多个涡流和分裂的流动结构增进混合。因此,燃烧器被设计成在不遭受高NO_x排放或逆燃(flashback)的情况下在增加的热气体温度(2000K或更高)或燃料灵活性下操作。当相比于先前的构思时,所提出的分裂的VG构思更简单,成本更低并且带有更少数量的复杂VG结构。对于分裂的VG设计,由于喷嘴的数量减少,燃料分布好得多。

[0039] 新设计的优点是:

- 当相比于仅具有两个涡流结构的标准VG设计时,分裂的设计具有双倍数量的涡流结构。

- 由于分裂的流,流动结构周向分散,从而产生与燃料的快速混合。

- 在分裂的VG设计的情况下,能够减少混合装置的数量。这有助于减少针对凹槽的冷却需求。相比于标准VG,分裂的VG设计将需要更少数量的VG安装在凹槽上。例如,在GT36-S6燃气轮机中,使用了32个VG和36个燃料喷嘴。在分裂的VG设计的情况下,能够将VG和燃料喷嘴的数量减少到至少50%。

- 分裂的VG的大小将远大于微型VG,并且还带有更少的燃料喷嘴,因此改进了燃料分布。

- 来自分裂的VG设计的多个大尺度和小尺度混合结构的产生能够简化设计。

- 由于更少的VG和喷射器,分裂的VG的成本应当低于微型VG或裂片设计。

- 设计简单性:分裂的VG设计将消除对分裂的燃料喷射器的需要。设计是简单的,原因在于仅通过使两个(部分)VG以一定角度取向就得到涡流和分裂的流。

[0046] · 更少的零件:当相比于标准微型VG或分裂的设计时,分裂的VG设计的情况下混合装置和喷嘴的数量更少。

[0047] · 容易由选择性激光融化(SLM)制造:分裂的VG具有更大大小的VG,并且通过以一定角度布置VG来产生裂片结构。对于裂片而言,不存在特殊制造要求。

[0048] 新的涡流发生器设计可具有不同实施例:

1) 能够允许两个部分VG之间的角度在 0° 和 45° 之间变化。

[0049] 2) 能够改变部分VG后边缘的高度以便控制热气体质量流。这还确保分裂的流的涡流破碎特性。

[0050] 3) 能够在部分VG之间喷射燃料。在该选项的情况下,能够消除对中央燃料喷嘴的需要。

[0051] 4) 能够改变燃料喷嘴喷射位置和部分VG之间的距离。

[0052] 5) 能够修改VG的冲击和扫掠角度以减少流动分离。上VG能够设有高冲击和扫掠角度,且下VG能够带有更低的冲击和扫掠角度。

[0053] 6) 能够修改VG的前边缘29的形状(笔直的、椭圆形、圆形等)以改变涡流特性。

[0054] 附图标记列表

10	涡流发生器
10a, 16a	涡流发生器本体
11, 17	基底区域(三角形)
12a, b	后边缘
13a, b	上端部(后边缘)
14	下端部(后边缘)
15	连结平面
16	涡流发生器(现有技术)
18	后边缘
19	上端部(后边缘)
20	燃料喷射系统(燃气涡轮机)
21	下板
22	上板
23	凹槽
24	前边缘
25	后边缘
26	燃料喷射器(喷嘴)
27	涡流发生器
28	燃料喷射器(喷嘴)
29	前边缘
V1-V6	涡流
VG1, VG2	涡流发生器(部分)
VS	涡流层

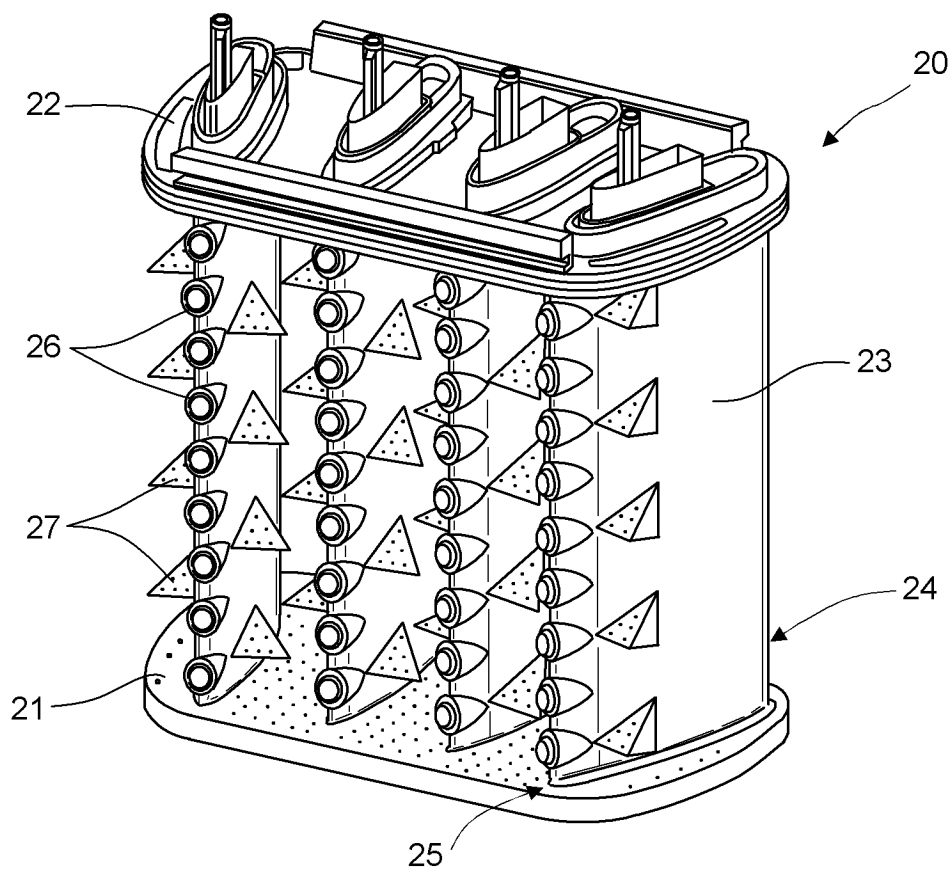


图 1

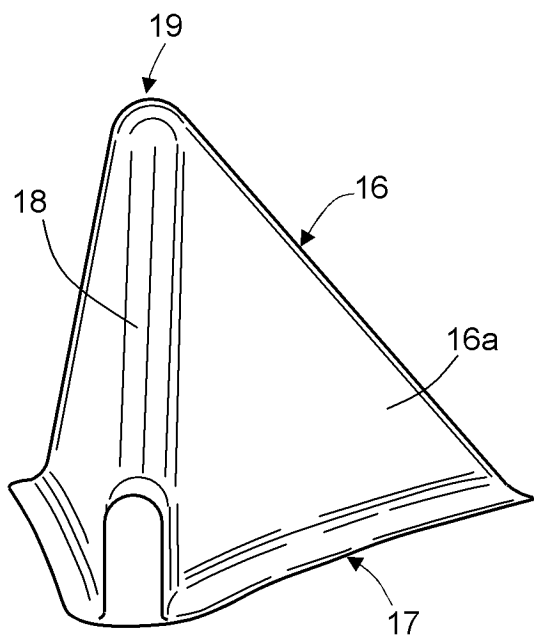


图 2

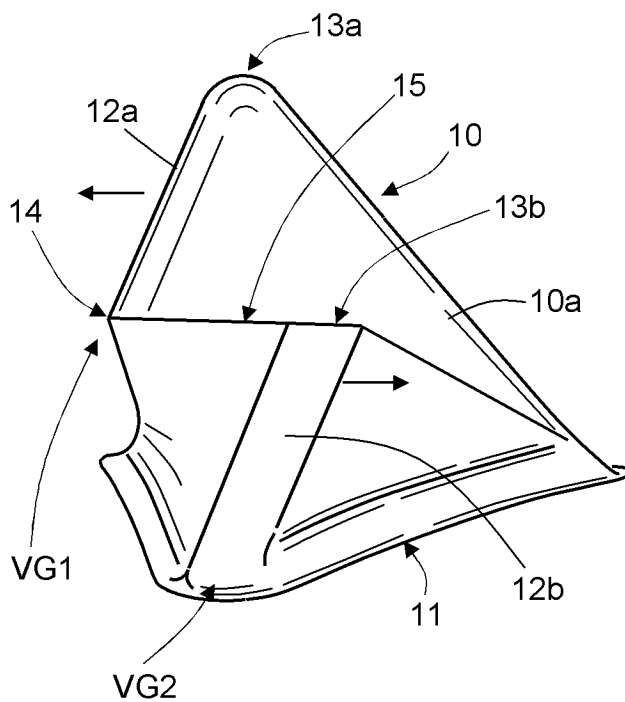


图 3

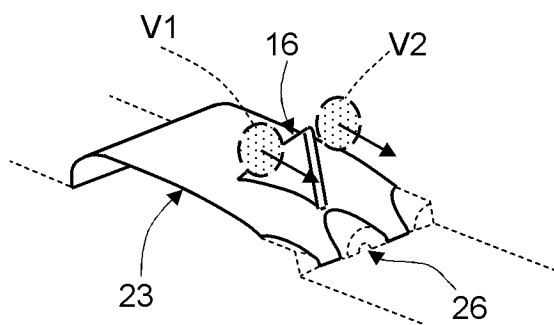


图 4A

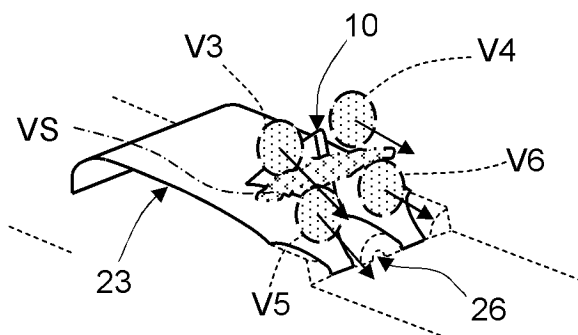


图 4B

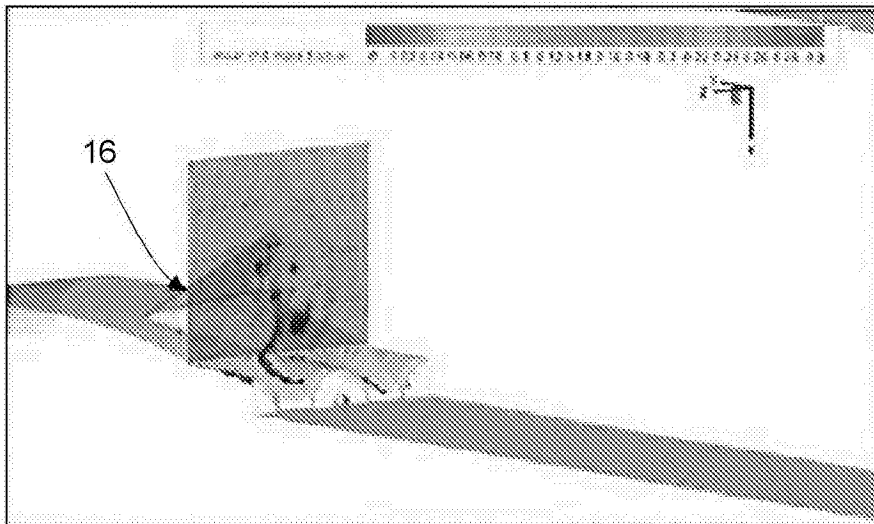


图 5A

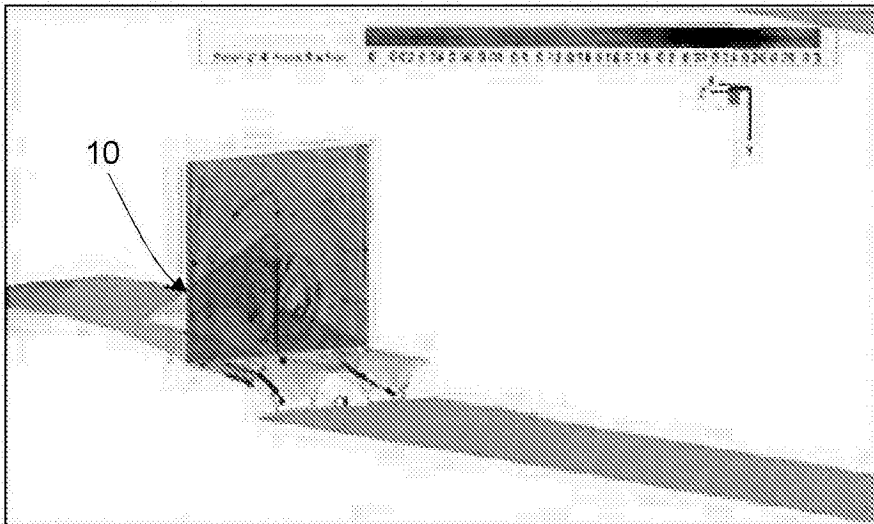


图 5B

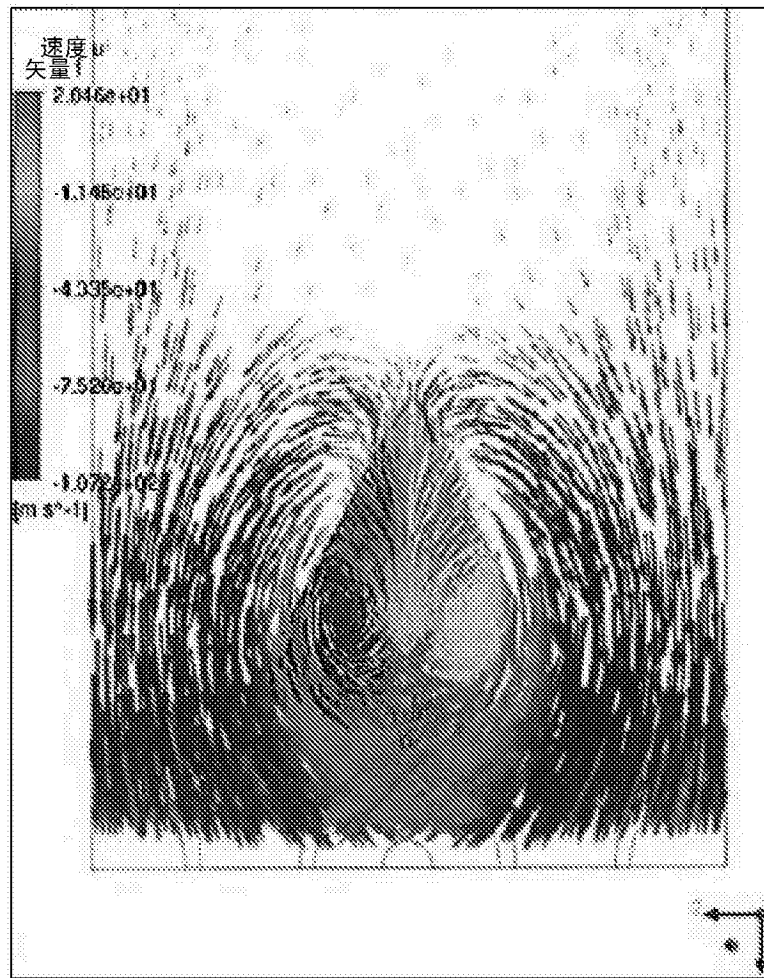


图 6A

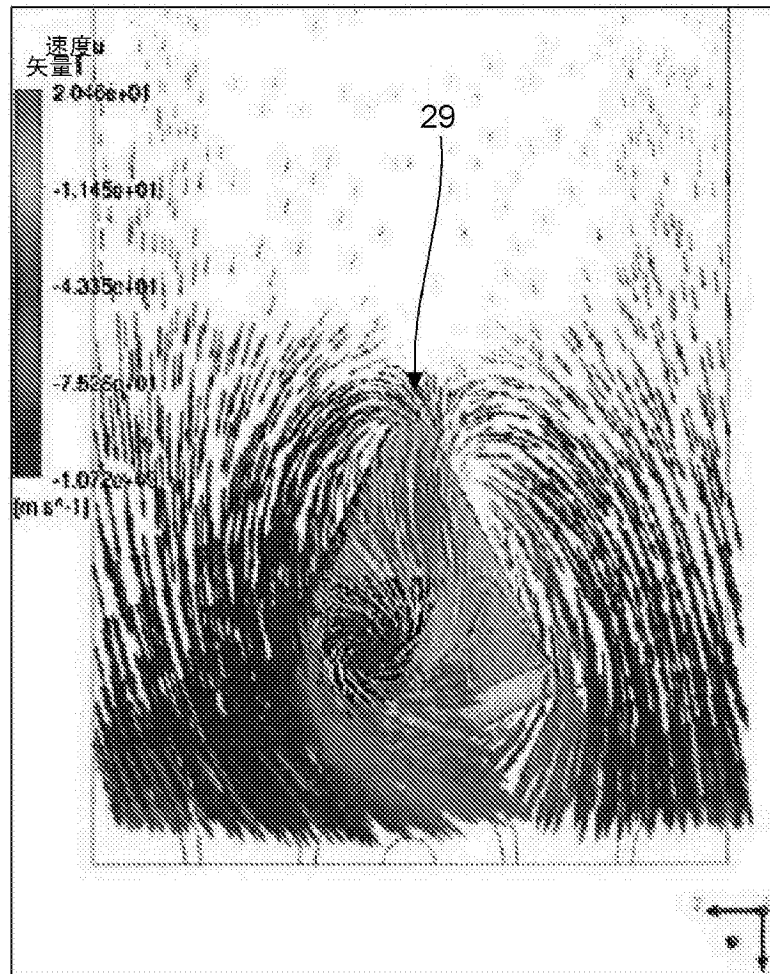


图 6B

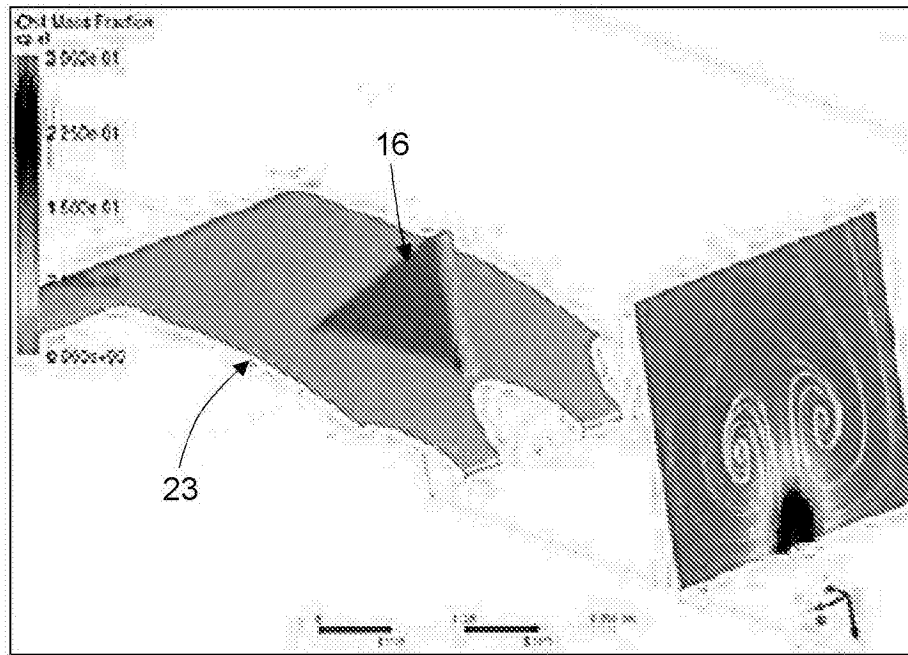


图 7A

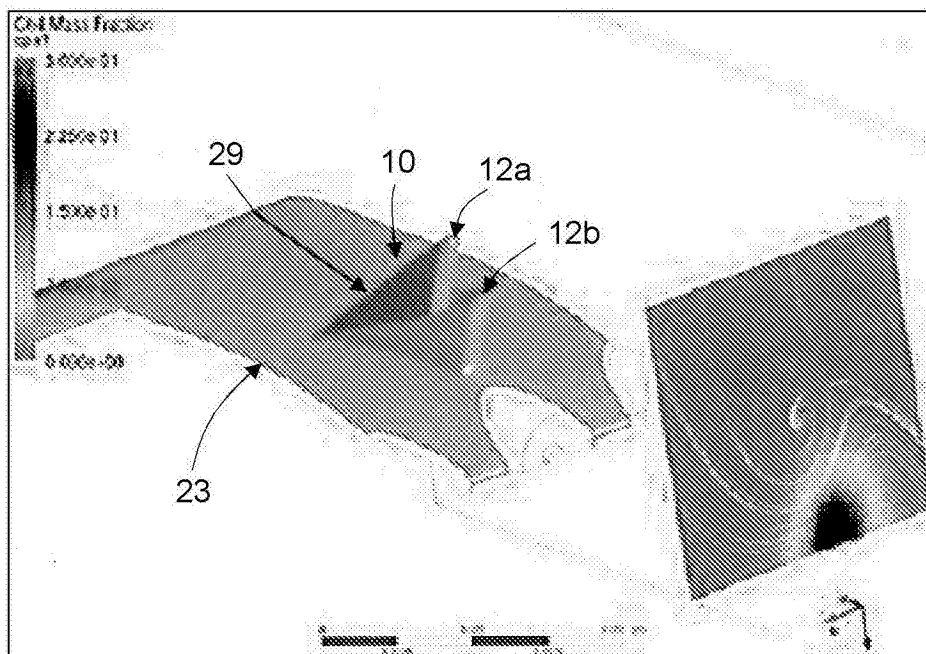


图 7B

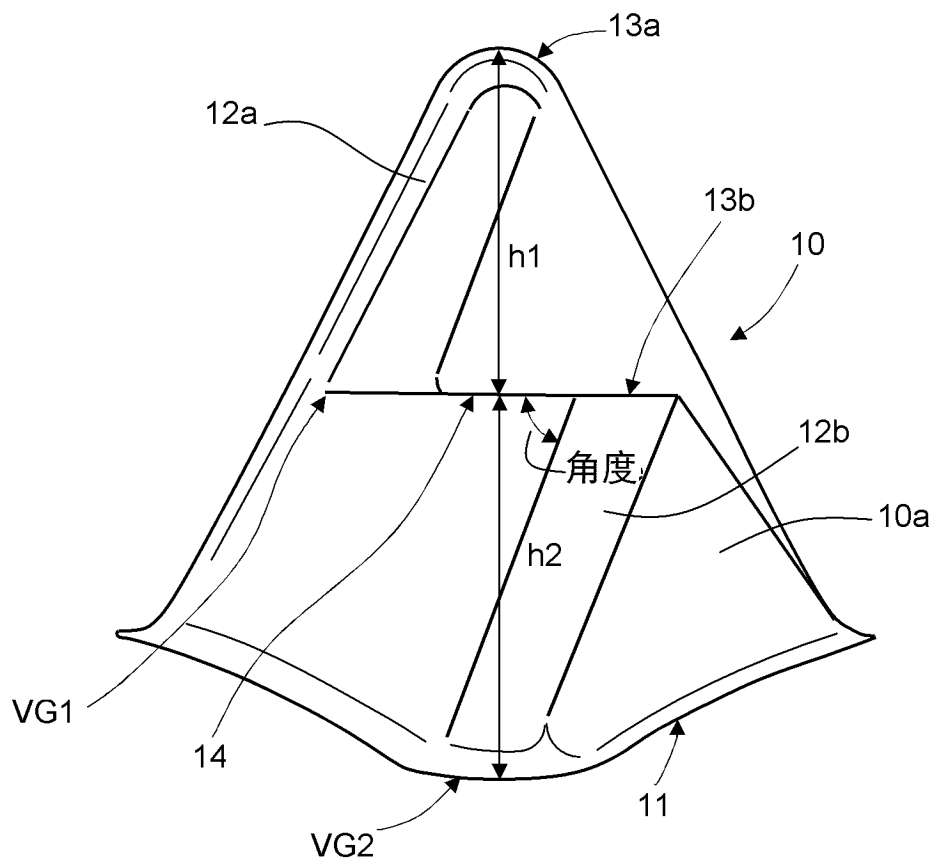


图 8

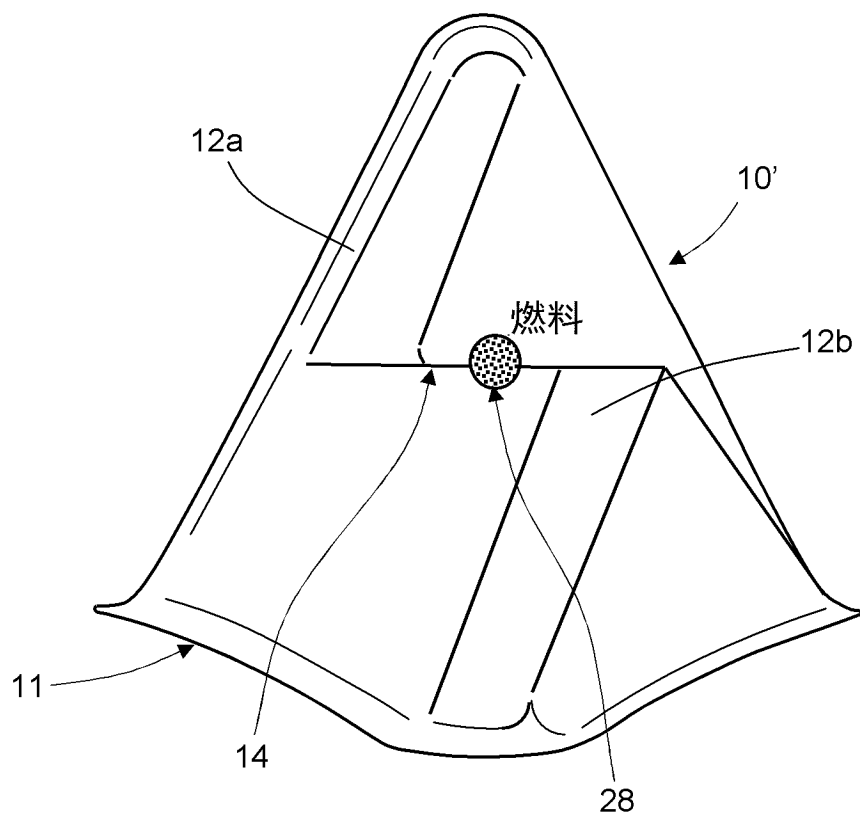


图 9