



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109642521 A

(43)申请公布日 2019.04.16

(21)申请号 201780050844.9

(22)申请日 2017.08.10

(30)优先权数据

15/241,157 2016.08.19 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.02.18

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2017/046193 2017.08.10

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2018/089067 EN 2018.05.17

(71)申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 D·A·尼亚加斯 R·M·冯德瑞尔

B·W·米勒 P·M·马里南

N·N·帕斯托琴科 L·C·H·张

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 杨学春 侯颖嫒

(51)Int.Cl.

F02K 5/00(2006.01)

F02C 6/20(2006.01)

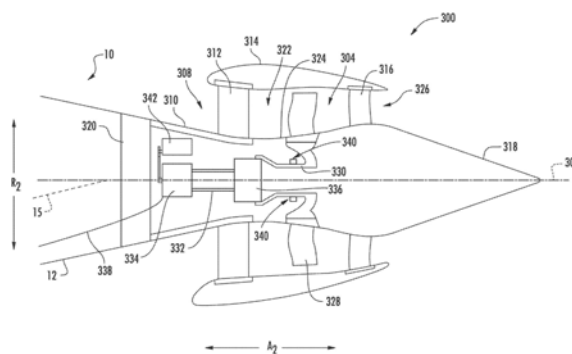
权利要求书2页 说明书15页 附图11页

(54)发明名称

用于飞行器的推进发动机

(57)摘要

一种用于飞行器(10)的推进系统(300)包括电推进发动机。所述电推进发动机包括电动马达(334)、以及可围绕所述电推进发动机的中心轴线(302)由所述电动马达旋转的风扇(304)。所述电推进发动机还包括支撑所述风扇旋转的轴承(340)、以及热管理系统。所述热管理系统包括润滑油循环组件和热连接至所述润滑油循环组件上的热交换器(356)。所述润滑油循环组件被配置用于对所述轴承提供润滑油。



1. 一种用于具有后端的飞行器的推进系统,所述推进系统包括:  
限定了中心轴线的电推进发动机,所述电推进发动机包括  
电动马达;  
能围绕所述电推进发动机的所述中心轴线由所述电动马达旋转的风扇;  
支撑所述风扇旋转的轴承;以及  
热管理系统,所述热管理系统包括  
用于对所述轴承提供润滑油的润滑油循环组件;以及  
热连接至所述润滑油循环组件上的热交换器。
2. 如权利要求1所述的推进系统,其中所述润滑油循环组件包括润滑油供应泵和润滑油清除泵。
3. 如权利要求1所述的推进系统,进一步包括:  
封围所述轴承的储槽,其中所述润滑油循环组件流体地连接至所述储槽。
4. 如权利要求1所述的推进系统,进一步包括:  
专用于所述电推进发动机的辅助齿轮箱。
5. 如权利要求4所述的推进系统,其中所述辅助齿轮箱由所述电动马达驱动。
6. 如权利要求4所述的推进系统,其中所述润滑油循环组件包括润滑油供应泵和润滑油清除泵,并且其中所述辅助齿轮箱驱动所述润滑油供应泵和所述润滑油清除泵。
7. 如权利要求4所述的推进系统,进一步包括:  
封围所述轴承的储槽;以及  
用于对所述储槽加压的加压泵,其中所述辅助齿轮箱驱动所述加压泵。
8. 如权利要求4所述的推进系统,其中所述辅助齿轮箱包括次级发电机器。
9. 如权利要求4所述的推进系统,其中所述热交换器是空气冷却式油冷却器。
10. 如权利要求9所述的推进系统,其中所述辅助齿轮箱驱动鼓风机,以提供穿过所述空气冷却式油冷却器的气流。
11. 如权利要求4所述的推进系统,进一步包括:  
燃气涡轮发动机;以及  
由所述燃气涡轮发动机驱动的发电机,所述发电机向所述电动马达和所述辅助齿轮箱提供电力。
12. 如权利要求4所述的推进系统,进一步包括:  
具有专用辅助齿轮箱的燃气涡轮发动机,其中所述燃气涡轮发动机的专用辅助齿轮箱包括被配置用于产生电力的发电机器,并且其中所述电推进发动机的辅助齿轮箱被配置用于从所述燃气涡轮发动机的辅助齿轮箱的发电机器接收电力。
13. 如权利要求1所述的推进系统,其中所述电推进发动机被配置为边界层吸入式后风扇,所述边界层吸入式后风扇被配置为沿着所述飞行器的中线安装在所述飞行器的所述后端处。
14. 如权利要求1所述的推进系统,进一步包括:  
冷却系统,当所述电推进发动机安装至所述飞行器上时,所述冷却系统可用所述飞行器的后端上的气流来操作,所述冷却系统被配置用于在所述电推进发动机的操作期间冷却所述电动马达。

15. 如权利要求14所述的推进系统,其中所述冷却系统进一步可与所述热管理系统一起操作。

16. 如权利要求1所述的推进系统,其中所述热交换器是热流体与润滑油热交换器。

17. 一种限定了中心轴线的边界层吸入式风扇,所述边界层吸入式风扇包括:

电动马达;

能围绕所述边界层吸入式风扇的所述中心轴线由所述电动马达旋转的风扇;

支撑所述风扇旋转的轴承;以及

热管理系统,所述热管理系统包括

用于对所述轴承提供润滑油的润滑油循环组件;以及

热连接至所述润滑油循环组件上的热交换器。

18. 如权利要求17所述的边界层吸入式风扇,进一步包括:

专用于所述边界层吸入式风扇的辅助齿轮箱。

19. 如权利要求18所述的边界层吸入式风扇,其中所述润滑油循环组件包括润滑油供应泵和润滑油清除泵,并且其中所述辅助齿轮箱驱动所述润滑油供应泵和所述润滑油清除泵。

20. 如权利要求17所述的边界层吸入式风扇,其中所述边界层吸入式风扇被配置为后风扇,所述后风扇被配置为沿着所述飞行器的中线安装在所述飞行器的后端处。

## 用于飞行器的推进发动机

### 技术领域

[0001] 本主题总体上涉及一种飞行器推进系统。

### 背景技术

[0002] 常规的商用飞行器总体上包括机身、一对机翼、以及提供推力的推进系统。推进系统典型地包括至少两个飞行器发动机，例如涡轮风扇喷气发动机。每个涡轮风扇喷气发动机安装至飞行器的相应一个机翼上，例如处于机翼下方的悬挂位置、与机翼和机身分开。这样的构型允许涡轮风扇喷气发动机与不受机翼和/或机身影响的单独的自由流气流相互作用。这种构型可以减少进入每个相应涡轮风扇喷气发动机的入口的空气内的紊流量，这对飞行器的净推进推力具有正面影响。

[0003] 然而，包括涡轮风扇喷气发动机的飞行器上的拖曳力也对飞行器的净推进推力具有影响。飞行器上的拖曳力总量（包括蒙皮摩擦、形状、和诱导拖曳力）总体上同接近所述飞行器的空气的自由流速度与所述飞行器下游的由于所述飞行器上的拖曳力而产生的尾流的平均速度之差成比例。

[0004] 已经提出了系统来抵消拖曳力的影响和/或改善涡轮风扇喷气发动机的效率。例如，某些推进系统结合了边界层吸入系统，用于将形成跨越例如机身和/或机翼的边界层的相对缓慢移动的空气的一部分从涡轮风扇喷气发动机的风扇区段引入涡轮风扇喷气发动机上游。虽然这种构型通过重新激励飞行器下游的边界层气流来改善推进效率，但是进入涡轮风扇喷气发动机中的来自边界层的相对缓慢移动的空气流总体上具有不均匀或扭曲的速度曲线。因此，这样的涡轮风扇喷气发动机可能经受效率损失，从而将改进的推进效率对飞行器的任何益处最小化或抵消。

[0005] 相应地，包括用于改善推进效率的一个或多个部件的推进系统将是有益的。更具体地，包括用于改善推进效率而不对飞行器发动机的效率造成任何显著降低的一个或多个部件的推进系统是特别有益的。

### 发明内容

[0006] 本发明的方面和优点将部分地在以下描述中阐述、或者可以从描述中显现、或者可以通过实践本发明来学习。

[0007] 在本公开的一个示例性实施例中，提供了一种用于具有后端的飞行器的推进系统。所述推进系统包括限定了中心轴线的电推进发动机。所述电推进发动机包括电动马达、可围绕所述电推进发动机的中心轴线由所述电动马达旋转的风扇、以及支撑所述风扇旋转的轴承。所述电推进发动机还包括热管理系统，所述热管理系统具有润滑油循环组件（用于对轴承提供润滑油）和热连接至润滑油循环组件上的热交换器。

[0008] 在本公开的另一个示例性实施例中，提供了边界层吸入式风扇，所述边界层吸入式风扇限定了中心轴线。所述边界层吸入式风扇包括电动马达、可围绕所述边界层吸入式风扇的中心轴线由所述电动马达旋转的风扇、以及支撑所述风扇旋转的轴承。所述边界层

吸入式风扇还包括热管理系统,所述热管理系统具有用于对轴承提供润滑油的润滑油循环组件和热连接至所述润滑油循环组件上的热交换器。

[0009] 参照以下说明书和所附权利要求来使本发明的这些和其他特征、方面以及优点变得更容易理解。被结合在本说明书中并且构成本说明书的一部分的附图展示了本发明的实施例、并且与本说明一起用于解释本公开的原理。

## 附图说明

[0010] 参照附图,在说明书中阐述了针对本领域普通技术人员的本发明的完整且可实现的公开、包括其最佳模式,在附图中:

[0011] 图1是根据本公开的多个不同的示例性实施例的飞行器的顶视图。

[0012] 图2是图1的示例性飞行器的左舷侧视图。

[0013] 图3是安装至图1的示例性飞行器上的燃气涡轮发动机的示意性截面视图。

[0014] 图4是根据本公开的示例性实施例的后发动机的示意性截面视图。

[0015] 图5是图4的示例性后发动机的示意性特写截面视图。

[0016] 图6是根据本公开的另一个示例性实施例的后发动机的示意性特写截面视图。

[0017] 图7是根据本公开的又一个示例性实施例的后发动机的示意性特写截面视图。

[0018] 图8是根据本公开的示例性实施例的、包括图7的示例性后发动机的推进系统的示意图。

[0019] 图9是根据本公开的再一个示例性实施例的后发动机的示意性特写截面视图。

[0020] 图10是根据本公开的又一个示例性实施例的后发动机的示意性特写截面视图。

[0021] 图11是根据本公开的再一个示例性实施例的后发动机的示意性特写截面视图。

[0022] 图12是根据本公开的又一个示例性实施例的后发动机的示意性特写截面视图。

## 具体实施方式

[0023] 现在详细参照本发明的实施例,其一个或多个示例在附图中展示。详细描述中使用数字和字母标记来指代附图中的特征。附图和描述中的相同或相似的标记用于指代本发明的相同或相似的部分。

[0024] 如在此所使用的,术语“第一”、“第二”和“第三”可以可互换地使用以将一个部件与另一个部件区分开、并且不旨在表示各个部件的位置或重要性。术语“前”和“后”指代基于实际或预期的行进方向,部件的相对位置。例如,“前”可以指代基于飞行器的预期行进方向为飞行器的前部,并且“后”可以指代基于飞行器的预期行进方向为飞行器的后部。

[0025] 本公开提供了一种用于飞行器的、在某些实施例中配置为安装在飞行器的后端处的电推进发动机。所述电推进发动机包括可由电动马达旋转的风扇以及用于支撑所述风扇旋转的特征。确切地,本公开的电推进发动机包括例如支撑风扇的风扇轴的轴承、以及热管理系统。所述热管理系统包括润滑油循环组件(用于对轴承提供润滑油)和热连接至润滑油循环组件上的热交换器。这样的构型可以允许在电推进发动机的操作期间轴承被完全润滑并且维持在希望的操作温度范围内。

[0026] 现在参照附图,其中,在所有图中,相同的数字指示相同的元件,图1提供了示例性飞行器10的顶视图,其可以结合本发明的多个不同实施例。图2提供了如图1所展示的飞行

器10的左舷侧视图。如1和图2共同所示,飞行器10限定了延伸穿过其中的纵向中心线14、竖直方向V、横向方向L、前端16、以及后端18。此外,飞行器10限定了在飞行器10的前端16与后端18之间延伸的中线15。如在此所使用的,“中线”指代沿着飞行器10的长度延伸的中点线,未考虑飞行器10的附件(例如,下文讨论的机翼20和安定面)。

[0027] 此外,飞行器10包括:机身12,所述机身从飞行器10的前端16朝向飞行器10的后端18纵向地延伸;以及一对机翼20。如在此所使用的,术语“机身”总体上包括飞行器10的整个本体、例如飞行器10的尾翼。此类机翼20中的第一机翼相对于纵向中心线14从机身12的左舷侧22横向地向外延伸,并且此类机翼20中的第二机翼相对于纵向中心线14从机身12的右舷侧24横向地向外延伸。对于所描绘的示例性实施例,这些机翼20中的每一个机翼包括一个或多个前缘襟翼26和一个或多个后缘襟翼28。飞行器10进一步包括:竖直安定面30,所述竖直安定面具有用于偏航控制的方向舵襟翼32;以及一对水平安定面34,每个水平安定面具有用于俯仰控制的升降舵襟翼36。机身12还包括外表面或蒙皮38。然而,应了解的是,在本公开的其他示例性实施例中,飞行器10可以额外地或替代性地包括可以沿着或不沿着竖直方向V或水平/横向方向L直接延伸的任何其他适合的安定面构型。

[0028] 图1和图2的示例性飞行器10包括推进系统100、在此被称为“系统100”。示例性的系统100包括:飞行器发动机、或者更确切地一对飞行器发动机,每个飞行器发动机被配置为安装至这对机翼20之一上;以及电推进发动机。更确切地,对于所描绘的实施例,这些飞行器发动机被配置为燃气涡轮发动机、或者更确切地被配置为以翼下构型附接至机翼20上并且悬挂在其下方的涡轮风扇喷气发动机102、104。此外,电推进发动机被配置为安装在飞行器10的后端处,并且因此,所描绘的电推进发动机可以被称为“后发动机”。另外,所描绘的电推进发动机被配置用于吸入并消耗跨越飞行器10的机身12形成边界层的空气。相应地,所描绘的示例性后发动机可以被称为边界层吸入(BLI)风扇106。BLI风扇106在机翼20和/或喷气发动机102、104的后部位置处安装至飞行器10上。确切地,对于所描绘的实施例,BLI风扇106在后端18处固定地连接至机身12上,使得BLI风扇106被结合在后端18处的尾部区段中或与之融合,并且使得中线15延伸穿过其中。

[0029] 仍然参照图1和图2的实施例,在某些实施例中,推进系统进一步包括可与喷气发动机102、104一起操作的一个或多个发电机108。例如,喷气发动机102、104中的一者或两者被配置用于从旋转轴(例如,LP轴或HP轴)向发电机108提供机械动力。此外,发电机108可以被配置用于将机械动力转换成电力。对于所描绘的实施例,推进系统100包括用于每个喷气发动机102、104的发电机108。如下文讨论的,在某些示例性方面,用于每个喷气发动机102、104的发电机108可以被配置为用于喷气发动机102、104的辅助齿轮箱的一部分。然而,替代性地,在其他实施例中,发电机108可以与用于喷气发动机102、104的辅助齿轮箱分开、并且位于喷气发动机102、104或飞行器10内的任何适合位置处。

[0030] 此外,推进系统100包括功率调节器109和能量储存装置110。发电机108可以向功率调节器109发送电力,所述功率调节器可以将电能转换为适当的形式、并且将能量储存在能量储存装置110中或将电能发送给BLI风扇106。对于所描绘的实施例,发电机108、功率调节器109、能量储存装置110、以及BLI风扇106均连接至电连通总线111上,使得发电机108可以与BLI风扇106和/或能量储存装置110处于电连通,并且使得发电机108可以向能量储存装置110或BLI风扇106中的一者或两者提供电力。相应地,在这样的实施例中,推进系统100

可以被称为气-电推进系统。

[0031] 然而,应了解的是,仅通过举例的方式提供图1和图2中所描绘的飞行器10和推进系统100,并且在本公开的其他示例性实施例中,可以提供具有以任何其他适合的方式配置的推进系统100的任何其他适合的飞行器10。例如,应了解的是,在多个不同的其他实施例中,BLI风扇106可以替代性地位于靠近后端18的任何适合位置处。另外,在又其他实施例中,电推进发动机可以不位于飞行器10的后端处、并且因此可以不被配置为“后发动机”。例如,在其他实施例中,电推进发动机可以被结合在飞行器10的机身中、并且因此被配置为“吊舱式发动机”。替代性地,在又其他实施例中,电推进发动机可以被结合到飞行器10的机翼中、并且因此可以被配置为“融合式机翼发动机”。另外,在其他实施例中,推进系统100可以不包括例如功率调节器109和/或能量储存装置110,而是,所述一个或多个发电机108可以直接连接至BLI风扇106上。

[0032] 现在参照图3,在至少某些实施例中,喷气发动机102、104可以被配置为高旁通涡轮风扇喷气发动机。图3是示例性高旁通涡轮风扇喷气发动机200、在此被称为“涡轮风扇200”的示意性截面视图。在多个不同的实施例中,涡轮风扇200可以代表喷气发动机102、104。如图3所示,涡轮风扇200限定了轴向方向A1(平行于纵向中心线201延伸,为了参考而提供)和径向方向R1。总体上,涡轮风扇200包括风扇区段202以及布置在风扇区段202下游的核心涡轮发动机204。

[0033] 所描绘的示例性核心涡轮发动机204总体上包括基本上管状的外壳206,所述外壳限定了环形入口208。外壳206包围了处于串联流动关系的:压缩机区段(包括增压器或低压(LP)压缩机210和高压(HP)压缩机212);燃烧区段214;涡轮机区段(包括高压(HP)涡轮机216和低压(LP)涡轮机218);以及喷射式排气喷嘴区段220。高压(HP)轴或线轴222将HP涡轮机216驱动地连接至HP压缩机212。低压(LP)轴或线轴224将LP涡轮机218驱动地连接至LP压缩机210。

[0034] 对于所描绘的实施例,风扇区段202包括可变桨距风扇226,所述可变桨距风扇具有以间隔开的方式联接至盘230上的多个风扇叶片228。如所描绘的,这些风扇叶片228总体上沿着径向方向R1从盘230向外延伸。每个风扇叶片228由于这些风扇叶片228操作性地联接至适合的致动构件232上而可相对于盘230围绕桨距轴线P旋转,所述致动构件被配置用于共同地统一改变这些风扇叶片228的桨距。风扇叶片228、盘230、以及致动构件232可一起绕纵向轴线12由LP轴224借助于动力齿轮箱234来旋转。动力齿轮箱234包括多个齿轮,以用于将LP轴224的旋转速度逐步减小至更有效的风扇旋转速度。

[0035] 仍然参照图3的示例性实施例,盘230被可旋转的前毂236覆盖,所述前毂在空气动力学方面被构形以促进气流穿过所述多个风扇叶片228。此外,示例性风扇区段202包括环形风扇外壳或外短舱238,所述环形风扇外壳或外短舱周向地环绕风扇226、和/或核心涡轮发动机204的至少一部分。应了解的是,短舱238可以被配置为相对于核心涡轮发动机204被多个周向间隔开的出口导向叶片240支撑。此外,短舱238的下游区段242可以延伸跨过核心涡轮发动机204的外部分以在其间限定旁通气流通路244。

[0036] 另外,图3中所描绘的涡轮风扇发动机200包括专用于示例性涡轮风扇发动机200的辅助齿轮箱246。如示意性描绘的,辅助齿轮箱246机械地联接至涡轮风扇发动机200的旋转部件上,或更具体地,对于所描绘的实施例,辅助齿轮箱246机械地联接至涡轮风扇发动

机200的LP轴224上。相应地,对于所描绘的实施例,辅助齿轮箱246由LP轴224驱动。还对于所描绘的实施例,辅助齿轮箱246包括发电机(未示出),所述发电机可以被配置为电动机和/或发电机。当涡轮风扇发动机200被结合在上文参照图1和图2所描述的推进系统100中时,所述发电机因此可以包括发电机108。这样的构型可以允许辅助齿轮箱246(包括发电机)根据LP轴224的旋转来产生电力。

[0037] 然而,应了解的是,图3中所描绘的示例性涡轮风扇发动机200仅是示例性的,并且在其他示例性实施例中,涡轮风扇发动机200可以具有任何其他适合的构型。另外,应了解的是,在其他示例性实施例中,喷气发动机102、104可以代替地被配置为任何其他适合的空气动力学发动机,例如涡轮螺旋桨发动机、涡轮喷气发动机、内燃发动机等。

[0038] 现在参照图4,提供了根据本公开的多个不同实施例的电推进发动机的示意性截面侧视图。所描绘的电推进发动机在飞行器10的后端18处安装至飞行器10上、并且被配置用于吸入边界层空气。相应地,对于所描绘的实施例,电推进发动机被配置为边界层吸入(BLI)式后风扇(下文中被称为“BLI风扇300”)。BLI风扇300可以以与上文参照图1和图2所描述的BLI风扇106基本上相同的方式来配置,并且飞行器10可以以与上文参照图1和图2所描述的示例性飞行器10基本上相同的方式来配置。然而,在本公开的其他实施例中,电推进发动机可以代替地位于飞行器10上的任何其他适合的位置处、并且可以额外地或替代性地被配置用于吸入自由流空气。

[0039] 如图4所示,BLI风扇300限定了轴向方向A2以及径向方向R2和周向方向C2(围绕轴向方向A2延伸的方向,未示出),所述轴向方向沿着纵向中心线轴线302延伸,所述纵向中心线轴线延伸穿过所述风扇(以供参考)。此外,飞行器10限定了延伸穿过其中的中线15。

[0040] 总体上,BLI风扇300包括可围绕中心线轴线302旋转的风扇304、以及风扇框架308。风扇框架308被配置用于将BLI风扇300安装至飞行器10上、并且对于所描绘的实施例而言总体上包括框架内支撑件310、多个前支撑构件312、外短舱314、多个后支撑构件316、以及尾部锥体318。如所描绘的,框架内支撑件310附接至机身12的舱壁320上。所述多个前支撑构件312附接至框架内支撑件310上、并且总体上沿着径向方向R2向外延伸至短舱314。短舱314与BLI风扇300的内壳324限定了气流通路322、并且至少部分地环绕风扇304。另外,对于所描绘的实施例,短舱314围绕飞行器10的中线15基本上延伸三百六十度(360°)。所述多个后支撑构件316也总体上沿着径向方向R2从短舱314延伸至尾部锥体318并且结构上将短舱连接至尾部锥体。

[0041] 在某些实施例中,这些前支撑构件312和这些后支撑构件316可以各自沿着BLI风扇300的周向方向C2总体上间隔开。此外,在某些实施例中,这些前支撑构件312可以总体上被配置为入口导向叶片,并且这些后支撑构件316可以总体上被配置为出口导向叶片。如果以这样的方式配置,则这些前支撑构件312和这些后支撑构件316可以引导和/或调节气流穿过BLI风扇300的气流通路322。值得注意的是,前支撑构件312或后支撑构件316中的一者或两者可以额外地被配置为可变导向叶片。例如,支撑构件可以包括位于所述支撑构件的后端处的襟翼(未示出),以引导空气流跨过所述支撑构件。

[0042] 然而,应了解的是,在其他示例性实施例中,风扇框架308可以代替地包括任何其他适合的构型、并且例如可以不包括上文所描绘和描述的每个部件。替代性地,风扇框架308可以包括上文未描绘或描述的任何其他适合的部件。



[0043] BLI风扇300还限定了在短舱314与尾部锥体318之间的喷嘴326。喷嘴326可以被配置用于从流动穿过其中的空气产生一定量的推力,并且尾部锥体318可以被成形为用于将对BLI风扇300上的拖曳力的量最小化。然而,在其他实施例中,尾部锥体318可以具有任何其他形状、并且可以例如终止在短舱314的后端的前方,使得尾部锥体318被短舱314在后端处封围。此外,在其他实施例中,BLI风扇300可以不被配置用于产生任何可测量的量的推力、而是可以被配置用于吸入来自飞行器10的机身12的空气边界层的空气、并且增加能量/加速所述空气以减小对飞行器10造成的总拖曳力(并且因此增大飞行器10的净推力)。

[0044] 仍然参照图4,风扇304包括多个风扇叶片328、以及一个风扇轴330。所述多个风扇叶片328附接至风扇轴330上并且总体上沿着BLI风扇300的周向方向C2间隔开。如所描绘的,对于所描绘的实施例,所述多个风扇叶片328至少部分地被短舱314封围。

[0045] 在某些示例性实施例中,所述多个风扇叶片328可以以固定的方式附接至风扇轴330上,或替代性地,所述多个风扇叶片328可以可旋转地附接至风扇轴330上。例如,所述多个风扇叶片328可以附接至风扇轴330上,使得所述多个风扇叶片328中的每一个的桨距可以例如统一被桨距改变机构(未示出)改变。改变所述多个风扇叶片328的桨距可以增大BLI风扇300的效率、和/或可以允许BLI风扇300实现希望的推力曲线。对于这样的示例性实施例,BLI风扇300可以被称为可变桨距BLI风扇。

[0046] 此外,对于所描绘的实施例,风扇304可围绕BLI风扇300的中心线轴线302由电动马达334旋转。更具体地,对于所描绘的实施例,BLI风扇300还包括机械地联接至电动马达334上的动力齿轮箱336,其中风扇304机械地联接至动力齿轮箱336上。例如,对于所描绘的实施例,风扇轴330延伸至并且联接至动力齿轮箱336,并且电动马达334的驱动轴332延伸至并且也联接至动力齿轮箱336。相应地,对于所描绘的实施例,风扇304可围绕BLI风扇300的中心轴线302由电动马达334借助动力齿轮箱336旋转。

[0047] 动力齿轮箱336可以包括任何类型的齿轮系统,用于改变驱动轴332与风扇轴330之间的旋转速度。例如,动力齿轮箱336可以被配置为星形齿轮系、行星齿轮系或任何其他适合的齿轮系构型。此外,动力齿轮箱336可以限定齿轮比,如在此所使用的,齿轮比指代驱动轴332的旋转速度与风扇轴330的旋转速度之比。

[0048] 仍然参照图4的示例性实施例,电动马达334位于动力齿轮箱336的前方,并且动力齿轮箱336进而位于风扇304的前方。值得注意的是,电动马达334经由电气线路338与电源处于电连通。在某些示例性实施例中,BLI风扇300可以被配置为具有气-电推进系统、例如上文参照图1和图2所描述的气-电推进系统100。在这样的实施例中,电气线路338可以被配置为电连通总线111的一部分,使得电动马达334可以接收来自能量储存装置或发电机(例如如图1和图2的能量储存装置110或发电机108)中的一者或两者、和/或来自涡轮风扇发动机200的辅助齿轮箱246的发电机的电力。

[0049] 此外,如图4示意性描绘的,BLI风扇300还包括轴承340,用于支撑风扇304旋转。更具体地,图4的示例性BLI风扇300包括轴承340,用于直接支撑风扇304的风扇轴330。虽然未描绘,但是轴承340可以被BLI风扇300的一个或多个结构构件支撑。此外,如下文更详细讨论的,BLI风扇300包括专用于BLI风扇300的辅助齿轮箱342、以及热管理系统。所述热管理系统可以至少部分地与辅助齿轮箱342配置在一起(例如,至少部分地包含在其内)、并且可以被配置用于向(以及从)轴承340提供润滑油、并且进一步管理此类润滑油和轴承340的温

度。

[0050] 现在参照图5,提供了图4的示例性BLI风扇300的示意性特写截面视图,描绘了热管理系统、以及BLI风扇300的其他方面。对于所描绘的示例性实施例,轴承340被配置为用于直接支撑风扇轴330的单一滚柱元件轴承。然而,在其他实施例中,轴承340可以包括任何其他适合类型的油润滑轴承,例如滚珠轴承、锥形滚柱轴承等。此外,在又其他实施例中,轴承340可以额外地或替代性地包括空气轴承、并且进一步可以包括多个支撑风扇304旋转、更具体地支撑风扇轴330的轴承。

[0051] 轴承340被BLI风扇300的静态结构构件344支撑并且被封围在BLI风扇300的储槽346内。如下文更详细讨论的,储槽346被配置用于收集被提供给轴承340的润滑油。向轴承340提供润滑油,以例如润滑轴承340并且调节轴承340的温度。所描绘的示例性储槽346包括储槽前壁348以及储槽后壁350。此外,风扇轴330包括被配置用于与储槽前壁348形成密封的前密封件352、以及被配置用于与储槽后壁350形成密封的后密封件354。然而,应了解的是,在其他实施例中,封围轴承340的储槽346具有能够收集被提供给轴承340的润滑油的任何其他适合的构型。

[0052] 如上所述,所描绘的示例性BLI风扇300包括热管理系统。确切地,示例性热管理系统包括润滑油循环组件和热连接至所述润滑油循环组件上的热交换器356。所述润滑油循环组件被配置用于对轴承340提供润滑油、并且在某些实施例中包括润滑油供应泵358和润滑油清除泵360。值得注意的是,对于所描绘的示例性实施例,润滑油供应泵358和润滑油清除泵360包含在辅助齿轮箱342内并且被其驱动。然而,在其他实施例中,润滑油供应泵358和润滑油清除泵360可以代替地与辅助齿轮箱342分开、并且例如以适合的方式机械地连接至辅助齿轮箱342上。此外,虽然未描绘,但是润滑油循环组件还可以包括例如润滑油储箱和/或其他特征(在此未描绘或描述)。

[0053] 润滑油供应泵358流体地连接至润滑油供应管线362上,以向储槽346内的轴承340提供润滑油。类似地,润滑油清除泵360流体地连接至润滑油清除管线364上,以从储槽346内清除掉润滑油。热交换器356被定位在润滑油清除管线364的流动路径中以冷却流动穿过其中的润滑油。尤其对于所描绘的实施例,热交换器356位于润滑油清除管线364的两个节段之间、并且被配置为空气冷却式油冷却器。相应地,穿过空气冷却式油冷却器的气流可以从流经润滑油清除管线364和热交换器356的被清除润滑油接收热量。此外,对于所描绘的实施例,BLI风扇300包括鼓风机366,所述鼓风机由辅助齿轮箱342驱动、用于提供穿过空气冷却式油冷却器的气流。鼓风机366经由入口管线370与入口368处于气流连通,所述入口由机身12的外表面38限定。在流经热交换器356之后,经加热的空气经由出口管线374穿过出口372被排放至外部位置,所述出口由机身12的外表面38限定。

[0054] 然而,应了解的是,在其他示例性实施例中,穿过热交换器356的气流可以以任何其他方式适合的方式被引导,并且进一步,热交换器356可以被定位在任何其他适合的位置处和/或集成到BLI风扇300的一个或多个额外部件中。例如,现在简要参照图6,描绘了根据本公开的另一个示例性实施例的BLI风扇300的示意性特写侧视图。图6中所描绘的示例性BLI风扇300可以以与图5中所描绘的示例性BLI风扇300基本上相同的方式来配置,并且相应地,相同或相似的数字可以指代相同或相似的部分。然而,对于图6的实施例,热交换器356通过入口管线371与位于风扇304下游位置(例如,位于靠近喷嘴326的位置)处的冷空气源

处于气流连通。对于所描绘的实施例，入口管线371延伸穿过前支撑构件312并且沿着外短舱314延伸至风扇304的所述下游位置。气流经由泵366被拉动穿过热交换器356并且穿过出口管线373到达风扇304上游位置处的出口375。这样的构型可以将具有较高能量的空气提供到风扇304的空气流动路径中。然而，值得注意的是，在另外的示例性实施例中，穿过出口管线373的气流可以代替地被引导至不在风扇304上游的机外位置。

[0055] 另外，还如图6示意性描绘的，热交换器356可以被定位在任何其他适合的位置处、和/或集成到BLI风扇300的一个或多个额外部件中。例如，在某些实施例中，热管理系统可以包括集成到机身12的外表面38中的热交换器356A、集成到前支撑构件312/入口导向叶片中的热交换器356B、集成到后支撑构件216/出口导向叶片中的热交换器356C等。此外，虽然未描绘，但是应了解的是，在又其他实施例中，热交换器356可以代替地定位在例如润滑油供应管线362的流动路径中、或任何其他适合的位置处。

[0056] 再次参照图5的实施例，BLI风扇300还包括加压泵376，以用于将储槽346的内部空腔(或替代性地环绕储槽346的空腔)维持在希望压力。将储槽346的内部空腔维持在希望的压力可以有助于防止一定量的润滑油从中泄露。例如，加压泵376可以是配置用于将空气从储槽346中泵出的排气泵，以将储槽346周围的压力维持成高于储槽346内的压力。如示意性描绘的，辅助齿轮箱342还驱动加压泵376。值得注意的是，对于所描绘的实施例，加压泵376经由加压管线378与储槽346处于气流连通，所述加压管线延伸至储槽346并且与之处于气流连通。

[0057] 此外，示例性的辅助齿轮箱342由BLI风扇300的电动马达334提供动力。更具体地，对于所描绘的实施例，辅助齿轮箱342通过齿轮系380机械地联接至电动马达334上并且被其驱动。此外，如之前所讨论的，所描绘的示例性电动马达334通过电气线路338与电源处于电连通。

[0058] 图5中所描绘的辅助齿轮箱342专用于BLI风扇300。此外，辅助齿轮箱342包括次级发电机382。在某些实施例中，次级发电机382可以是包括定子384和转子386的发电机。辅助齿轮箱342可以被配置用于旋转次级发电机382的转子386，使得次级发电机382可以产生一定量的电力。由次级发电机382产生的电力可以被提供给例如飞行器10，以对飞行器10的某些低功率水平系统(例如，航空电子设备、紧急液压系统/控制表面等)供电。例如，在故障情形中，BLI风扇300可以主要用作冲压空气涡轮机，以用于使用辅助齿轮箱342的次级发电机382向飞行器10提供辅助动力。这样的构型可以比使用直接来自发电机的电力更有利，所述发电机产生相对高电压的电力以对例如电动马达334(并且包括各种各样的用于逐步降低此类高电压电力的电力电子部件)供电。

[0059] 此外，应了解的是，在又其他示例性实施例中，示例性BLI风扇300的热管理系统可以与例如安装有BLI风扇300的飞行器10的一个或多个燃气涡轮发动机共享某些部件或功能。例如，现在参见图7和图8，描绘了根据本公开的另一个示例性实施例的包括BLI风扇300的推进系统100。图7提供了示例性BLI风扇300的示意性特写侧视图，并且图8提供了示例性推进系统100的示意图。

[0060] 首先参照图7，示例性BLI风扇300可以以与图5中所描绘的示例性BLI风扇300基本上相同的方式来配置，并且相应地，相同的数字可以指代相同或相似的部分。然而，此外，图7的示例性BLI风扇300包括具有热流体循环组件的热管理系统，所述热流体循环组件与BLI

风扇300的电动马达334或BLI风扇300的轴承340/轴承储槽346中的至少一者处于热连通。尤其对于所描绘的实施例,所述热流体循环组件是与BLI风扇300的电动马达334和轴承340/轴承储槽346两者处于热连通的润滑油循环组件。确切地,所述示例性润滑油循环组件被配置用于向轴承340和储槽346提供润滑油以及从中清除润滑油。此外,对于所描绘的实施例,热管理系统的供应管线362进一步被配置为与BLI风扇300的电动马达334处于热连通以从电动马达334去除热量。

[0061] 与上文参照图5所描述的热管理系统的示例性润滑油循环组件一样,所述示例性润滑油循环组件包括润滑油供应泵358和润滑油清除泵360。润滑油供应泵358和润滑油清除泵360被定位在辅助齿轮箱342内并且被其驱动。然而,值得注意的是,在其他实施例中,所述循环组件可以具有任何其他适合的构型。

[0062] 进一步,对于图7和图8的实施例,热管理系统与飞行器主发动机、例如翼下安装式飞行器发动机共享冷却功能。更确切地,现在具体参照图8,用于所描绘实施例的清除管线364被向前引导、背离BLI风扇300。此外,对于所描绘的示例性推进系统100,推进系统100包括第一发动机、例如第一发动机102,和第二发动机、例如第二发动机104。通过平行流动构型,第一发动机102包括具有第一热交换器393的第一热管理系统392,并且第二发动机104包括具有第二热交换器395的第二热管理系统394。如所描绘的,BLI风扇300的示例性热管理系统的润滑油循环组件与第一发动机102的第一热管理系统392的第一热交换器393、或第二发动机104的第二热管理系统394的第二热交换器395中的至少一者处于热连通。更确切地,对于所描绘的实施例,BLI风扇300的润滑油循环组件的清除管线364与第一热交换器393和第二热交换器395两者处于热连通。在某些示例性实施例中,第一热交换器393可以是用于将BLI风扇300的热管理系统定位成与第一发动机102的热管理系统392处于热连通的中间热交换器,并且类似地,第二热交换器395可以是用于将BLI风扇300的热管理系统定位成与第二发动机104的热管理系统394处于热连通的中间热交换器。相应地,对于这样的示例性实施例,BLI风扇300的热管理系统中的泄露将不导致需要关掉第一热管理系统392或第二热管理系统394中的一者或两者。

[0063] 然而,应了解的是,在其他示例性实施例中,第一热交换器393或第二热交换器395中的一者或两者可以是用于降低穿过清除管线364的热流体/润滑油、和穿过第一热管理系统392或第二热管理系统394的热流体/润滑油的温度的热交换器。例如,在某些示例性实施例中第一热交换器393或第二热交换器395中的一者或两者可以被配置为燃料-油热交换器、旁通空气热交换器、或任何其他适合的热交换器。

[0064] 在分别被第一热管理系统392和第二热管理系统394的第一热交换器393和第二热交换器395冷却之后,润滑油朝向BLI风扇300被泵回穿过清除管线364的相应回流部分396。

[0065] 如所描绘的,图8的示例性推进系统100是液压-电推进系统100、类似于上文参照图1和图2所描述的液压-电推进系统100。相应地,示例性推进系统100总体上包括联接至第一发动机102上并且被其驱动的第一发电机108A以及联接至第二发动机104上并且被其驱动的第二发电机108B。对于所描绘的示例性推进系统100,第一发电机108A和第二发电机108B经由电连通总线111电连接至BLI风扇300的电动马达334上。值得注意的是,虽然对于所描述的实施例,电动马达334被描绘为电连接至第一发电机108A和第二发电机108B两者上的单一马达,但是在其他实施例中,电动马达334可以代替地包括多个共轴安装的电动马

达。例如,在某些实施例中,电动马达334可以包括通过电连通总线111电连接至第一发电机108A上的第一电动马达、以及也通过电连通总线111电连接至第二发电机108B上的共轴安装的第二电动马达。

[0066] 根据BLI风扇300的电需求,可能必须通过电连通总线111传输相对高水平的电力。如应了解的,传输此类相对高水平的电力可能在电连通总线中、更具体地在电连通总线111的传输线路338中产生不希望量的热量。相应地,对于所描绘的实施例,电连通总线包括靠近第一发电机108A的第一上游接合盒(juncture box) 397、和靠近第二发电机108B的第二上游接合盒398。第一上游接合盒397电连接至第一发电机108A、并且流体地连接至润滑油清除管线364的回流部分396(在第一热交换器393的下游)上。类似地,第二上游接合盒398电连接至第二发电机108B上并且流体地连接至润滑油清除管线364的回流部分396(在第二热交换器395的下游)上。此外,电连通总线111包括位于电动马达334附近的下游接合盒399。下游接合盒399电连接至电动马达334上、并且流体地连接至润滑油循环组件、或更具体地润滑油清除泵360上。

[0067] 进一步,如示意性描绘的,清除管线364的回流部分396(在第一上游接合盒397与下游接合盒399之间以及在第二上游接合盒398与下游接合盒399之间延伸)被配置用于冷却电连通总线111的在发电机108A、108B与电动马达334之间延伸的传输线路338。确切地,传输线路338可以在润滑油清除管线364的回流部分396内共轴地延伸、被流动穿过其中的经冷却润滑油环绕以提供对传输线路338的热控制。这样的构型可以允许实现发电机108A、108B与电动马达334之间的更有效电连通。

[0068] 应了解的是,虽然对于所描绘的实施例,BLI风扇300的热管理系统热连接至电动马达334和轴承340/储槽346两者上,但是在其他实施例中,BLI风扇300的热管理系统可以不热连接至这两者上。此外,虽然与电动马达334的热连接被示为围绕马达334的多个线圈,但是在其他实施例中,热管理系统可以代替地以任何其他适合的方式热连接。

[0069] 现在参照图9,描绘了根据本公开的另一个示例性实施例的BLI风扇300的示意性特写侧视图。图9中所描绘的示例性BLI风扇300可以以与图5中所描绘的示例性BLI风扇300基本上相同的方式来配置,并且相应地,相同或相似的数字可以指代相同或相似的部分。

[0070] 如所描绘的,图9的BLI风扇300总体上包括通过动力齿轮箱342驱动地连接至风扇304上的电动马达334。风扇304包括风扇轴330,所述风扇轴被轴承340支撑,所述轴承附接至BLI风扇300的结构构件344上。轴承340被封围在储槽346内,所述储槽由储槽前壁348和储槽后壁350限定。BLI风扇300还包括热管理系统,所述热管理系统用于向轴承340和储槽346提供润滑油以及从中清除润滑油。与上文参照图5所描述的示例性热管理系统一样,图9中所描绘的示例性热管理系统还包括润滑油循环组件,所述润滑油循环组件包括润滑油供应泵358和润滑油清除泵360。还对于所描绘的实施例,润滑油供应泵358和润滑油清除泵360被定位在辅助齿轮箱342内并且被其驱动。

[0071] 此外,BLI风扇300的热管理系统包括与润滑油循环组件处于热连通的热交换器356。然而,对于所描绘的实施例,热交换器356代替地被配置为液体与润滑油热交换器。例如,在某些实施例中,热交换器356可以被配置为飞行器10的热管理总线388的一部分。热管理总线388可以通过流经其中的共同热流体来将飞行器的各个热源和热汇进行热连接。例如当热管理总线388在制冷循环下操作时,所述热流体可以是油、或替代性地可以是低温流

体或相变流体。相应地,图9中所描绘的热交换器356可以被配置为热流体与润滑油热交换器。

[0072] 仍然参照图9,所描绘的示例性辅助齿轮箱342不是机械地联接至电动马达334上或直接被其驱动。代替地,对于所描绘的实施例,辅助齿轮箱342通过电气线路390电连接至电源上。电气线路390可以电连接至例如上文参照图1和图2所描述的电连通总线111上。相应地,在某些实施例中,电动马达334和辅助齿轮箱342可以各自被由燃气涡轮发动机(例如喷气发动机102、104中的一者或两者)所驱动的发电机驱动。额外地或替代性地,图9中所描绘的BLI风扇300的示例性辅助齿轮箱342可以被配置用于接收来自单独燃气涡轮发动机的发电器的电力。例如,参照图3,BLI风扇300的辅助齿轮箱342可以与涡轮风扇发动机200的辅助齿轮箱246的发电器(可以被配置为发电机)处于电连通。

[0073] 然而,应了解的是,在其他示例性实施例中,BLI风扇300可以不包括辅助齿轮箱342。例如,现在简要参照图10,描绘了根据本公开的另一个示例性实施例的BLI风扇300的示意性特写侧视图。图10中所描绘的示例性BLI风扇300可以以与图9中所描绘的示例性BLI风扇300基本上相同的方式来配置,并且相应地,相同或相似的数字可以指代相同或相似的部分。然而,对于图6的实施例,这些辅助系统(例如,润滑油供应泵358和润滑油清除泵360、加压泵376以及次级发电器382)中的每一者各自单独地经由电气线路390被飞行器的电源供电。例如,对于所描绘的实施例,所述多个辅助系统中的每一个辅助系统包括用于为所述辅助系统提供动力的专用电动马达,所述专用电动马达经由电气线路390与电源处于电连通。然而,应了解的是,在又其他示例性实施例中,所述多个辅助系统中的一个或多个可以额外地或替代性地由电动马达334来提供动力,例如所述多个辅助系统中的一个或多个可以额外地或替代性地独立地机械连接至电动马达334上。

[0074] 根据本公开的一个或多个实施例的包括电推进发动机的推进系统可以允许实现更少依赖于其他推进发动机的次级/辅助系统的、更独立配置的电推进发动机。例如,根据本公开的一个或多个实施例的包括电推进发动机的推进系统可以允许电推进发动机包括专用热管理系统、辅助齿轮箱以及其他次级系统,使得所述发动机更少依赖于飞行器的其他辅助系统。这样的构型可以允许电推进发动机被定位在飞行器上的例如远处位置处、例如飞行器的后端处。

[0075] 现在参照图10和图11,描绘了根据本公开的其他示例性实施例的BLI风扇300的示意性特写侧视图。图10和图11中所描绘的示例性BLI风扇300可以以与图5中所描绘的示例性BLI风扇300基本上相同的方式来配置,并且相应地,相同或相似的数字可以指代相同或相似的部分。

[0076] 如所描绘的,图10和图11的BLI风扇300总体上各自包括通过动力齿轮箱336驱动地连接至风扇304上的电动马达334。风扇304可围绕中心线轴线302旋转。图10和图11的BLI风扇300各自还包括风扇框架308,风扇框架308总体上包括框架内支撑件310、多个前支撑构件312、外短舱314、多个后支撑构件316、以及尾部锥体318。如所描绘的,框架内支撑件310附接至机身12的舱壁320上。所述多个前支撑构件312附接至框架内支撑件310上、并且总体上沿着径向方向R2向外延伸至短舱314。短舱314与BLI风扇300的内壳324限定了气流通路322、并且至少部分地环绕风扇304。

[0077] 此外,对于所描绘的实施例,图10和图11中所描绘的BLI风扇300中的每一个包括

冷却系统400,所述冷却系统可用飞行器10的后端18上的气流402来操作以冷却相应BLI风扇300的一个或多个部件。

[0078] 具体参照图11,冷却系统400被配置用于在BLI风扇300的操作期间冷却电动马达334。更确切地,对于所描绘的实施例,冷却系统400包括闭环404,所述闭环被配置用于使传热流体流动穿过其中。在某些实施例中,传热流体可以是润滑油、制冷剂、或能够传递热能的任何其他适合的流体。此外,所描绘的示例性冷却系统400的闭环404形成多个传热管道406,这些管道被定位成与电动马达334处于热连通。例如,如在所描绘的实施例中,传热管道406可以围绕电动马达334的外表面延伸。相应地,对于所描绘的实施例,传热管道406可以被称为线圈。额外地或替代性地,传热管道406可以包括延伸穿过或进入电动马达334的内部分中的一个或多个部分。例如,这些传热管道406可以包括延伸穿过电动马达334的一个或多个密封的通路或微通道。在又其他实施例中,这些传热管道406可以额外地或替代性地包括热管。所述多个传热管道406被配置用于在BLI风扇300的操作期间通过接收来自电动马达334的热量并且将此类热量传递给流动穿过其中的传热流体来降低电动马达334的温度。所描绘的示例性冷却系统400进一步包括热交换器,所述热交换器与闭环404内的传热流体和飞行器10的后端18上的气流402处于热连通。热交换器被配置用于从闭环404内的传热流体中去除热量。更确切地,所描绘的示例性冷却系统400包括第一支撑构件热交换器408、短舱热交换器410、以及第二支撑构件热交换器412。第一支撑构件热交换器408和第二支撑构件热交换器412集成到相应的前支撑构件312的表面中。类似地,短舱热交换器410集成到外短舱314的表面中。尤其对于所描绘的实施例,外短舱314包括前端头414,并且短舱热交换器410集成到外短舱314的前端头414的表面中。这样的构型可以允许短舱热交换器410在操作期间对外短舱314提供除冰益处。此外,虽然未描绘,但是在某些实施例中,短舱热交换器410可以沿着外短舱314的整个圆周延伸(即,可以沿着周向方向C2基本上连续地延伸)。

[0079] 仍然参照图11,示例性飞行器10包括安定面,并且所描绘的示例性冷却系统400进一步包括被配置用于集成到所述安定面中的热交换器。更具体地,所描绘的示例性飞行器10包括在飞行器10的后端18处的竖直安定面30,并且所描绘的冷却系统400进一步包括集成到竖直安定面30的表面中用于将热量传递至飞行器10的后端18上的气流402的安定面热交换器416。如所描绘的,冷却系统400的闭环404在传热管道406的下游分支出来以延伸至安定面热交换器416并且在传热管道406的上游位置处返回。

[0080] 为了提供传热流体穿过冷却系统400的闭环404的流动,示例性冷却系统400进一步包括泵。更确切地,冷却系统400包括泵418,所述泵被定位在BLI风扇300的辅助齿轮箱342内并且被其驱动。所描绘的示例性辅助齿轮箱342专用于BLI风扇300。此外,对于所描绘的实施例,辅助齿轮箱342并且因此泵418由电动马达334驱动。然而,在其他实施例中,辅助齿轮箱342可以代替地直接由飞行器10的适合电源和/或一个或多个飞行器发动机来提供动力。此外,在又其他实施例中,泵418可以是由任何适合的源机械或电气地提供动力的独立泵。

[0081] 应了解的是,虽然对于所描绘的实施例,冷却系统400的泵418和闭环404被描绘为独立于任何其他辅助系统,但是在其他实施例中,泵418和闭环404可以与上文参照图5至图9所描述的示例性热管理系统中的一个或多个一起操作。例如,在某些实施例中,闭环404可



以与润滑油供应管线362或润滑油清除管线364中的一者流体地相连(或简单地是其延伸),在这种情况下,泵418可以与润滑油供应泵358或润滑油清除泵360(例如参见图5)中的一者或两者相同、或与其一起操作。

[0082] 在BLI风扇300和冷却系统400的操作期间,泵418可以将闭环404内的传热流体加压,从而产生传热流体穿过闭环404的流动。传热流体可以流经传热管道406,在所述传热管道中,传热流体接收来自电动马达334的热量,从而降低电动马达334的温度。传热流体接着可以朝向所述多个热交换器流动。传热流体的第一部分可以从传热管道406流动穿过第一支撑构件热交换器408、穿过短舱热交换器410(并且围绕外短舱314)、穿过第二支撑构件热交换器412、并且朝向泵418返回。传热流体的第二部分可以同时从传热管道406流动穿过安定面热交换器416、并且朝向泵418返回。通过与飞行器10的后端上的气流402交换热量,可以降低传热流体的第一部分和第二部分在流经各个热交换器时的温度。

[0083] 然而,应了解的是,在其他实施例中,冷却系统400可以具有任何其他适合的构型。例如,在其他实施例中,冷却系统400可以不包括图11中所描绘的各个热交换器中的每一个。额外地或替代性地,示例性冷却系统400可以包括任何其他适合的热交换器构型。例如,在其他实施例中,冷却系统400可以包括一个或多个热交换器,所述一个或多个热交换器集成到机身12的表面38中、集成到尾部锥体318的表面中、集成到后支撑构件316的表面中、或定位在任何其他适合将热量传递给飞行器10的后端18上的气流402的位置处。还进一步,在其他实施例中,冷却系统400还可以包括任何其他适合类型的热交换器,例如燃料-油热交换器、油-油热交换器、液压流体-油热交换器、液压流体-油热交换器等。

[0084] 此外,在又其他示例性实施例中,示例性冷却系统400的闭环404可以被配置用于提供传热流体以并联流动构型、以串联流动构型、或以其组合(例如,在所描绘的实施例中)流动穿过一个或多个热交换器。

[0085] 现在具体参照图12的示例性BLI风扇300,冷却系统400类似地可用飞行器10的后端18上的气流402来操作、并且被配置用于在BLI风扇300的操作期间冷却电动马达334。

[0086] 然而,对于所描绘的实施例,所描绘的示例性冷却系统400是直接的空气冷却式冷却系统。例如,示例性冷却系统400总体上包括冷却空气管道420,所述冷却空气管道限定了入口422和出口、并且至少部分地跨越或邻近电动马达334延伸。入口422被配置用于接收飞行器10的后端18上的气流402的至少一部分作为冷却气流426。更确切地,对于所描绘的实施例,冷却空气管道420的入口422被定位在飞行器10的机身12上、在风扇304的上游且前方的位置处。相应地,入口422与在飞行器10外部且在风扇304前方的位置处于气流连通。进一步,对于所描绘的实施例,入口422还被定位在电动马达334的前方。虽然未示出,但是示例性冷却系统400可以包括在入口422处的向外延伸进入气流402中的固定或可变几何形状的凹处或唇缘,用于确保接收希望量的此类气流42作为冷却空气管道420中的冷却气流426。此外,在某些实施例中,冷却系统400可以包括空气过滤器机构427,所述空气过滤器机构延伸跨越空气管道420、用于从冷却空气管道420内的冷却气流426中过滤掉任何颗粒或其他物质。

[0087] 在飞行器10的后端18上的气流402可以穿过冷却空气管道420的入口422被接收在冷却空气管道420中、并且被提供至由冷却空气管道420限定的空腔428,空腔428将冷却空气管道420内的冷却气流426热连接至电动马达334。更确切地,所描绘的示例性空腔428环



绕电动马达334的至少一部分、并且允许穿过冷却空气管道420的冷却气流426直接暴露给电动马达334的至少一部分。冷却气流426可以接收来自电动马达334的热量,从而降低电动马达334的温度。在某些实施例中,冷却气流426可以被引导至电动马达334的内部,以特定地冷却电动马达334的某些部件(未示出;例如转子和/或定子)。然而,在其他实施例中,冷却气流426可以局限于电动马达334的外部。在某些实施例中,冷却系统400和/或电动马达334可以包括用于增强从电动马达334到冷却气流426的热传递的特征。例如,虽然未描绘,但是电动马达334可以包括一个或多个鳍片、销、紊流器等。

[0088] 冷却气流426在接收了来自电动马达334的热量之后接着可以继续穿过冷却空气管道420到达出口。对于所描绘的实施例,冷却空气管道420包括第一出口430和第二出口432。第一出口430被定位在前支撑构件312之一上、并且被配置用于将冷却气流426的至少一部分(例如,第一部分434)穿过冷却空气管道420提供至风扇304。值得注意的是,在前支撑构件312(可以被成形为翼型)上包括出口430允许对穿过空气管道420的气流426提供一定量的控制。例如,在前支撑构件312上设置出口430可以允许引导气流426穿过空气管道420。此外,示例性冷却空气管道420包括位于外短舱314的径向外侧上的第二出口432。相应地,对于所描绘的实施例,冷却空气管道420还延伸穿过前支撑构件312到达外短舱314并且将冷却气流426的至少一部分(例如,第二部分436)穿过外短舱314排出。值得注意的是,对于这样的构型,冷却气流426的第二部分436可以与外短舱314的径向外侧上的边界层空气相比处于相对高的压力下。相应地,穿过外短舱314排出第二部分436空气可以减小外短舱314产生的拖曳力。

[0089] 此外,图12中所描绘的示例性实施例包括风扇438,所述风扇至少部分地被定位在冷却空气管道420内,用于辅助提供穿过冷却空气管道420的气流。图12中所描绘的示例性冷却系统400的风扇438可以由电动马达334借助齿轮系机械地驱动。然而,在其他实施例中,风扇438可以代替地由任何适合的机械或电气动力源来提供动力。还又替代性地,在其他实施例中,冷却系统400可以不包括风扇、并且代替地可以依赖于冷却管道420的入口422与冷却管道420的出口(例如,第一出口430或第二出口432)之间的压力差来产生冷却气流426穿过其中的流动。

[0090] 值得注意的是,对于图12的实施例,入口422被描绘为单一的、相对大的入口,并且这些出口各自被描绘为单一的相对大的出口。然而,在其他实施例中,入口422可以代替地由飞行器10的机身12上的多个相对小的开口或孔口形成,并且类似地,出口430、432中的一者或两者可以被配置为例如支撑构件312中的一个或多个支撑构件、外短舱314等等中的多个相对小的开口或孔口。进一步,虽然被定位在图12中所描绘的飞行器10的机身12的底侧上,但是在其他实施例中,入口422可以额外地或替代性地被定位在飞行器10的机身12上的任何其他适合的位置处(例如,顶侧、左舷侧和/或右舷侧)或其他位置。例如,在其他实施例中,冷却空气管道420的入口422可以与BLI风扇300的风扇304的下游位置(例如,在喷嘴区段326处)处于气流连通,以接收相对高压的空气来产生穿过冷却空气管道420的气流。另外,虽然所描绘的冷却空气管道420包括在结构构件上的第一出口430和在外短舱314上的第二出口432,但是在其他实施例中,冷却空气管道420可以仅包括在一个或多个结构构件上、在外短舱314上、或在任何其他适合的位置处的出口。

[0091] 此外,在其他实施例中,除了上文参照图12所描述的示例性冷却系统400的方面之

外,冷却系统400还可以包括上文参照图11所描述的示例性冷却系统400的方面。例如,在其他示例性实施例中,冷却系统400可以包括闭环404(并且例如一个或多个热交换器、线圈406等)以及用于在电动马达334上提供冷却气流的冷却空气管道420二者。

[0092] 此外,在又其他实施例中,参照图12描述的示例性冷却系统400可以与上文参照图5至图9所描述的示例性热管理系统中的一个或多个组合利用。例如,在某些示例性实施例中,管道420中的冷却气流426可以与上文参照图5至图9所描述的示例性热管理系统的热交换器中的一个或多个热交换器处于热连通。

[0093] 本书面说明书使用实例来公开本发明,包括最佳模式,同时也使得本领域任何技术人员能够实践本发明,包括制造并使用任何装置或系统以及执行所并入的任何方法。本发明可获得专利的保护范围由权利要求来限定,并且可以包括本领域技术人员能够想到的其他实例。如果这些其他实例包括与权利要求的字面语言并非不同的结构要素,或如果它们包括具有与权利要求的字面语言非实质性差异的等同结构要素,则它们意图处于权利要求的范围内。

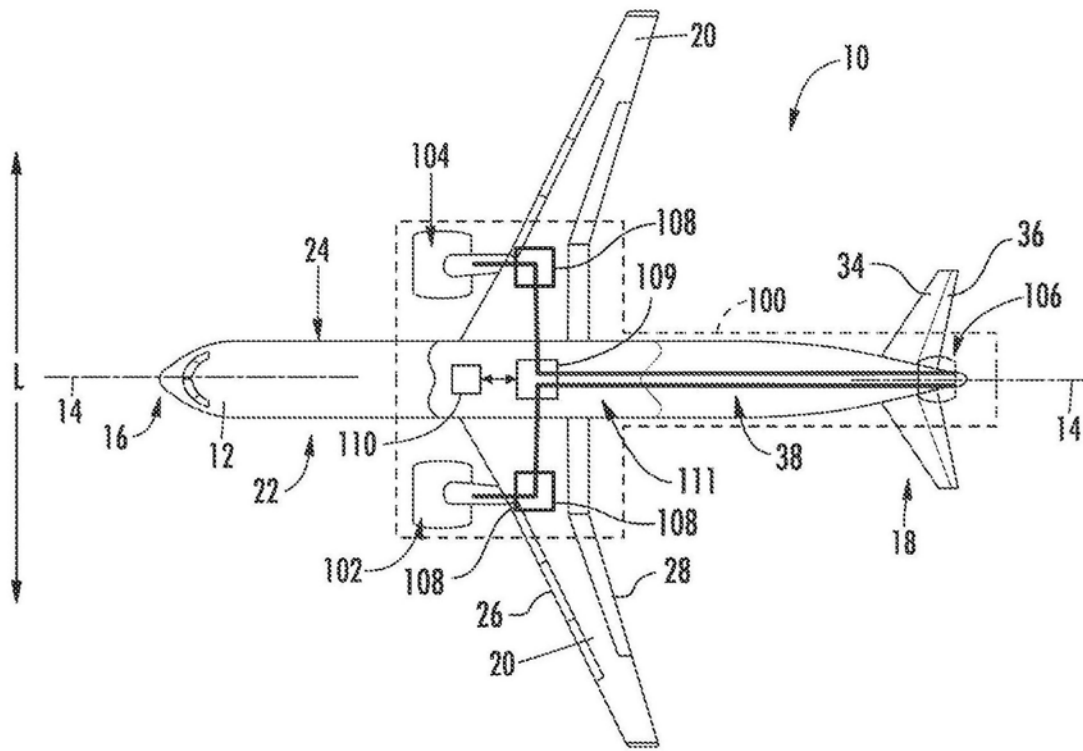


图1

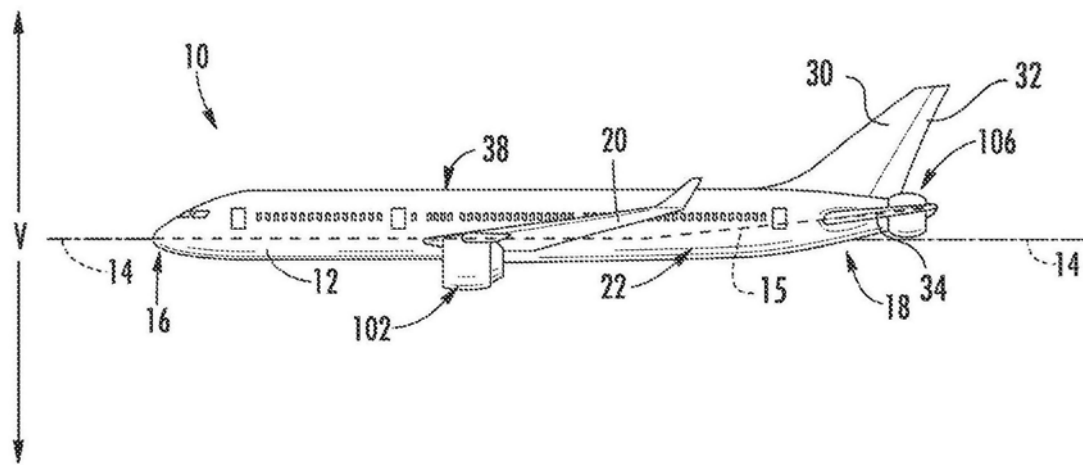


图2

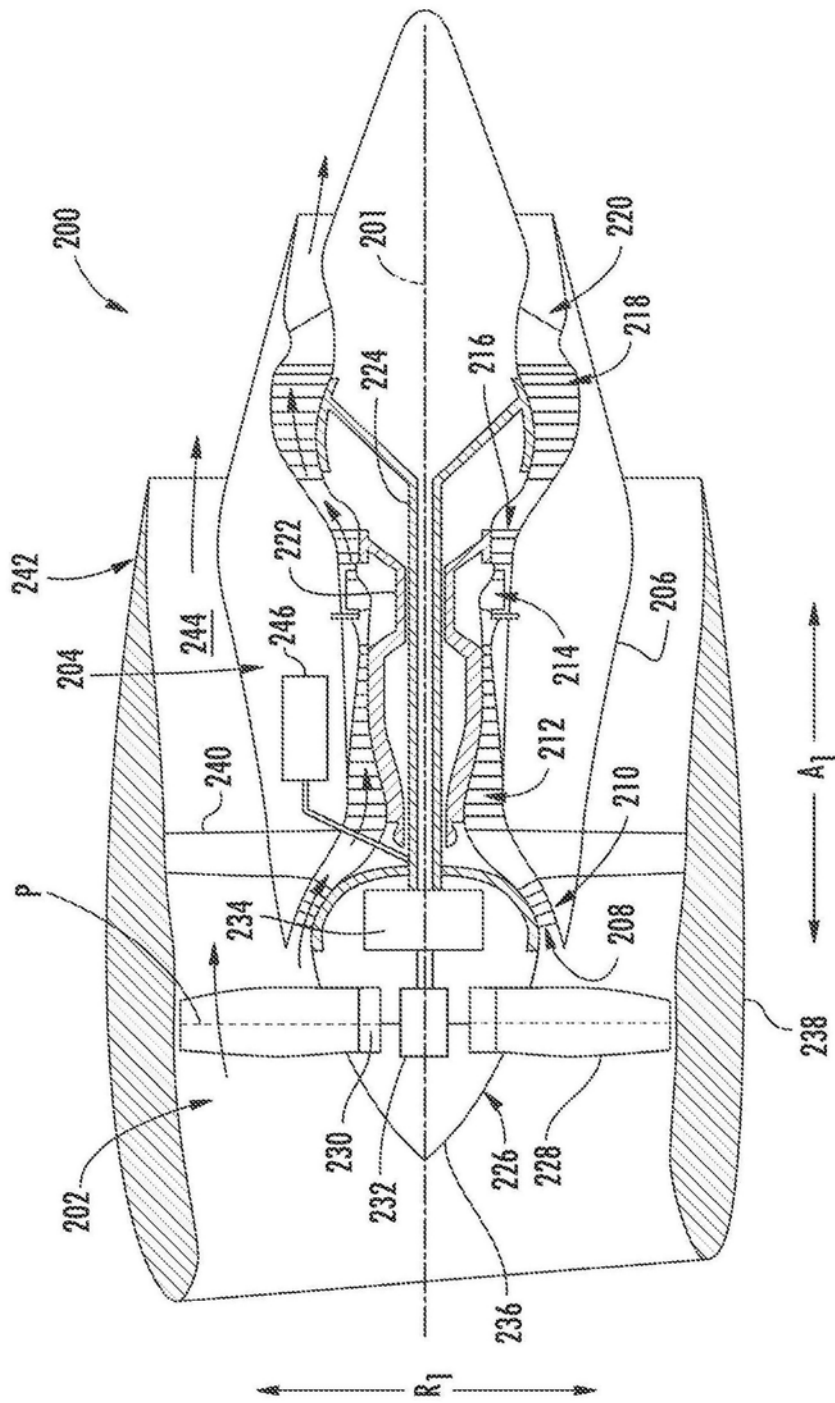


图3

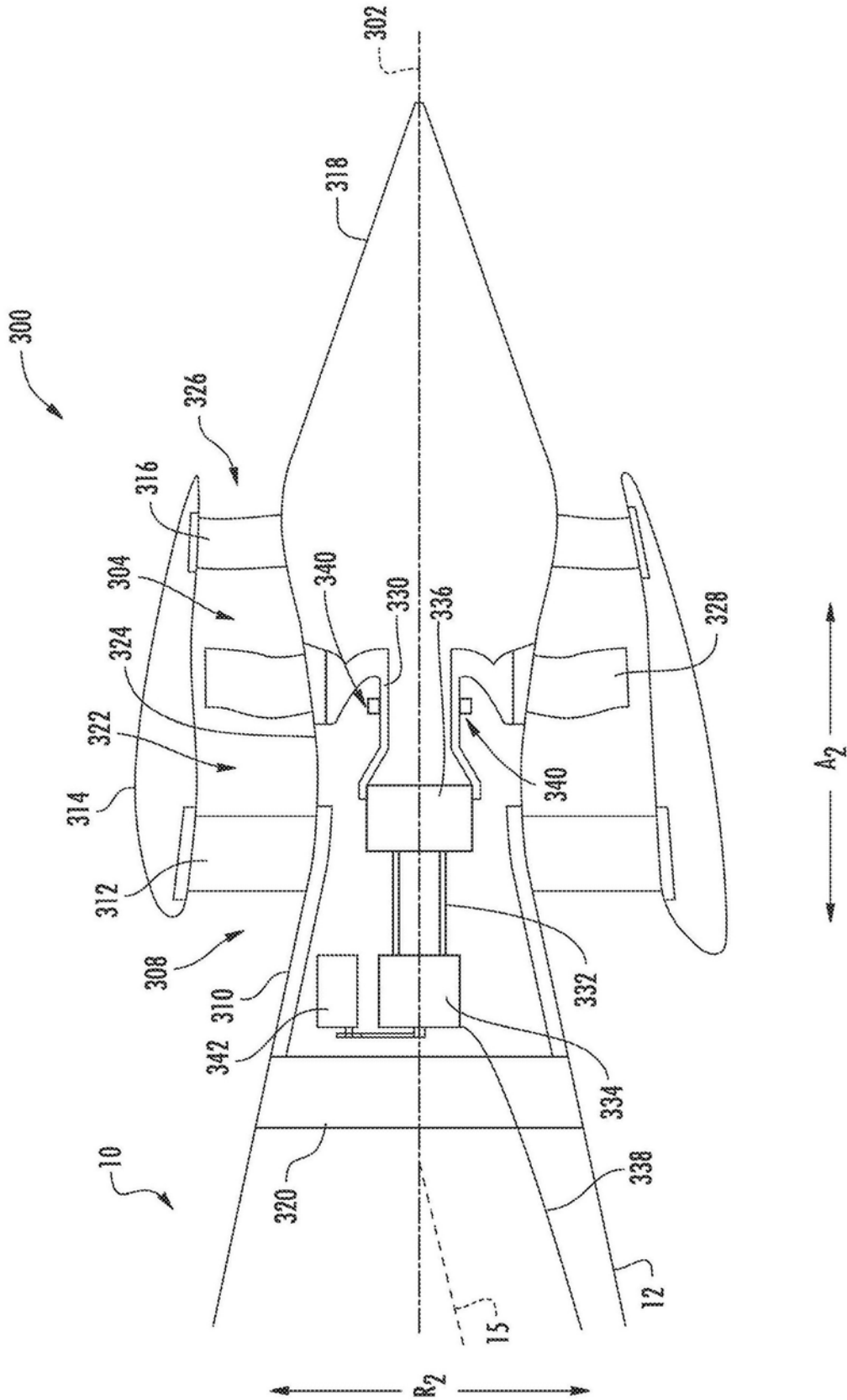


图4

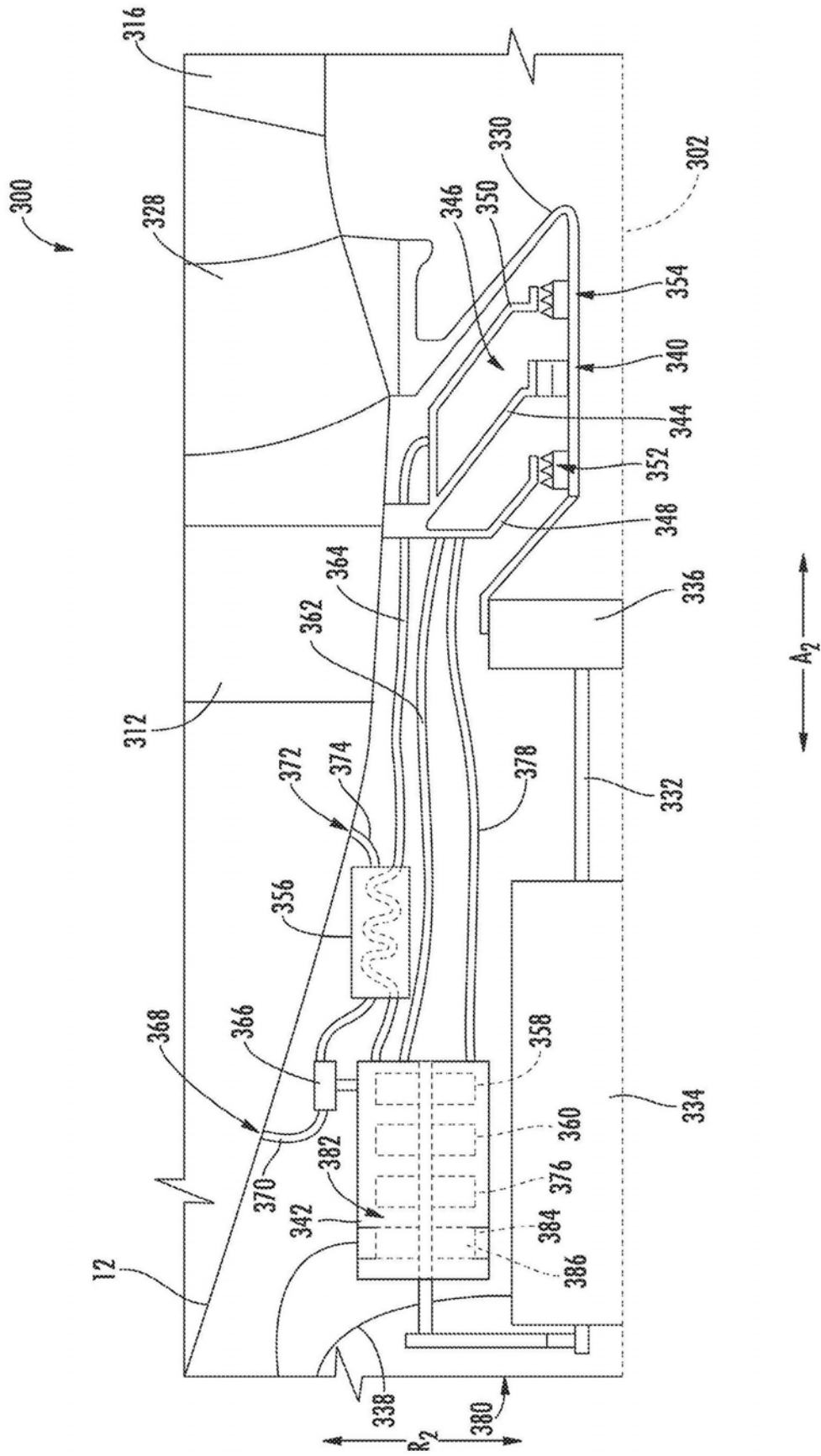


图5

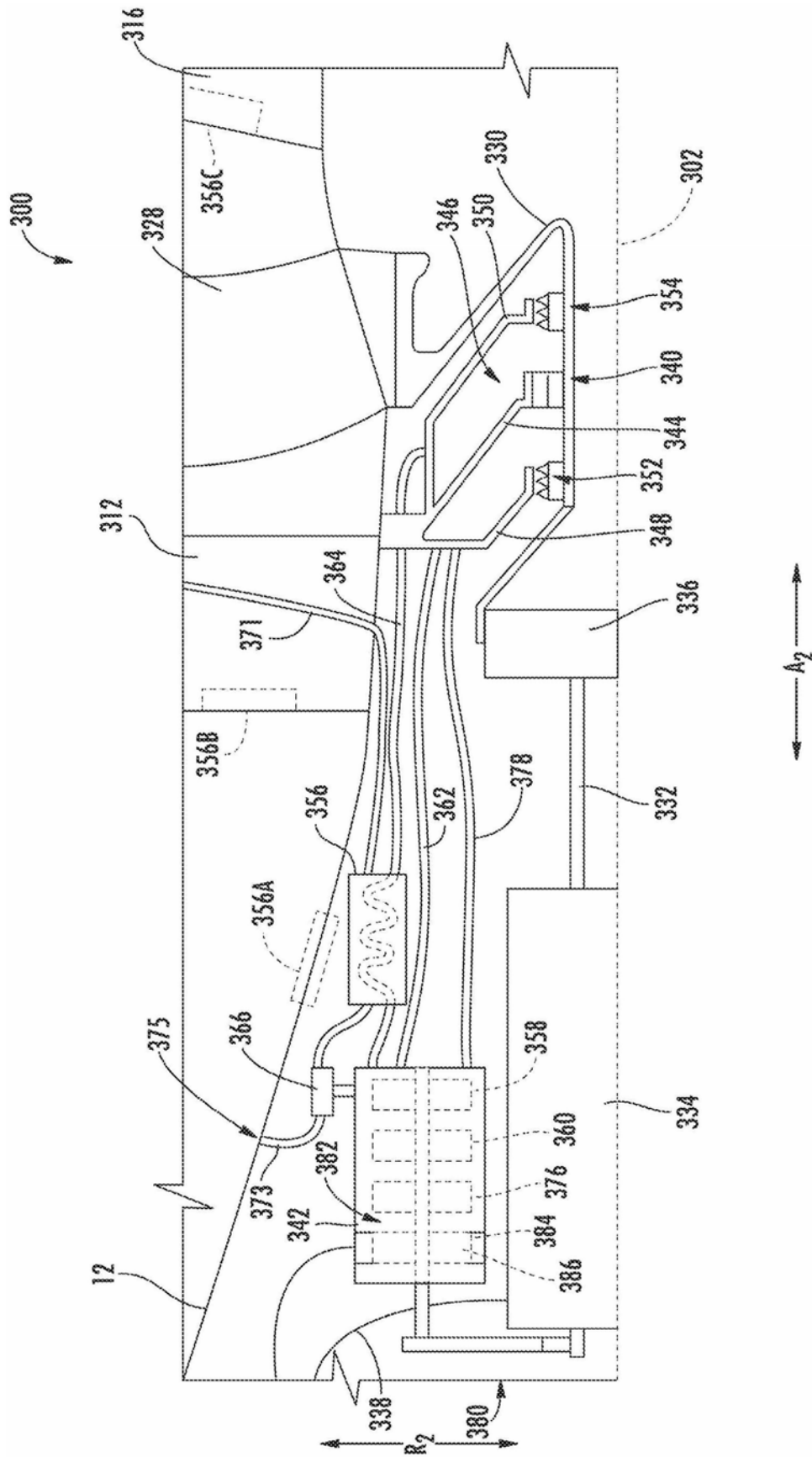


图6

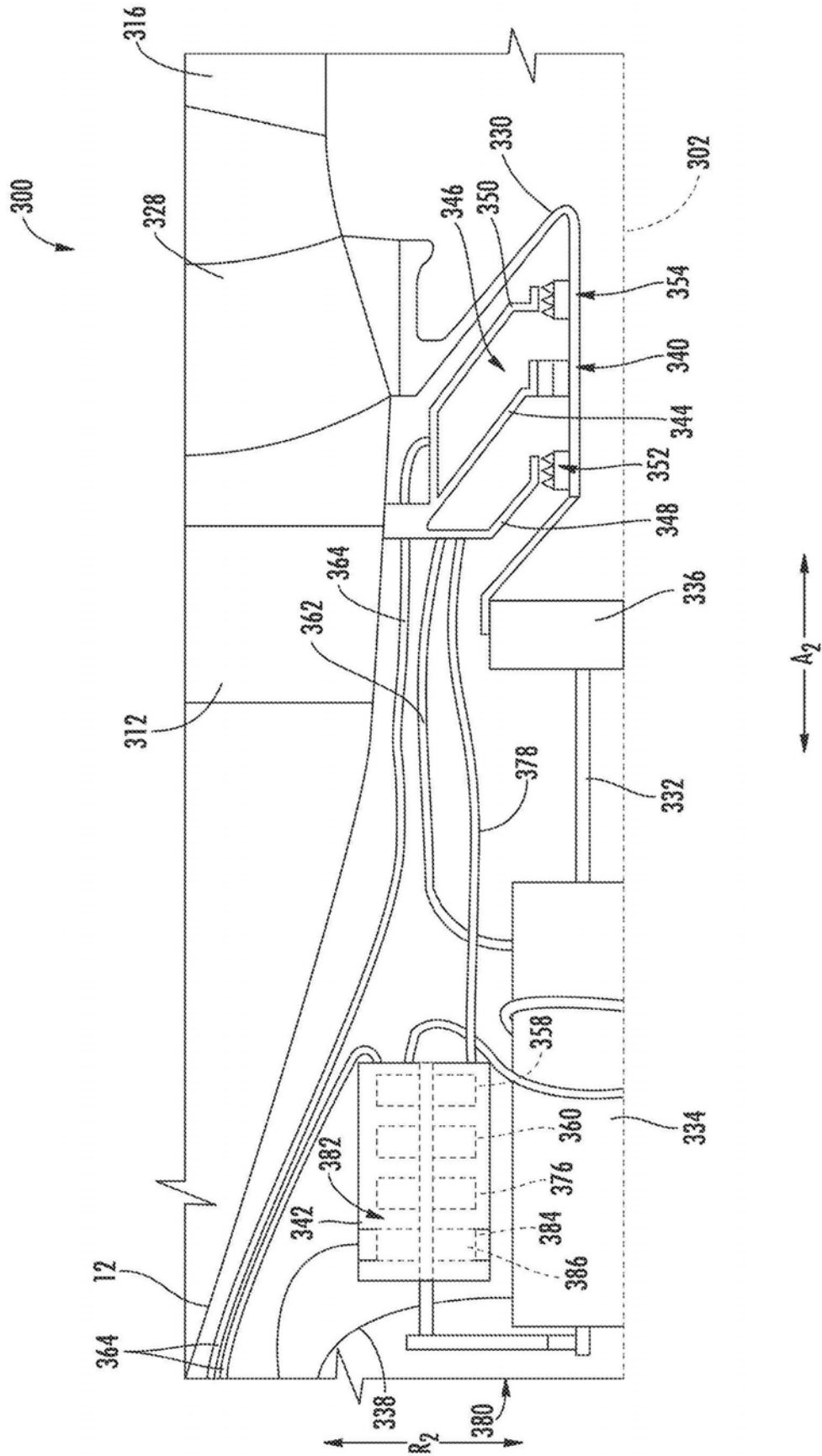


图7



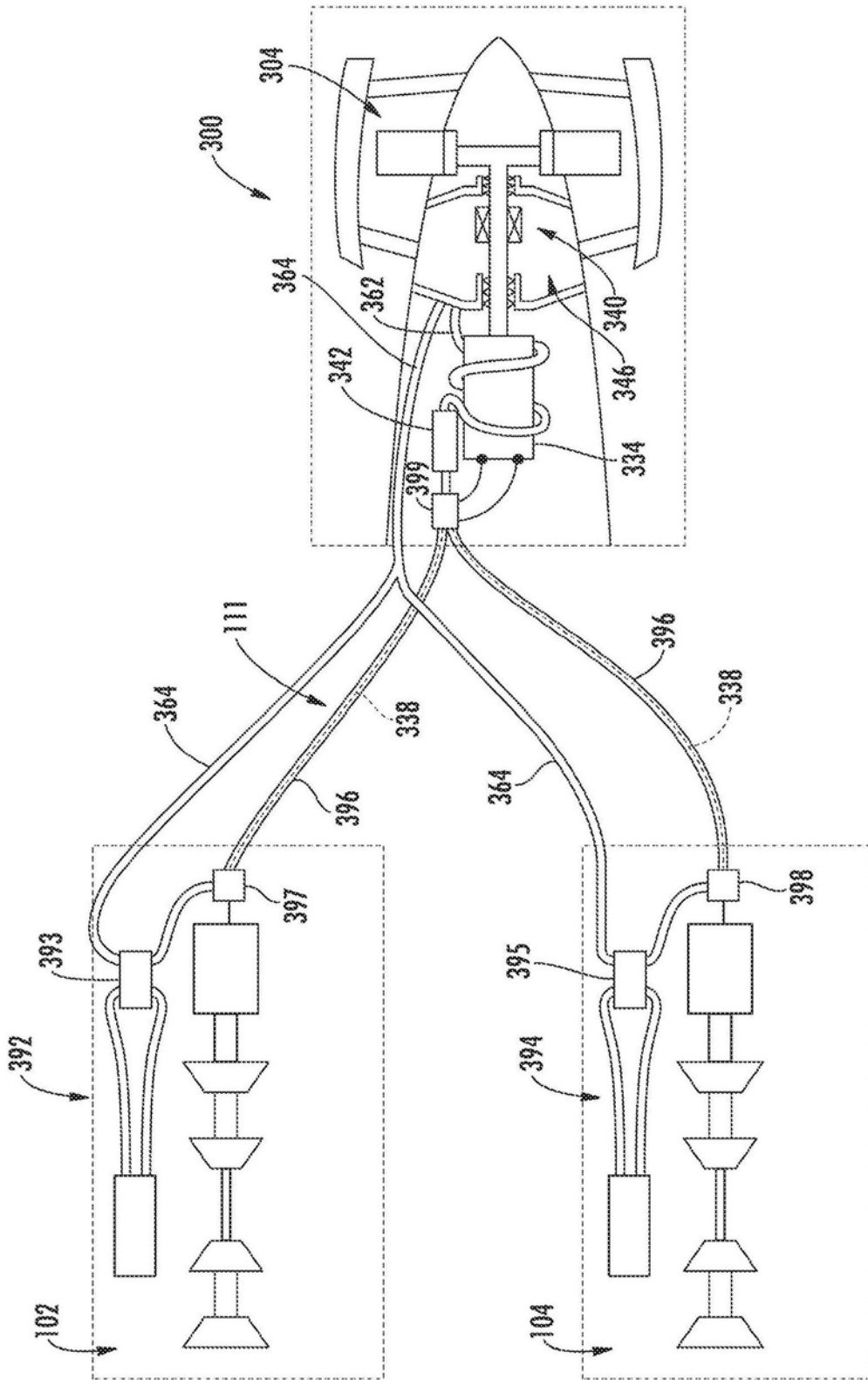


图8

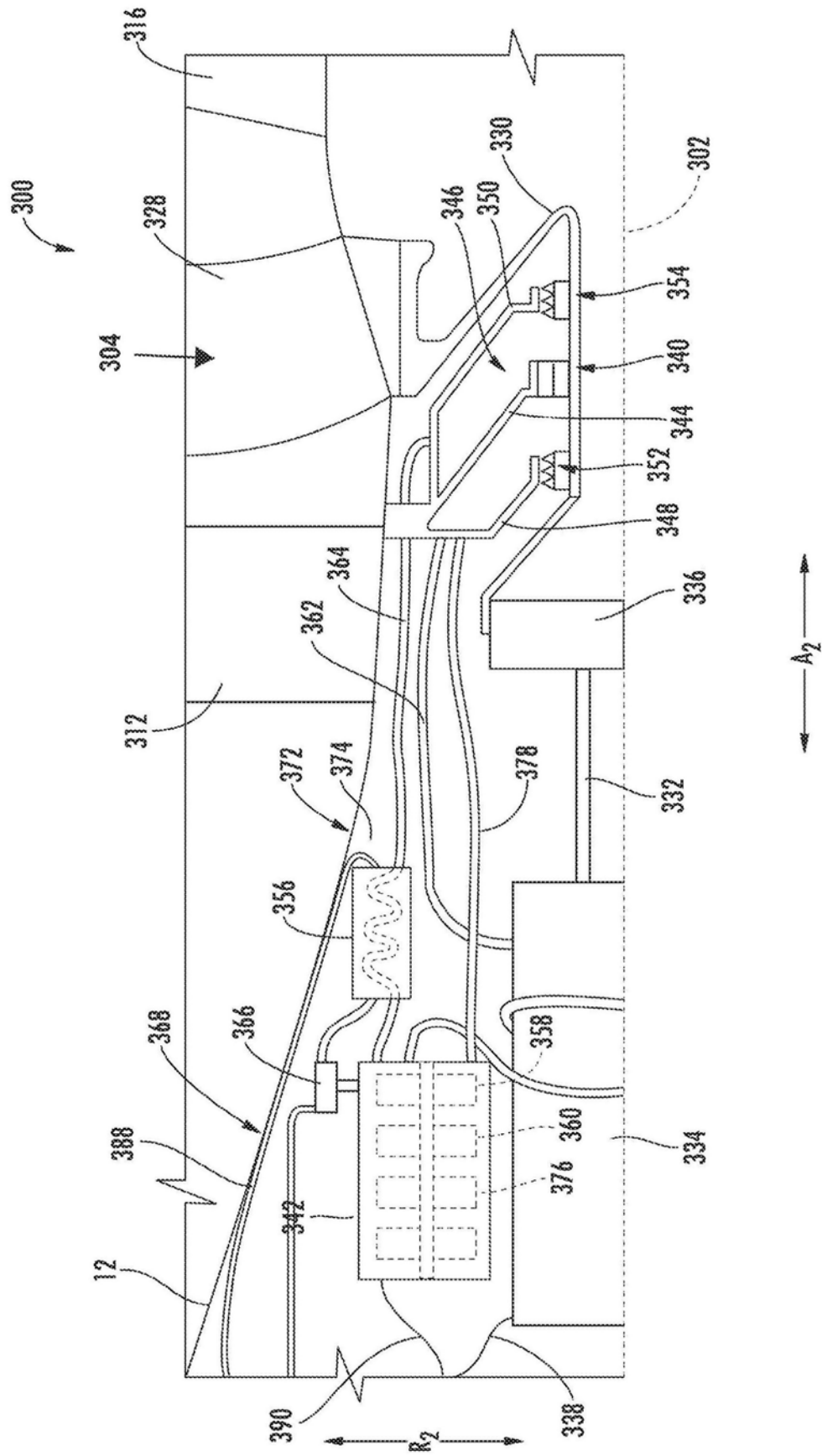


图9

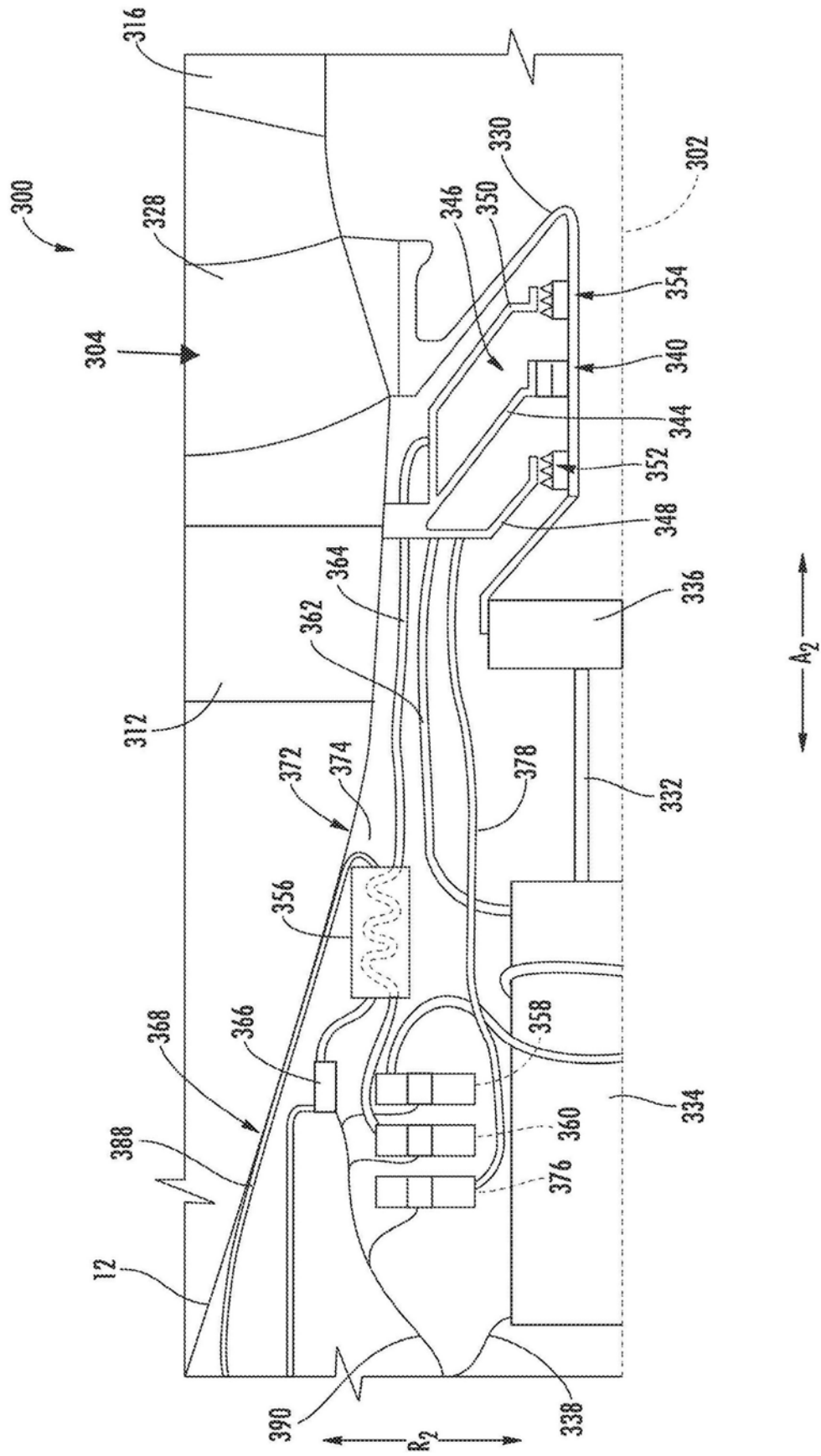


图10

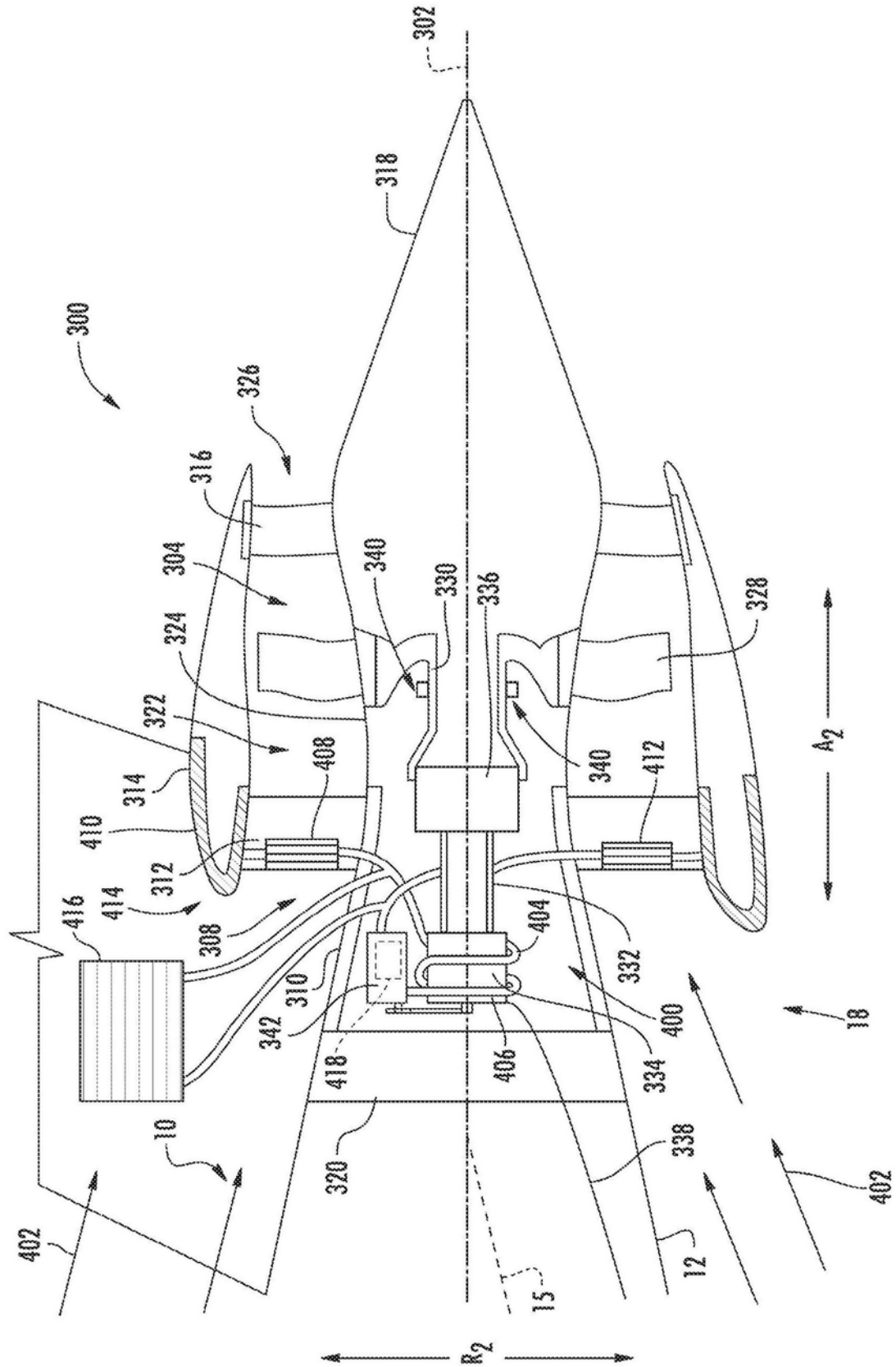


图11

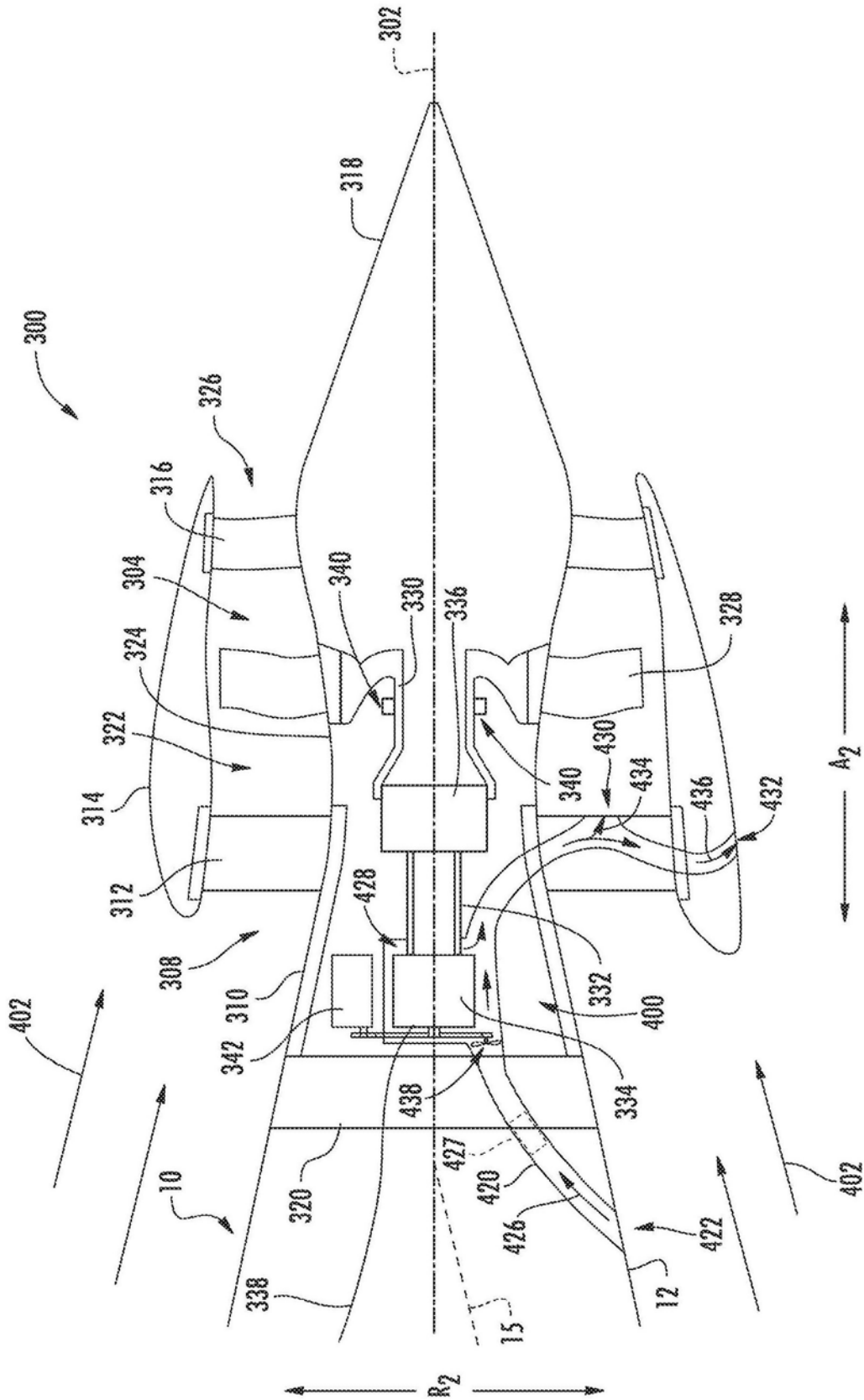


图12