(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102066768 A
(43)申请公布日 2011.05.18

(21)申请号 200980120829.2
(22)申请日 2009.05.13
(30)优先权数据
61/052,717 2008.05.13 US
(85)PCT申请进入国家阶段日
2010.12.03
(86)PCT申请的申请数据
PCT/US2009/043738 2009.05.13
(87)PCT申请的公布数据
WO2009/142973 EN 2009.11.26
(71)申请人 旋转合成技术有限责任公司
地址 美国康涅狄格州
(72)发明人 约翰·A·瓦厄莱特
埃里克·斯蒂芬·卢斯
(74)专利代理机构 北京金阙华进专利事务所(普通合伙) 11224
代理人 李瑛
(51)Int.Cl.
F04D 29/36(2006.01)

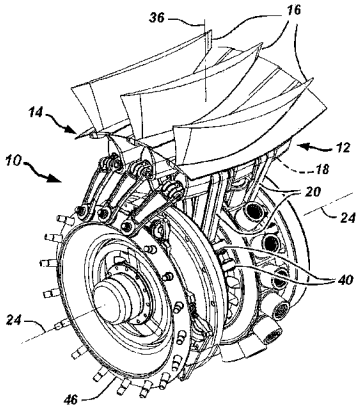
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 10 页
按照条约第19条的修改 1 页

(54)发明名称

风扇叶片保持和可变桨距系统

(57)摘要

一种对飞机发动机的转子叶片(16)提供可变桨距的系统(10),所述系统包括:可转动桨毂(34);至少一个叶片,其安装在所述可转动桨毂上;齿轮机构,其与所述可转动桨毂可操作地连接;定时环(46),其与所述齿轮机构可转动且可操作地连接;以及桨距臂(74),其将所述定时环与安装在所述可转动桨毂上的所述至少一个叶片可操作地连接在一起。在所述系统的操作中,所述齿轮机构促使所述定时环转动以改变安装在所述可转动桨毂上的所述至少一个叶片的桨距。



CN 102066768 A

1. 一种对飞机发动机的转子叶片提供可变桨距的系统，所述系统包括：

可转动桨毂；

至少一个叶片，其安装在所述可转动桨毂上；

齿轮机构，其与所述可转动桨毂可操作地连接；

定时环，其与所述齿轮机构可转动且可操作地连接；以及

桨距臂，其将所述定时环与安装在所述可转动桨毂上的所述至少一个叶片可操作地连接在一起；

其中，所述齿轮机构的操作使得所述定时环转动以改变安装在所述可转动桨毂上的所述至少一个叶片的桨距。

2. 根据权利要求 1 所述的系统，还包括将所述至少一个叶片与所述可转动桨毂连接的挠性凸耳。

3. 根据权利要求 2 所述的系统，其中，所述挠性凸耳由碳纤维材料制成。

4. 根据权利要求 1 所述的系统，还包括销，所述至少一个叶片与所述销连接，并且所述销与所述可转动桨毂连接。

5. 根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述至少一个叶片包括从所述至少一个叶片悬垂的叶片凸耳，所述叶片凸耳与从所述可转动桨毂延伸出的支撑凸耳连接，所述叶片凸耳和所述支撑凸耳与销连接。

6. 根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述至少一个叶片可转动地安装在从所述可转动桨毂延伸出的柱上。

7. 根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述齿轮机构包括安装在所述可转动桨毂的前端面上的传动架和可操作地安装在所述传动架上的扇形齿轮。

8. 根据权利要求 7 所述的系统，还包括与所述扇形齿轮可操作地连接的驱动机构。

9. 根据权利要求 8 所述的系统，其中，驱动马达与所述扇形齿轮的可操作连接包括蜗杆和蜗轮装置，所述蜗杆和蜗轮装置的操作使所述扇形齿轮和所述定时环转动。

10. 一种保持飞机的风扇叶片并且对所述风扇叶片提供可变桨距的系统，所述系统包括：

可转动桨毂；

至少一个风扇叶片，其安装在所述可转动桨毂上；

齿轮机构，其与所述可转动桨毂可操作地连接；

驱动机构，其连接至所述齿轮机构并且与所述齿轮机构处于可操作的连接关系；

定时环，其与所述齿轮机构可转动且可操作地连接；以及

桨距臂，其将所述定时环与安装在所述可转动桨毂上的所述至少一个风扇叶片可操作地连接在一起；

其中，驱动马达的操作经由所述齿轮机构使得所述定时环转动，以改变安装在所述可转动桨毂上的所述至少一个风扇叶片的桨距。

11. 根据权利要求 10 所述的系统，其中，所述齿轮机构包括：

传动架，其安装在所述可转动桨毂上；

扇形齿轮，其可转动地安装在所述传动架上；以及

轴承，其位于所述传动架的前端面与所述扇形齿轮的后端面之间；

其中，所述驱动马达安装在所述传动架上；并且，

其中，所述扇形齿轮被所述驱动马达驱动可在所述轴承上转动。

12. 根据权利要求 10 所述的系统，其中，所述驱动马达包括第一蜗杆，蜗轮与所述第一蜗杆处于可操作的连接，并且所述蜗轮与位于所述齿轮机构上的第二蜗杆处于可操作的连接，所述驱动马达的操作使所述齿轮机构和所述定时环转动。

13. 根据权利要求 10 所述的系统，还包括将所述风扇叶片的根部与所述可转动桨毂连接的销。

14. 根据权利要求 13 所述的系统，还包括叶片凸隼和支撑凸隼，所述叶片凸隼从所述风扇叶片的根部延伸出并且与所述销连接，所述支撑凸隼与所述可转动桨毂和所述销连接。

15. 根据权利要求 10 所述的系统，其中，所述桨距臂与所述定时环和销可操作地连接，所述至少一个风扇叶片附接至所述销。

16. 根据权利要求 10 所述的系统，其中，所述桨距臂与所述定时环和支架可操作地连接，所述至少一个风扇叶片附接至所述支架。

17. 根据权利要求 2 所述的系统，其中，所述挠性凸隼由纤维质聚酰胺制成。

18. 根据权利要求 2 所述的系统，其中，所述挠性凸隼由纤维质玻璃制成。

19. 根据权利要求 2 所述的系统，其中，所述挠性凸隼由树脂状基质系统中的纤维材料制成。

20. 一种对飞机发动机的转子叶片提供可变桨距的系统，所述系统包括：

可转动桨毂；

至少一个叶片，其安装在所述可转动桨毂上；

齿轮机构，其与所述可转动桨毂可操作地连接；

定时环，其与所述齿轮机构可转动且可操作地连接；

桨距臂，其将所述定时环与安装在所述可转动桨毂上的所述至少一个叶片可操作地连接在一起；

挠性凸隼，其将所述至少一个叶片与所述可转动桨毂连接；以及

销，所述至少一个叶片与所述销连接，并且所述销与所述可转动桨毂连接；

其中，所述齿轮机构的操作使所述定时环转动，以改变安装在所述可转动桨毂上的所述至少一个叶片的桨距。

风扇叶片保持和可变桨距系统

技术领域

[0001] 本发明大体上涉及一种用于将风扇叶片安装在飞机发动机中的系统，尤其涉及这样一种系统：即，其保持有飞机发动机的风扇叶片并且这种系统的叶片桨距在使用过程中可变。改变风扇叶片的倾角允许将涡扇发动机中的设计构造扩展成更有效的运行状态（较高的风扇涵道比和较低的风扇压力比），迄今为止，这点由于潜在的稳定性问题（风扇叶片颤振）而受到限制。本发明针对通过改变风扇后方的涵道面积来避免新发动机中倾角不稳定的现有方法提供了较好的替代方案。

背景技术

[0002] 在螺旋桨、直升机旋翼或某些带有有限数量叶片的风扇中实现桨距改变的标准方法通常包括允许叶片以相对低的摩擦转动的诸如球 / 滚子轴承和 / 或屈曲部件等根部附接机构。这类装置由于其必须支撑高的叶片离心力而会较重。更为复杂的是作用于叶片板状结构的离心载荷还会产生显著的扭力，这是桨距控制系统必须克服的。这些力趋于使叶片朝向危险的低桨距位置转动，从而桨距控制中的故障将导致转子超速和潜在的叶片损耗。

[0003] 改变旋转着的叶片的桨距角度所需的力相当可观。在螺旋桨技术中，许多年前引入了可变的桨距，该力通常称为总扭转力矩 (Total Twisting Moment，TTM)，其为三个基本力的静总和。第一个是源自于叶片翼部（即椭圆形翼部，非圆形）绕着其桨距变化轴线的非对称质量分布的离心扭转力矩 (Centrifugal Twisting Moment，CTM)。第二个是在作用于各翼部截面的压力的有效中心向桨距变化轴线的前方或后方对齐时产生的空气动力学扭转力矩 (Aerodynamic Twisting Moment，ATM)，该气动载荷绕着叶片桨距轴线产生扭转载荷。最后一个是抵抗运动并且由于支撑叶片的保持轴承受到的高离心载荷而在保持轴承中产生的摩擦扭转力矩 (Frictional Twisting Moment，FTM)。其中，CTM 最大，而 ATM 和 FTM 小得多。CTM 作用使得叶片朝向低桨距转动。因为叶片翼部的压力的空气动力学中心通常位于其桨距变化轴线的前方，ATM 通常作用而增加叶片桨距，这与 CTM 相反。由摩擦产生的 FTM 作用以沿任一方向阻碍叶片桨距变化。

[0004] TTM 由 CTM 决定，因此桨距控制系统沿着增加的桨距的方向施加扭转载荷，以保持叶片桨距恒定不变，并且还施加较高的力来克服 FTM，以便增加叶片桨距。如果桨距系统的控制发生故障和 / 或失控，叶片将自然地转向低转矩。因为低叶片桨距导致对发动机较小的转动阻力，因此该情形会在发动机被促动的情况下导致转子和发动机产生危险的超速。桨距失控通常伴随着发动机动力的损失。TTM 可再次将叶片转为低桨距，但转子推力突然切换为高牵引力，其会使得飞机控制可能发生失控和 / 或导致转子超速。如果通过涡轮发动机而不是活塞发动机来驱动转子，尤其是如果前者具有对转子提供动力的“自由的”涡轮，则更可能发生转子超速。在涡扇发动机中，在风扇中存在大量叶片，桨距失控和叶片转至低桨距会引起很大的牵引力和超速情况。因此，迄今为止，后备桨距变化系统、桨距安全锁定、或者其他复杂、昂贵和 / 或重的方案还未引起注意。

[0005] 为了防止桨距趋于发生不期望的变化，传统的方案是在叶片的根端 / 邻近叶片的

根端对叶片的侧部添加平衡重物。该重物必须具有足够的质量和位置以产生静 TTM，该静 TTM 将始终能够克服所有固有的叶片扭转载荷，并且朝向高桨距驱动叶片，或者至少保持桨距设定以防朝向低桨距移动。对每个叶片的平衡重物质量通常非常大而对转子添加不期望的重量，并且对转子桨毂和叶片保持轴承添加额外的载荷。此外，还有平衡重物支撑臂发生故障的风险，如果平衡重物冲击飞机机身，结合转子的不平衡的危险，可能会出现撞击损坏。

[0006] 解决桨距趋于发生不期望变化的另一措施涉及使用诸如作为液压系统后备的辅助电动泵等后备桨距变化系统，其可将桨距角度驱动为高达“顺流交距”位置。此外，可采用诸如桨距致动系统中的线性 ACME 螺纹等高摩擦装置或谐波驱动装置或锁定装置，其中任一装置可被设计为在桨距失控的情况下保持当前的桨距位置。后者具有这样的有益效果：即，在偶然的操作条件发生故障和 / 或存在来自发动机连续的动力的情况下，允许继续操作。然而，如果桨距保持在不适于滑行的位置或者双发动机操作，仍然是由所产生由增加的牵引力引起的一种折中飞行控制状态。

[0007] 从最前面的大风扇（本质上是涵道螺旋桨）获得 90％推力的涡扇发动机至今仍未利用可变桨距。因为在喷气发动机的情况下发动机速度通常保持几乎不变，因此通过燃料流量来调节动力。然而，现今所有的喷气发动机具有桨距固定的叶片，其采用较大的折中翼部以提供足够的推力，这能够在热天以全载荷实现起飞能力。因此，当存在多于所需的叶片翼部时，由于叶片翼部小于最佳叶片角度，这些发动机在巡航时遭受效能损失。如果对于未来的几代继续存在飞机航行，则需显著增加效率并节省燃料。

发明内容

[0008] 改变风扇叶片的桨距提供了一种控制推进装置的推力产生和 / 或动力吸收能力的便利装置。这可显著地使风扇推进器效率更高且对转子操作条件的变化做出响应，诸如进入风扇的空气速度的变化或对其施加的动力水平。例如，用于推进各种设计的飞机的涡扇发动机可以经历 / 需要静推力操作、起飞、爬升、巡航和 / 或降落条件与着陆条件之间的速度和运行功率的显著变化。

[0009] 公开了转子叶片附接、保持及桨距控制的一种新型系统，其简化了可变桨距推进器系统的大多数方面，在维持转子的操作安全并大大提高转子效率的同时显著降低系统成本和重量。此设计具有将固定桨距风扇转换成安全、轻便、高效的可变桨距系统的潜能，同时保持可维修性。此外，此设计非常适于涡扇喷气式发动机中的大的、管道式的高涵道比风扇，其中相对于当前设计可以节省 15 至 20％的燃料。迄今为止，尚不存在将可变桨距特征引入涡扇发动机以利用所述增加的效率的实现安全、实用、重量轻、节约成本的装置的成功设计。高燃料价格正驱动市场并将使本发明所提供的上述特征更加值得期待。

[0010] 在一个方面中，本发明着重于一种对飞机发动机的转子叶片提供可变桨距的系统。所述系统包括：可转动桨毂；至少一个叶片，其安装在所述可转动桨毂上；齿轮机构，其与所述可转动桨毂可操作地连接；定时环，其与所述齿轮机构可转动且可操作地连接；以及桨距臂，其将所述定时环与安装在所述可转动桨毂上的所述至少一个叶片可操作地连接在一起。在所述系统的操作中，所述齿轮机构促使所述定时环转动以改变安装在所述可转动桨毂上的所述至少一个叶片的桨距。

[0011] 在另一方面中，本发明的特征在于一种保持飞机的风扇叶片并且对所述风扇叶片提供可变桨距的系统。所述系统包括：可转动桨毂；至少一个风扇叶片，其安装在所述可转动桨毂上；齿轮机构，其与所述可转动桨毂可操作地连接；驱动马达，其连接至所述齿轮机构并且与所述齿轮机构处于可操作的连接关系；定时环，其与所述齿轮机构可转动且可操作地连接；以及桨距臂，其将所述定时环与安装在所述可转动桨毂上的所述至少一个风扇叶片可操作地连接在一起。在运行所述系统时，所述驱动马达经由所述齿轮机构转动所述定时环以改变安装在所述可转动桨毂上的所述至少一个风扇叶片的桨距。

附图说明

[0012] 图 1 是保持飞机的转子叶片并且实现所述叶片可变桨距的系统的立体图。

[0013] 图 2 是图 1 的系统的中央桨毂的立体图。

[0014] 图 3 是图 1 的系统的侧视图，示出了穿过传动架 48 的局部截面和桨距调节机构。

[0015] 图 4 是图 1 的系统的传动架的立体图，其中所述传动架附接有中央驱动马达。

[0016] 图 5 是扇形齿轮和蜗杆齿轮驱动系统的后视立体图，其中，为了清楚起见，去除了传动架的支撑组件。

[0017] 图 6 是图 1 的系统的前视立体图，示出了桨距臂在转子叶片的销根部铰链连接到叶片销上。

[0018] 图 7 是用于保持飞机的转子叶片的系统的前视立体图，其中定时环柱 (time ring post) 可以在支架上的点处连接到转子叶片的销根部。

[0019] 图 8 是带有上部局部截面的侧视图，该上部局部截面穿过中央桨毂上的用于附接转子叶片的销根部的可转动 U 形接头。

[0020] 图 9 是在叶片的销根部被插入到凸隼 (tennon) 中的叶片销的立体图。

[0021] 图 10 是位于叶片之间的限定了中央体气流路径的表面的平台的前视图。

具体实施方式

[0022] 参考图 1 和图 2，10 大致示出了保持风扇转子叶片并实现转子叶片的可变桨距的系统，在下文中称作“系统 10”。系统 10 保持具有附接的销根（销可以设计为具有圆形或非圆形横截面）装置的转子叶片。销根部 12 在中央体气流路径 14 的内侧。销根部 12 包括叶片 16，该叶片具有从叶片延伸出来包绕销 18 的三个叶片凸隼 (tennon)（在图 3 和图 6 中以 21 标示）。在图 9 中示出销 18 插入穿过叶片。三个叶片凸隼 21 在其间限定了用于容纳从中央桨毂 34 上升的至少两个挠性支撑凸隼 20 的空间。在本发明中，桨毂处在转子中心线 24 上，至少两个挠性支撑凸隼 20 在三个叶片凸隼 21 之间的空间中附接到销 18 上。这些支撑凸隼 20 进一步向内延伸并且附接到中央桨毂 34 上，每个支撑凸隼 20 能够以帮助平衡叶片 CTM 力和 ATM 力的方式枢转或屈曲。

[0023] 挠性支撑凸隼 20 具有足够的长度和固有挠性，以允许支撑叶片 16 的共用销 18 的可接受的角旋转量。叶片 16 的根部紧贴在合并有 U 形接头 30 的支架形组件（支架 28）中，该 U 形接头 30 安装在中央桨毂 34 的中央柱或其他类似特征上，建立叶片桨距绕其发生转动的轴线 36。该系统 10 还承受叶片 16 的空气动力学根部推力和力矩分量。然而，用于此目的的轴承或轴衬套筒可明显小于传统转子叶片所需的轴承或轴衬套筒，这是因为本发明

叶片 16 的高达大于空气载荷 150 倍的高离心载荷由本发明的双支撑凸隼 20 分别支撑。这些支撑凸隼 20 提供支撑叶片 16 的主要装置并且引入一些扭转阻力（非常小的摩擦阻力）。另外，除了主要支撑带之外，U 形接头 30 和桨毂柱可以提供保持叶片 16 和支架 28 的辅助装置（例如，经由使用可被旋拧的螺栓、紧固件、安全止挡件等）。结合了 U 形接头 30 中的凸隼 86 的附加支撑能力的销根部叶片设计在诸如撞击异物碎片（大型鸟类或飞机跑道上的碎片）等意外事件的情况下提供了附加的安全措施，在所述情况下缘于撞击的叶片弯曲载荷可为正常操作力的许多倍。

[0024] 从使用倾斜带和每个叶片 16 上的中心枢转柱所获得的涡扇发动机的附加好处在于伴随叶片桨距变化的细微的向内和向外移动。在起飞以及在着陆时，即叶片角度由于低的向前速度而最低的两个时刻，叶片 16 被轻微向内拉动。对于高速巡航状态，叶片角度增加到最高位置，这使叶片轻微移动到更向外的位置。后者具有使叶片至管道的端隙最小化的优点，在巡航时尤其如此，在长时间飞行时飞机大部分时间都处于巡航状态。在前者状态下，特别是在硬着陆期间或在不平坦的飞机跑道上时，叶片 16 被向内拉动，这防止当飞机与地面接触时叶片末端发生磨损，并且盘的惯性可以引起轴中心线偏离中心。利用所描述的由本发明所产生的叶片运动，在以巡航速度飞行时可以使效率最大化。

[0025] 使用相对于彼此交错或倾斜的至少两个支撑部件 40 抵消了使叶片 16 转向低桨距的叶片 16 的固有 TTM 倾向。此设计提供了使叶片结构与桨距变化系统分离的装置。在其最简单的形式中，可以利用两个分离的支撑部件 40（这些支撑部件可以为圆形或非圆形以便优化结构）将这两个支撑凸隼 20 的内侧端或根部有效地固定到中央桨毂 34 上。此外，为了减小支撑凸隼 20 中的扭转应力，作为本发明的可能改进，可将这两个凸隼分别替换为两个或更多个分离的支撑凸隼。支撑部件 40 中的一个或两个还可包括轴承机构，其允许一个或更多个支撑凸隼 20 独立转动。如果桨距失控和 / 或发动机动力损失，可以通过支撑凸隼 20 在中央桨毂 34 中的附接点的细致空间布局来获得期望的桨距设定。可偏置布局使得受两个而不是一个支撑路径上的高离心张紧载荷影响的叶片 TTM 对于任意给定的转子速度或飞行条件（诸如巡航等）保持平衡和 / 或移至期望的设定。附接点和得到的倾斜设定可以首先由分析确定，然后通过试验验证。

[0026] 支撑凸隼 20 可由碳纤维材料或制成为树脂状和 / 或橡胶基基质系统的其他适宜的高强度纤维质材料制成。这种碳纤维材料能够耐受在飞机发动机操作时遇到的应力和力。本发明不限于此，支撑凸隼 20 可以是金属的（例如钢丝）并且涂覆有橡胶材料、纤维质聚酰胺或纤维质玻璃。

[0027] 在系统 10 中，利用与柱 76 同时操作的定时机构或定时环 46 来实现叶片角度桨距改变，柱 76 卡合在桨距臂 74 上的孔口中，桨距臂 74 是每个叶片销 18 向叶片前方和 / 或后方延伸出的延伸部分。这种延伸对桨距变化系统提供机械优点。本发明不限于定时环上的柱 76 与从叶片销 18 延伸出的桨距臂 74 中的孔口接合的操作方式，定时环也可用于通过使柱 76 与如图 7 所示的支架一部分上的孔口直接接合来改变叶片角度桨距。共同的定时机构和中央叶片枢转特征还确保叶片间桨距角度设定的一致性。如本文所述，可方便地通过诸如齿轮配置等机构来促动定时环。可以选择性地利用被称为谐波驱动器的机构操作定时环 46，可通过小型的电动马达或液压马达尤其利用本发明所提供的降低了的桨距控制载荷来驱动谐波驱动器。

[0028] 现在参考图 3，传动架 48 附接于中央桨毂 34 的前端面。现在参考图 4，传动架 48 包括经由螺栓或任何适当的附接装置安装在中央桨毂 34 的前端面上的环结构。扇形齿轮 50 被栓接或直接附接到定时环 46 的背面上，并且可操作地穿过传动架 48 的前端面上的局部腔体中的孔口。

[0029] 现在参考图 5，扇形齿轮 50 包括绕着转子中心线 24 相对于传动架 48 转动的环形部件 52。扇形齿轮 50 的前端面上的环形部件 52 的转动通过轴承（在图 3 中以 56 示出）来实现，该轴承允许齿轮 52 和附接的定时环 46 都相对于传动架 48 转动。

[0030] 诸如驱动马达 60 之类的驱动机构位于扇形齿轮 50 在转子中心线 24 上的中心。通过蜗杆 61 将来自驱动马达 60 的转矩传递至多个蜗轮 63 和多个交错驱动轴 62，这些交错驱动轴均可操作地与位于环形部件 52 上的相应数量的蜗杆 64 相连接并接合。每个蜗杆 64 驱动相应的蜗轮 66，蜗轮 66 相应地驱动齿轮 68，进而齿轮 68 可操作地与驱动齿轮轮齿 70 相啮合以使扇形齿轮 50 相对于传动架 48 转动。显示为三个驱动轴 62 将来自驱动马达 60 的转矩传递至相应的蜗杆和蜗轮。本发明不限于此，任意数量的驱动轴可以驱动蜗杆和蜗轮以便实现扇形齿轮 50 在传动架 48 上的转动。

[0031] 使用驱动马达 60 来通过多个驱动轴将转矩传递至驱动齿轮 70 使得驱动马达能够以高速（高的每分钟转数）操作，由此允许环形部件 52 绕着转子中心线 24 的转动发生微小的改变。驱动马达 60 可为电动的、液压的、电动液压组合的或者通过任何其他适当的手段来驱动。

[0032] 此外，本发明不限于使用扇形齿轮 50 和传动架 48，这些组件可被替代为诸如谐波驱动器等之类的任何其他适当的装置。

[0033] 现在参考图 3 和图 6，定时环 46 经由桨距臂 74 与销 18 连接。桨距臂 74 的前端与定时环 46 上的柱 76 连接，使得定时环 46 的转动允许桨距臂 74 的前端相对于定时环转动、屈曲或做其他方式的运动。桨距臂 74 的后端与销 18 的端部上的销 /U 形接头配置 78 连接。销 /U 形接头配置 78 允许桨距臂 74 相对于销 18 运动。

[0034] 本发明不限于定时环 46 上的柱 76 连接至桨距臂 74 上的孔口进而连接至销 18。参考图 7，柱 76 可连接或直接接合至支架 28 上的孔口以实现叶片的桨距变化。

[0035] 现在参考图 8，以 80 示出了中央柱，U 形接头 30 跨过中央柱 80 而安装在中央桨毂 34 上。中央柱 80 接纳 U 形接头 30，并且利用螺栓 84 或其他适当的紧固件将中央柱 80 紧固到 U 形接头 30 上。衬套 88 位于中央柱 80 的外表面与 U 形接头 30 的内表面之间。U 形接头 30 包括两个翼部 86，在这两个翼部中具有开孔用以容纳销 18。在图 8 中还示出了两个可选碳纤维绕组 85（黑色），绕组 85 绕在桨毂的前后环部上以增加环箍承载能力，从而有助于抵制以风扇转动操作速度产生的大叶片离心载荷。

[0036] 现在参考图 10，在销根部 12 的上方以及叶片 16 之间的空间中限定中央体气流路径 14。叶片 16 位于其上的支架 28 通过平台 90、91 而与相邻的支架连接。平台 90 通过使其一个边缘 92 卡合在位于支架 28 相应边缘上的 J 形孔口 94 中而与支架 28 连接。平台 90 的相对边缘 95 卡合在相邻平台 91 的孔口中，该相邻平台 91 同时利用叶片与支架 28 连接所用的机构而与支架 28 连接。鼻椎体或类似的装置（未示出）配合在中央桨毂 34 上使得其边缘定位在平台 90、91 的前边缘处。

[0037] 从本发明可获得许多益处。首先，桨毂中的支撑部件附接点的离散空间定位可在

桨距失控的情况下用于平衡转子叶片的 TTM 并且针对给定的操作条件实现期望的桨距角度设定。第二，该设计消除了在叶片桨距失控的情况下对转子叶片平衡重物和 / 或其他更为复杂的桨距控制后备系统的需要。第三，提供了在例如用于涡扇发动机的单个转子中保持大量风扇叶片（18 ～ 22 叶片或更多）的在结构上有效且紧凑的装置，同时提供了同时改变所有叶片的桨距角度的装置。第四，由于允许在无需去除整个转子的情况下即可相对简单地去除和更换单个叶片、叶片销和 / 或支架装置，因此该设计具有可维修优点。第五，当叶片桨距角度减小和增大时叶片分别向内和向外轻微运动，从而在地面操作时提供有益的间隙并且在巡航时将效率最大化。

[0038] 最后，本发明允许调节叶片桨距角度以配合气流变化并且在所有操作条件下大大地提高效率。不具有可变桨距特征如同在所有条件下以二档驱动汽车。在没有可变桨距特征的情况下，发动机启动将减慢以避免发动机停转，并且由于发动机比其需要的转得更快，因此高速是浪费的，并且会浪费很多燃料。因此，一旦实现巡航速度，燃料就会随着叶片角度的增加而减少。

[0039] 尽管针对具体的实施例显示并描述了本发明，但本领域技术人员能够理解的是，在不脱离本发明范围的情况下可以进行各种修改并且可对各元件进行等同替代。另外，在不脱离本发明实质范围的情况下可以做出变型以使特定的情形或材料适于本发明的教导。因此，意图在于本发明不局限于以上具体描述所公开的特定实施例，而是本发明包括落入所附权利要求书的范围内的所有实施例。

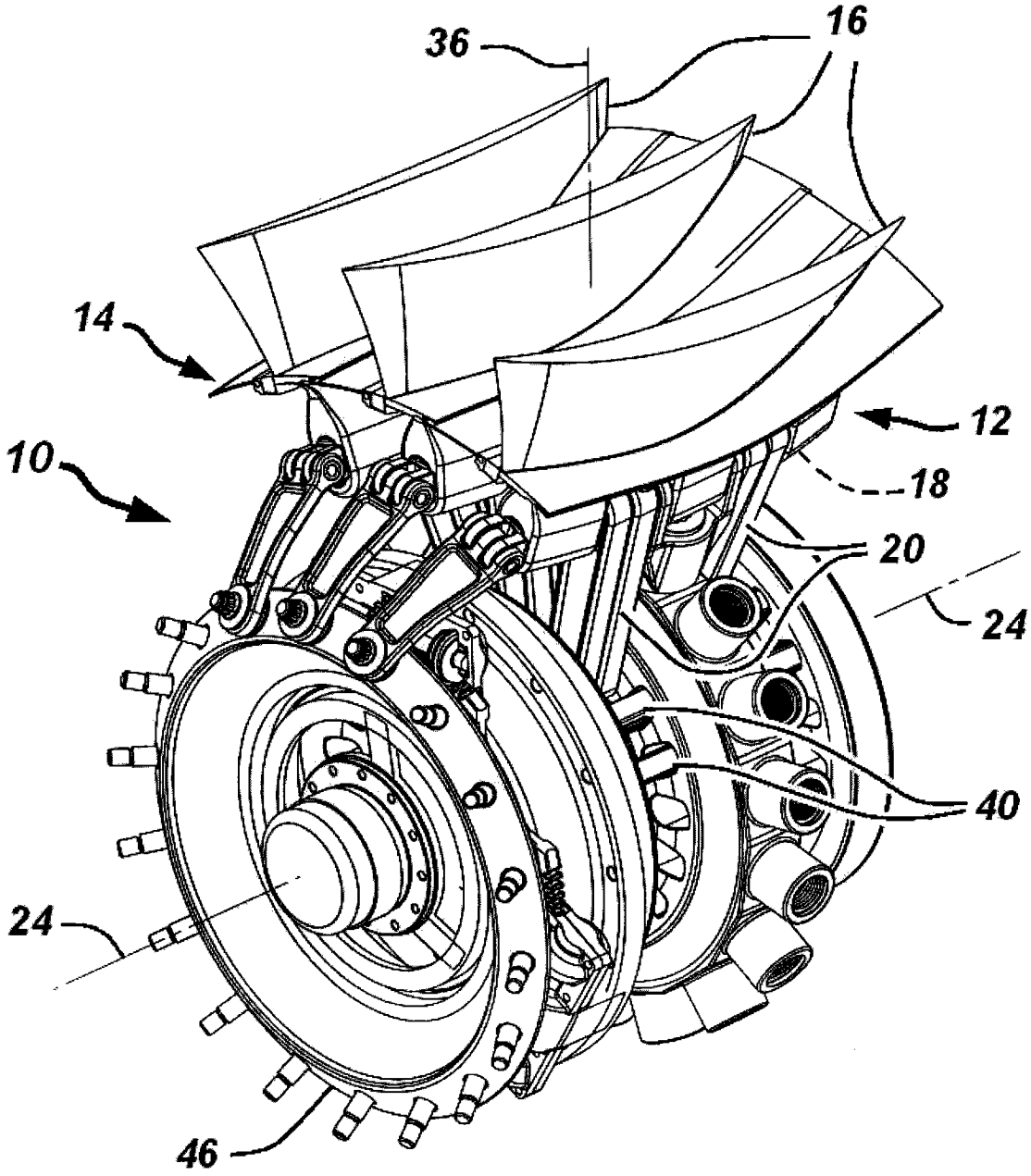


图 1

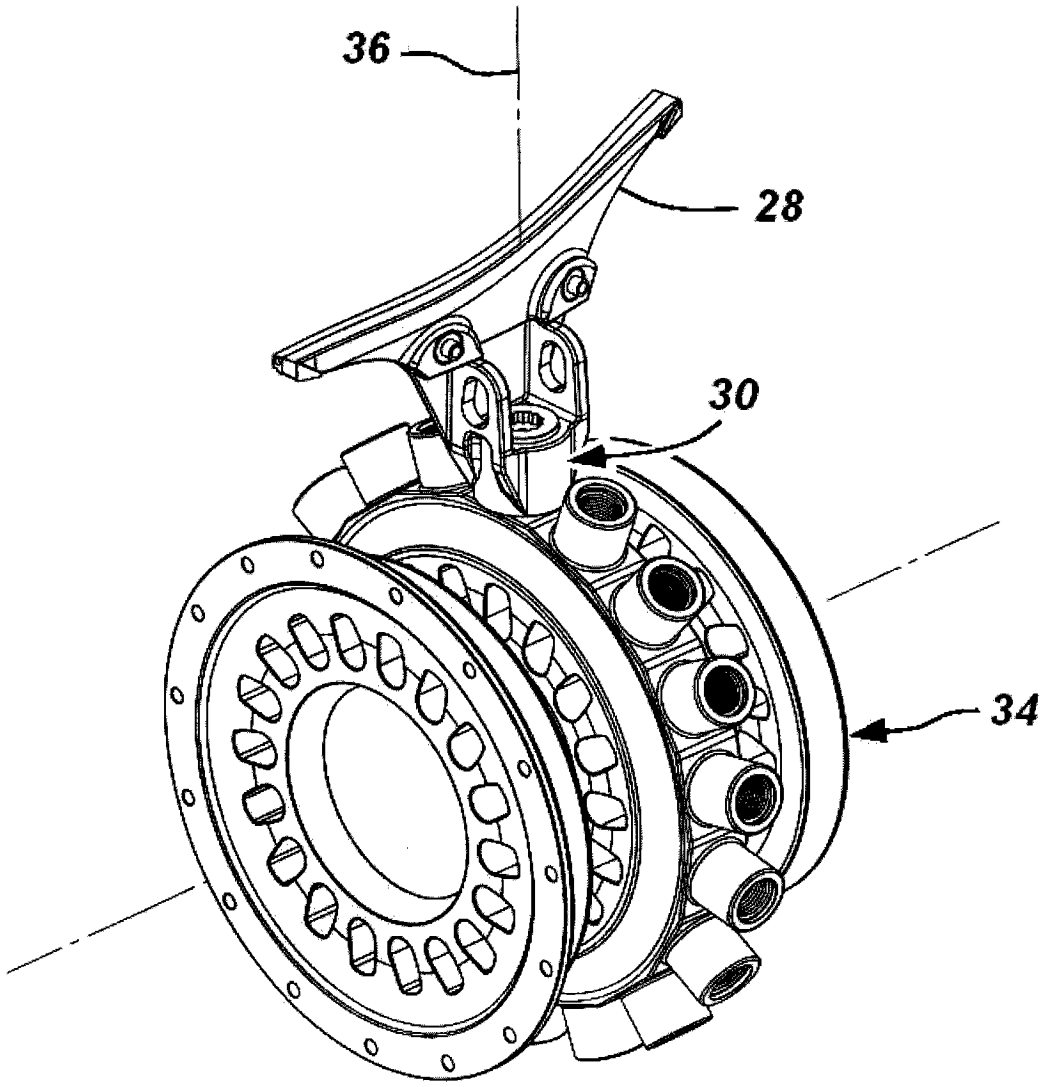


图 2

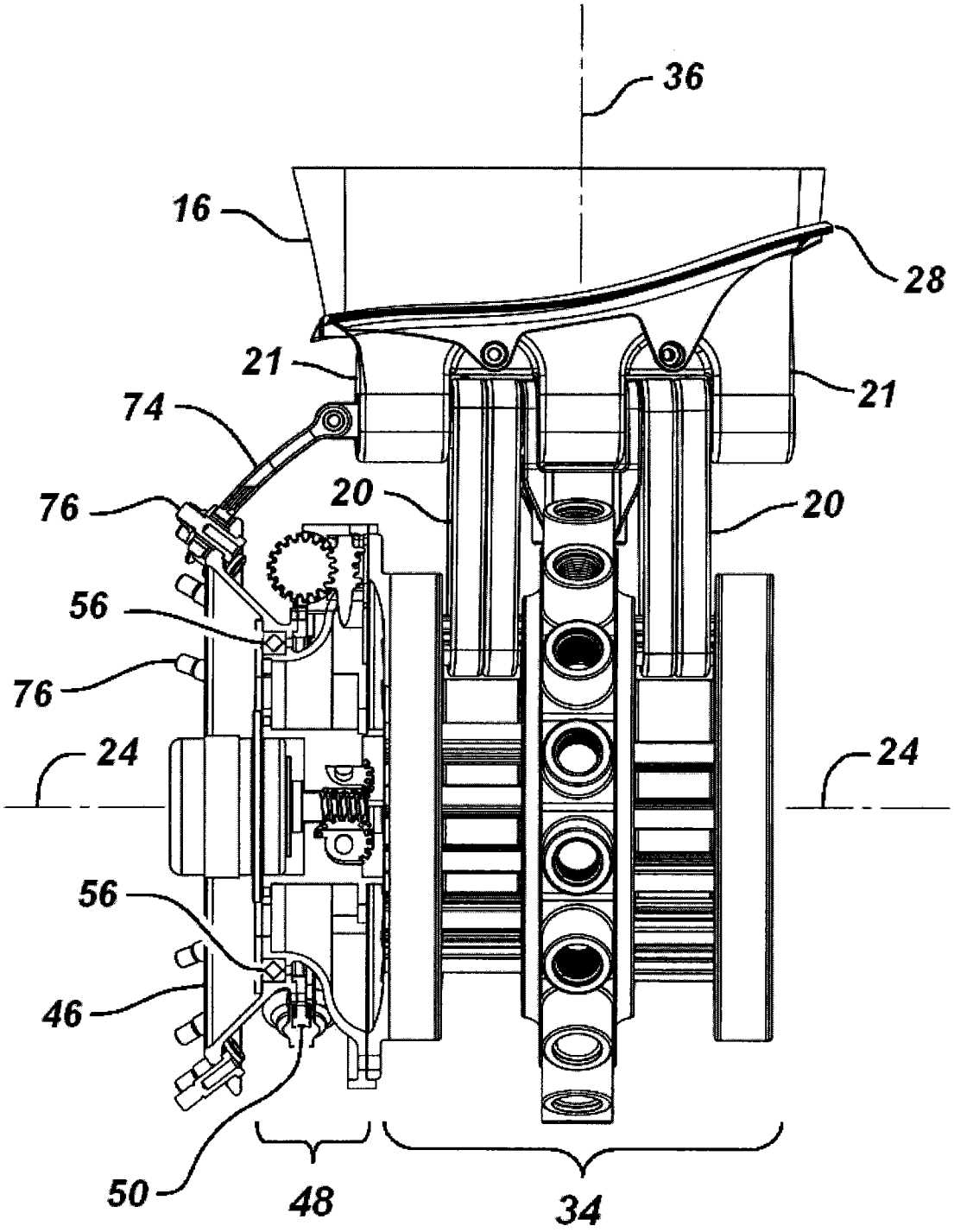


图 3

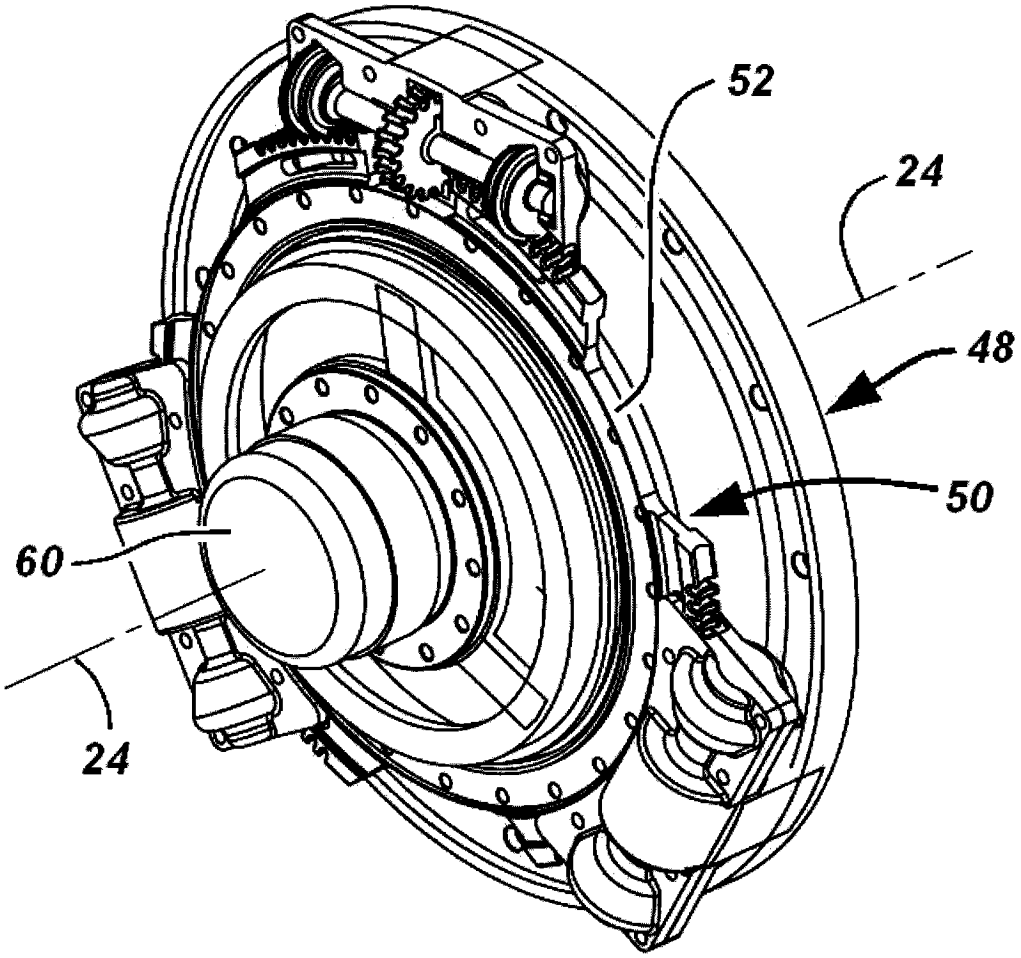


图 4

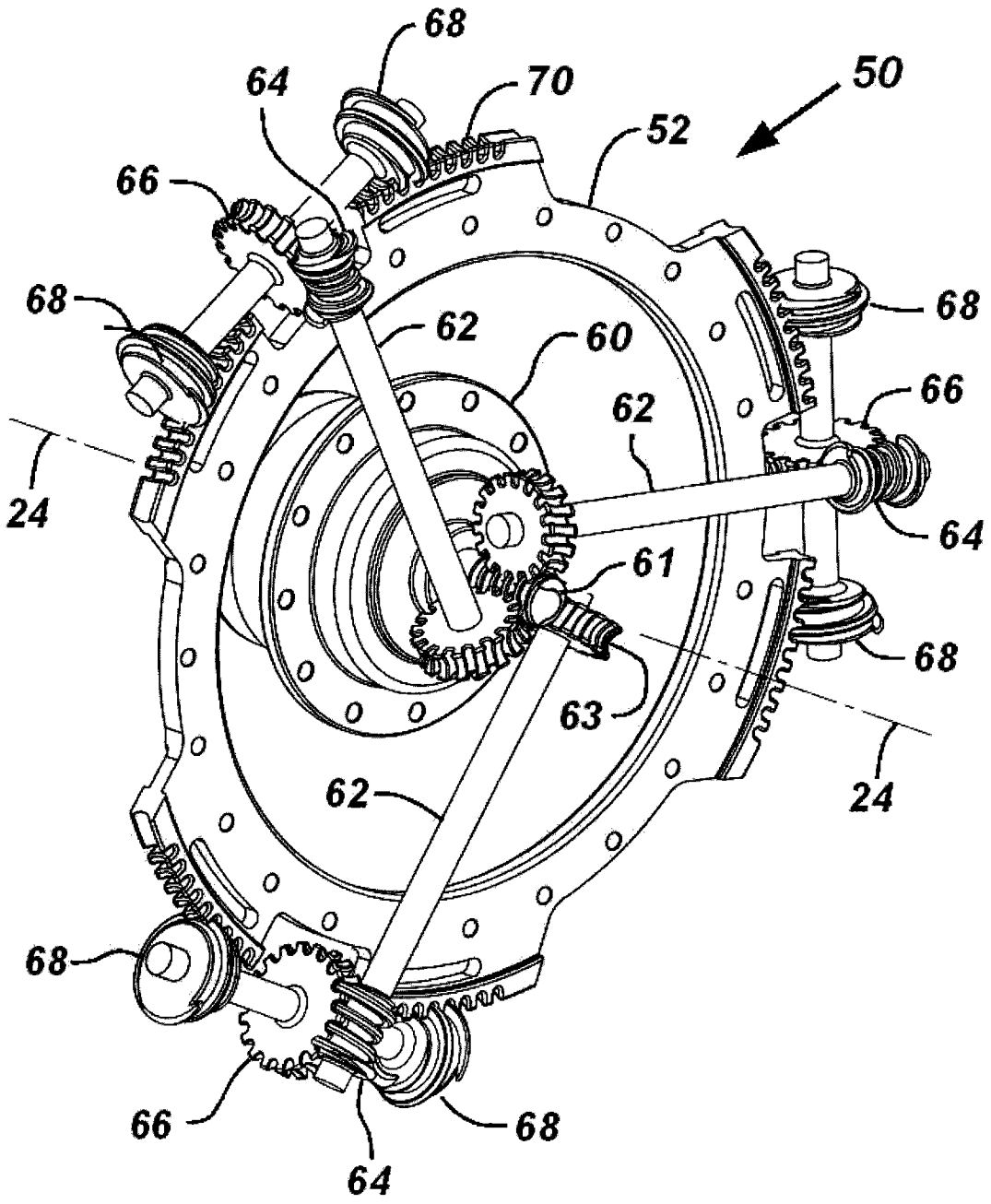


图 5

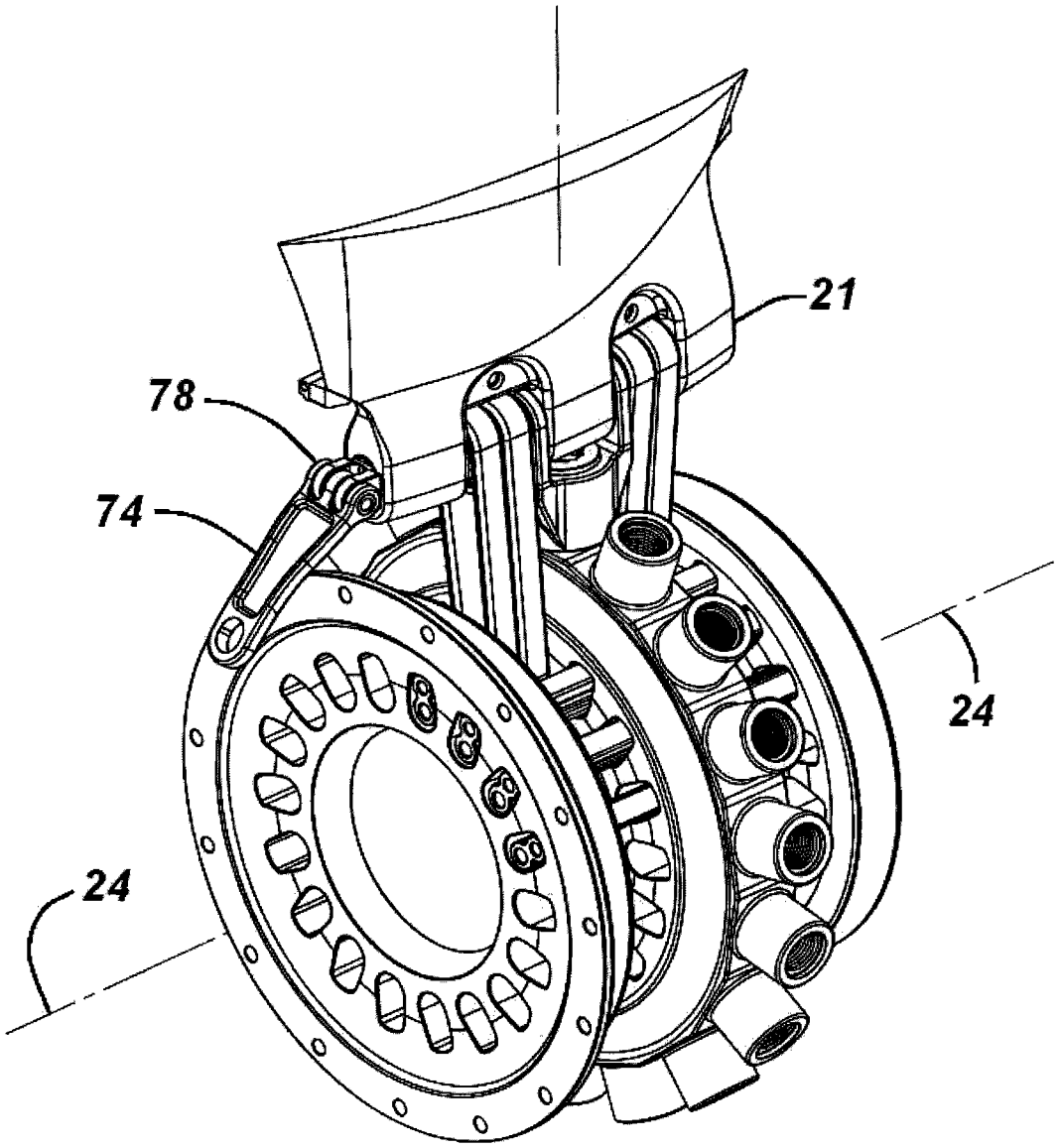


图 6

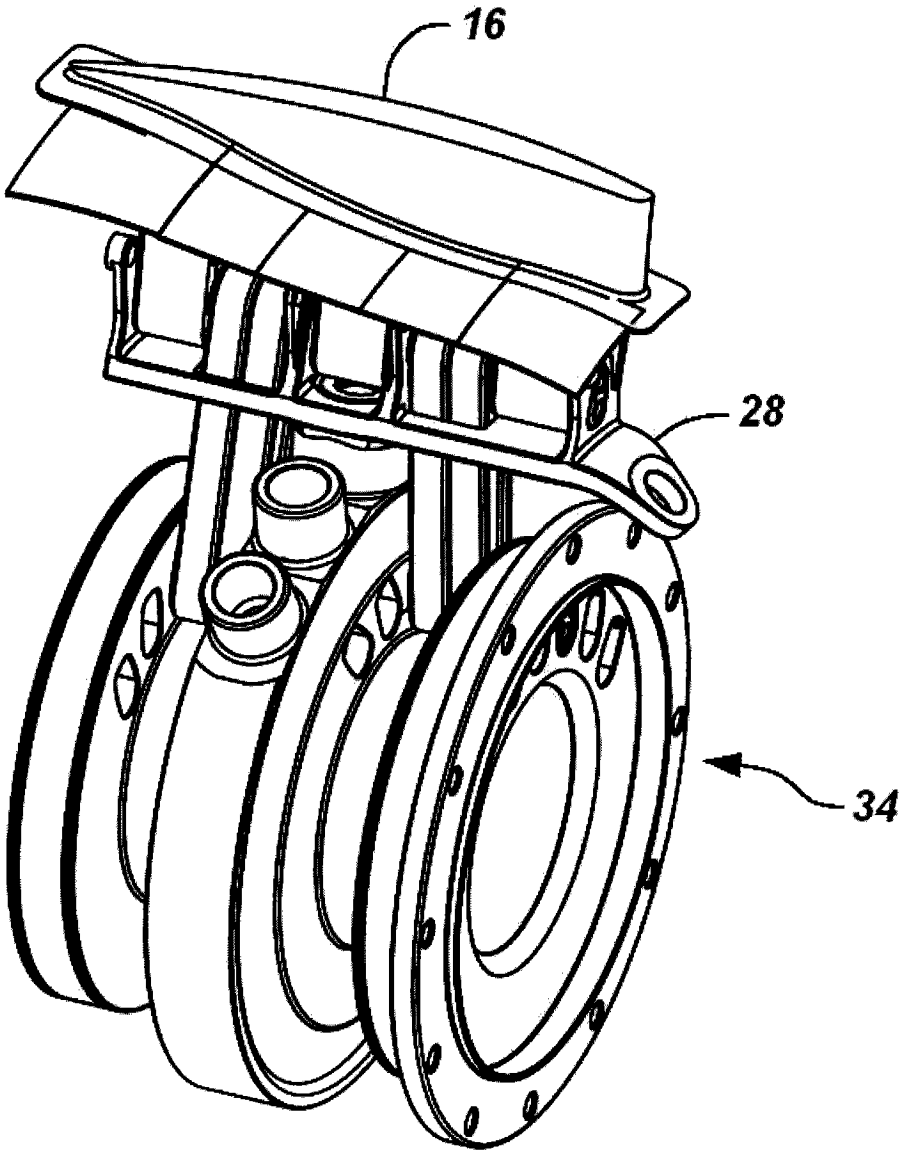


图 7

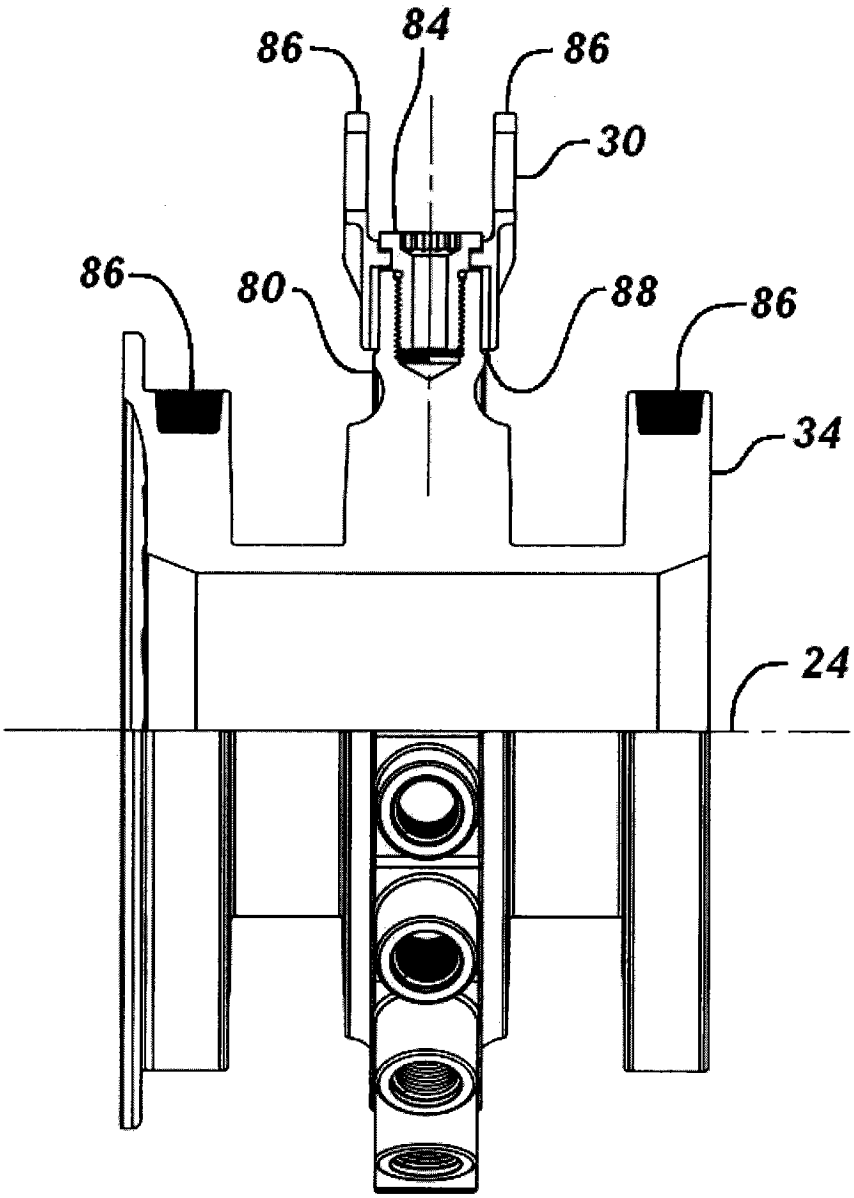


图 8

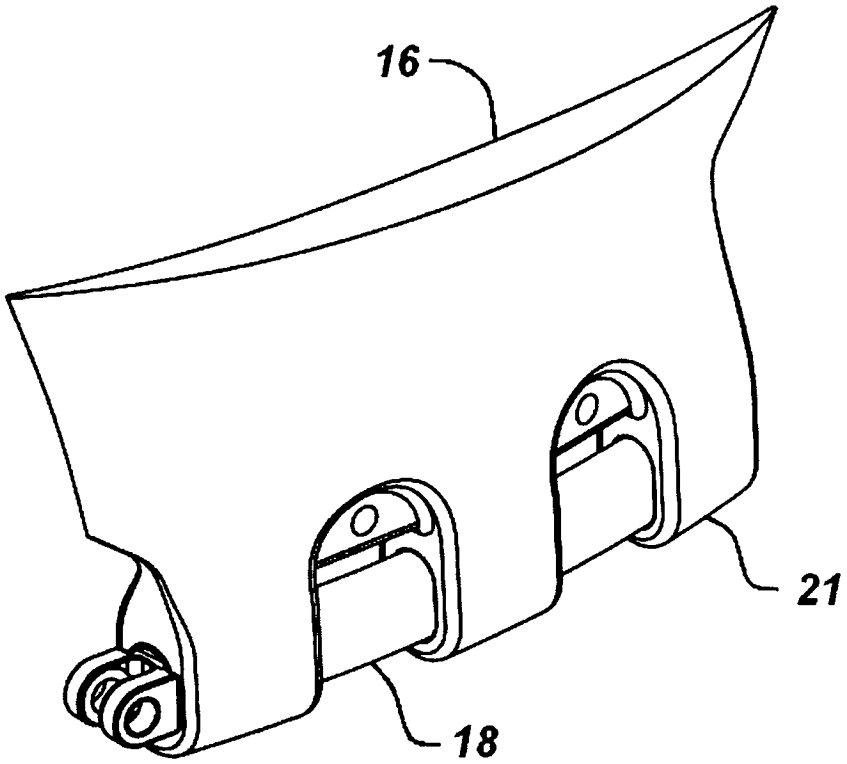


图 9

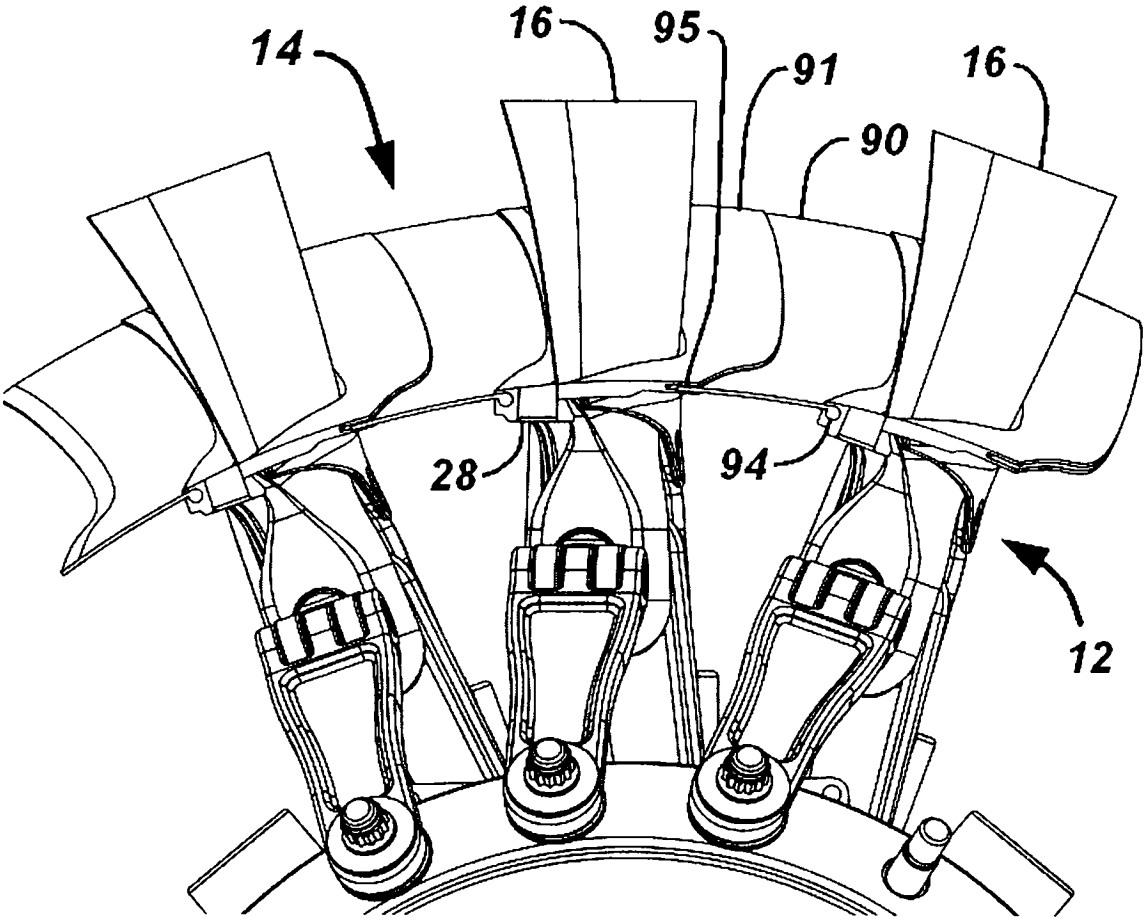


图 10

1. 一种对飞机发动机的转子叶片提供可变桨距的系统，所述系统的特征在于：

可转动桨毂；

至少一个叶片，其安装在所述可转动桨毂上；

齿轮机构，其与所述可转动桨毂可操作地连接，所述齿轮机构包括安装在所述可转动桨毂上的传动架，扇形齿轮可操作地安装在所述传动架上；

定时环，其与所述齿轮机构可转动且可操作地连接；以及

桨距臂，其将所述定时环与安装在所述可转动桨毂上的所述至少一个叶片可操作地连接在一起；

其中，所述齿轮机构的操作使得所述定时环转动以改变安装在所述可转动桨毂上的所述至少一个叶片的桨距。

2. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于将所述至少一个叶片与所述可转动桨毂连接的挠性凸隼。

3. 根据权利要求 2 所述的系统，其中，所述挠性凸隼由碳纤维材料制成。

4. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于销，所述至少一个叶片与所述销连接，并且所述销与所述可转动桨毂连接。

5. 根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述至少一个叶片的特征在于从所述至少一个叶片悬垂的叶片凸隼，所述叶片凸隼与从所述可转动桨毂延伸出的支撑凸隼连接，所述叶片凸隼和所述支撑凸隼与销连接。

6. 根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述至少一个叶片可转动地安装在从所述可转动桨毂延伸出的柱上。

7. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于与所述扇形齿轮可操作地连接的驱动机构。

8. 根据权利要求 7 所述的系统，其中，驱动马达与所述扇形齿轮的可操作连接的特征在于蜗杆和蜗轮装置，所述蜗杆和蜗轮装置的操作使所述扇形齿轮和所述定时环转动。

9. 根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述桨距臂与所述定时环和支架可操作地连接，所述至少一个叶片附接至所述支架。

10. 根据权利要求 2 所述的系统，其中，所述挠性凸隼由纤维质聚酰胺制成。

11. 根据权利要求 2 所述的系统，其中，所述挠性凸隼由纤维质玻璃制成。

12. 根据权利要求 2 所述的系统，其中，所述挠性凸隼由树脂状基质系统中的纤维材料制成。