

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
F01N 3/10 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680020963.1

[43] 公开日 2009年8月5日

[11] 公开号 CN 101501308A

[22] 申请日 2006.6.9

[21] 申请号 200680020963.1

[30] 优先权

[32] 2005.6.15 [33] US [31] 11/152,869

[86] 国际申请 PCT/US2006/022541 2006.6.9

[87] 国际公布 WO2006/138174 英 2006.12.28

[85] 进入国家阶段日期 2007.12.12

[71] 申请人 排放控制技术有限公司

地址 美国印地安那州

[72] 发明人 威尔伯·H·克劳利 亚当·科克尔

约翰·菲利普·诺尔

托马斯·R·霍内特

[74] 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

代理人 王艳江 段 斌

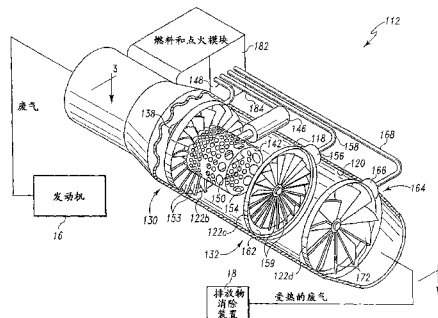
权利要求书4页 说明书10页 附图13页

## [54] 发明名称

用于排气系统热管理的涡流稳定燃烧器及相关方法

## [57] 摘要

一种设备(10)，包括往复式发动机或汪克尔发动机(16)、流体连通至发动机的废气通道(20)以及燃料燃烧器(12)。燃烧器位于废气通道(20)内，并且包括涡流器(22)，所述涡流器构造成当所述发动机(16)在怠速之上运行时使发动机(16)的废气形成涡流，以在不使用助燃空气的情况下在废气通道(20)中稳定由燃烧器(12)产生的火焰。本发明还公开了一种相关的方法。



1. 一种方法，包括如下步骤：

在不使用补燃空气的情况下，在往复式发动机或汪克尔发动机的废气中产生火焰，

当所述发动机在怠速之上运行时，使所述废气形成涡流，以及由所述形成涡流的步骤稳定所述废气内的所述火焰。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其中：

所述形成涡流的步骤包括：

(i) 产生涡流废气的外涡流区域，以及

(ii) 在所述外涡流区域内产生回流废气的内回流区域，并且所述稳定步骤包括稳定所述内回流区域中的所述火焰。

3. 如权利要求 1 所述的方法，其中：

所述产生步骤包括产生引燃火焰，并且

所述稳定步骤包括由所述形成涡流的步骤稳定所述引燃火焰。

4. 如权利要求 3 所述的方法，其中：

所述产生步骤包括产生由所述引燃火焰点燃的主火焰，并且

所述稳定步骤包括由所述形成涡流的步骤稳定所述主火焰。

5. 如权利要求 1 所述的方法，其中：

所述产生步骤包括产生由引燃火焰引燃的主火焰，并且

所述稳定步骤包括由所述形成涡流的步骤稳定所述主火焰。

6. 如权利要求 1 所述的方法，其中：

所述产生步骤包括在有孔的引燃管内产生引燃火焰，并且

所述形成涡流的步骤包括用环绕所述引燃管的涡流器使废气形成涡流，从而使废气穿过形成在所述引燃管中的孔进入所述引燃管，还包括用穿过形成在所述引燃管上的所述孔进入所述引燃管的废气在所述引燃管的内表面上形成废气的壁冷层的步骤。

7. 如权利要求1所述的方法，其中所述形成涡流的步骤包括改变所述废气的涡流数。

8. 如权利要求1所述的方法，其中所述形成涡流的步骤包括使废气绕轴线沿相反的方向形成涡流。

9. 如权利要求1所述的方法，进一步包括：利用彼此相邻并且朝向彼此倾斜的叶片向燃料分配器引导废气，以及使向所述燃料分配器引导的废气绕着由所述燃料分配器分配的燃料形成涡流，其中所述产生步骤包括：燃烧由所述燃料分配器分配的所述燃料以产生主火焰。

10. 如权利要求1所述的方法，进一步包括利用所述涡流稳定的火焰对减排装置进行热管理。

11. 一种设备，包括：

往复式发动机或汪克尔发动机，

在流体上连通至所述发动机的废气通道，以及

燃料燃烧器，所述燃料燃烧器位于所述废气通道内，并且所述燃料燃烧器包括第一涡流器，所述第一涡流器构造成当所述发动机在怠速之上运行时使所述发动机的废气形成涡流，从而在所述废气通道内稳定由所述燃烧器在不使用补燃空气的情况下产生的火焰。

12. 如权利要求 11 所述的设备, 其中:

所述燃烧器包括构造成产生引燃火焰的引燃部分, 并且

所述引燃部分包括引燃燃料分配器和所述第一涡流器, 所述第一涡流器绕所述引燃燃料分配器定位, 用于稳定所述引燃火焰。

13. 如权利要求 11 所述的设备, 其中:

所述燃烧器包括引燃部分和主要部分,

所述引燃部分构造成产生引燃火焰, 所述主要部分构造成产生由所述引燃火焰点燃的主火焰, 并且

所述主要部分包括用于稳定所述主火焰的所述第一涡流器。

14. 如权利要求 11 所述的设备, 其中:

所述燃烧器包括引燃部分和主要部分,

所述引燃部分构造成产生引燃火焰, 所述主要部分构造成产生由所述引燃火焰引燃的主火焰,

所述引燃部分包括: (i) 引燃燃料分配器; (ii) 所述第一涡流器, 其绕所述引燃燃料分配器周向地定位, 用于稳定所述引燃火焰; (iii) 有孔的引燃管, 其构造成接收所述引燃火焰; 以及 (iv) 第二涡流器, 其绕所述有孔的引燃管周向地定位, 用于使废气形成涡流以促使废气穿过限定在所述有孔的引燃管内的孔, 并且

所述主要部分包括: (i) 主燃料分配器, 其用于分配至少在开始时由所述引燃火焰点燃以产生所述主火焰的燃料; 以及 (ii) 第三涡流器, 其构造成使废气形成涡流, 从而稳定所述废气通道内的所述主火焰。

15. 如权利要求 14 所述的设备, 进一步包括颗粒过滤器和用于加热所述颗粒过滤器的氧化催化剂, 其中:

具有燃料定量部分, 其用于将燃料引入所述氧化催化剂上游的所述废气通道, 以促进所述氧化催化剂的作用,

所述燃料定量部分作为所述燃烧器的一个部件而被包括，或者与所述燃烧器独立从而在所述燃烧器的下游定位于所述燃烧器和所述氧化催化剂之间的一个位置，并且

所述燃料定量部分包括燃料定量分配器和第四涡流器，所述第四涡流器构造成使废气形成涡流、从而混合废气和由所述燃料定量分配器分配的燃料。

16. 如权利要求 11 所述的设备，其中所述第一涡流器包括至少一个叶片。

17. 如权利要求 16 所述的设备，进一步包括斜度调节器，其固定至所述第一涡流器以调节所述至少一个叶片的斜度。

18. 如权利要求 16 所述的设备，其中所述至少一个叶片形成为使得所述至少一个叶片的所述斜度沿着所述至少一个叶片的长度改变。

19. 如权利要求 11 所述的设备，进一步包括减排装置，其中所述燃烧器被定位成通过利用所述涡流稳定的火焰对所述减排装置进行热管理。

20. 一种方法，包括如下步骤：

在不使用补燃空气的情况下，在往复式发动机或汪克尔发动机的废气中产生引燃火焰和主火焰，

当所述发动机在怠速之上运行时使所述废气绕轴线形成涡流，以及由所述形成涡流的步骤稳定所述废气中的所述引燃火焰和所述主火焰。

## 用于排气系统热管理的涡流稳定燃烧器及相关方法

本申请要求 2005 年 6 月 15 日提交的美国专利申请第 11/152,869 号的优先权，在此以引用方式将其全部内容并入本文。

### 技术领域

本发明一般涉及对减排装置进行热管理的设备和方法。

### 背景技术

有多种方法可以加热减排装置。例如，燃料燃烧器和电热器已经用于一些类型的减排装置中。

### 发明内容

根据本发明的一个方面，提供了一种设备，其包括位于废气通道中的燃料燃烧器，所述燃料燃烧器包括涡流器，所述涡流器构造成当往复式发动机或汪克尔发动机在怠速和怠速以上运行时，使发动机的废气形成涡流，以在不使用助燃空气的情况下在废气通道内稳定燃烧器产生的火焰。此涡流稳定火焰用于对减排装置进行热管理。本发明还公开了一种相关的方法。

这种火焰稳定具有多个优点。例如，在废气流率相对较高时促进了燃烧器的利用，否则相对较高的废气流率可能会吹灭火焰。另外，由于燃烧器能够处理这种相对较高的流率，所以能够减小燃烧器的直径。另外，火焰稳定促使火焰长度减小，因而允许相应地减小燃烧器的长度。从而针对需要节约空间的应用（例如载于车辆上）能够提供相对紧凑的燃烧器组件。

燃烧器可以具有多个涡流器，用于使废气产生涡流以促进火焰稳定。在一种示例实施方式中，燃烧器具有三个涡流器，两个位于燃烧器的引燃部分内，一个位于燃烧器的主要部分内。引燃部分的涡流器中的一个位于引燃燃料喷嘴周围，用于稳定引燃部分产生的引燃火焰。另一个引燃部分涡流器位于有孔的引燃管周围，以促使存在于废气中的氧气通过限定于引

燃管内的孔进入引燃火焰。主要部分中的涡流器用以稳定引燃火焰点燃的主火焰。

引燃火焰和/或主火焰的涡流稳定用于对多种减排装置进行热管理。这种减排装置包括但不限于氧化催化剂(例如柴油氧化催化剂)、颗粒过滤器(例如催化或未催化柴油颗粒过滤器)、选择性催化还原装置(“SCR装置”)和/或NO<sub>x</sub>收集器。

根据下面的描述和附图,本发明的上述特征和其它特征将变得更加明显。

#### 附图说明

图1是示出利用燃烧器的涡流稳定火焰对减排装置进行热管理的设备的简化框图;

图2是燃烧器的剖断透视图;

图3是沿图2的线3-3剖开的截面图;

图3A是一部分引燃管的截面图,示出了形成在引燃管内表面上的废气的壁冷层;

图4是沿图3的线4-4剖开的截面图;

图5是可变涡流器的上游侧的立体图;

图6是可变涡流器的上游侧的正视图;

图7是可变涡流器的下游侧的立体图;

图8是涡流器的扭曲叶片的立体图;

图9是沿图3的线9-9剖开的截面图,示出燃烧器的部件的替代实施方式;

图10是涡流器的一种实施方式的立体图;

图11是图10的涡流器的后视图;

图12是图10和11的涡流器的侧视图;以及

图13是示出位于燃料分配器附近的涡流器管的立体图。

## 具体实施方式

虽然本发明的原理易于作出多种变型和替代形式，但在附图中还是通过示例方式示出了特定的示例性实施方式，并且这里将对其进行详细描述。但是应当理解，并无意将本发明限制在所公开的具体形式，相反，而是意在覆盖所有落入所附权利要求限定的本发明精神和范围内的变型、等同方式以及替代方式。

参照图 1，其中示出设备 10，所述设备 10 包括燃烧器 12，所述燃烧器 12 在废气（图中的“EG”）中产生涡流稳定火焰 14。废气来自于往复式（例如活塞式）或汪克尔（例如旋转式）内燃机 16（例如柴油机），用于减排装置 18 的热管理。燃烧器 12 在不使用补燃空气的情况下产生火焰 14。换言之，其使用废气中存在的氧气来进行燃烧反应。燃烧器 12 位于废气通道 20 中，并且包括涡流器 22，所述涡流器 22 构造成使废气形成涡流以在废气通道 18 内稳定燃烧器 12 产生的火焰 14。从而在发动机 16 以怠速和在怠速之上运行时，燃烧器 12 能够稳定火焰 14。

如图所示，涡流器 22 使废气形成涡流以产生涡流废气的外涡流区域 24，其导致在涡流区域 24 内产生回流废气的内回流区域 26。在涡流区域 24 内，随着废气沿着轴线 28 向下游前进，废气绕燃烧器 12 的轴线 28 形成涡流（例如沿顺时针方向或逆时针方向）。在回流区域 26 中，废气朝向涡流器 22 回流。涡流区域 24 可以具有相对较高的速度，这取决于例如发动机 16 的输出。但是，回流区域 26 具有有助于火焰稳定的、相对较低的速度。换言之，回流区域 26 内的速度足够低，以允许火焰 14 存在于其中，而不会被外涡流区域 24 内潜在的较高速度吹灭。从而，通过使用涡流器 22，火焰 14 被稳定在回流区域 26 内和回流区域 26 附近。

涡流器 22 还可以构造成产生一个或多个第二回流区域 29。如图所示，涡流器 22 在其外周处的流动区域（即“堆积面（dump plane）”）内提供突变。此特征产生了刚好在涡流器 22 下游的第二回流区域 29。从而区域 29 可以与回流区域 26 一起或者取代替回流区域 26 用于促进区域 29 内的火焰稳定。

将涡流器 22 构造成使废气形成涡流以实现任意的涡流数落在本发明的范围内，所述涡流数表示在每单位长度下在气流中产生的涡旋数量。例



如，在约 0.5 和约 2.0 之间的涡流数可以特别有利于促进火焰 14 的稳定。在约 0.76 和约 1.1 之间的涡流数可最有利于促进火焰 14 的稳定。

火焰 14 的涡流稳定具有多个优点。例如，在出现相对较高的废气流率时，其促进燃烧器 12 的利用，否则相对较高的废气流率可能会吹灭火焰 14。这对例如相对较大的商用车辆（例如卡车牵引车、公共汽车）等车辆尤其有利，这些车辆具有相对较大的发动机（例如 12.7 升发动机），能够产生相对较大的废气。另外，火焰稳定有利于提供相对紧凑的燃烧器组件以用于需要节约空间的应用中。具体地，能够减小燃烧器 12 的直径，因为燃烧器 12 能够处理相对较高的废气流率。另外，能够减小燃烧器的长度，因为火焰稳定产生了较短的火焰长度。从而，具有涡流器 22 的燃烧器 12 在排气系统中特别有用。

通过使用涡流稳定火焰 14 对减排装置 18 进行热管理。具体地，穿过燃烧器 12 的废气藉此被加热并且前进至减排装置 18 以加热减排装置 18。

装置 18 可以采用多种形式。示例性地，装置 18 可以包括氧化催化剂（例如柴油氧化催化剂）、颗粒过滤器（例如催化或未催化柴油颗粒过滤器）、SCR 装置和/或 NO<sub>x</sub> 收集器。

根据一个示例，装置 18 包括氧化催化剂和颗粒过滤器。在这种情况下，氧化催化剂流体地定位于燃烧器 12 和颗粒过滤器之间。被涡流稳定火焰 14 加热的废气将氧化催化剂加热到操作温度（例如在约 250 °C 和约 300 °C 之间）。然后氧化催化剂在燃烧器 12 处或在与燃烧器 12 分离的位置氧化引入到废气中的燃料。由氧化催化剂处的放热反应产生的热量加热颗粒过滤器以烧除由其收集的颗粒物，从而再生颗粒过滤器以进行进一步的使用。使用涡流稳定火焰再生颗粒过滤器而不需要借助于氧化催化剂也落入本发明的范围内。

在装置 18 为 SCR 装置的情况下，涡流稳定火焰 14 用来促进 SCR 装置在其操作温度范围内的设立。在 NO<sub>x</sub> 收集器的情况下，涡流稳定火焰 14 可以被用来提高 NO<sub>x</sub> 收集器的温度，以利于 NO<sub>x</sub> 收集器的脱硫作用。另外，燃烧器 12 可以与美国专利第 6,871,489 号的排气系统一起使用，在此以引用方式将该专利的公开内容并入本文。

参照图 2 和 3，其中示出了燃烧器 12 的示例性实施方式。具体地，其

中示出了燃料燃烧器 112, 所述燃料燃烧器 112 用作设备 10 中的燃烧器 12, 以对任意形式的减排装置 18 进行热管理。燃烧器 112 包括多个位于废气通道 120 中的涡流器, 所述废气通道 120 部分由燃烧器 112 的外壳 118 限定, 以使从发动机 16 流到减排装置 18 的废气形成涡流, 以便使通道 120 内的火焰稳定, 即使是在废气流率相对较高时。

燃烧器 112 包括引燃部分 130 和主要部分 132。引燃部分 130 产生涡流稳定引燃火焰 134, 用于点燃主要部分 132 的涡流稳定主火焰 136。一旦点燃主火焰 136, 可以关闭引燃部分 130 以熄灭引燃火焰 134, 或者引燃部分 130 能够继续操作。

引燃部分 130 包括涡流稳定引燃燃料分配器 138 (还参见图 4)。分配器 138 延伸穿过形成于第一涡流器 122a 内的孔, 使得涡流器 122a 周向地环绕分配器 138。涡流器 122a 固定到有孔的引燃管 142 的一端, 并且构造成包括多个径向延伸的叶片 144 的板, 所述叶片 144 倾斜, 从而使引燃管 142 中的废气绕燃烧器轴线 145 顺时针或者逆时针 (取决于叶片 144 的取向) 形成涡流。这样, 涡流器 122a 在引燃管 142 内的涡流废气的外涡流区域 24 和外涡流区域 24 内的回流废气的内回流区域 26。

分配器 138 将引燃燃料管线 148 供应的燃料分配进回流区域 26, 以便通过延伸到回流区域 26 的点火器 146 点燃燃料。以这种方式, 在引燃管 142 内点燃引燃火焰 134。此外, 由于在引燃管回流区域 26 内废气速度相对较低, 引燃火焰 134 被稳定在此区域 26 内。可用来保持引燃火焰 134 的阻流装置 150 安装在引燃管 142 内以进一步利于引燃火焰 134 的稳定。

引燃部分 130 的第二涡流器 122b 与外壳 118 匹配并且固定至外壳, 从而被安装在通道 120 内。引燃管 142 延伸穿过限定在涡流器 122b 内的孔, 使得涡流器 122b 环绕引燃管 142, 并且引燃管 142 固定至涡流器 122b。从而引燃管 142、涡流器 122a 以及固定至引燃管 142 的分配器 138 安装在通道 120 内。

例如, 涡流器 122b 被构造成包括倾斜的径向延伸叶片 153 的板, 所述叶片使废气在引燃管 142 的外侧绕燃烧器轴线 145 沿顺时针或者逆时针方向 (取决于叶片 153 的取向) 形成涡流。这样, 涡流器 122b 使废气穿过限定于引燃管 142 中的孔 154, 从而将存在于废气中的氧气“供给”到引燃

火焰 134，以与引燃燃料一起燃烧。另外，穿过孔 154 进入引燃管 142 的废气由于涡流器 122b 而在引燃管 142 的内表面上形成废气的大致呈环形的壁冷层 155。此壁冷层 155 用作引燃管 142 和引燃火焰 134 之间的隔热层，藉此加强了引燃管 142 的耐用性，并且允许使用较廉价的用于引导管 142 的材料。壁冷层 155 的厚度可以为约 1/8 英寸。

主要部分 132 刚好位于引燃部分 130 的下游。固定至外壳 118 的主燃料分配器 156 从主燃料管线 122c 接收燃料并且将此燃料分配给用于产生主火焰 136 的主要部分 132。

主要部分 132 包括用于主火焰 136 的涡流稳定的第三涡流器 122c。例如，涡流器 122c 构造成包括倾斜的径向延伸叶片 159 的板，所述叶片在废气穿过涡流器 122c 时使废气绕燃烧器轴线 145 沿顺时针或者逆时针方向（取决于叶片 159 的取向）形成涡流。这直接在涡流器 122c 的下游产生主要部分 132 的外壳 118 内的涡流废气的外涡流区域 24。主要部分 132 的外涡流区域 24 产生主要部分外涡流区域 24 内的回流废气的内回流区域 26。由于主要部分回流区域 26 内的废气流速相对较低，所以主火焰 136 被稳定在区域 26 内。固定至涡流器 122c 上游侧的过渡构件 160 利于废气穿过涡流器 122c。

涡流器 122c 包括沿涡流器 122c 外周界的堆积面 162。堆积面 162 是阻止废气从其中流过的无孔环形壁，从而直接在堆积面 162 的下游产生径向回流区域，也用于此区域内的火焰稳定。省略堆积面 162 并且将叶片 159 延伸至涡流器 122c 的外周界也落入本发明的范围内。

燃烧器 112 可以包括燃料定量部分 164，用于将燃料分配到受热的废气内，以与下游的氧化催化剂或减排装置 18 的其它部件一起使用。在这种情况下，燃料定量部分 164 具有固定至外壳 118 的燃料定量分配器 166。分配器 166 将通过定量燃料管线 168 供应的定量燃料在一个位于涡流器 122c 和第四涡流器 122d 之间的位置处分配到通道 120。例如，涡流器 122d 构造成包括倾斜叶片 172 的板，当定量燃料和废气穿过涡流器 122d 时，叶片 172 使定量燃料和废气绕燃烧器轴线 145 沿顺时针或者逆时针方向（取决于叶片 172 的取向）形成涡流。这样，在到达减排装置 18 处时，定量燃料与废气充分混合。从设备 10 中完全省去燃料定量部分 164，或者包括作为

独立于燃烧器 112 的部件的燃料定量部分 164，使得燃料定量部分在燃烧器 112 的下游定位于燃烧器 112 和减排装置 18 之间的某个位置处，都落入本发明的范围内。

将涡流器 122a、122b、122c、122d 构造成使废气形成涡流以实现任意的涡流数也落入本发明的范围内。例如，约 0.5 和约 2.0 之间的涡流数可以特别地有利于促进火焰 134 和 136 的火焰稳定。约 0.76 和 1.1 之间的涡流数可以最有利于促进这种火焰稳定。

参照图 3，其中示出了用于控制燃烧器 112 操作的控制系统 174。具体地，控制系统 174 响应来自上游氧气传感器 176、上游温度传感器 178 以及下游温度传感器 180 的输入以控制燃料和点火模块 182 的操作，所述燃料和点火模块 182 的操作控制向燃料管线 148、122c、168 的燃料供应以及通过点火线缆 184 向点火器 146 的供电。

涡流器 122a、122b、122c、122d 的叶片 144、153、159、172 的倾斜方向可以具有多种形式。例如，涡流器 122a、122b、122c、122d 的所有叶片可以倾斜成使废气绕轴线 145 沿相同方向形成涡流。在其他示例中，一个或多个涡流器 122a、122b、122c、122d 的叶片 144、153、159、172 可以倾斜成使废气沿顺时针方向形成涡流，而其它涡流器 122a、122b、122c、122d 的叶片 144、153、159、172 可以倾斜成使废气沿逆时针方向形成涡流。

任意涡流器 122a、122b、122c、122d 的叶片 144、153、159、172 可以具有不同的斜度（该“斜度”为叶片的倾斜角度）。例如，给定涡流器的一些叶片可以具有一个或多个斜度以使废气沿顺时针方向形成涡流，而同一涡流器的一些叶片可以具有一个或多个倾斜角以使废气沿逆时针方向形成涡流。使用这种倾斜角促进了废气的混合。这种涡流器的一个示例示于图 15 中，下面将结合图 15 进行讨论。

任意涡流器 122a、122b、122c、122d 的叶片 144、153、159、172 可以固定以防相对于外壳 118 运动，或者可以相对于外壳 118 能够移动。这样，叶片的斜度可以是不变量或者变量。

参照图 5-7，其中示出了用作涡流器 22、122a、122b、122c、122d 中任意一个或多个的可变涡流器 222。涡流器 222 具有多个径向延伸的叶片

230, 叶片 230 具有可变斜度。叶片 230 的斜度能够通过能够由控制系统 174 操作的由斜度调节器 232 改变。以此方式, 能够改变与废气流相关的涡流数。例如, 能够调节叶片 230 从而在燃烧器关闭时不倾斜以减小与叶片倾斜关联的发动机 16 上的背压。在其它示例中, 能够响应与废气相关的条件(例如流率、温度和/或氧气含量)调节叶片 230 的斜度以控制火焰稳定。因此能够相应地改变与废气相关的涡流数。

叶片 230 安装在固定框架内, 以便可以相对于该固定框架做枢转运动。作为示例, 叶片 230 固定至环绕叶片 230 的固定外安装环 234 和固定内安装毂 236。毂 236 通过多个(例如五个)固定安装杆 238 安装在安装环 234 内。过渡构件 260 固定至毂 236 的上游侧以利于流体通过涡流器 222。

斜度调节器 232 包括驱动单元 240 和通过驱动单元 240 可操作的连接器 242, 以枢转叶片 230 从而调节叶片 230 的斜度。驱动单元 240 可以具有马达(例如电动马达)和关联的减速齿轮装置, 用于使可旋转的驱动轴 244 旋转。连接器 242 包括固定至轴 244 以在轴 244 旋转时随之枢转的杠杆 246。杠杆 246 的这种枢转运动使连杆 248 来回运动, 以使可旋转的环 250 绕涡流器 222 的涡流器轴线 252 旋转。环 250 的旋转使与每个叶片 230 关联并且延伸穿过安装环 234 的枢轴 254 绕叶片 230 的叶片轴线 256 枢转。枢轴 254 的这种可枢转的运动使每个叶片 230 绕其叶片轴线 256 旋转以调整叶片的斜度。以此方式, 能够实现与废气关联的期望涡流数, 以在非零涡流数的情况下促进引燃火焰 134 和主火焰 136 中一个或两个的火焰稳定, 并且在涡流数为零或接近零的情况下促使减小发动机背压。

另外, 在燃烧器具有多个涡流器的情况下(如同燃烧器 112 一样), 能够使用这种斜度调节来使气流沿相反方向形成涡流。具体地, 一个或多个涡流器的叶片可由调节器 232 构造成使废气沿一个方向形成涡流, 而一个或多个其它涡流器的叶片可由调节器 232 构造成使废气沿相反方向形成涡流。

利用涡流器 220 和斜度调节器 232 实现任意涡流数也落在本发明的范围内。例如, 在约 0.5 和约 2.0 之间的涡流数可以特别有利于促进火焰稳定。在约 0.76 和 1.1 之间的涡流数可以最有利于促进火焰稳定。

参照图 8, 其中示出用于涡流器 22、122a、122b、122c、122d、222

中任一个的叶片 320。叶片 320 的斜度在叶片 320 的径向内根部 321 与叶片 320 的径向外梢部 323 之间沿叶片 320 的长度变化。作为示例，叶片 320 绕叶片 320 的纵向轴线 356 扭曲。叶片 320 的斜度因而沿着叶片 320 的长度变化，以平衡叶片 320 上的压降，促进火焰稳定，且加强叶片的能力，从而通过平衡叶片载荷解决了热疲劳问题。进一步地，叶片 320 上的气流在叶片 320 的中心处和梢部 323 处大致相同，因此当涡流器的每个叶片都被构造成类似于叶片 320 时，就会在涡流器上产生了相对一致的气流，从而加强混合和热分布。

参照图 9，其中示出了用来替代涡流器 122b 的涡流器 422b。该涡流器构造成使废气的一部分形成涡流，并且将废气的其它部分朝向一对燃料分配器 156 引导。

参照图 10-12，其中示出了涡流器 422b。涡流器 422b 的涡流叶片 423 以例如约  $45^\circ$  的斜度 424 倾斜，以使经过涡流叶片 423 的废气形成涡流。

涡流器 422b 的导流叶片 425 用以向燃料分配器 156 引导经过导流叶片 425 的废气。其中有两对导流叶片 425，每对都与其中一个燃料分配器 156 关联。每对导流叶片 425 都以例如约  $60^\circ$  的斜度 427 朝向彼此倾斜，以朝相关联的燃料分配器 156 轴向地引导废气。

参照图 13，其中示出了环绕燃料分配器 156 的喷嘴 452 的涡流器管 451。废气由一对导流叶片 425 朝向燃料分配器 156 引导。这些废气流经过限定在涡流器管 451 的上游侧内的孔 454。管 451 的上游侧的叶片 456 使流经过孔 454 的废气形成涡流，使得废气如通过箭头 462 所示绕燃料分配器 156 的分配器轴线 458 以及绕从喷嘴 452 排出的燃料喷雾 460 流过。以此方式，将燃料喷雾 460 从进入的废气屏蔽开，促使燃料喷雾 460 前进到主火焰 136 内并且促使燃料气化。而且还减小了燃料喷雾 460 在涡流器 122c 和引燃管 142 上的撞击。另外，管 451 内的涡流废气还涡流稳定了喷嘴 452。

阻流装置 450 固定至管 451 的远端并且从管 451 的远端延伸。作为示例，装置 450 被成形为大致半勺状。例如装置 450 用作引燃火焰 134 和/或主火焰 136 的火焰保持器，以进一步辅助火焰稳定。

每个涡流器 22、122a、122b、122c、222、422b 或其组合提供了用于使废气形成涡流的装置，从而在废气通道 20 或 120 中稳定由燃烧器 12 或

112 产生的火焰 14、134 和/或 136，以便对减排装置 18 进行热管理。

虽然在附图和前面的描述中已经详细说明了本发明的原理，但是这种说明和描述本质上应当视为示例性的，而不是限制性的，应理解为仅示出和描述了说明性的实施方式，并且期望落入本发明的精神内的所有变化和变型都能得到保护。

本发明的原理具有多个优点，这是因本文所述系统的各种特征得到的。应当指出，本发明每个系统的替代实施方式都不必包括所有已描述的特征，但仍会受益于这类特征的至少一些优点。本领域普通技术人员可以容易地设计出它们自己的一个系统的实施方式，这些实施方式结合了本发明公开一个或多个特征，且落入由所附权利要求限定的本发明的精神和范围内。

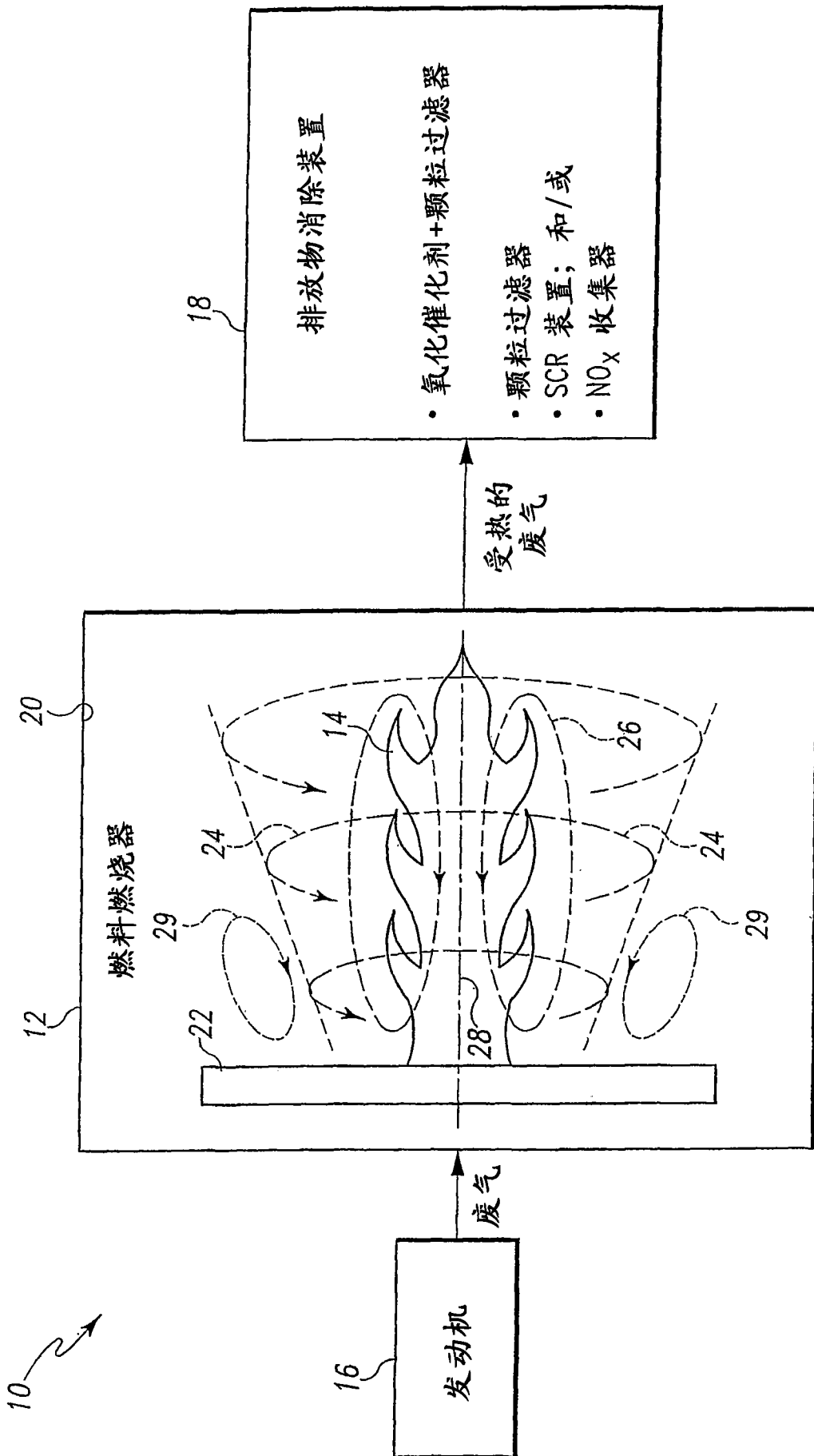


图1



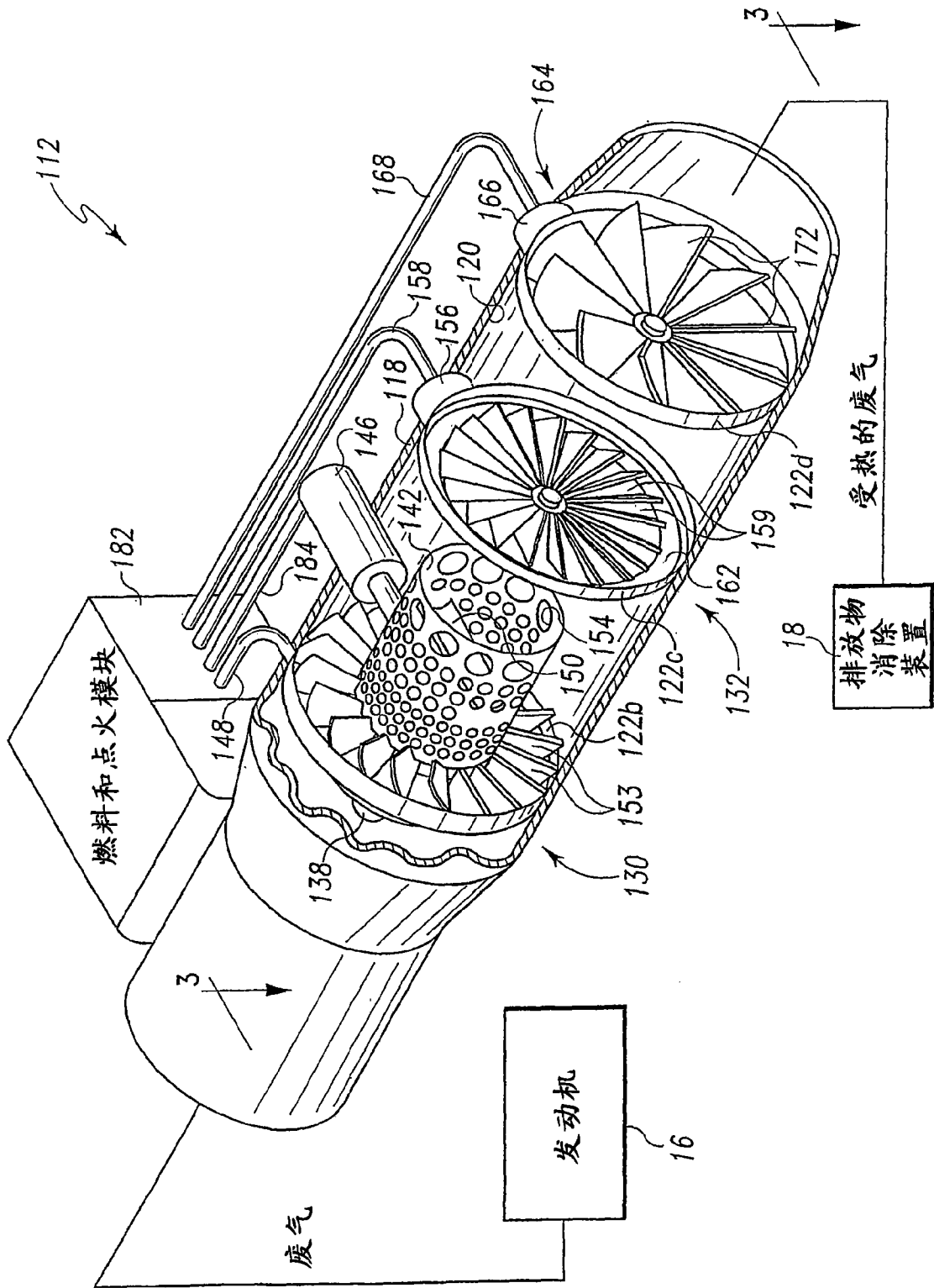


图2

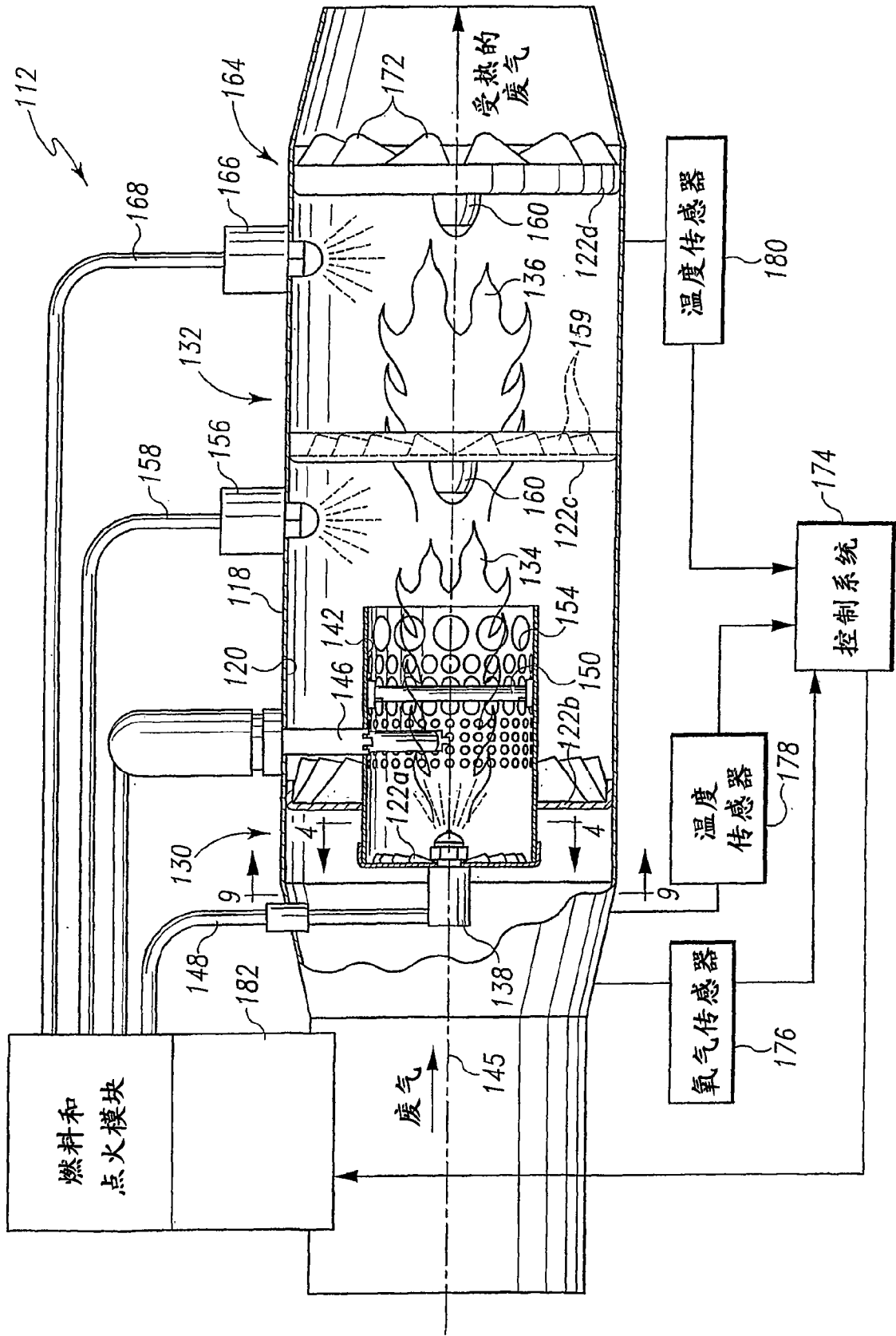


图3

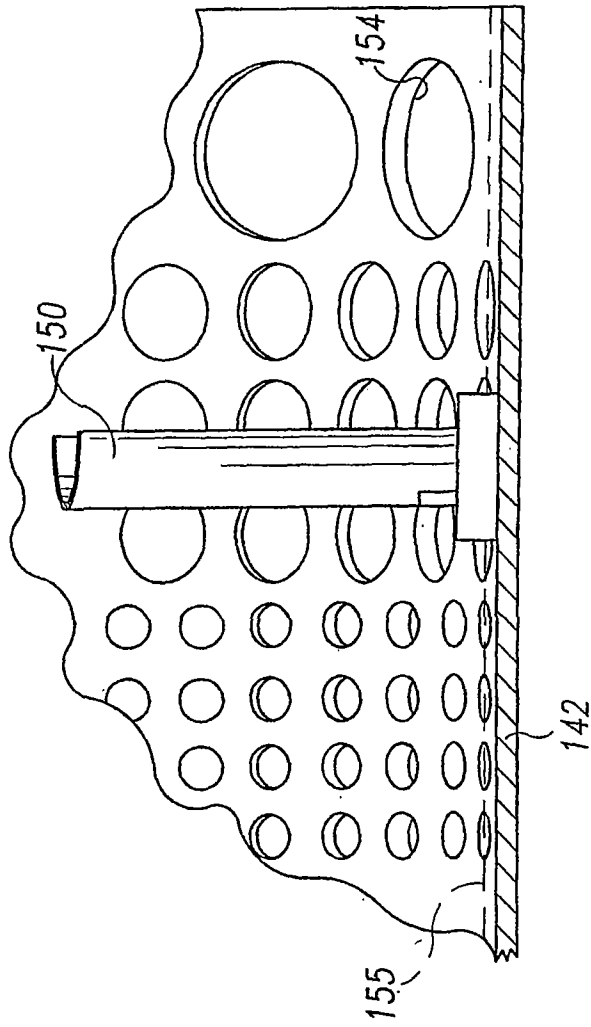


图 3A

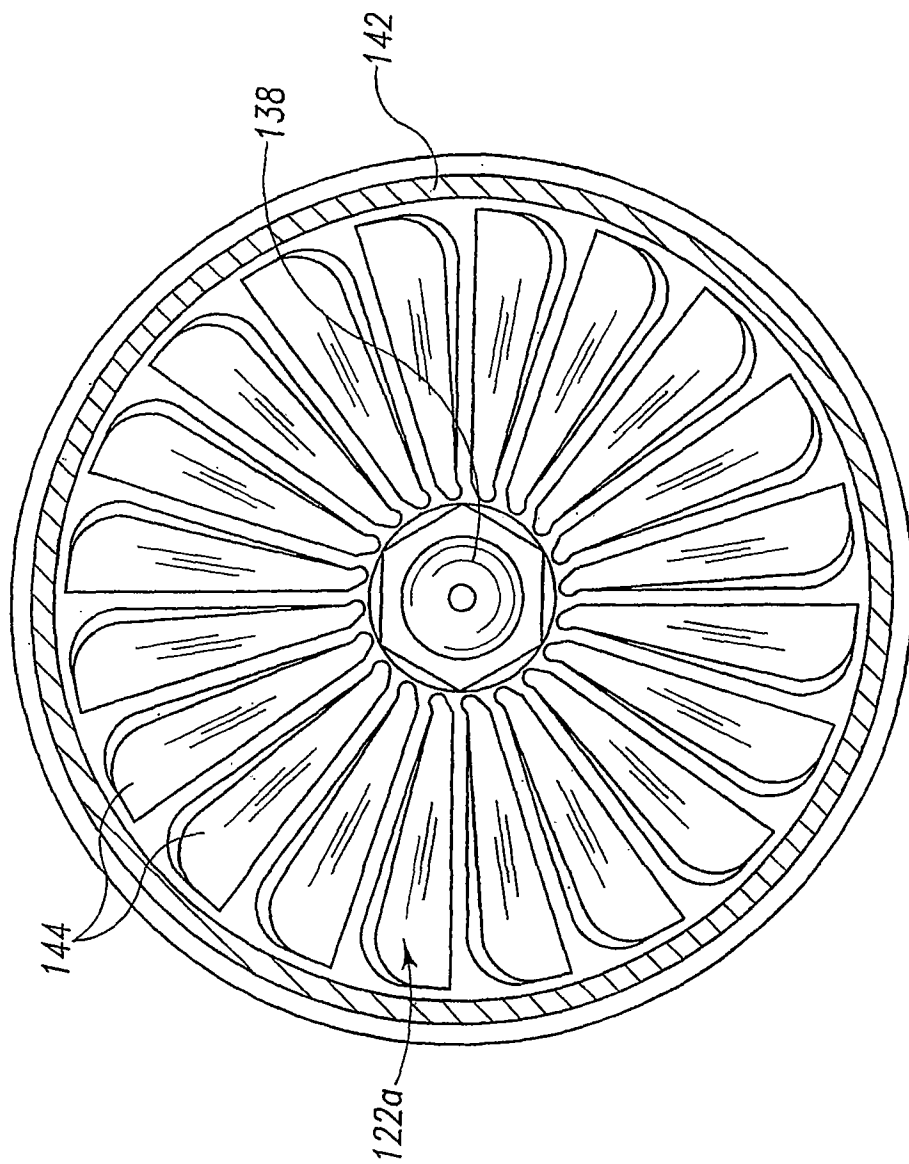


图4

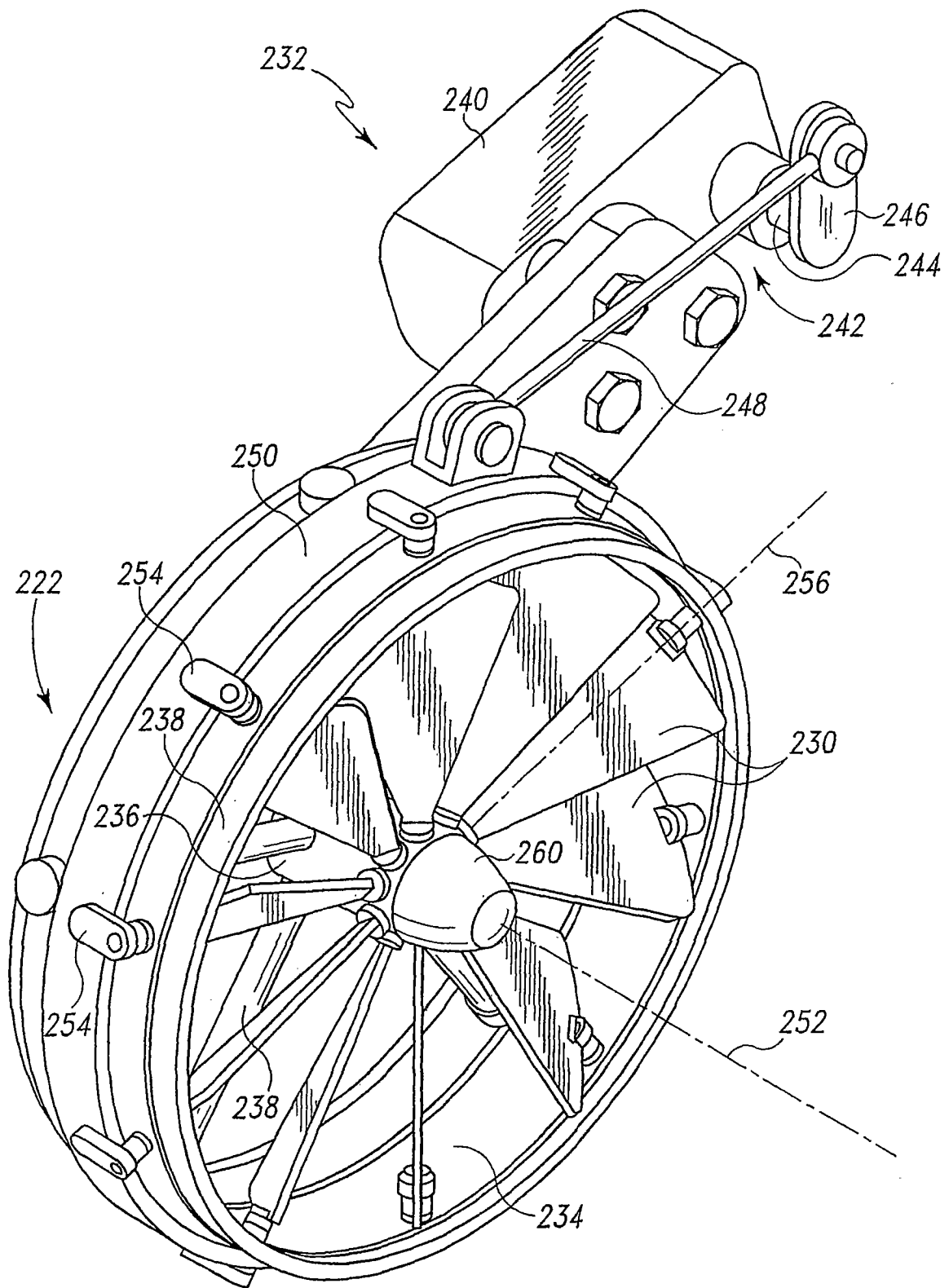


图5

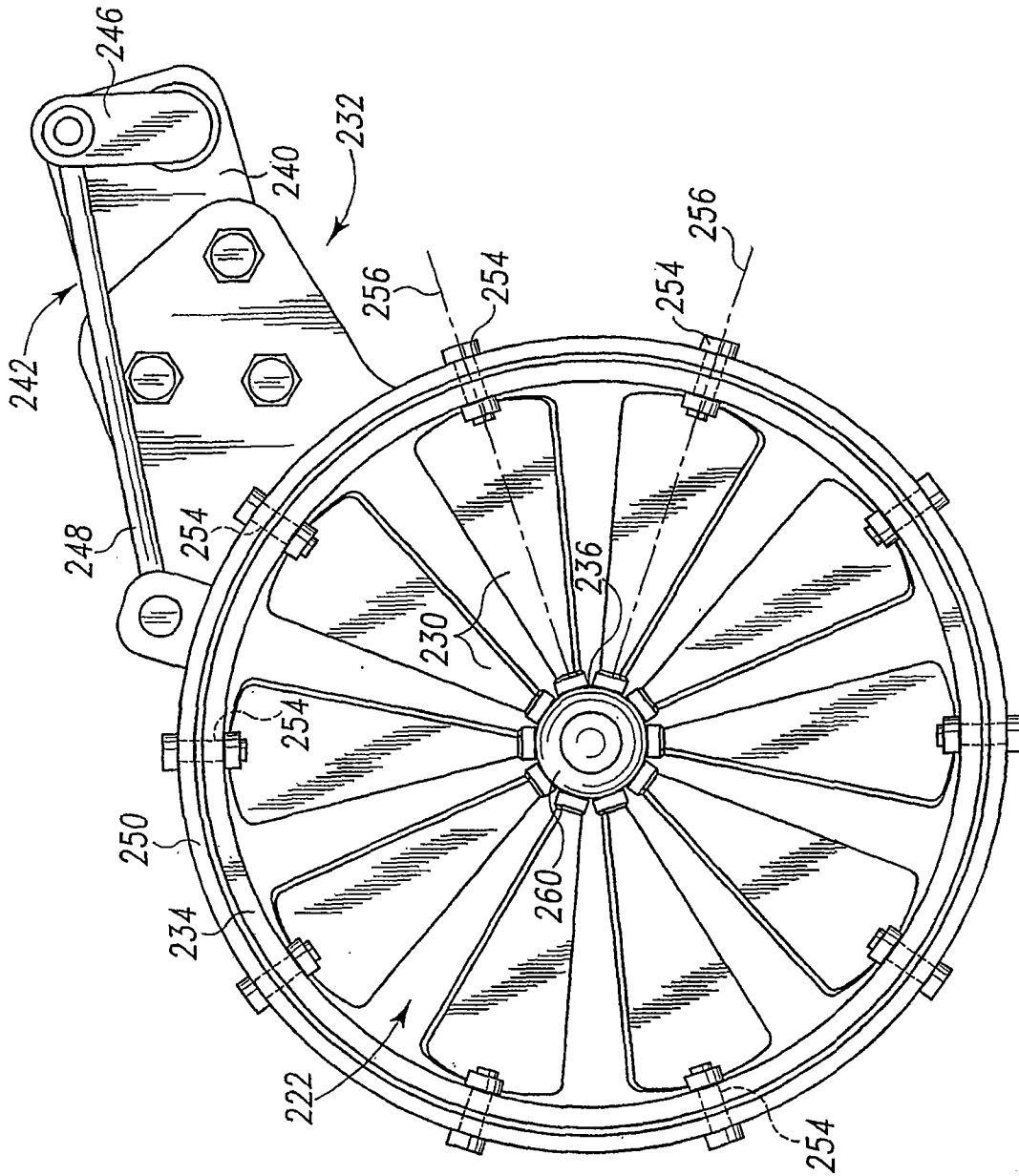


图6

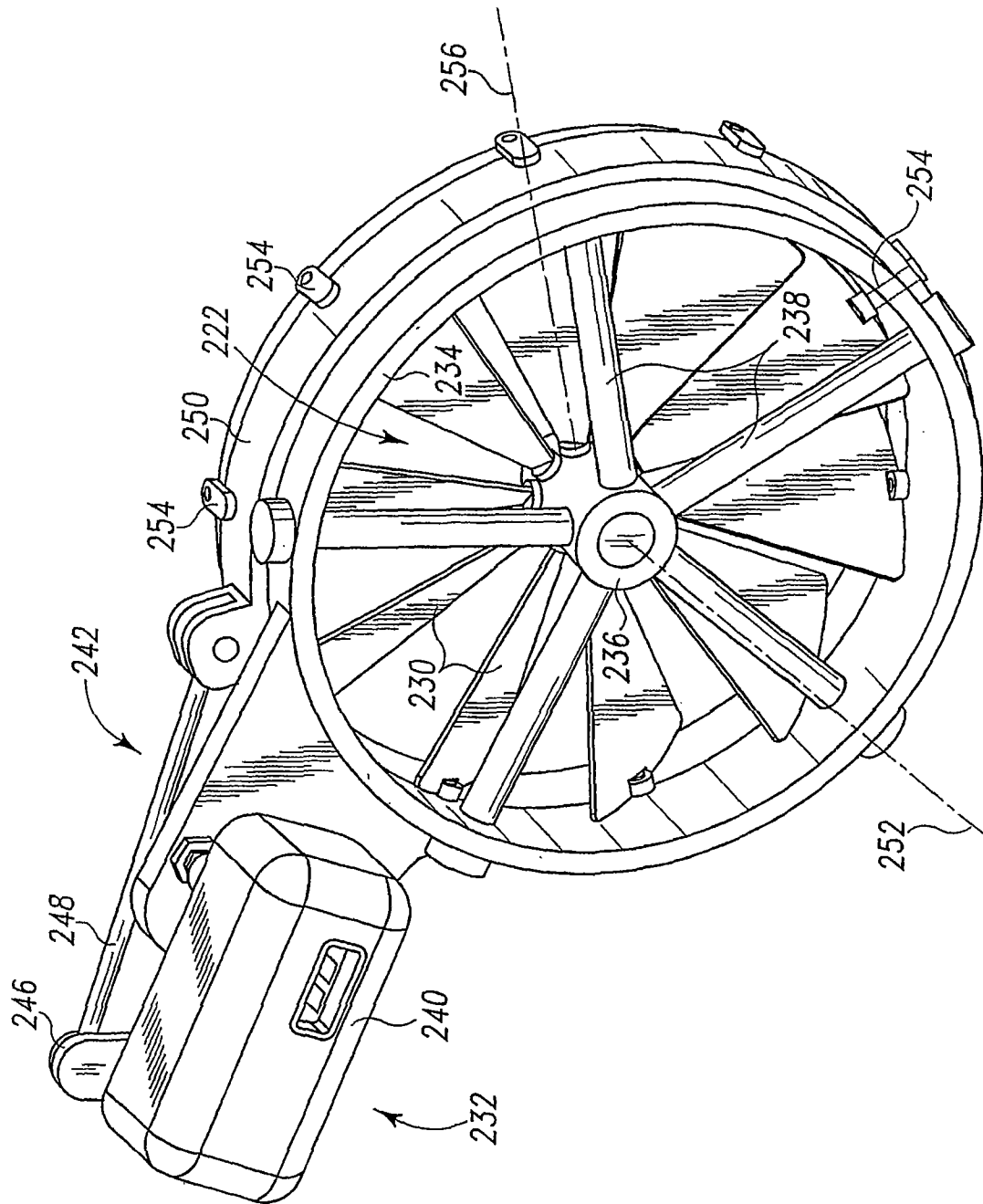


图7

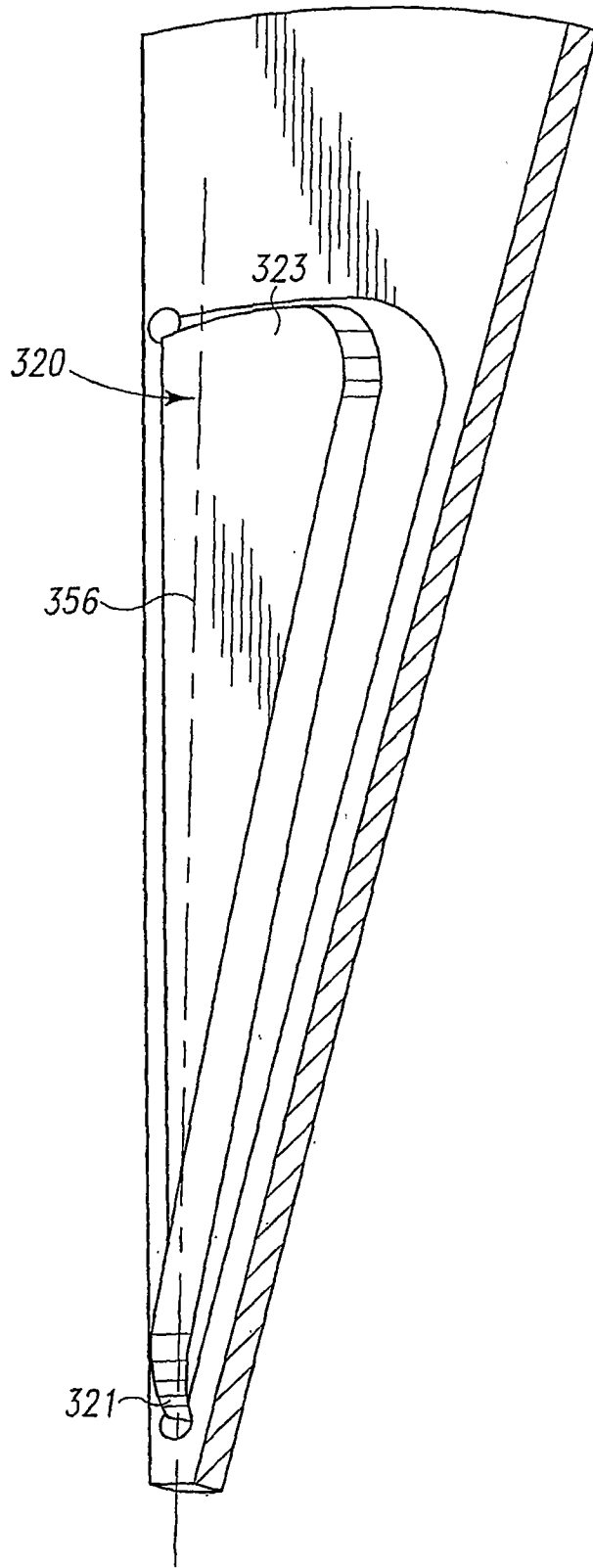


图8



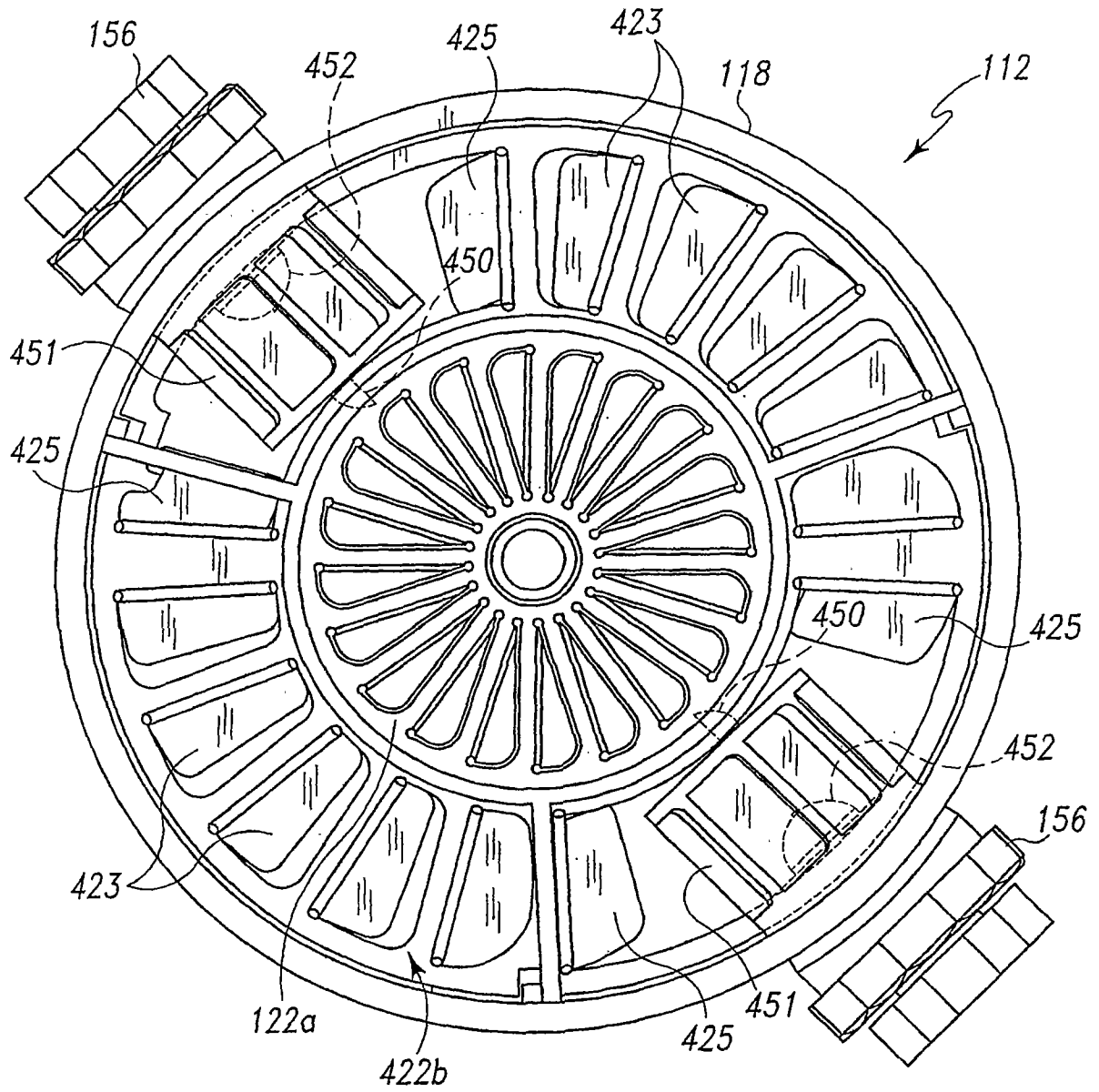


图9

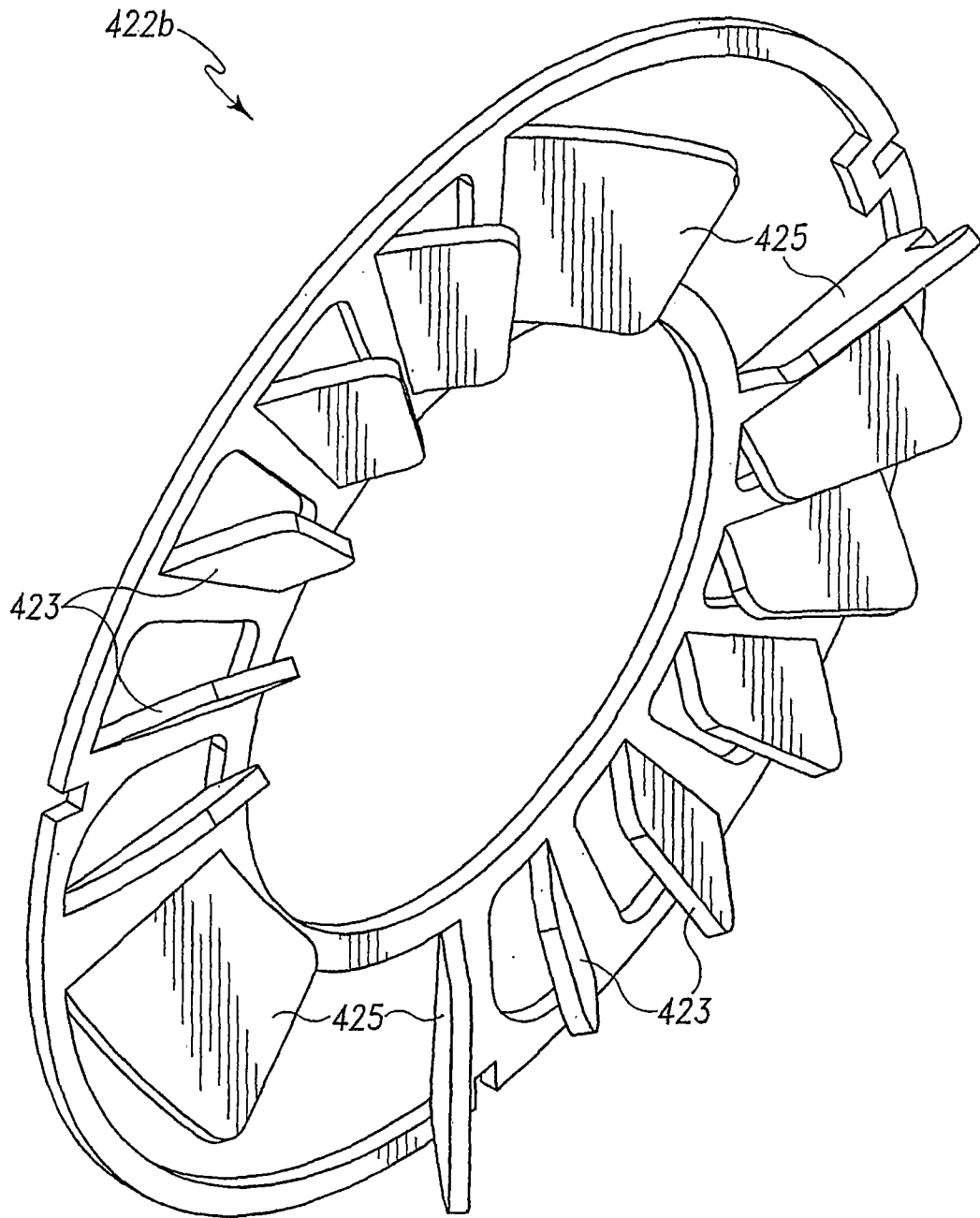


图10

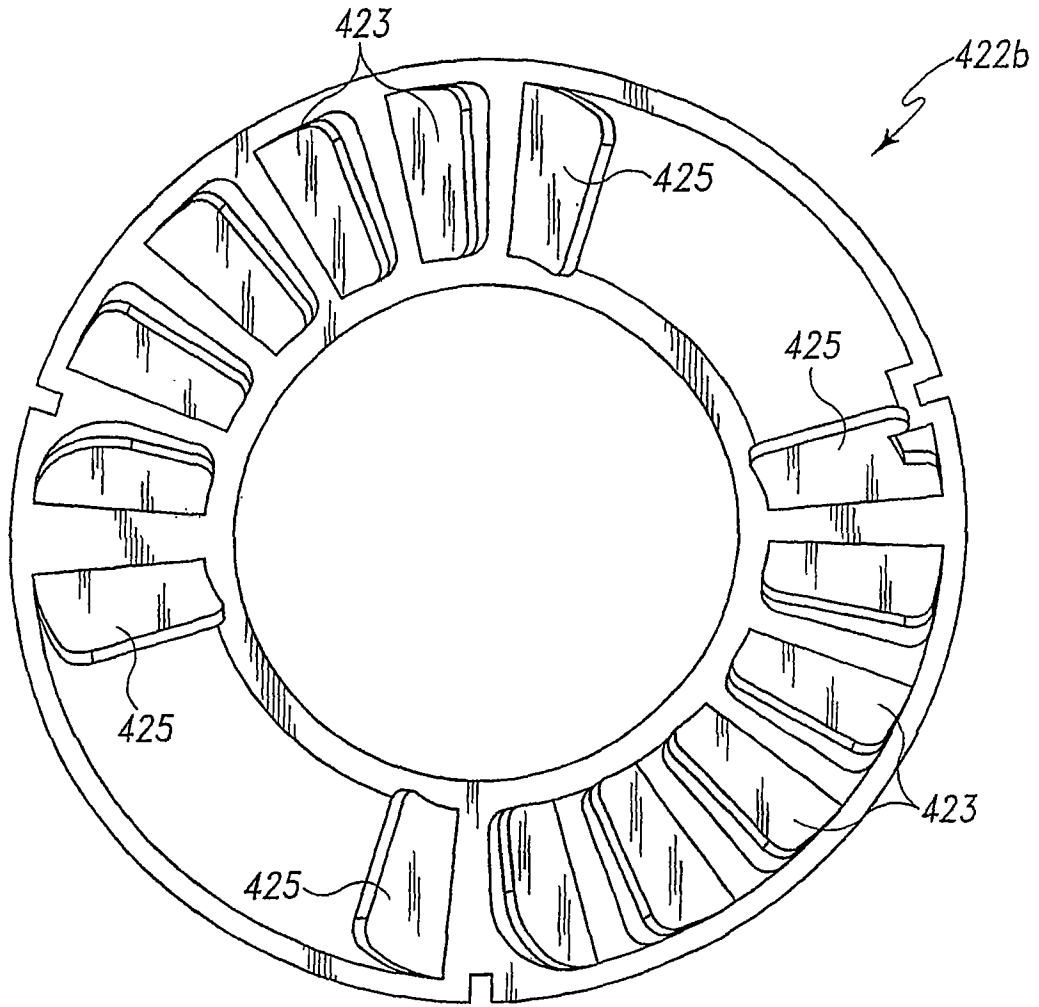


图11

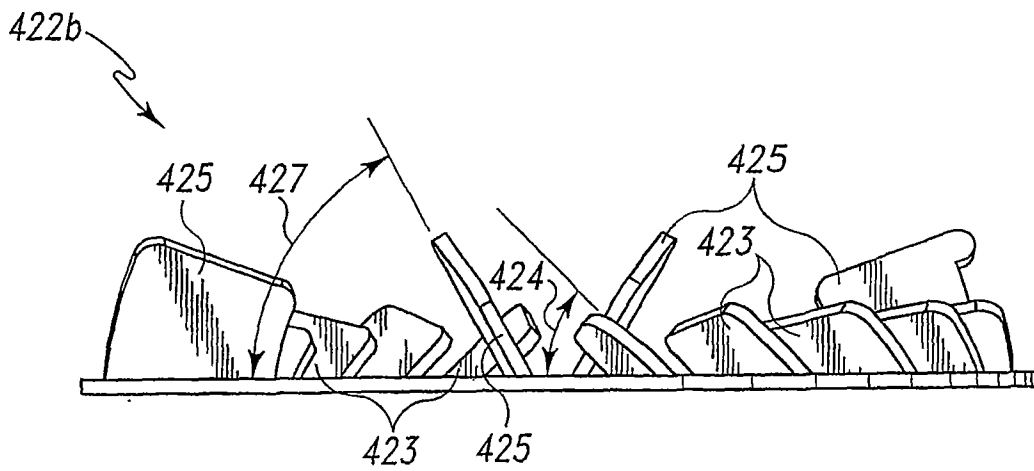


图12

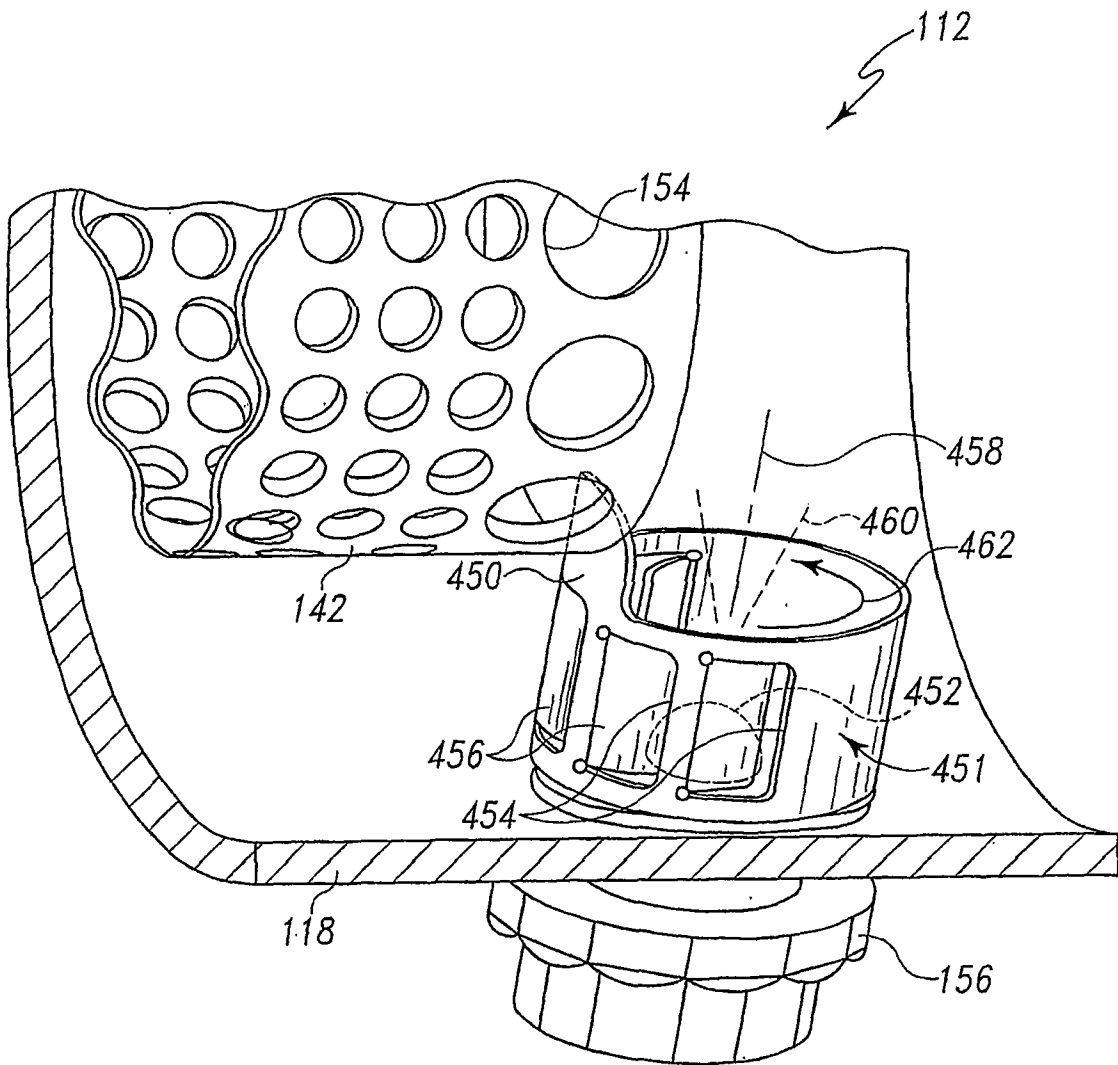


图13