



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 93103559.7

[43] 授权公告日 2003 年 4 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 1106533C

[22] 申请日 1993.3.27 [21] 申请号 93103559.7

[30] 优先权

[32] 1992. 3.30 [33] US [31] 859,006

[71] 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 R·波高维茨 D·福斯

D·M·波帕 W·J·米克

J·A·洛维特

审查员 石 竟

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

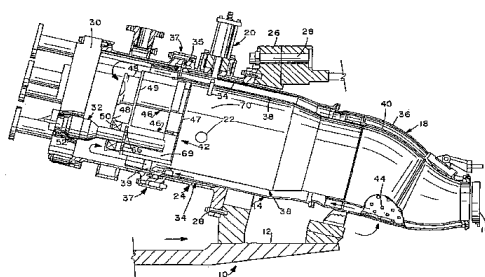
代理人 周备麟

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 4 页

[54] 发明名称 单级双模式燃烧器

[57] 摘要

在燃气轮机(10)中,若干燃烧器(14)各有若干围绕燃烧器的纵轴线配置的燃料喷嘴(32)和一个燃烧区(70),每一燃料喷嘴具有一扩散气体燃料通道(74)和一预混合气体燃料通道(60),所述预混合气体燃料通道包围所述的扩散气体燃料通道,并且,预混合气体燃料通道跟若干预混合燃料分配管(66)连通,分配管配置在适于在进入位于预混合管(46)下游的单个燃烧区之前将预混合气体燃料和燃烧空气混合的专用的预混合管(46)内。



1. 在一种燃气透平机中, 有若干燃烧器, 其特征在于: 每个具有若干围绕燃烧器纵轴线配置的燃料喷嘴和一单个燃烧区, 每一燃料喷嘴具有一个跟扩散气体燃料进口相连的扩散气体燃料通道和一个跟预混合气体燃料进口相连的预混合气体燃料通道, 该预混合气体燃料通道包围所述的扩散气体燃料通道, 并且, 该预混合气体燃料通道跟自所述预混合气体燃料通道径向向外延伸并配置于专用预混合管内的若干预混合燃料分配管连通, 该预混合管适于使预混合气体燃料跟在进入位于预混合管下游的单个燃烧区之前的燃烧空气混合, 其中所述扩散气体燃料通道终止于在预混合燃料分配管下游但处于专用预混合管内的燃料喷嘴的最前排出端, 所述多个径向延伸的预混合燃料分配管处于所述最前端的上游。

2. 按权利要求 1 所述的燃气透平机, 其特征在于所述燃料喷嘴还包括一空气通道。

3. 按权利要求 2 所述的燃气透平机, 其特征在于一空气旋流器在所述燃料喷嘴和预混合管之间在径向延伸的预混合燃料分配管的上游径向延伸。

4. 按权利要求 1 所述的燃气透平机, 其特征在于所述燃料喷嘴包括一条用于将水排入燃烧区的水道。

5. 按权利要求 1 所述的燃气透平机, 其特征在于所述若干喷嘴包括环绕燃烧器纵轴线排成一环形组的 5 个喷嘴。

6. 按权利要求 1 所述的燃气透平机, 其特征在于每一燃烧器包括相互同心安装的一燃烧器壳体、一流道套及一衬套。

7. 按权利要求 6 所述的燃气透平机, 其特征在于所述预混合

管安装在固定于流道套上游端的一个盖组件内。

8. 一种单级双模式燃气透平机, 包括:

一个具有一开口前端和一个固定于其后端的端盖组件的燃烧器壳;

一个安装在所述壳内的流道套; 其特征在于:

一个固定于所述壳体并跟端盖组件成轴向间隔配置的套盖;

一个具有前、后端的燃烧衬套, 其后端固定于所述套盖组件, 所述燃烧衬套具有一单独燃烧区;

若干围绕燃烧器纵轴线配置成一圆周排、自端盖组件延伸并经套盖组件的燃料喷嘴组件, 每一燃料喷嘴组件包括一扩散气体燃料通道和一预混合气体燃料通道;

若干固定于套盖组件的专用预混合管, 每一专用预混合管包围包括若干预混合燃气分配管的燃料喷嘴组件中相应一个的前部;

使空气沿上游到下游方向穿过专用预混合管并经预混合燃气分配管流到专用预混合管下游的所述衬套内的燃烧区的流道装置。

单级双模式燃烧器

本申请总的与下列申请有关：共同占有的序号为 07/501,439 的申请，序号为 07/618,246 和 07/680,073 的申请，它们分别在 1990 年 3 月 22 日、1970 年 11 月 27 日和 1991 年 4 月 3 日被申请，出于参考，其全部被引用在这里。

本发明涉及燃气和液体燃料透平机，更具体地说，涉及应用于发电厂的工业燃气轮机中的燃烧器。

燃气透平机通常包括一压气机，一个或多个燃烧器，一个燃料喷射系统和一个透平机。一般来说，压气机对进气进行加压，它然后转向或回流到燃烧器，在那里它被用于冷却该燃烧器，并提供空气给燃烧过程。在一种多个燃烧器的透平机中，燃烧器围绕燃气透平机的周围配置，一过渡导管连接每一燃烧器的出口端和透平机的进口端，以提供燃烧过程中的热产物给透平机。

在努力减少燃气透平机排气中 NoX 含量方面，发明者 Wilkes 和 Hilt 创造了双级、双模式燃烧器，它公开于 1981 年 10 月 6 日出版的属于本发明专利受让人的美国专利 US-4,292,801 中。在这一前述的专利中，公开了假如在该燃烧器中设置两个燃烧腔，在名义负荷运转条件下，其上游或主燃腔用作预混合腔，而其实称燃烧出现在下游或付燃腔内，则和通常的单级、单燃料喷咀燃烧器相比， NoX 排放量能大大减少。在这名义运转条件下，在主燃腔内没有火焰（使 NoX 生成量减少），而付或中心喷咀为付燃腔中的燃烧提供火焰源。该专利发明的具体结构形状包括在每一燃烧器内的一组环形主喷咀，每一主喷咀喷入主燃腔内；还包括一

中心付喷咀，它喷入付燃烧腔内。这些喷咀都可称作扩散喷咀，其中每一喷咀有一根轴向燃料输送管，在其出口端被空气旋流器包围，旋流器为燃料喷咀喷出孔提供空气。

在美国专利 US-4,982,570 中，公开了一种双级、双模式燃烧器，它采用一种混合的扩散/预混合喷咀作为中心配置的付喷咀。在运转中，利用较少量的燃料来维持扩散前沿，而喷咀的预混合区为主燃料源的点火提供额外的燃料，主燃料源来自对准主燃腔的上游主喷咀。

在随后的发展中，事先被配置在扩散和预混合喷咀孔下游（在辅助火焰区边界处）的辅燃腔内的付喷咀空气旋流器被重新配置到预混合喷咀孔上游的某一位置，以消除跟燃烧器中火焰的任何直接接触。这一改进被公开在上述共同来决的'246 申请中。

也许，一种干低 NoX 燃烧器的最大贡献在于在燃烧之前它能预混合燃料和空气。除了良好的预混合性质之外，该燃烧器须能在宽广的燃气轮机运转范围内稳定运转。本发明提出了关于在燃烧前的预混合程度以及在整个预混合的运转范围内保持稳定的这些问题。

本发明涉及一种为工业燃气透平机应用特别研制的新型干低 NoX 燃烧器。该燃烧器是一种单级（单燃烧腔或燃烧区）双模式（扩散和预混合）燃烧器，在透平机低负荷时，以扩散模式运转，而在高负荷时以预混合模式运转。总的说来，每一燃烧器包括多级燃料喷咀，每一喷咀类似于在'246 申请中所述的扩散/预混合付喷咀。换句话说，每一喷咀有一包围的专用预混合区或管，这样，在预混合模式中，燃料在单级燃烧腔中在燃烧之前跟空气预混合。用这种方法，多个专用预混合区或管能使燃料和空气在燃烧前进行充份的预混合，最终使 NoX 值下降。

更具体地说，按照本发明，每一燃烧器包括一个有一纵轴线的普通圆柱形的外壳，该燃烧器外壳有一些相互固定的纵长部分，用该燃烧壳体整个固定于透平机壳体上。每一燃烧器还包括一个内流套和在该内流套之内基本同心配置的燃烧衬套。两者在前端或下游端的一双壁过渡导管与在后端的一个套盖组件（位于燃烧器后部或上游部范围内）之间延伸。过渡导管的外壁和内流套的至少一部分在它们相应表面的相当一部分上设有供气孔，从而允许压缩空气进入燃烧衬套和内流套之间的径向空间内，并回流到燃烧器的后部或上游部，在那里空气流向再次转向，流入燃烧器的后部，并流向燃烧区。

按照本发明，若干（在该示例的实施例中有 5 个）扩散/预混合燃料喷咀沿燃烧器壳体的纵轴线配置成一环形组。这些喷咀安装在燃烧器端盖组件内，端盖组件将燃烧器后端隔离。在燃烧器内，燃料喷咀伸入燃烧器衬套盖组件，具体地说，伸入预混合管中的相应一个中。喷咀的前端或输出端终止于预混合管内，较靠近预混合管下游开口附近。空气旋流器沿射线方向配置在预混合管后端或上游端的每一喷咀和其有关的预混合管之间，以便使进入相应的预混合管的燃烧空气产生涡流，从而跟燃料进行预混合，如下面详细所述。

预混合管的前端支承在燃烧衬套盖组件的前板内，该前板不仅具有基本上跟燃料喷咀对中的较大的孔，而且基本上具有完整的保持面，其上制出若干冷却孔，用于将冷却空气供给一组防护板，防护板处于预混合管的前缘，接近前板，并在前板的下游。

按照本发明的每一燃料喷咀设有多个同心通道，用于引导预混合气体燃料，扩散气体燃料、燃烧空气、水（任选的）和液体燃料进入燃烧区。该气体和液体燃料、燃烧空气和水经适当的输送

管、歧管和有关的控制器输给燃烧器，这些控制器是本技术领域内熟练的人员所熟知的，并不构成本发明的部分。各种同心喷咀通道以下称作第一、第二、第三、第四和第五通道，相应于径向最外到径向最内，即其中心或中心通道。

预混合气体燃料经第一喷咀通道引入，该通道跟若干（在所示实施例中为 11 个）在喷咀前、后端中间、靠近预混合管后端、围绕喷咀周围配置的径向延伸燃料分配套连通。

第二喷咀通道将扩散燃料供给燃烧区，燃料自喷咀前端或喷出端喷出，但仍在相联的预混合管内。

第三喷咀通道将燃烧空气供给燃烧区，燃烧空气自喷咀下游端喷出，在那里，它跟来自第二通道的燃烧空气混合。

可设置第四任选的喷咀通道，以便将水供给燃烧区来减少 NoX ，这是本技术领域内熟练的人所熟知的。

第五中心或核心通道将液体燃料作为包体燃料的备分供给燃烧区，也就是说，万一在气体燃料供给中断时才供以液体燃料。

按照本发明的燃烧器按单级（单燃烧腔或燃烧区）、双模式（扩散和预混合）燃烧器工作。具体地说，在透平机低负荷时，经扩散气体通道（第二通道）供以扩散气体燃料，并经喷咀尖端上的孔喷出，在那里它跟经第三通道供给的燃烧空气混合，并经一个径向靠近扩散燃料孔的环形孔排出。该混合物用普通的火花塞或横穿的着火管装置在衬套内的燃烧腔或燃烧区内点燃。可以理解，在扩散模式中，对预混合通道的燃料供应是被切断的。

在透平机高（名义）负荷时，借助于径向延伸的燃料分配管，将燃料供给预混合通道（第一通道），以便喷入预混合管，在那里，燃料跟借助于旋流器和预混合管回流到燃烧器的压缩空气彻底混合。这一混合物由燃烧区中现有的火焰点燃。一当预混合模式开

始，扩散通道的燃料供应被切断。

因此，就其广泛的观点来说，在一种低 NoX 的燃气透平机中，本发明提供了若干燃烧器，每一燃烧器有若干围绕燃烧器纵轴线配置的燃料喷咀和单个燃烧区；每一燃料喷咀具有一扩散通道和一预混合通道，预混合通道跟若干配置于专用预混合管内的预混合燃料分配管连通，预混合管适于在进入位于预混合管下游的单燃烧区内的预混合燃料和燃烧空气混合。

因此，本发明的目的是要在双模式（扩散 / 预混合）、单级燃烧器的预混合模式中，通过采用在燃烧器燃烧区上游的多个专用预混合区或管来达到燃烧前燃料和空气的彻底混合。本发明的目的还在于通过利用涡流和非流线形体火焰稳定作用两者在双模式燃烧器中提供稳定的运转。

按照随后的详细叙述，本发明的其它目的和优点会变得明显。

图 1 为通过按照本发明示例性实施例的燃气透平机一个燃烧器的部分剖视图；

图 2 为通过按照本发明示例性实施例的燃料喷咀的一个剖视图；

图 3 为图 2 中所示喷咀的喷出端或前端的放大的细节；

图 4 为图 1-3 中所示喷咀的前端视图；

图 5 为包括在如图 1 所示的燃烧腔中的燃烧衬套盖组件的前端视图，其中为了清晰起见省去了喷咀。

参照图 1，燃气透平机 10 包括一压气机 12（部分示出），若干燃烧器 14（示出一个）和这里用一个叶片 16 代表的透平机。虽然没有具体表示，然而透平机按驱动关系沿一个共同的轴线和压气机 12 连接。压气机 12 将输入空气加压，被加压空气然后转向流到燃烧器 14，在这里它被用于冷却燃烧器，并为燃烧过程提供

空气。

如上所述，该燃气透平机包括若干配置于燃气透平机圆周上的燃烧器。一双壁过渡导管 18 将每一燃烧器的出口连接于透平机的进口端，以将热的燃烧产物输送给透平机。

按通常的方法，借助于火花塞 20 和横穿的着火管 22 (示出一个) 在各燃烧器内达到点燃。

每一燃烧器 14 包括一基本圆柱形燃烧壳体 24，它借助于螺栓 28 以其开口前端固定于透平机壳体 26。燃烧器壳体的后端由一端盖组件 30 密封，该组件可包括通常的输送管、歧管和有关阀等以便将燃气、液体燃料和空气 (以及如果需要还有水) 输到燃烧器，如下面详细所述。端盖组件 30 装有若干 (例如 5 个) 燃油喷嘴组件 (出于方便和简洁起见仅表示出一个)，它们围绕燃烧器的纵轴线 (见图 5) 排列成一环形组 (见图 5)。

在燃烧器壳体 24 内，装有一个和其基本成同心关系的大体圆柱形流道套 34，它以其前端连接于双壁过渡导管 18 的外壁 36。流道套 34 以其后端通过一径向突缘 35 用对头连接 37 连于燃烧器壳体 24，在那里燃烧器壳体 24 的前后部分被连在一起。

在流道套 34 内，有一同心配置的燃烧衬套 38，它以其前端连于过渡导管 18 的内壁 40。燃烧衬套 38 的后端由燃烧衬套盖组件 42 支承，后者又由若干支撑 39 和连带的安装突缘组件 41 被支承在燃烧器壳体内 (在图 5 中能清晰可见)。可以理解，过渡导管 18 的外壁 36 以及自燃烧壳体 24 通过螺栓 28 连接于透平机壳体的部位向前延伸的流道套 34 的部分在相应的圆周表面上开有一排孔 44，以允许空气自压气机 12 经孔 44 转向流入流道套 34 和衬套 36 之间的环形空间，流向燃烧器的上游或后端 (如图 1 中所示的箭头所指)。

燃烧衬套盖组件 42 支承若干预混合管 46, 每一燃料喷咀组件 32 有预混合管。更具体地说, 每一预混合管 46 分别以其前、后端通过前、后板 47、49 被支承在燃烧衬套盖组件 42 内, 每一板设有孔, 与开口的预混合管 46 对中。这种结构在图 5 中能最清楚看到, 开孔 43 表示在前板 47 中。前板 47 (设有一排冷却孔的撞击板) 可通过防护板 45 遮挡燃烧火焰的热辐射。

后板 49 装有若干向后延伸的浮动突缘 48 (每一预混合管一个, 布置成与后板中的开孔基本对中), 每一突缘支承一个跟喷咀组件 32 的径向最外部成包围关系的空气旋流器 50。其结构是这样的, 在衬套 38 和流道套 34 之间的环形空间内流动的空气被迫在燃烧器的后端再转向 (在端盖组件 30 和套盖组件 42 之间), 并在进入预混合管 46 下游的衬套 38 内的燃烧区之前流经旋流器 50 和预混合管 46。

转到图 2 和图 3, 每一燃料喷咀组件 32 包括一个后输送区 52, 其进口用于接收液体燃料、喷射空气、扩散燃料和预混合燃料, 其适当的连接通道用于将上述每一种流体输送到燃料喷咀组件的前输送区 54 中的一个相应通道, 如下所述。

燃料喷咀组件的前输送区 54 包括一系列同心管子。两个径向最外的同心管 56、58 设有一预混合燃气通道 60, 它自借助于导管 64 跟通道 60 连接的进口 62 处接收预混合气体燃料。预混合气体通道 60 也与若干 (例如 11 个) 径向燃料喷射器 66 连通, 每一喷射器设有若干燃料喷射口或孔 68, 用以将气体燃料喷入配置于预混合管 46 内的一个预混合区 69 内。该喷射燃料和空气混合, 这些空气是从压气机 12 转向流来的, 并借助于包围径向喷咀 66 上游的燃料喷咀组件的环形旋流器涡旋。

预混合通道 60 由处于燃料喷咀组件前端或排出端的 O 型环

72 封密，从而预混合燃料可以仅通过径向燃料喷射器 66 排出。

紧邻通道 74 在同心管 58 和 76 之间形成，并经燃料喷咀组件 32 的最前端的孔 78 将扩散气体输给燃烧器的燃烧区 70。燃料喷咀的最前端或喷出端处在预混合管 46 内，但较接近其前端。扩散气体通道 74 自输入口 80 经导管 82 接收扩散气体。

在同心管 76 和 86 之间限定第三通道 84，并经孔 88 将空气输给燃烧区 70，在孔 88 处空气跟自孔 78 排出的扩散燃料混合。喷雾空气自输入口 90 经导管 92 输给通道 84。

燃料喷咀组件 32 还设有另一通道 94，用于（非必须的）将水输给燃烧区，以熟悉本技术领域的人所理解的方式使 NO_x 减少。在管子 86 和邻近的同心管 96 之间限定水通道 94。水经孔 98 自喷咀排出，孔 98 处于喷雾空气孔 88 的径向向内处。

构成燃料喷咀的一系列同心管的最内的管 96，它本身形成一中心液体燃料通道 100，这些液体燃料通过输入口 102 进入该通道。液体燃料通过在喷咀中心的一喷出孔 104 自该喷咀输出。熟悉该技术领域的人会明白液体燃料容量是作为备用系统提供的，而通道 100 在透平机以其名义气体燃料模式工作时通常是关闭的。

上述燃烧器被设计成按双模式单级方法工作的。换句话说，在透平机低负荷时，在每一喷咀专用预混合管组件中，扩散气体燃料经输入口 80、导管 82 和通道 74 输入，以便经孔 78 排入燃烧区 70 内，在那里它跟经孔 88 自通道 84 排出的喷射空气混合。这一混合物由火花塞 20 点燃，并在衬套 38 内的区 70 内燃烧。

在高负荷时，仍然在每一喷咀 / 专用预混合管组件内，预混合燃料经输入口 62 和导管 64 输给通道 60，以便经径向喷射器 66 内的孔 68 排出。预混合燃料跟进入预混合管 46 的空气藉旋流器

50 进行混合，该混合物在衬套 38 内的燃烧区 70 中借助于按扩散工作模式的预先存在的火焰来点燃。在预混合工作期间，通至扩通道 74 的燃料是被切断的。

可以理解，借助于轴向间隔的缝隙冷却环、无源背侧冷却、冲击冷却或任何其它的结合可使燃烧衬套获得冷却。还可以理解，借助于该组件外套中制出的冷却孔，燃烧/冷却空气可直接输送到燃烧衬套盖组件(预混合管外部)，这些冷却孔用于引道空气对准前冲击板，并经冲击板上制出的冷却孔去补充流经专用的预混合管的压气机空气。自预混合管排出的涡流场连同进入燃烧衬套的突然膨胀，有助于在燃烧器内建立种稳定的燃烧区。

在一个替代方案中，少量输给径向预混合燃气喷咀的燃料可分流到喷咀的下游端，以提供扩散火焰点燃源(辅助前导)。这一扩散辅助前导的主要用途是当以预混合模式运转时提高稳定性。

由上所述，显然，在燃烧前达到燃料和空气的彻底预混合而同时获得运转稳定性这两个目的是通过本发明实现的。

虽然已经叙述了本发明连同目前认为是最实用和最佳的实施例，然而应当理解本发明并不限于所公开的实施例，而却相反，是要覆盖包括在所附权利要求书的精神和范围内的各种修改和等同结构方案。

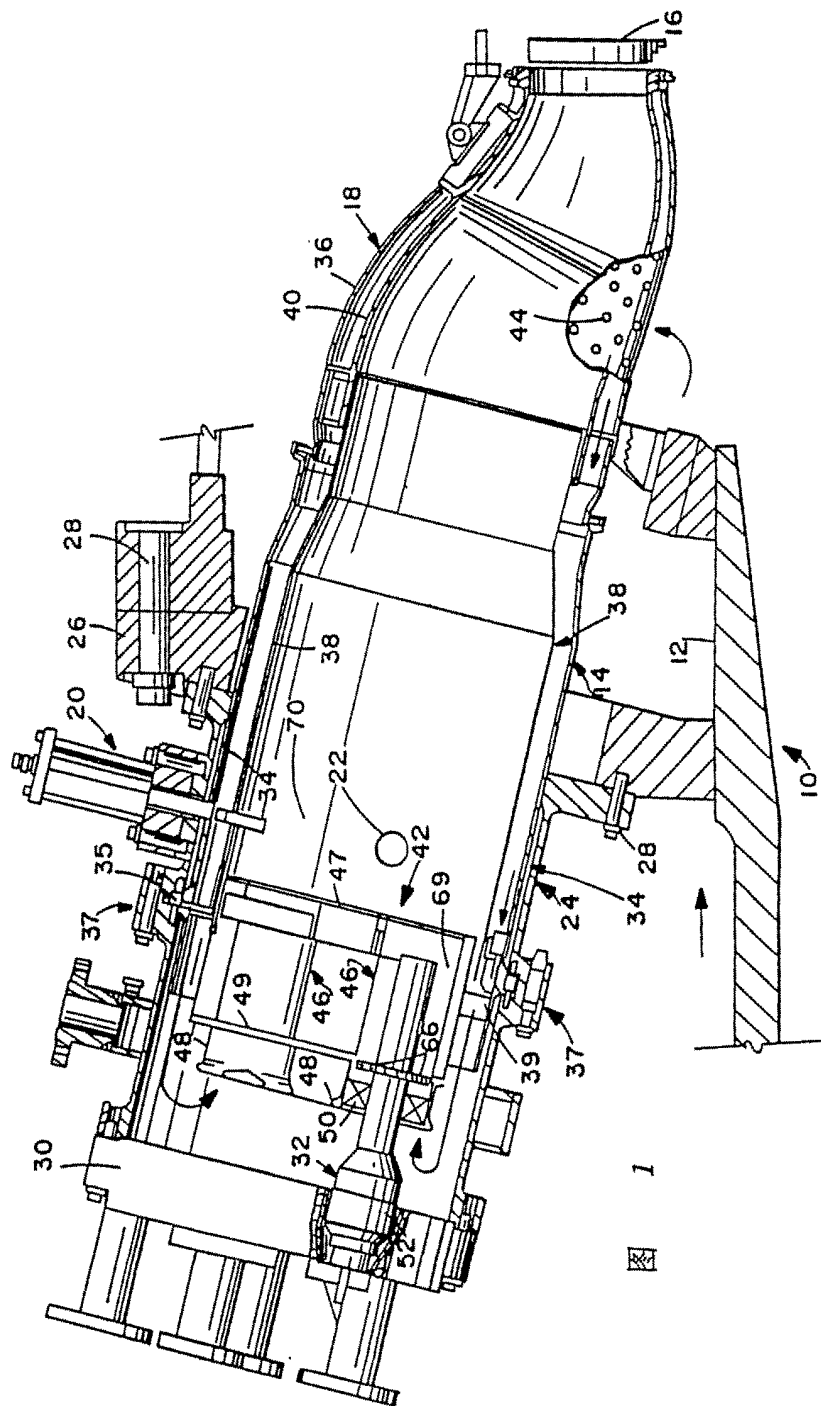


图 1

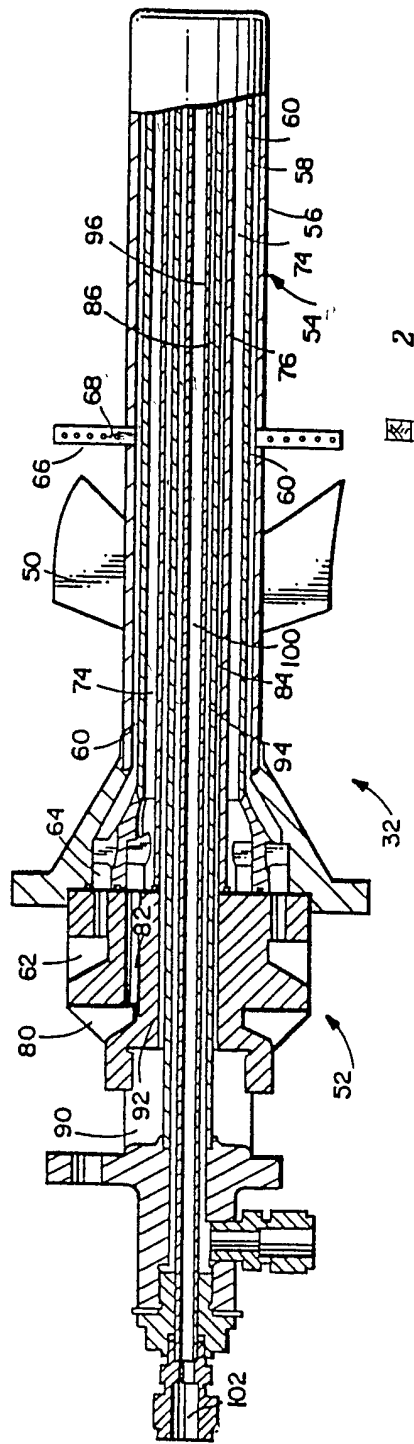


图 2

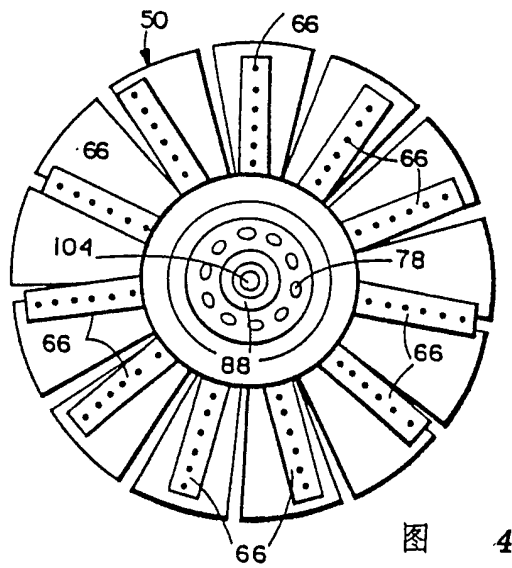
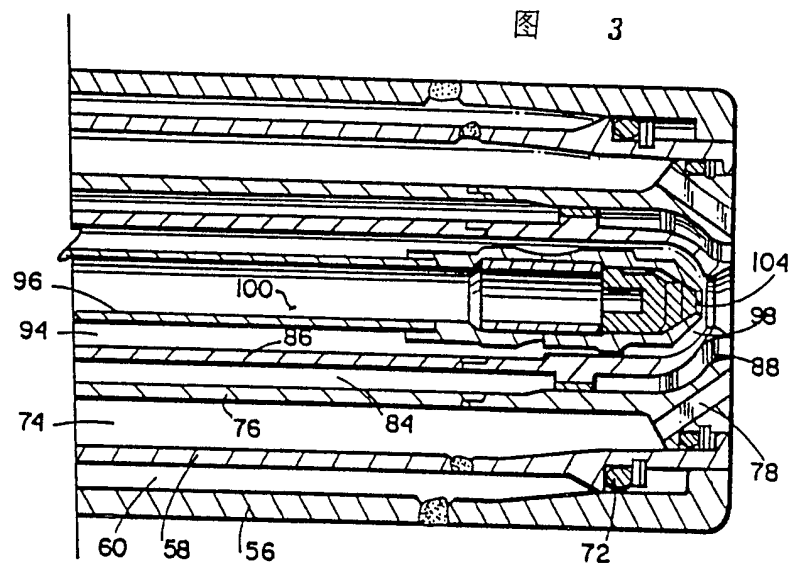


图 5

