



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106065815 B

(45) 授权公告日 2021. 10. 26

(21) 申请号 201610244551.1

(22) 申请日 2016.04.19

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106065815 A

(43) 申请公布日 2016.11.02

(30) 优先权数据  
102015207341.6 2015.04.22 DE

(73) 专利权人 福特环球技术公司  
地址 美国密歇根州

(72) 发明人 V·斯米利亚诺夫斯基  
H·M·金德尔 J·克默林  
F·克拉默 F·J·布林克曼

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 徐东升 赵蓉民

(51) Int.Cl.

F02C 7/06 (2006.01)

F01D 25/16 (2006.01)

F02B 39/10 (2006.01)

F04D 29/048 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2013239568 A1, 2013.09.19

CN 103647359 A, 2014.03.19

US 6727618 B1, 2004.04.27

CN 103825418 A, 2014.05.28

CN 106065815 A, 2016.11.02

CN 101299553 A, 2008.11.05

审查员 闵满满

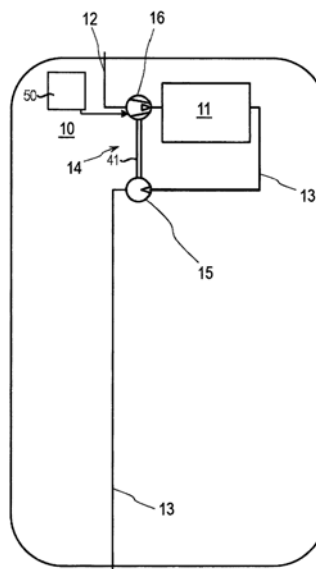
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

压缩机和机动车辆

(57) 摘要

本申请提供一种用于内燃发动机的压缩机。该压缩机包括压缩机轴和磁性轴承,该压缩机轴具有与其附连的压缩机叶片、被定位在进气管道中并且在压缩机运转期间围绕轴线旋转,该磁性轴承在进气管道中被定位在压缩机叶片的上游,该磁性轴承包括被定位在压缩机轴周围的环形物、被布置在环形物中的定子电体以及被布置在压缩机轴上的至少两个磁体,所述磁体被配置为施加磁力在定子电体上以在环形物与压缩机轴之间形成气隙。



1. 一种用于内燃发动机的压缩机,其包括:

压缩机轴,其被提供具有定位在进气管道中的压缩机叶片,所述压缩机轴和所述压缩机叶片被配置为围绕旋转轴线旋转;以及

磁性轴承,其在所述进气管道中被定位在所述压缩机叶片的上游,所述磁性轴承包括被定位在所述压缩机轴周围的环形物、被布置在所述环形物中的定子电体以及被安装在所述压缩机轴上相应磁体凹槽内的至少两个磁体,其中在所述环形物与所述压缩机轴之间存在气隙,所述至少两个磁体被配置为施加磁力在所述定子电体上;

其中所述环形物被径向延伸通过所述进气管道的至少一个支柱保持,并且其中供电线沿所述支柱延伸并且被耦连到所述定子,以及其中所述环形物被进气空气围绕。

2. 根据权利要求1所述的压缩机,其中用于所述定子电体的供电线被布置在所述至少一个支柱内。

3. 根据权利要求1所述的压缩机,其中所述至少一个支柱具有水滴形的横截面。

4. 根据权利要求1所述的压缩机,其中所述压缩机轴被连接到排气涡轮机的涡轮机轴,使得扭矩从所述涡轮机轴被传输到所述压缩机轴。

5. 根据权利要求1所述的压缩机,其中所述至少两个磁体和所述定子电体被配置为通过磁力彼此排斥。

6. 根据权利要求1所述的压缩机,其中所述磁性轴承被形成为电动马达。

7. 一种机动车辆,其包括:

内燃发动机;

向所述内燃发动机提供进气空气的供应空气分支;以及

布置在所述供应空气分支中的压缩机,所述压缩机包括:

压缩机轴,所述压缩机轴被提供具有定位在进气管道中的压缩机叶片,所述压缩机轴和所述压缩机叶片被配置为围绕旋转轴线旋转;以及

磁性轴承,其在所述进气管道中被定位在所述压缩机叶片的上游,所述磁性轴承包括被定位在所述压缩机轴周围的环形物、被布置在所述环形物中的定子电体以及被安装在所述压缩机轴上相应磁体凹槽内的至少两个磁体,其中在所述环形物与所述压缩机轴之间存在气隙,所述至少两个磁体被配置为施加磁力在所述定子电体上;

其中所述环形物被径向延伸通过所述进气管道的至少一个支柱保持,并且其中供电线沿所述支柱延伸并且被耦连到所述定子,并且进气空气围绕所述环形物。

8. 一种用于内燃发动机的压缩机,其包括:

压缩机轴,其具有与其附连的压缩机叶片、被定位在进气管道中并且在压缩机运转期间围绕轴线旋转;以及

磁性轴承,其在所述进气管道中被定位在所述压缩机叶片的上游,所述磁性轴承包括被定位在所述压缩机轴周围的环形物、被布置在所述环形物中的定子电体以及被安装在所述压缩机轴上相应磁体凹槽内的至少两个磁体,所述至少两个磁体被配置为施加磁力在所述定子电体上以在所述环形物与所述压缩机轴之间形成气隙;

其中所述环形物被径向延伸通过所述进气管道的至少一个支柱保持,并且其中供电线沿所述支柱延伸并且被耦连到所述定子,以及进气空气围绕所述环形物。

9. 根据权利要求8所述的压缩机,其中所述定子电体包括围绕所述环形物延伸的电线。

10. 根据权利要求8所述的压缩机,其中所述电线由所述环形物包围。
11. 根据权利要求8所述的压缩机,其进一步包括与所述环形物和所述进气管道的壳体耦合的支柱。
12. 根据权利要求11所述的压缩机,其中电导管延伸穿过所述支柱并且与所述定子电体耦合。
13. 根据权利要求11所述的压缩机,其中所述支柱延伸穿过所述进气管道的一部分。
14. 根据权利要求11所述的压缩机,其中所述支柱包括在所述支柱的上游侧上的弯曲表面。
15. 根据权利要求8所述的压缩机,其中控制器被配置为电驱动所述定子电体以形成所述气隙。
16. 根据权利要求8所述的压缩机,其中所述定子电体被配置为由控制器电驱动以施加扭矩到所述压缩机轴。
17. 根据权利要求16所述的压缩机,其中所述控制器被配置为驱动所述定子电体,同时所述压缩机轴接收来自与所述压缩机轴旋转耦合的涡轮机轴的旋转输入。
18. 根据权利要求16所述的压缩机,其中所述控制器被配置为当所述压缩机轴以低于阈值转速的转速旋转时驱动所述定子电体。
19. 根据权利要求8所述的压缩机,其中所述至少两个磁体是永久磁体。

## 压缩机和机动车辆

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2015年4月22日提交的德国专利申请DE 102015207341.6的优先权，该德国专利申请的内容全部通过引用并入本文以用于所有目的。

### 背景技术

[0003] 涡轮增压器被用在内燃发动机中以增加燃烧效率和/或发动机功率输出。因此，通过涡轮增压器来对发动机增压使发动机功率和效率能够被增加或者使发动机能够被缩小尺寸且同时提供较大的自然吸气发动机的功率输出。轴承被用在涡轮增压器中以促进与涡轮机和压缩机叶片附连的轴的旋转。例如，DE 102013203042 A1示出一种用于内燃发动机的涡轮增压器，其具有油润滑轴承、用于油的供应管路以及用于油的限流器。这种类型的油轴承具有由轴承中的摩擦所造成的功率损耗。热量也是轴承摩擦的不需要的副产物。功率损耗和发热两者都有降低涡轮增压器性能的效果。

### 发明内容

[0004] 为了解决至少一些上述问题，本申请提供一种用于内燃发动机的压缩机。该压缩机包括压缩机轴和磁性轴承，该压缩机轴具有与其附连的压缩机叶片、被定位在进气管道中并且在压缩机运转期间围绕轴线旋转，该磁性轴承在进气管道中被定位在压缩机叶片的上游，该磁性轴承包括被定位在压缩机轴周围的环形物 (ring)、被布置在环形物中的定子电体 (stator electric) 以及被布置在压缩机轴上的至少两个磁体，所述磁体被配置为施加磁力在定子电体上以在环形物与压缩机轴之间形成气隙 (air gap)。

[0005] 当单独或结合附图时，本说明书的以上优点和其他优点以及特征在以下具体实施方式中是显而易见的。

[0006] 应该认识到，提供上述内容是为了以简化的形式引入在具体实施方式中将会进一步描述的选择构思。这不意味着识别了所要求保护主题的关键或本质特征，所述主题的范围由随附于具体实施方式的权利要求书唯一地限定。而且，所要求保护的主体不局限于解决上文或在本公开的其他部分中指出的任何缺点的实施方式。

### 附图说明

[0007] 图1示出在示例配置中的机动车辆；

[0008] 图2以侧视图示出图1中所示的在示例配置中包括在机动车辆中的压缩机；

[0009] 图3示出压缩机的支柱；

[0010] 图4以剖视图示出压缩机；以及

[0011] 图5示出用于发动机和压缩机的运转的方法。

### 具体实施方式

[0012] 本说明书涉及一种用于内燃发动机的磁性支撑压缩机。本说明书也涉及一种具有

内燃发动机和压缩机的机动车辆。在本文所描述的压缩机的特征减小压缩机中的摩擦损耗且同时向压缩机中的轴承提供冷却。

[0013] 在一个示例中,提供了一种在车辆的内燃发动机中的压缩机。该压缩机包括压缩机轴,该压缩机轴具有与其附连的压缩机叶片。该压缩机轴被可旋转地安装在进气管道并且被配置为围绕旋转轴线旋转。该压缩机也包括布置在压缩机叶片的上游的磁性轴承。该磁性轴承包括环形物,该环形物以无接触(contact-free)方式接合在压缩机轴周围。因此,在环形物与压缩机轴之间存在气隙。该磁性轴承也包括布置在环形物中的定子电体和布置在压缩机轴上的至少两个磁体。该磁性轴承可以被配置为使压缩机轴能够旋转且同时在轴中的磁体与进气管道中的定子电体之间形成气隙。因此该轴承可以用磁力安装压缩机轴。因此提供了压缩机轴的无接触且非常低损耗的安装。也预想到具有所述配置的磁性轴承集成到其它压缩机类型中。

[0014] 当与涡轮增压器中所用的以前的辊式轴承相比时,用磁性轴承支撑压缩机轴使得轴承中的损耗能够被减小,从而增加压缩机转速。另外,将轴承定位在压缩机的进气中使轴承能够通过进气气流来冷却。以此方式,压缩机和轴承两者的运转可以被改进。此外,通过提供以无接触方式使能轴旋转的磁性轴承增加了压缩机的寿命。

[0015] 在一个有利示例中,环形物可以由进气管道中的至少一个支柱来保持。特别地,支柱可以具有水滴形(drop-shaped)的横截面。因为至少一个支柱被形成以具有低空气阻力,所以气流的压力损耗特别地通过支柱的水滴形配置来有利地减少。

[0016] 在另一示例中,用于定子电体的供电线被布置在压缩机的支柱内。该供电线因此被以节省空间的(例如,紧凑的)方式布置并且具有低空气阻力。

[0017] 在又一示例中,该磁性轴承被形成为电动马达。在此,根据需要,压缩机轴可以以扭矩传输的方式同时连接到排气涡轮机的涡轮机轴。

[0018] 可以通过将磁性轴承形成为电动马达来驱动压缩机轴。通过磁性轴承驱动压缩机可以通过控制器根据预定控制策略来实施。该排气涡轮机代表压缩机轴的积极有利驱动的可能性。结合形成为电动马达的轴承,压缩机的响应特性可以被改进,这是因为占优势的排气压力并不总是使压缩机能够在期望时段内向发动机传送增压和/或使得能够在发动机中生成期望的升压量。因此,当涡轮机没有正在提供期望的旋转输入时,该磁性轴承可以用于驱动压缩机。例如,磁性轴承可以用于驱动压缩机以减小由缓慢气门响应所引起的涡轮增压器滞后(lag)。在又一示例中,该磁性轴承可以用于在高扭矩需求时段期间驱动与涡轮机串联的压缩机以增加发动机功率输出。进一步地,在另一示例中,磁性轴承可以用作驱动压缩机的唯一输入。

[0019] 应当认识到,该磁性轴承可以通过进入压缩机的未压缩进气流来冷却。结果,根据需要,由于通过将轴承定位在压缩机的进气中所实现的冷却,该轴承可以特别地作为具有较高输出的电动马达来运转。

[0020] 应当认识到,压缩机可以被包括在机动车辆的内燃发动机中。该机动车辆可以包括供应空气分支(supply air branch),压缩机被布置在该分支中。该压缩机的优点因此有益于机动车辆。由于本文所描述的压缩机,该机动车辆拥有具有改进的响应特性的更有效驱动装置。

[0021] 机动车辆10以图1中的示例配置示意性地表示。机动车辆10具有内燃发动机11。为

了内燃发动机11的运转,机动车辆10还具有供应空气分支12,该供应空气分支12如图2所示被形成成为供应空气24(例如,进气)到内燃发动机11。继续参考图1,机动车辆10具有排气分支(exhaust gas branch)13,以便排放在内燃发动机11的运转期间所生成的排气。

[0022] 机动车辆10包括布置在供应空气分支12中的压缩机16。压缩机16可以是排气涡轮增压器14的一部分并且以扭矩传输的方式被连接到布置在排气分支13中的排气涡轮机15。它在图1中以此种方式表示。特别地,在一个示例中,压缩机16的压缩机轴18以扭矩传输的方式被连接到排气涡轮机15的涡轮机轴,特别是压缩机轴18和涡轮机轴由单个涡轮增压器轴41形成。但是,在其它示例中,压缩机可以被包括在接收来自发动机曲轴的机械驱动输入的机械增压器中和/或可以被电驱动。

[0023] 压缩机16在图2和图4中以示例配置表示。压缩机16具有壳体17,进气管道27被形成在该壳体中。压缩机轴18被至少部分地布置在进气管道27中。压缩机轴18被可旋转地安装在进气管道27中并且因此围绕旋转轴线25旋转。压缩机轴18被提供有若干压缩机叶片26,这些压缩机叶片26被布置成至少一排叶片。也就是说,压缩机叶片26被附连到压缩机轴18。压缩机16被形成成为通过压缩机轴18的旋转传送空气24穿过进气管路27。空气24基本上在相对于旋转轴线25的轴向上流过压缩机叶片26的上游。在压缩机叶片26的位置处,空气24随后在相对于旋转轴线25的径向方向上被传送。因此压缩机16是径向压缩机。空气从压缩机叶片26流入压缩机蜗壳40。另外,如上所述,压缩机轴18可以被连接到图1中所示的排气涡轮机15的涡轮机轴,使得扭矩从涡轮机轴被传输到压缩机轴。

[0024] 压缩机16具有被布置在特别是压缩机叶片26上游的至少一个磁性轴承19。因此流经进气管道27的空气24可以以温度调整方式作用于磁性轴承19上。在一个示例中,磁性轴承19可以被形成成为用磁力安装压缩机轴18。也就是说,可以通过磁性轴承19可旋转地支撑压缩机轴18。

[0025] 磁性轴承19包括环形物21、定子电体22以及至少两个磁体20。定子电体22可以包括电线35。电线35可以围绕(例如,周向环绕)环形物21而延伸。在一个示例中,电线可以被绕成线圈。但是,已经预想到大量定子配置。环形物21被布置为与压缩机轴18同轴地围绕压缩机轴18。因此,环形物21环绕压缩机轴18。另外,环形物21将电线35密封在定子电体22中。因此,电线35与环形物21被一体地形成。在一个示例中,环形物21可以具有圆形或椭圆形几何结构。但是,已经预想到其它环形物几何结构。气隙21被形成在压缩机轴18与环形物21之间,使得环形物21不接触压缩机轴18。以此方式,磁性轴承中的摩擦损耗可以被减少(例如,基本被消除)。如在本文中更详细地描述,通过在磁性轴承19内所生成的磁场来创建气隙23。因此,通过磁悬浮使压缩机轴18能够自由地旋转。

[0026] 定子电体22被布置在环形物21中。至少两个磁体20被对称旋转地布置在压缩机轴18上。特别地,磁体20分别被容纳在压缩机轴18的磁体凹槽31中。它在图2和图4中以此种方式表示,通过示例,四个磁体20被布置在压缩机轴18上。但是,替换数目的磁体(比如两个磁体、八个磁体等)可以被用在其它示例中。

[0027] 气隙23在磁体20与环形物21之间延伸。由于磁体20被布置在磁体凹槽31中,因此在压缩机轴18和环形物21之间的气隙23可以被减小(例如,根据需要可以被最小化)。在一个示例中,磁体20可以是永久磁体。但是,在其它示例中,磁体20可以是电磁铁。

[0028] 定子电体22在图2和图4中以简化形式表示。在一个示例中,定子电体22被形成成为

生成至少一个磁场,该磁场与在径向上作用于外部至少一个磁体20的磁场是同极的,从而在定子电体22和磁体20彼此排斥的情况下,磁力被形成在定子电体22与磁体20之间。以此方式,可以通过磁力在轴承中形成所述气隙。

[0029] 在一个特定示例中,定子电体22可以被形成为生成围绕旋转轴线25旋转的磁场并且以这种方式作用在定位于压缩机轴18上的磁体20,磁体20扭转压缩机轴18并且促使该轴18以更大转速旋转。以此方式,磁体轴承19可以起到使压缩机轴能够旋转的作用并且也可以起到驱动压缩机轴的作用,从而提供双重用途的功能。在这种示例中,磁性轴承19被配置为电动马达(例如,步进马达)。在这里,环形物21和定子电体22被用作定子,并且压缩机轴18和定位于其中的磁体20被用作转子。在这种示例中,磁性轴承19并且具体地定子电体22可以被电驱动以施加扭矩到压缩机轴18,从而旋转压缩机轴18并且因此旋转压缩机叶片26。以此方式,压缩机可以提供增加的发动机升压。在这种示例中,定子电体22中的电线35可以被绕成线圈以使电能能够在磁性轴承19中被转变为机械能(例如,扭矩)。当磁性轴承19用作电动马达时,扭矩可以通过磁性轴承19被施加到压缩机轴18,同时扭矩被从涡轮机轴传递。但是在其它示例中,当涡轮机轴没有旋转时,磁性轴承19可以向压缩机轴18提供扭矩。在又一示例中,当发动机没有包括涡轮机时,磁性轴承19可以是施加扭矩到压缩机轴18的唯一组件。在发动机过渡时段(例如,发动机转速变化、发动机节流变化等)期间,当发动机转速低于阈值时,磁性轴承19可以施加扭矩到压缩机轴18。以此方式,涡轮增压器滞后可以被减小并且提供给发动机的升压可以被增加以使发动机能够实现期望的功率输出。

[0030] 环形物21被紧固到至少一个支柱29。在图2和图4所描述的示例中,环形物21被紧固到一个支柱29。但是,替换数目的支柱可以被用在其它示例中。例如,磁性轴承19可以包括两个或更多个支柱。

[0031] 该至少一个支柱29在一端连接到环形物21并且在另一端连接到壳体17。因此,该支柱29被耦连到环形物和壳体17。以此方式,环形物21可以被支撑。例如,支柱29具有基座28,该基座28被紧固在壳体17中的基座凹槽32中。支柱29可以至少在伸入进气管道27的部分中具有低空气阻力的形式。支柱29可以被提供有水滴形的横截面。它在图3中以此种方式表示。例如,支柱29的上游侧60是弯曲的(例如,凸形的),并且该支柱的下游侧62也是弯曲的(例如,凸形的)。支柱29也在下游方向上逐渐缩小。这些几何特征使压缩机16中的气流的损耗能够减少。但是,已经预想到具有替换几何结构的支柱。

[0032] 用于定子电体22的供电线30(例如,电线导管)可以在支柱29内延伸。定子电体22通过供电线30被连接到控制器50(如图1所示),该控制器50切换定子电体22。控制器50被配置为电驱动定子电体22以在定子电体22与磁体20之间提供磁性排斥力。以此方式,生成气隙23以减少磁性轴承19中的阻力。进一步地,在一个示例中,控制器50可以被配置为驱动定子电体22以施加扭矩到压缩机轴18。在该配置中,磁性轴承19用作电动马达。当发动机低于阈值转速时,可以以此方式驱动定子电体22以减小涡轮增压器滞后,从而增加发动机升压等。具体地,在一个示例中,当期望增加发动机功率输出时,可以以此方式驱动定子电体22以在选定的时间间隔期间进一步增加升压。控制器50可以包括被存储在存储器中的指令,所述指令可以通过一个过程来执行以实施本文所描述的方法、技术等。

[0033] 图5示出一种用于具有压缩机的发动机的运转的方法500。该方法可以通过关于图1-4在上面所描述的发动机和压缩机来实现或者可以通过另一种合适的发动机和压缩机来

实现。

[0034] 在502处,该方法包括确定燃烧操作是正在发生还是预期将发生在发动机中。例如,可以检测到钥匙接通事件(key-on event),从而触发燃烧操作的预期。

[0035] 如果确定燃烧操作没有正在发生或没有预期发生(在502处为“否”),则该方法返回502(并且不电驱动磁性轴承中的定子电体以生成在磁性轴承中的环形物与压缩机中的压缩机轴之间的气隙)。但是,如果确定燃烧操作正在发生或预期发生(在502处为“是”),则该方法前进到504。在504处,该方法包括电驱动磁性轴承中的定子电体以生成在磁性轴承中的环形物与压缩机中的压缩机轴之间的气隙。

[0036] 在506处,该方法包括从涡轮机轴传递旋转输入到压缩机轴。以此方式,涡轮机可以提供旋转输入到压缩机以增加发动机中的升压。但是,应当认识到,当该发动机不包括涡轮机时(例如在机械增压发动机的情况下),步骤506可以被省略。

[0037] 然后在508处,该方法包括确定是否应增加压缩机输出(例如,升压)。增加压缩机输出的判断可以基于发动机转速、节气门位置、发动机温度、所要求的发动机输出等。例如,可以确定的是当发动机转速低于阈值时应该增加压缩机输出。但是,大量合适的技术可以用于确定何时期望增加压缩机输出。如果确定不应该增加压缩机输出(在508处为“否”),则该方法返回508(并且不电驱动磁性轴承中的定子电体以便磁性轴承施加扭矩到压缩机轴)。但是在其它示例中,该方法可以返回502。如果确定应该增加压缩机输出(在508处为“是”),则该方法前进到510。

[0038] 在510处,该方法包括电驱动磁性轴承中的定子电体以便磁性轴承施加扭矩到压缩机轴。例如,发动机中的控制器可以命令磁性轴承中的定子电体以通过能量源(即电池、交流发电机等)被电驱动,从而压缩机叶片被扭转以向发动机提供增加的升压。应当认识到,当磁性轴承被配置为作为电动马达运转时,可以仅实施步骤508-510。此外,在一个示例中,电驱动定子电体以便磁性轴承施加扭矩到压缩机轴可以协同步骤504来实施。也就是说,当磁性轴承被配置为电动马达时,旋转支撑压缩机轴与扭转压缩机轴的功能可以一起被执行为单个功能。在这种示例中,步骤508可以直接在步骤502之后被实施。

[0039] 图1-4示出具有各种组件的相对定位的示例配置。至少在一个示例中,如果示出彼此直接接触或直接耦合,则这种元件可以分别被称为直接接触或直接耦合。类似地,至少在一个示例中,显示为彼此连续或彼此相邻的元件可以分别是彼此连续的或彼此相邻的。作为一个示例,以彼此面共享接触(face-sharing contact)的方式放置的组件可以被称为处于面共享接触。作为另一个示例,在至少一个示例中,定位成互相分离且在其之间仅具有空间而无其它组件的元件也可以被称为是这样的。作为又一示例,示出在彼此之上/之下、在彼此对侧处或在彼此左/右的元件可以被称为相对于彼此是这样定位的。进一步地,如在图中所示,在至少一个示例中,最高元件或元件的点可以被称为组件的“顶部”并且最低元件或元件的点可以被称为组件的“底部”。如在本文所用,顶部/底部、上/下、上方/下方可以相对于图中的垂直轴而言并且用于描述图中的元件相对于彼此的定位。就此而言,在一个示例中,显示为在其它元件之上的元件被垂直地定位在其它元件上方。作为又一示例,在图中所描述的元件的形状可以被称为具有那些形状(例如为圆形的、笔直的、平面的、弯曲的、浑圆的、倒棱的、成角的等等)。进一步地,在至少一个示例中,显示为彼此相交的元件可以被称为相交元件或彼此相交。更进一步地,在一个示例中,显示为在另一元件内部或显示为在



另一元件外部的元件可以被称为是这样的。

[0040] 应当认识到,在本文中公开的配置和程序本质上是示例性的,并且这些具体实施例不应被视为具有限制意义,因为大量的变体是可能的。例如,上述技术可以应用于V-6、I-4、I-6、V-12、对置4缸以及其他的发动机类型。进一步地,各种系统配置中的一个或多个可以用于与所描述的诊断程序中的一个或多个组合。本公开的主题包括在本文中公开的各种系统和配置以及其他特征、功能和/或特性的所有新颖且非显而易见的组合及子组合。

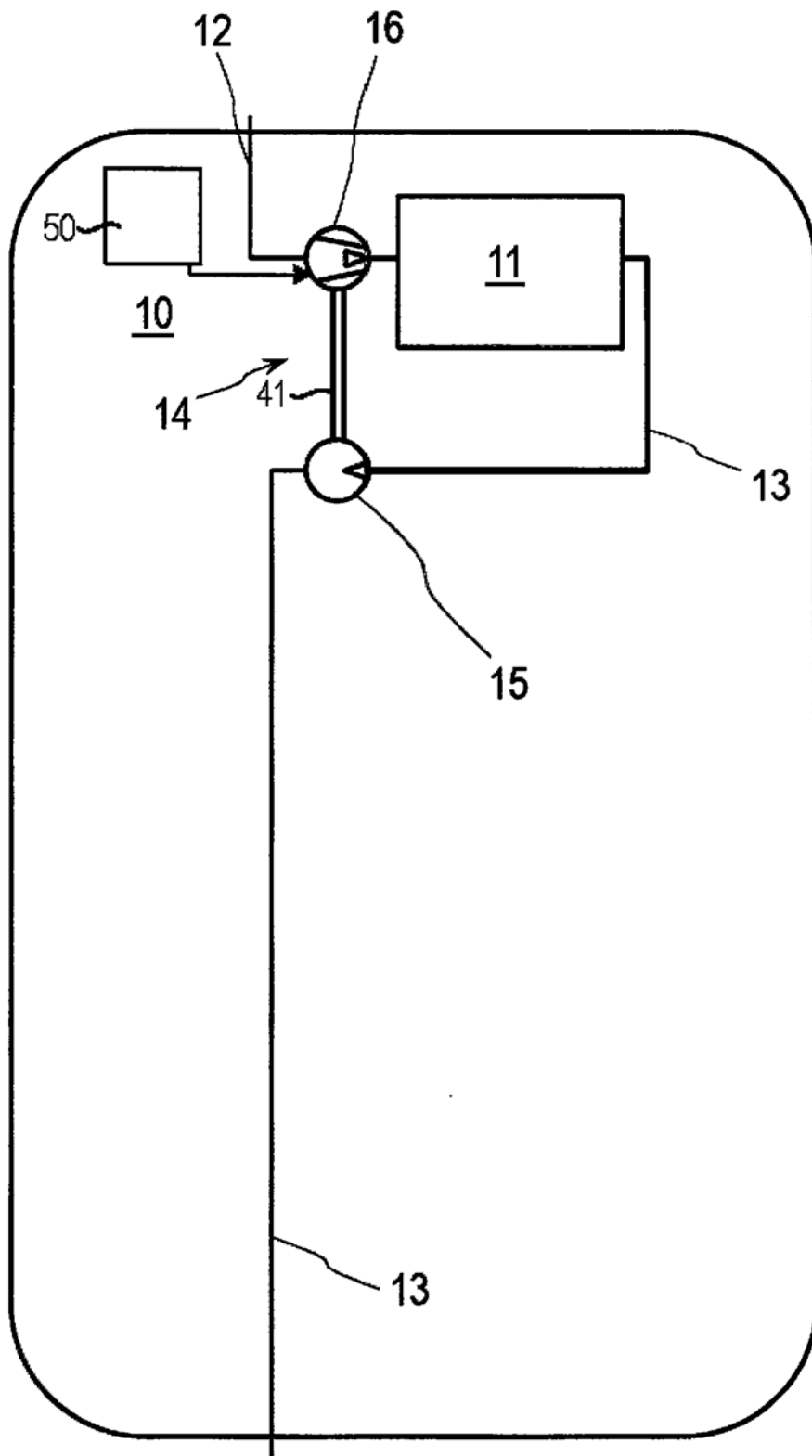


图1

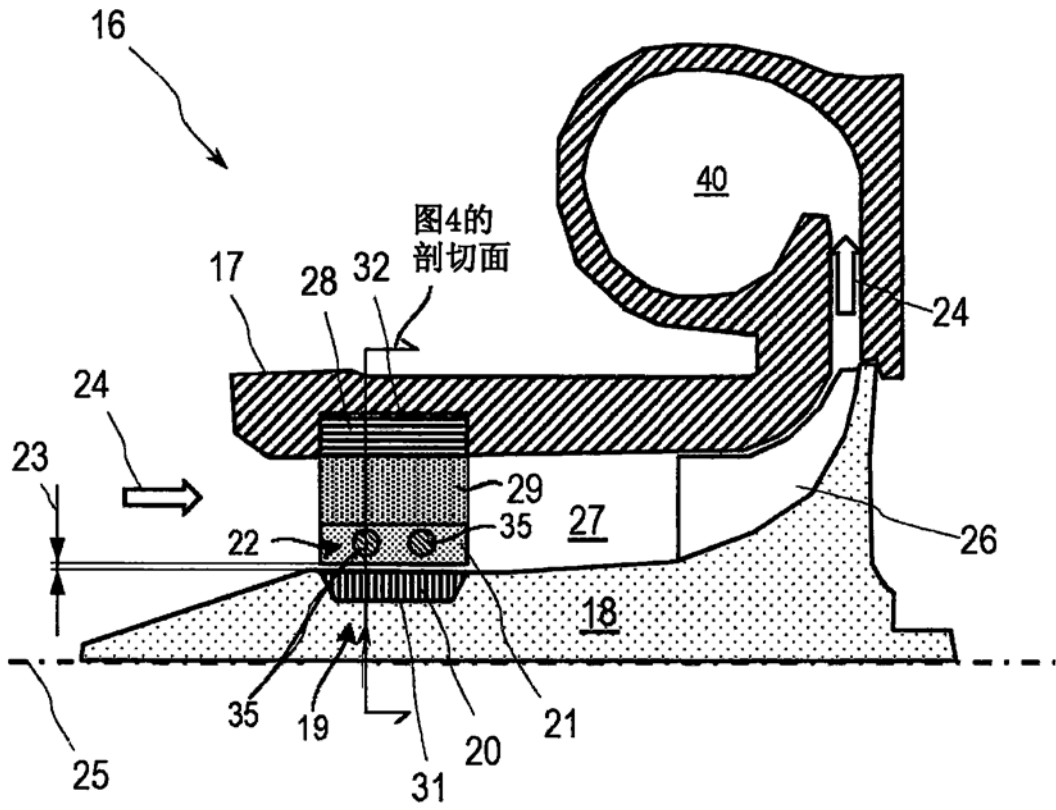


图2

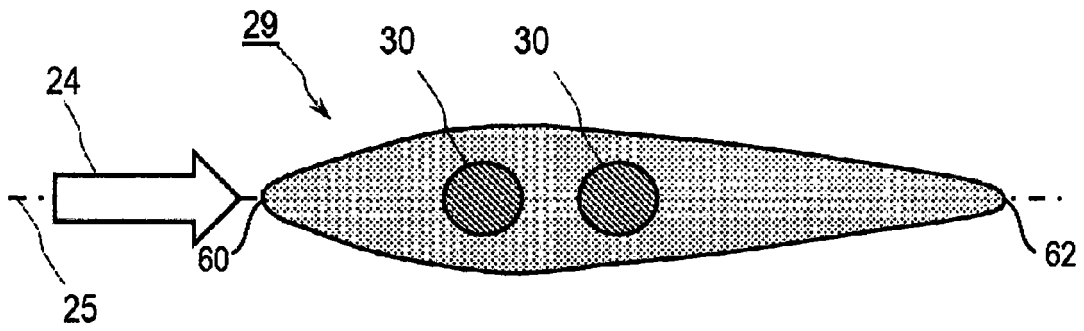


图3

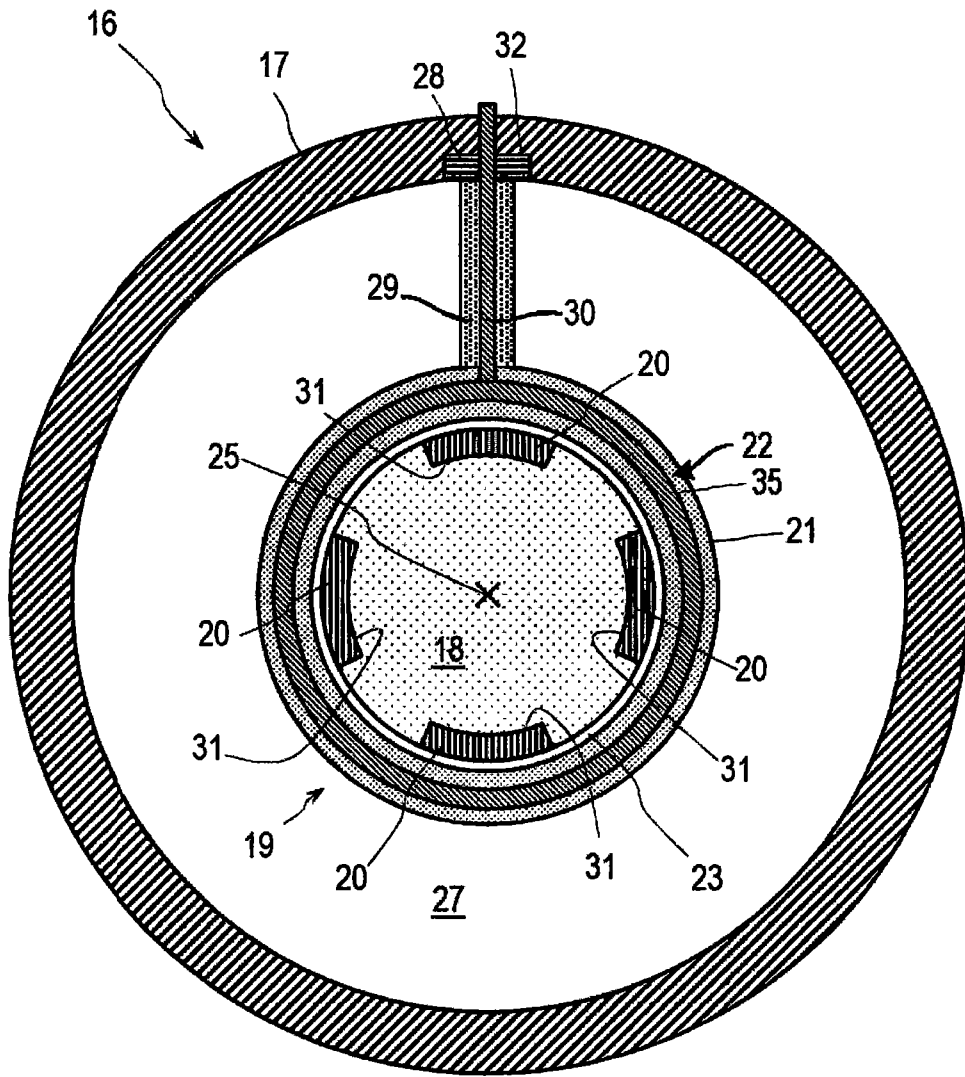


图4

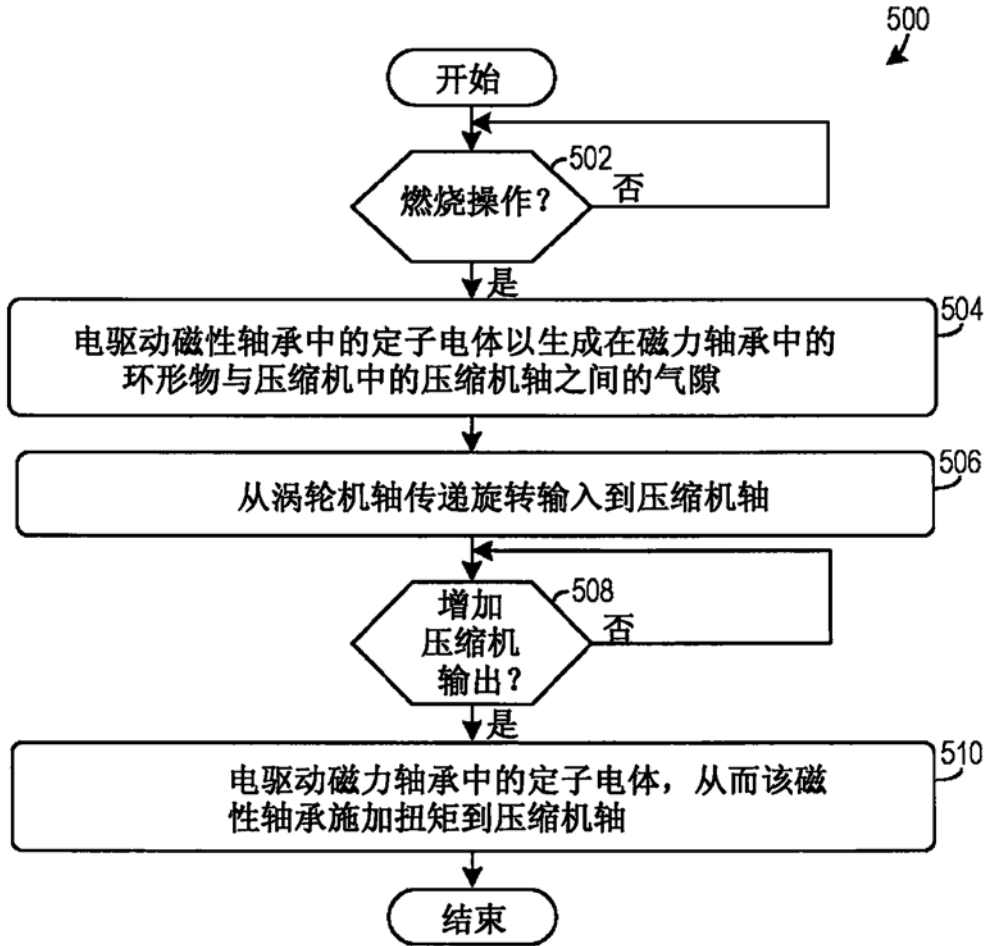


图5