



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103987941 A

(43) 申请公布日 2014. 08. 13

(21) 申请号 201380002920. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 05. 20

F02C 3/04 (2006. 01)

F02C 7/06 (2006. 01)

(30) 优先权数据

61/653, 731 2012. 05. 31 US

13/557, 614 2012. 07. 25 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 03. 04

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/041761 2013. 05. 20

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/028085 EN 2014. 02. 20

(71) 申请人 联合工艺公司

地址 美国康涅狄格州

(72) 发明人 W.G. 谢里丹

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 吴超 杨炯

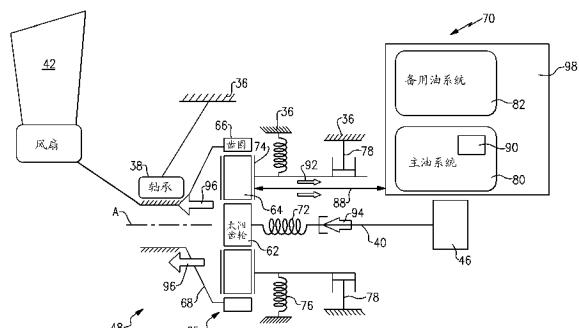
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

基础齿轮系统结构

(57) 摘要

用于燃气涡轮发动机的风扇驱动齿轮系统包括在风扇驱动涡轮机和风扇之间提供减速的齿轮系统和弹性地支撑该齿轮系统的多个部分的座。支撑该风扇驱动齿轮系统的润滑系统提供润滑油到齿轮系统并移除由该齿轮系统产生的热能。润滑系统包括移除等于少于输入到齿轮系统的动力的约 2% 的热能的能力。



1. 一种用于燃气涡轮发动机的风扇驱动齿轮系统,包括:  
齿轮系统,其提供了在风扇驱动涡轮机和风扇之间的减速;  
座,其弹性地支撑该齿轮系统的多个部分;以及  
润滑系统,其提供润滑剂到该齿轮系统并且移除由该齿轮系统产生的热能,其中润滑系统包括用于移除等于少于输入到该齿轮系统的动力的约 2% 的热能的能力。
2. 如权利要求 1 中所述的风扇驱动齿轮系统,其中该齿轮系统将来自风扇驱动涡轮机的动力输入以高于约 98% 的效率传输到风扇。
3. 如权利要求 1 中所述的风扇驱动齿轮系统,其中润滑系统包括用于移除等于少于输入到齿轮系统的动力的约 1% 的热能的能力。
4. 如权利要求 1 中所述的风扇驱动齿轮系统,其中润滑系统包括提供润滑剂流给齿轮系统的主润滑系统和响应于来自主润滑系统的润滑剂流的中断而提供润滑剂给齿轮系统的备用润滑系统。
5. 如权利要求 1 中所述的风扇驱动齿轮系统,其中所述座包括载荷限制器,用于限制该齿轮系统的响应于失衡条件的移动。
6. 如权利要求 1 中所述的风扇驱动齿轮系统,其中齿轮系统包括由风扇驱动涡轮机驱动的太阳齿轮,不能转动的齿轮架,被支撑在该齿轮架上的且由太阳齿轮驱动的多个星齿轮和围绕所述多个星齿轮的齿圈。
7. 如权利要求 6 中所述的风扇驱动齿轮系统,其中所述座包括在由风扇驱动涡轮机驱动的输入轴和太阳齿轮之间的第一弹性联接,和在固定结构和齿轮架之间的第二弹性联接。
8. 如权利要求 1 中所述的风扇驱动齿轮系统,其中齿轮系统包括由风扇驱动涡轮机驱动的太阳齿轮,能转动的齿轮架,被支撑在该齿轮架上的且由太阳齿轮驱动的多个行星齿轮和围绕所述多个行星齿轮的齿圈。
9. 如权利要求 8 中所述的风扇驱动齿轮系统,其中所述座包括在由风扇驱动涡轮机驱动的输入轴和太阳齿轮之间的第一弹性联接,和在固定结构和齿圈之间的第二弹性联接。
10. 一种燃气涡轮发动机,其包括:  
能绕轴线旋转的包括多个风扇叶片的风扇;  
压缩机部分;  
与压缩机部分流体连通的燃烧器;  
与该燃烧器连通的风扇驱动涡轮机;  
齿轮系统,其提供在风扇驱动涡轮机和风扇之间的减速,该齿轮系统将来自风扇驱动涡轮机的动力输入以大于约 98% 的效率传输到该风扇;  
座,其弹性地支撑该齿轮系统的多个部分;以及  
润滑系统,其提供润滑剂到齿轮系统并从该齿轮系统移除由该齿轮系统产生的热能。
11. 如权利要求 10 中所述的燃气涡轮发动机,其中润滑系统包括用于移除等于少于输入到齿轮系统的动力的约 2% 的热能的能力。
12. 如权利要求 10 中所述的燃气涡轮发动机,其中润滑系统包括用于移除等于少于输入到齿轮系统的动力的约 1% 的热能的能力。
13. 如权利要求 10 中所述的燃气涡轮发动机,其中润滑系统包括提供润滑剂流给齿轮

系统的主润滑系统和响应于来自主润滑系统的润滑剂流的中断而提供润滑剂给齿轮系统的备用润滑系统。

14. 如权利要求 10 中所述的燃气涡轮发动机, 其中齿轮系统包括由风扇驱动涡轮机驱动的太阳齿轮、不能旋转的齿轮架、支撑在该齿轮架上且由太阳齿轮驱动的多个星齿轮和围绕该多个星齿轮的齿圈, 并且所述座包括在由风扇驱动涡轮机驱动的输入轴和太阳齿轮之间的第一弹性联接和在固定结构和齿轮架之间的第二弹性联接。

15. 如权利要求 10 中所述的燃气涡轮发动机, 其中齿轮系统包括由风扇驱动涡轮机驱动的太阳齿轮、能旋转的齿轮架、支撑在该齿轮架上且由太阳齿轮驱动的多个行星齿轮和围绕该多个行星齿轮的齿圈, 并且所述座包括在由风扇驱动涡轮机驱动的输入轴和太阳齿轮之间的第一弹性联接和在固定结构和齿圈之间的第二弹性联接。

16. 如权利要求 10 中所述的燃气涡轮发动机, 其中所述座包括载荷限制器, 用于限制该齿轮系统的响应于失衡条件的移动。

17. 如权利要求 10 中所述的燃气涡轮发动机, 其中该齿轮系统包括具有大于约 2.3 的齿轮比的齿轮减速装置。

18. 如权利要求 10 中所述的燃气涡轮发动机, 其中所述风扇传递一部分空气进入函道管道, 并且函道比被定义为被传递进入函道管道内的空气部分除以被传递到压缩机部分内的空气量, 该函道比大于约 6.0。

19. 如权利要求 10 中所述的燃气涡轮发动机, 其中跨过风扇的风扇压力比小于约 1.5。

20. 如权利要求 10 中所述的燃气涡轮发动机, 其中所述风扇具有 26 个或更少的叶片。

## 基础齿轮系统结构

### [0001] 相关申请的交叉引用

本申请要求 2012 年 5 月 31 日提交的美国临时申请 61/653,731 的优先权。

### 背景技术

[0002] 燃气涡轮发动机通常包括风扇部分、压缩机部分、燃烧器部分和涡轮机部分。进入压缩机部分的空气被压缩并被传递到燃烧部分内，在那里空气与燃料混合并被点燃以产生高速废气气体流。高速废气气体流膨胀通过涡轮机部分以驱动压缩机和风扇部分。压缩机部分通常包括低压和高压压缩机，并且涡轮机部分可包括低压和高压涡轮机。

[0003] 高压涡轮机通过外轴杆驱动高压压缩机以形成高轴，并且低压涡轮机通过内轴杆驱动低压试压缩机以形成低轴。减速设备，例如周转齿轮组件，可被用于驱动风扇部分使得风扇部分可以不同于涡轮机部分的速度旋转，从而增加该发动机的整体推进效率。齿轮组件传输动力时的效率是齿轮驱动风扇的开发中的一个应考虑因素。未通过齿轮箱传输的动力或能量通常导致了热的生成，该热由润滑系统移除。生成的热越多，润滑系统就越大和越重。

[0004] 虽然齿轮传动结构能提供改善的推进效率，但其它的因素，包括热移除和润滑在内，可能减损该改善的推进效率。因此，涡轮发动机制造商一直寻找对发动机性能的进一步改善，其中包括对热、传输和推进效率的改善。

### 发明内容

[0005] 根据本公开的示例性实施例的用于燃气涡轮发动机的风扇驱动齿轮系统，除了其它可能的东西以外，还包括在风扇驱动涡轮机和风扇之间提供减速的齿轮系统，弹性地支撑该齿轮系统的部分的座，和提供润滑剂到该齿轮系统并移除由该齿轮系统产生的热能的润滑系统，其中该润滑系统包括移除等于小于该齿轮系统的动力输入的约 2% 的热能的能力。

[0006] 在前述风扇驱动齿轮系统的另一个实施例中，其中该齿轮系统以大于约 98% 的效率将动力输入从风扇驱动涡轮机传输到风扇。

[0007] 在前述风扇驱动齿轮系统的任一个的另一实施例中，其中润滑系统包括移除等于小于该齿轮系统的动力输入的约 1% 的热能的能力。

[0008] 在前述风扇驱动齿轮系统中任一个的另一实施例中，其中润滑系统包括提供润滑剂流给齿轮系统的主润滑系统和响应于来自主润滑系统的润滑剂流的中断而提供润滑剂给齿轮系统的备用润滑系统。

[0009] 在前述风扇驱动齿轮系统中任一个的另一实施例中，其中所述座包括载荷限制器，其限制了齿轮系统的响应于失衡条件的移动。

[0010] 在前述风扇驱动齿轮系统中任一个的另一实施例中，其中齿轮系统包括由风扇驱动涡轮机驱动的太阳齿轮，不能转动的齿轮架，被支撑在该齿轮架上的且由太阳齿轮驱动的多个星齿轮和围绕所述多个星齿轮的齿圈。

[0011] 在前述风扇驱动齿轮系统中任一个的另一实施例中,其中所述座包括在由风扇驱动涡轮机驱动的输入轴和太阳齿轮之间的第一弹性联接,在固定结构和齿轮架之间的第二弹性联接。

[0012] 在前述风扇驱动齿轮系统中任一个的另一实施例中,其中齿轮系统包括由风扇驱动涡轮机驱动的太阳齿轮,能转动的齿轮架,被支撑在该齿轮架上的且由太阳齿轮驱动的多个行星齿轮和围绕所述多个行星齿轮的齿圈。

[0013] 在前述风扇驱动齿轮系统中任一个的另一实施例中,其中所述座包括在由风扇驱动涡轮机驱动的输入轴和太阳齿轮之间的第一弹性联接,和在固定结构和齿圈之间的第二弹性联接。

根据本公开的示例性实施例的燃气涡轮发动机,除了其它可能的东西以外,还包括:包括能绕着轴线旋转的多个风扇叶片的风扇、压缩机部分、与该压缩机部分流体连通的燃烧器、与该燃烧器连通的风扇驱动涡轮机、在该风扇驱动涡轮机和风扇之间提供减速的齿轮系统,该齿轮系统以大于约 98% 的效率将动力输入从风扇驱动涡轮机传输到该风扇、弹性地支撑该齿轮系统的部分的座、以及提供润滑剂到该齿轮系统并从该齿轮系统移除由该齿轮系统产生的热能的润滑系统。

[0014] 在前述燃气涡轮发动机的另一实施例中,其中润滑系统包括移除等于小于该齿轮系统的动力输入的约 2% 的热能的能力。

[0015] 在前述燃气涡轮发动机中任一个的另一实施例中,其中润滑系统包括移除等于小于该齿轮系统的动力输入的约 1% 的热能的能力。

[0016] 在前述燃气涡轮发动机中任一个的另一实施例中,其中润滑系统包括提供润滑剂流给齿轮系统的主润滑系统和响应于来自主润滑系统的润滑剂流的中断而提供润滑剂给齿轮系统的备用润滑系统。

[0017] 在前述燃气涡轮发动机中任一项的另一实施例中,其中齿轮系统包括由风扇驱动涡轮机驱动的太阳齿轮、不能旋转的齿轮架、支撑在该齿轮架上且由太阳齿轮驱动的多个星齿轮和围绕该多个星齿轮的齿圈,并且所述座包括在由风扇驱动涡轮机驱动的输入轴和太阳齿轮之间的第一弹性联接和在固定结构和齿轮架之间的第二弹性联接。

[0018] 在前述燃气涡轮发动机中任一项的另一实施例中,其中齿轮系统包括由风扇驱动涡轮机驱动的太阳齿轮、能旋转的齿轮架、支撑在该齿轮架上且由太阳齿轮驱动的多个行星齿轮和围绕该多个行星齿轮的齿圈,并且所述座包括在由风扇驱动涡轮机驱动的输入轴和太阳齿轮之间的第一弹性联接和在固定结构和齿圈之间的第二弹性联接。

[0019] 在前述燃气涡轮发动机中任一个的另一实施例中,其中所述座包括载荷限制器,其限制了齿轮系统的响应于失衡条件的移动。

[0020] 在前述燃气涡轮发动机中任一项的另一实施例中,其中齿轮系统包括具有大于约 2.3 的齿轮比的齿轮减速装置。

[0021] 在前述燃气涡轮发动机中任一项的另一实施例中,其中所述风扇传递一部分空气进入函道管道,并且函道比被定义为被传递进入函道管道内的空气部分除以被传递到压缩机部分内的空气量,该函道比大于约 6.0。

[0022] 在前述燃气涡轮发动机中任一项的另一实施例中,其中跨过风扇的风扇压力比小于约 1.5。

[0023] 在前述燃气涡轮发动机中任一项的另一实施例中,其中所述风扇具有 26 个或更少的叶片。

[0024] 虽然不同的示例具有图示中示出的具体的部件,但是本发明的实施例不限于这些特定的组合。可以将来自其中一个示例的一些部件或特征与来自另一个示例的特征或部件组合使用。

[0025] 可从下面的说明和附图最佳地理解本文公开的这些和其它特征,附图是简要描述。

## 附图说明

[0026] 图 1 是示例燃气涡轮发动机的示意图。

[0027] 图 2 是包括星形周转齿轮传动结构的示例风扇驱动齿轮系统的示意图。

[0028] 图 3 是包括行星周转齿轮传动结构的示例风扇驱动齿轮系统的示意图。

## 具体实施方式

[0029] 图 1 示意地说明了示例性的燃气涡轮发动机 20,其包括风扇部分 22、压缩机部分 24、燃烧器部分 26 和涡轮机部分 28。另外的发动机可除了其它的系统和特征外还包括增强器部分(未示出)。风扇部分 22 沿着函道流动路径 B 驱动空气而压缩机部分 24 沿着核心流动路径 C 吸入空气,在那里空气被压缩并传输到燃烧器部分 26。在燃烧器部分 26 中,空气与燃料混合并被点燃以产生高压废气气体流,该废气气体流膨胀通过涡轮机部分 28,在那里能量被提取并被用于驱动风扇部分 22 和压缩机部分 24。

[0030] 尽管所公开的非限定性实施例描述了涡轮风扇燃气涡轮发动机,但应该理解,本文描述的概念不限于与涡轮风扇发动机一起使用,因为这些教导可被应用到其它类型的涡轮发动机;例如,包括三轴结构的涡轮发动机,其中三个轴绕着公共轴线同心地旋转并且其中低轴使低压涡轮机通过齿轮箱驱动风扇,中间轴使中等压力涡轮机能驱动压缩机部分的第一压缩机,而高轴使高压涡轮机能驱动压缩机部分的高压压缩机。

[0031] 示例发动机 20 通常包括低速轴 30 和高速轴 32,它们安装成用于通过若干轴承系统 38 相对于发动机静止结构 36 绕发动机中心纵向轴线 A 旋转。应当理解的是,可替换地或附加地在各种位置提供各种轴承系统 38。

[0032] 低速轴 30 通常包括连接风扇 42 和低压(或第一)压缩机部分 44 到低压(或第一)涡轮机部分 46 的内轴杆 40。内轴杆 40 通过变速设备驱动风扇 42,例如齿轮传动结构 48,从而以比低速轴 30 低的速度驱动风扇 42。高速轴 32 包括将高压(或第二)压缩机部分 52 和高压(或第二)涡轮机部分 54 互连的外轴杆 50。内轴杆 40 和外轴杆 50 是同心的且通过轴承系统 38 绕发动机中心纵向轴线 A 旋转。

[0033] 燃烧器 56 被布置在高压压缩机 52 和高压涡轮机 54 之间。在一个示例中,高压涡轮机 54 包括至少两个级,从而提供双级高压涡轮机 54。在另一个实施例中,高压涡轮机 54 仅包括单个级。在本文所用时,“高压”压缩机或涡轮机经历比对应的“低压”压缩机或涡轮机更高的压力。

[0034] 示例低压涡轮机 46 具有大于约 5 的压力比。该示例低压涡轮机 46 的压力比是在低压涡轮机 46 的进口之前相对于在废气喷嘴之前的低压涡轮机 46 的出口处测量的压力测

量的。

[0035] 发动机静止结构 36 的涡轮机中间的框架 58 被大致布置在高压涡轮机 54 和低压涡轮机 46 之间。涡轮机中间的框架 58 还支撑在涡轮机部分 28 内的轴承系统 38 以及设置进入低压涡轮机 46 的空气流。

[0036] 核心空气流 C 由低压压缩机 44 压缩接着由高压压缩机 52 压缩, 在燃烧器 56 内与燃料混合并被点燃以产生高速废气气体, 该废气气体接着被膨胀通过高压涡轮机 54 和低压涡轮机 46。涡轮机中间的框架 58 包括定子叶片 60, 其在核心空气流路径内并且起到低压涡轮机 46 的进口引导定子叶片的作用。将涡轮机中间的框架 58 的定子叶片 60 利用为低压涡轮机 46 的进口引导定子叶片减少了低压涡轮机 46 的长度, 而不增加涡轮机中间的框架 58 的轴向长度。减少或消除在低压涡轮机 46 内的定子叶片的数量缩短了涡轮机部分 28 的轴向长度。因此, 燃气涡轮发动机 20 的紧凑性得到提高并且可实现了更高的动力密度。

[0037] 在一个示例中公开的燃气涡轮发动机 20 是高函道齿轮传动飞行器发动机。在另一个示例中, 燃气涡轮发动机 20 包括大于约六(6)的函道比, 在一个示例实施例中大于约十(10)。示例齿轮传动结构 48 是周转齿轮系, 例如行星齿轮系统, 星形齿轮系统和其它已知的齿轮系统, 带有大于约 2.3 的齿轮减速比。

[0038] 在一个公开的实施例中, 燃气涡轮发动机 20 包括了大于约十(10 :1)的函道比并且风扇直径显著大于低压压缩机 44 的外直径。不过, 应该理解, 上面的参数在包括齿轮传动结构的燃气涡轮发动机的一个实施例中仅是示例性的并且本公开可应用于其它的燃气涡轮发动机。

[0039] 显著量的推力由因高函道比产生的函道流 B 提供。发动机 20 的风扇部分 22 被设计用于特定的飞行条件——通常在约 35000 英尺以约 0.8 马赫巡航。0.8 马赫和 35000 英尺的飞行条件, 由于发动机处于其最佳的燃料消耗—也称为“桶巡航推力比燃料消耗 (TSFC)”, 是处于最小点的每小时燃烧的燃料磅质量(1bm)除以发动机产生的推力的磅力(1bf)的行业标准参数。

[0040] “低风扇压力比”是仅跨过风扇叶片的压力比, 不包括风扇出口导流叶片(FEGV)系统。本文公开的根据一个非限制性实施例的低风扇压力比是小于约 1.50。在另一个非限定性实施例中, 低风扇压力比小于约 1.45。

[0041] “低修正风扇尖端速度”是以 ft/sec 为单位的实际风扇尖端速度除以行业标准温度修正 [( $T_{ram} \cdot R$ ) / 518.7]<sup>0.5</sup>。本文公开的根据一个非限制性实施例的“低修正风扇尖端速度”是小于约 1150ft/秒。

[0042] 示例燃气涡轮发动机包括风扇 42, 该风扇 42 在一个非限定性实施例包括少于约 26 个的风扇叶片。在另一个非限定性实施例中, 风扇部分 22 包括少于约 20 个的风扇叶片。另外, 在一个公开的实施例中, 低压涡轮机 46 包括不多于约 6 个的涡轮机转子, 其被示意地标记为 34。在另一个非限定性实施例中, 低压涡轮机 46 包括约 3 个涡轮机转子。在风扇叶片 42 的数量和低压涡轮机转子的数量之间的比在约 3.3 和约 8.6 之间。示例低压涡轮机 46 提供驱动动力以旋转风扇部分 22 并因此在低压涡轮机 46 中的涡轮机转子 34 的数量和在风扇部分 22 中的叶片 42 的数量的关系公开了具有提高的动力传输效率的示例燃气涡轮发动机 20。

[0043] 示例燃气涡轮发动机包括润滑系统 98。润滑系统 98 提供润滑剂流给燃气涡轮发动机的旋转部件,包括轴承系统 38 和齿轮传动结构 48。润滑系统 98 还用于实现移除在各种不同的轴承系统和齿轮传动结构 48 中的热。

[0044] 示例润滑系统 98 包括在燃气涡轮发动机的正常运行条件下提供润滑的主系统 80。还包括备用系统 82 以补充主润滑系统 80 的操作。润滑系统 90 的大小和重量与其从齿轮传动结构 48 移除热的能量直接相关。对热移除的要求越高,润滑系统 98 就变得越大和越重。由齿轮传动结构 48 产生的热的量因此是在风扇驱动齿轮系统的构造中重要的应考虑因素。

[0045] 参照图 2 并继续参照图 1,示例齿轮传动结构 48 是风扇驱动齿轮系统 70 的一部分。示例齿轮传动结构 48 包括齿轮部件 65,该齿轮部件 65 包括由风扇驱动涡轮机 46 驱动的太阳齿轮 62。在这个示例中,风扇驱动涡轮机是低压涡轮机 46。太阳齿轮 62 进而驱动通过轴颈轴承安装在齿轮架 74 上的中间齿轮 64。齿轮架 74 被固定到静止发动机结构 36 并且因此中间齿轮 64 不围绕太阳齿轮 62 作圆圈运动。中间齿轮 64 与联接到风扇轴杆 68 的齿圈 66 互相啮合并驱动齿圈 66 以驱动风扇 42。

[0046] 齿轮组件 65 被弹性地安装使得其可被与可能干扰齿轮 62、64 和 66 之间的对齐的振动的且瞬间的运动隔离开。在这个示例中,弹性座 76 支撑齿轮架 74 并且吸收了在齿轮组件 65 和发动机静止结构 36 之间的相对运动。该示例弹性座 76 包括适应在风扇驱动齿轮系统 70 的正常操作期间发生的偏转的弹簧率。

[0047] 通过风扇驱动涡轮机 46 的内轴杆 40 的动力输入被通过弹性联接 72 传输。弹性联接 72 还包括弹簧率,其允许定义量的偏转和错位以使得齿轮组件 65 的部件不被驱动得不对齐。

[0048] 尽管一些相对运动由弹性联接 72 和弹性座 76 补偿,但是超过期望限制的运动可有害地影响在齿轮之间的啮合接合并且因此提供了载荷限制设备 78 作为齿轮箱安装结构的一部分。载荷限制设备 78 约束了齿轮箱 65 的运动。限制器 78 还提供了对齿轮箱 65 上的失衡载荷作出反应的止挡。因此,限制器阻止了径向失衡载荷和 / 或扭曲过载荷损害燃气涡轮发动机 20。

[0049] 示例风扇驱动齿轮系统 70 由润滑系统 98 支撑。润滑系统 98 可实现齿轮 62、64 和 66 以及支撑这些齿轮的旋转的轴承的润滑和冷却。期望尽可能快地循环润滑剂以维持期望的温度。升高的温度为有害地影响通过齿轮箱 65 的动力传输效率。

[0050] 在这个示例中,润滑系统 98 包括通过由线 88 示意说明的多个导管提供进出齿轮箱 65 的期望的润滑剂流的主系统 80。主油系统 80 还传输热,由箭头 92 示意地表示,远离齿轮箱 65 以维持期望的温度。

[0051] 润滑系统 98 还包括备用油系统 82,其响应于来自主油系统 80 的润滑剂流的暂时中断而提供油流给齿轮箱 65。

[0052] 示例齿轮箱 65 以及整个齿轮传动结构 48 的效率是相对于向风扇轴杆 68 的由箭头 96 示意指示的动力输出的通过轴杆 40 的由箭头 94 示意地指示的动力输入的函数。与动力输出 96 的量相比的动力输入 94 是对齿轮箱效率的体现。示例齿轮箱 65 以大于约 98% 的效率运行。在另一公开的示例中,示例齿轮箱 65 以高于约 99% 的效率运行。

[0053] 所公开的效率是被具体传输到风扇轴杆 68 以旋转风扇 42 的动力 94 的量的体现。

未通过齿轮箱 65 传输的动力以热被损失并且减少了风扇驱动齿轮系统 70 的整体效率。在输入动力 94 和输出动力 96 之间的任何差导致了热的产生。因此,在这个示例中,在输入动力 94 和输出动力 96 之间的在 1-2% 之间的差产生热。换句话说,在输入动力 94 的 1% 和 2% 之间被转换成热能,这个热能必须由润滑系统 98 容纳以维持工作润滑剂温度在操作极限内。

[0054] 示例润滑系统 98 可实现等于或小于来自低压涡轮机 46 的输入动力 94 的约 2% 的热能的移除。在示例风扇驱动齿轮系统 70 的另一非限定性实施例中,齿轮箱 65 的效率大于约 99% 使得来自低压涡轮机 46 的动力输入的仅 1% 被转换为必须由润滑系统 98 处理的热能。

[0055] 如应意识到的,处理和移除热能的能力越大,润滑系统 98 就越大且越重。在这个示例中,主油系统包括容纳在齿轮箱 65 内生成的热 92 的换热器 90。换热器 90 是润滑系统 98 的一个元件的示例,其是与移除热能的期望能力成比例的。如意识到的,其它元件,例如润滑剂泵、导管尺寸以及润滑系统 98 内的整体润滑剂量,也将在大小和重量方面有所增加以提供增强的冷却能力。因此,期望增加动力传输效率以减少所要求的润滑系统 98 的整体热转移能力。

[0056] 在这个示例中,示例齿轮箱 65 的高效率能实现相对小且轻的润滑系统 98。示例润滑系统 98 包括了能够容纳由不多于输入动力 94 的约 2% 生成的热能的特征。换句话说,润滑系统 98 具有的整体最大能力能移除等于不超过由低压涡轮机 46 提供的输入动力的约 2% 的热能。

[0057] 移除热能的能力的量越大就导致了润滑系统 98 的大小和重量方面的整体增加。要求移除多于输入动力 94 的约 2% 的润滑系统需要更大的润滑系统 98,而该润滑系统 98 可能有害地影响整体发动机效率并减损由风扇速度的减少所提供的推进效率。

[0058] 参照图 3 并继续参照图 1,公开了另一示例周转齿轮箱 85,该齿轮箱包括行星构造。在行星构造中,行星齿轮 84 被支撑在齿轮架 86 上,该齿轮架可绕发动机轴线 A 旋转。太阳齿轮 62 保持由内轴杆 40 和低压涡轮机 46 驱动。齿圈 66 被安装到固定结构 36 使得其不绕该轴线旋转。因此,太阳齿轮 62 的旋转在齿圈 66 内驱动行星齿轮 84。行星齿轮 84 被支撑在可旋转的齿轮架 86 上,齿轮架进而驱动风扇轴杆 68。在这个构造中,风扇轴杆 68 和太阳齿轮 62 沿共同方向旋转,而行星齿轮 84 各自沿与太阳齿轮 62 相反的方向旋转但是全都绕着太阳齿轮 62 沿与太阳齿轮 62 的旋转相同的方向旋转。

[0059] 在图 3 中示出的示例行星齿轮箱包括齿圈 66,该齿圈由弹性座 76 支撑。弹性座 76 允许齿轮箱 85 的一些移动以维持在齿轮 62、84、66 的啮合齿之间的期望对齐。限制器 78 阻止行星齿轮箱 85 的超过期望极限的移动以防止由径向失衡和 / 或扭曲载荷引起的潜在的损害。

[0060] 示例低压涡轮机 46 输入动力 94 以驱动齿轮箱 85。如在前面的示例中一样,示例齿轮箱 85 传输多于输入动力 94 的约 98% 作为输出动力 96 到风扇驱动轴杆 68。在另一示例中,齿轮箱 85 传输多于输入动力 94 的约 99% 作为输出动力 96 到风扇驱动轴杆 68。

[0061] 在输入动力 94 和输出动力 96 之间的差被转换为热能,该热能由润滑系统 98 移除。在这个示例中,润滑系统 98 具有移除不多于由来自低压涡轮机 46 的输入动力 94 的约 2% 产生的热 92 的能力。在另一示例中,润滑系统 98 具有移除由不多于输入动力 94 的约

1%生成的热 92 的能力。因此,由示例齿轮箱 85 提供的效率使润滑系统 98 的尺寸能够不减损由以单独的且更接近最优速度转动风扇部分 22 和低压涡轮机 46 所实现的推进效率。  
[0062] 因此,示例风扇驱动齿轮系统可通过限制以热能形式的损失,并由此使得能够利用更低能力和大小的润滑系统来实现推进效率的改善和实现。

[0063] 虽然已经公开的示例实施例,但是本领域技术人员将认识到某些改进也在本公开的范围内。由此,应当研读下面的权利要求以确定本公开的范围和内容。

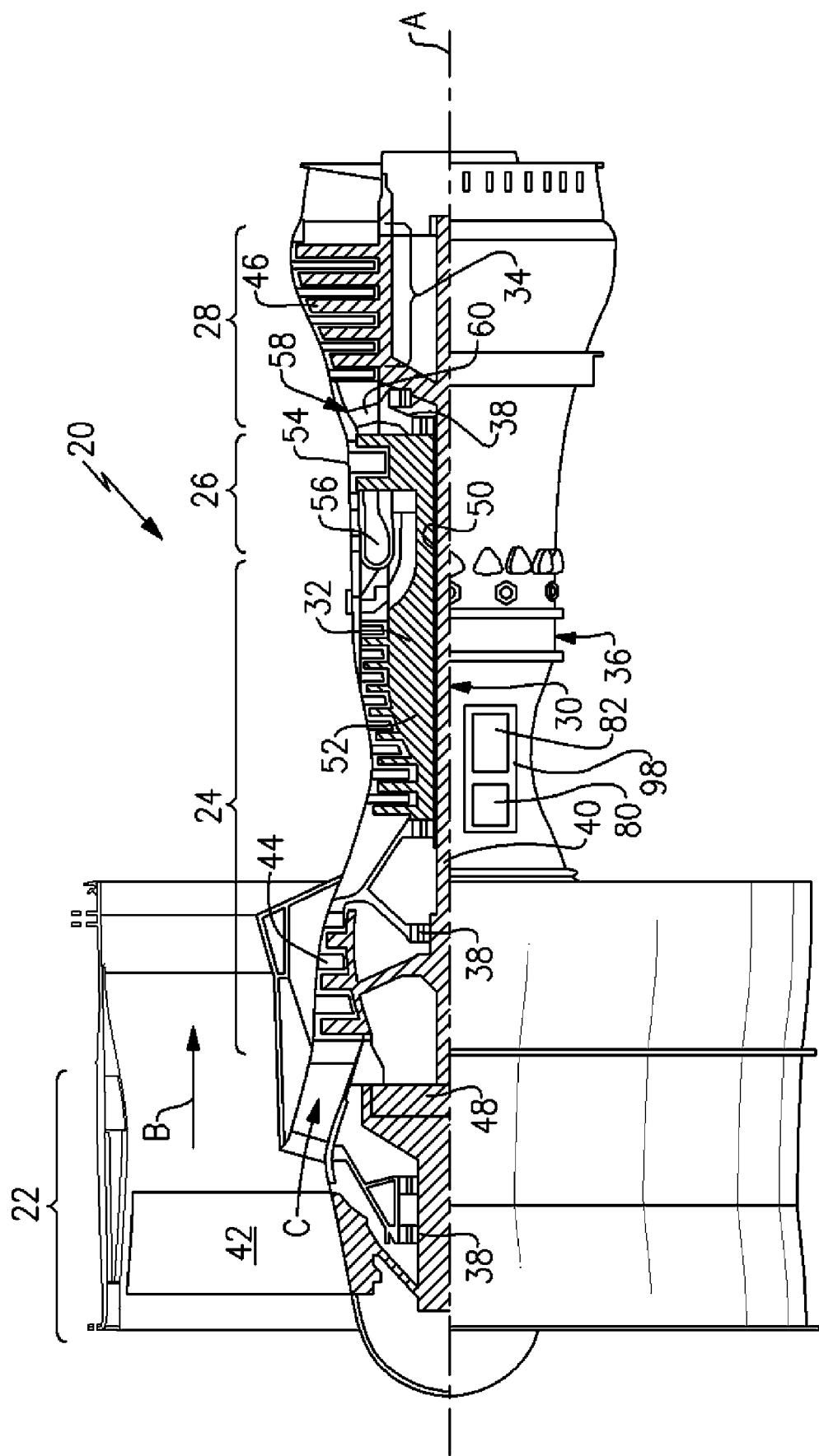


图 1

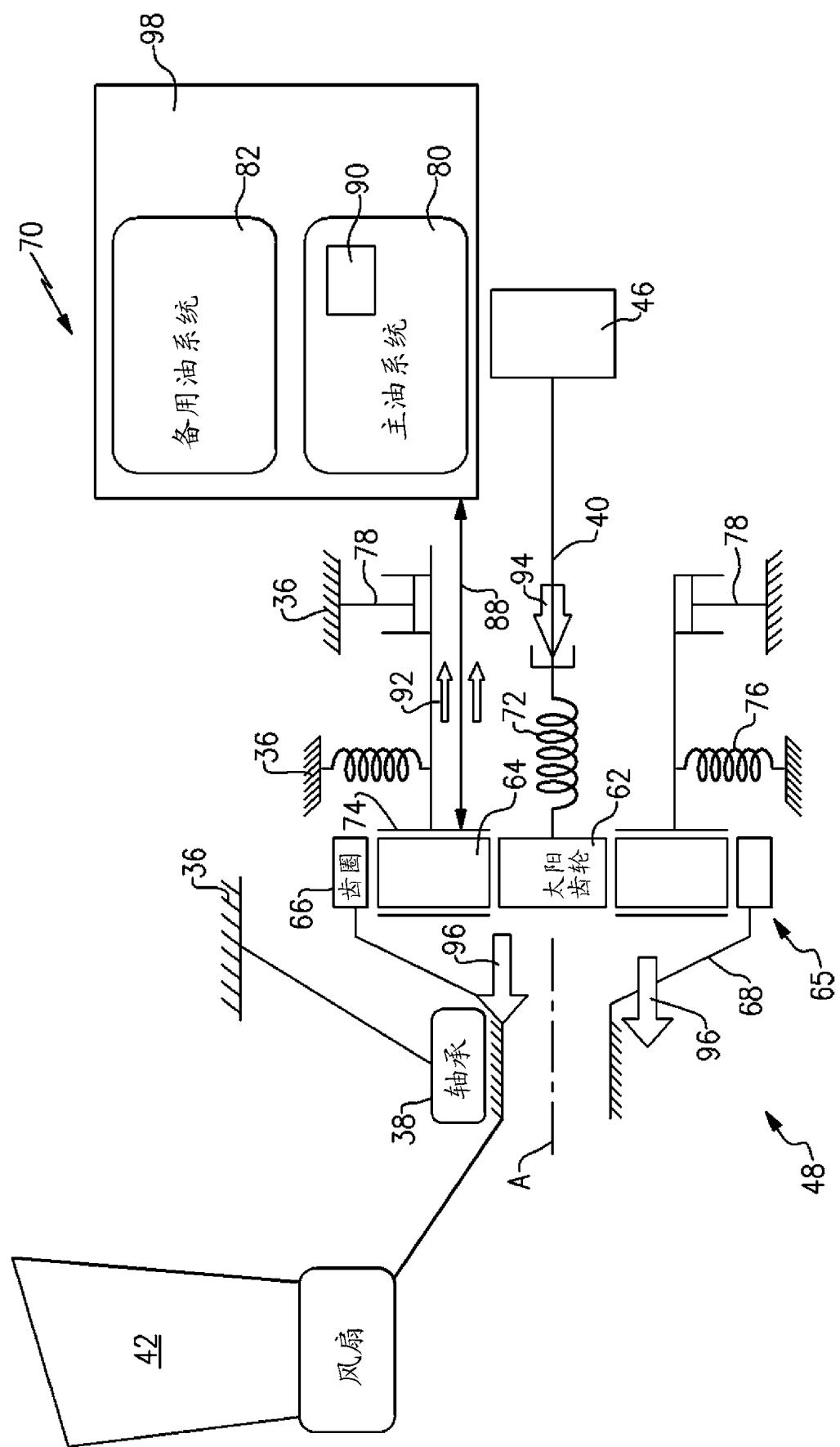


图 2

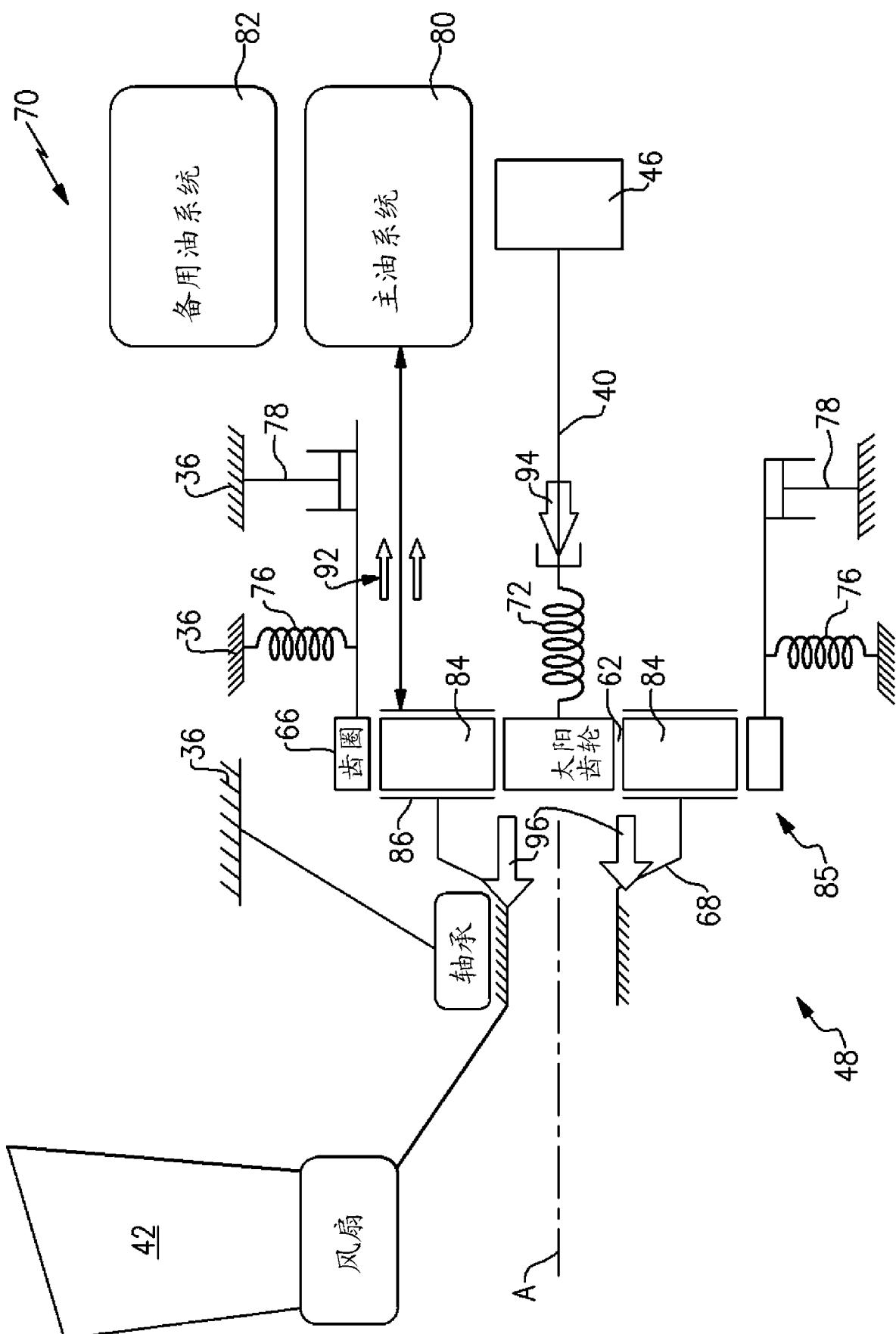


图 3