



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110868132 A

(43)申请公布日 2020.03.06

(21)申请号 201910791301.3

(22)申请日 2019.08.26

(30)优先权数据

16/113,401 2018.08.27 US

(71)申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 罗伯特·查尔斯·弘 潘迪

巴勃罗·加百利·皮亚扎·加拉扎

保罗·罗伯特·杰明

(74)专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限公司

公司 31300

代理人 肖华

(51)Int.Cl.

H02P 29/62(2016.01)

F02C 7/32(2006.01)

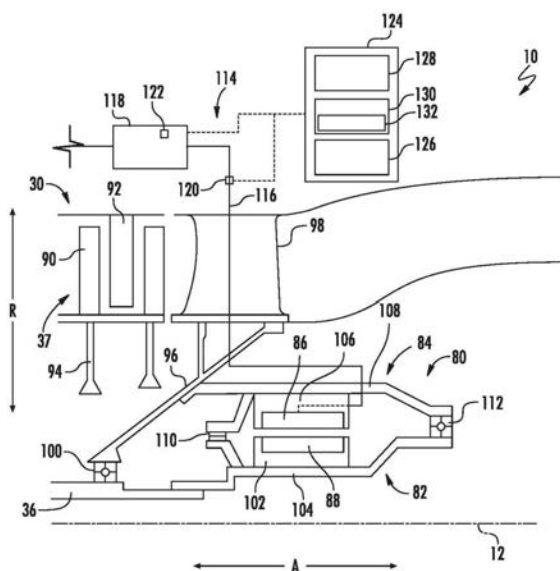
权利要求书1页 说明书15页 附图6页

(54)发明名称

具有永磁电机的发动机

(57)摘要

一种用于操作发动机的永磁电机的方法,该方法包括:确定永磁电机的故障状况;响应于确定永磁电机的故障状况,通过增加一个或多个永磁体的温度来减小永磁电机的一个或多个永磁体的磁性。



CN 110868132 A

1. 一种用于操作发动机的永磁电机的方法,其特征在于,所述方法包括:  
确定所述永磁电机的故障状况;和  
响应于确定所述永磁电机的所述故障状况,通过增加所述永磁电机的一个或多个永磁体的温度来减小所述一个或多个永磁体的磁性。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,其中所述发动机是内燃机。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,其中所述发动机是涡轮轴发动机、涡轮螺旋桨发动机或涡轮风扇发动机中的至少一种。
4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,其中所述发机构造成在操作期间产生最大动力量,其中所述永磁电机能够从所述发动机提取最大动力量,并且其中所述永磁电机能够从所述发动机提取的所述最大动力量在所述发动机被构造成在操作期间产生的所述最大动力量的大约2.5%至大约75%之间。
5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,其中所述永磁电机能够从所述发动机提取的所述最大动力量大于所述发动机被构造成在操作期间产生的所述最大动力量的大约25%。
6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,其中确定所述永磁电机的所述故障状况包括确定所述永磁电机的内部线圈故障。
7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,其中通过增加所述一个或多个永磁体的所述温度来减小所述一个或多个永磁体的所述磁性包括驱动电流通过所述永磁电机的定子组件以引起所述永磁电机的转子组件中的涡流损耗。
8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,其中所述永磁电机限定设计的电流频率操作范围,并且其中驱动电流通过所述永磁电机的所述定子组件以引起涡流损耗包括以不同于所述设计的电流频率操作范围的频率驱动电流通过所述永磁电机的所述定子组件。
9. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,其中通过增加所述一个或多个永磁体的所述温度来减小所述一个或多个永磁体的所述磁性包括将加热流体提供给所述永磁电机。
10. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,其中将所述加热流体提供给所述永磁电机包括将引气提供给所述永磁电机。

## 具有永磁电机的发动机

### 技术领域

[0001] 本主题大体涉及一种具有永磁电机的发动机。

### 背景技术

[0002] 典型的飞行器推进系统包括一个或多个燃气涡轮发动机。对于某些推进系统，燃气涡轮发动机通常包括布置成彼此流动连通的风扇和核心。另外，燃气涡轮发动机的核心通常以串行流动顺序包括压缩机区段，燃烧区段，涡轮区段和排气区段。在操作中，从风扇向压缩机区段的入口提供空气，其中一个或多个轴向压缩机逐渐压缩空气直到其到达燃烧区段。在燃烧区段内燃料与压缩空气混合并燃烧以提供燃烧气体。燃烧气体被从燃烧区段导向到涡轮区段。通过涡轮区段的燃烧气体流驱动涡轮区段，并且然后被导向通过排气区段，例如通向大气。

[0003] 对于包括上述燃气涡轮发动机的至少某些推进系统，包括电动风扇以补充由推进系统包括的一个或多个燃气涡轮发动机提供的推进动力可能是有益的。然而，包括足量的能量存储装置和推进系统以给电扇提供动力可能在空间和重量上是禁止的。因此，至少某些推进系统包括一个或多个电机，其可与燃气涡轮发动机中的一个或多个一起旋转，以在操作期间产生电力以驱动电动风扇。

[0004] 此外，本公开的发明人已经确定，利用永磁电机可以具有优于其他电机构造的某些益处。这些益处可包括功率密度，效率和简单性。然而，永磁电机的一个负面特性涉及它们在发生内部线圈故障之后的行为。具体地，在这样的事件之后，只要转子旋转，永磁电机就可能产生故障，可能导致驱动发动机的显着阻力并在故障线圈内产生热量。这种不希望的产生可能具有负面后果，并且在现有技术中，停止这种不希望的产生的唯一方法是停止旋转（即关闭驱动发动机）。这种动作可能会造成进一步的负面后果，即推力和动力的损失。其他类型的电机不具有相同的问题，因为它们的转子可以被有效地停用。

[0005] 因此，可以与发动机（诸如燃气涡轮发动机）一起使用以克服上述障碍的永磁电机的安全系统将是有用的。

### 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而易见，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方面，提供了一种用于操作发动机的永磁电机的方法。该方法包括：确定永磁电机的故障状况；响应于确定永磁电机的故障状况，通过增加永磁电机的一个或多个永磁体的温度来减小一个或多个永磁体的磁性。

[0008] 在某些示例性实施例中，发动机是内燃机。

[0009] 在某些示例性实施例中，发动机是涡轮轴发动机，涡轮螺旋桨发动机或涡轮风扇发动机中的至少一种。

[0010] 在某些示例性实施例中，发动机构造在操作期间产生最大动力量，其中永磁电

机能够从发动机提取最大动力量,并且其中永磁电机能够从发动机提取的最大动力量在发动机被构造成在操作期间产生的最大动力量的大约2.5%和大约75%之间。

[0011] 例如,在某些示例性方面,永磁电机能够从发动机提取的最大动力量大于发动机被构造成在操作期间产生的最大动力量的大约25%。

[0012] 在某些示例性实施例中,确定永磁电机的故障状况包括确定永磁电机的内部线圈故障。

[0013] 在某些示例性实施例中,通过增加一个或多个永磁体的温度来减小一个或多个永磁体的磁性包括驱动电流通过永磁电机的定子组件以引起永磁电机的转子组件中的涡流损耗。

[0014] 例如,在某些示例性方面,永磁电机限定设计的电流频率操作范围,并且其中驱动电流通过永磁电机的定子组件以引起涡流损耗包括以不同于设计的电流频率操作范围的频率驱动电流通过永磁电机的定子组件。

[0015] 在某些示例性实施例中,通过增加一个或多个永磁体的温度来减小一个或多个永磁体的磁性包括将加热流体提供给永磁电机。

[0016] 例如,在某些示例性方面,将加热流体提供给永磁电机包括向永磁电机提供引气。

[0017] 在某些示例性实施例中,通过增加一个或多个永磁体的温度来减小一个或多个永磁体的磁性包括使用热管理系统来减少永磁电机的冷却。

[0018] 例如,在某些示例性方面,使用热管理系统来减少永磁电机的冷却包括绕过热管理系统的散热器热交换器。

[0019] 在某些示例性实施例中,通过增加一个或多个永磁体的温度来减小一个或多个永磁体的磁性包括将流体注入到永磁电机的气隙中。

[0020] 例如,在某些示例性方面,流体限定的粘度大于空气的粘度。

[0021] 在某些示例性实施例中,通过增加一个或多个永磁体的温度来减小一个或多个永磁体的磁性包括添加大约五千瓦至大约五百千瓦之间的热能。

[0022] 在某些示例性实施例中,永磁电机包括转子组件,转子组件具有多个叠层和轴,其中多个叠层适配到轴上,并且其中通过增加一个或多个永磁体的温度来减小一个或多个永磁体的磁性包括降低多个叠层和轴之间的接触压力。

[0023] 例如,在某些示例性方面,发动机包括热管理系统,用于通过轴中的一个或多个开口提供冷却流体。

[0024] 在本公开的示例性实施例中,提供了一种限定轴线的发动机。该发动机包括:固定部件;旋转部件,其相对于固定部件可绕发动机的轴线旋转;永磁电机,其包括联接到固定部件的定子组件和联接到旋转部件的转子组件,转子组件包括一个或多个永磁体;控制器,其可与永磁电机一起操作,控制器被构造为确定永磁电机的故障状况并且响应于确定故障状况来增加永磁电机的一个或多个永磁体的温度。

[0025] 在某些示例性实施例中,发动机还包括与永磁电机电连通的电传输总线,其中控制器还可操作地连接到电传输总线。

[0026] 例如,在某些示例性实施例中,发动机构造成在操作期间产生最大动力量,其中永磁电机能够从发动机提取最大动力量,并且其中永磁电机能够从发动机提取的最大动力量在发动机能够在操作期间产生的最大动力量的大约2.5%至大约75%之间。

[0027] 参考以下描述和所附权利要求,将更好地理解本发明的这些和其他特征,方面和优点。包含在本说明书中并构成其一部分的附图示出了本发明的实施例,并与说明书一起用于解释本发明的原理。

### 附图说明

[0028] 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行的公开,包括其最佳模式,其参考附图,其中:

[0029] 图1是根据本公开的示例性实施例的燃气涡轮发动机的示意性横截面视图。

[0030] 图2是根据本公开的示例性实施例的燃气涡轮发动机和永磁电机的示意性近视图。

[0031] 图3是根据本公开另一示例性实施例的燃气涡轮发动机和永磁电机的示意性近视图。

[0032] 图4是根据本公开的又一示例性实施例的燃气涡轮发动机和永磁电机的示意性近视图。

[0033] 图5是根据本公开的再一示例性实施例的燃气涡轮发动机和永磁电机的示意性近视图。

[0034] 图6是根据本公开的示例性方面的用于操作发动机的方法的流程图。

### 具体实施方式

[0035] 现在将详细参考本发明的实施例,其一个或多个示例在附图中示出。详细描述使用数字和字母标记来指代附图中的特征。附图和说明书中的相同或相似的标记已用于指代本发明的相同或相似的部分。

[0036] 如本文所使用的,术语“第一”,“第二”和“第三”可以互换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。

[0037] 术语“前”和“后”是指部件或系统内的相对位置,并且指的是部件或系统的正常操作姿态。例如,关于机械臂,前指的是更靠近机械臂的远端的位置,后指的是更靠近机械臂的根端的位置。

[0038] 除非本文另有规定,否则术语“联接”,“固定”,“附接到”等指的是直接联接,固定或附接,以及通过一个或多个中间部件或特征的间接联接,固定或附接。

[0039] 除非上下文另有明确规定,否则单数形式“一”,“一种”和“该”包括复数指代。

[0040] 在整个说明书和权利要求书中使用的近似语言用于修饰任何可允许变化的定量表示,而不会导致与其相关的基本功能的变化。因此,由一个或多个术语(例如“大约”,“近似”和“基本上”)修饰的值不限于特定的精确值。在至少一些情况下,近似语言可以对应于用于测量值的仪器的精度,或者用于构造或制造部件和/或系统的方法或机器的精度。例如,近似语言可能指的是在10%的范围内。

[0041] 这里和整个说明书以及权利要求书中,范围限制被组合和互换,这些范围被识别并包括其中包含的所有子范围,除非上下文或语言另有说明。例如,本文公开的所有范围包括端点,并且端点可彼此独立地组合。

[0042] 现在参考附图,其中相同的附图标记在所有附图中表示相同的元件,图1是根据本

公开的示例性实施例的发动机的示意性横截面视图。更具体地,对于图1的实施例,发动机是燃气涡轮发动机,并且更具体地,燃气涡轮发动机是高旁通涡轮风扇喷气发动机10,在此称为“涡轮风扇发动机10”。如图1所示,涡轮风扇发动机10限定轴向方向A(平行于提供用于参考的纵向中心线12延伸),径向方向R和周向方向(即,围绕轴向方向A延伸的方向;未示出)。通常,涡轮风扇10包括风扇区段14和设置在风扇区段14下游的涡轮机16。

[0043] 所示的示例性涡轮机16通常包括基本上管状的外壳体18,其限定环形入口20。外壳体18以串行流动关系包围:压缩机区段,其包括增压器或低压(LP)压缩机22和高压(HP)压缩机24;燃烧区段26;涡轮区段,其包括高压(HP)涡轮28和低压(LP)涡轮30;喷射排气喷嘴区段32。压缩机区段,燃烧区段26和涡轮区段一起限定核心空气流动路径37,核心空气流动路径37从环形入口20延伸通过LP压缩机22,HP压缩机24,燃烧区段26,HP涡轮区段28,LP涡轮区段30和喷射排气喷嘴区段32。高压(HP)轴或线轴34将HP涡轮28驱动地连接到HP压缩机24。低压(LP)轴或线轴36将LP涡轮30驱动地连接到LP压缩机22。

[0044] 对于所描绘的实施例,风扇区段14包括可变节距风扇38,其具有以间隔开的方式联接到盘42的多个风扇叶片40。如图所示,风扇叶片40通常沿径向方向R从盘42向外延伸。借助于风扇叶片40可操作地联接到合适的致动构件44,每个风扇叶片40可相对于盘42绕俯仰轴线P旋转,该致动构件44构造成一致地共同改变风扇叶片40的节距。风扇叶片40,盘42和致动构件44一起可通过穿过动力齿轮箱46的LP轴36绕纵向轴线12旋转。动力齿轮箱46包括多个齿轮,用于将LP轴36的旋转速度降低到更有效的旋转风扇速度。

[0045] 仍然参照图1的示例性实施例,盘42由可旋转的前机舱48覆盖,该前机舱48在空气动力学上成形为促进通过多个风扇叶片40的气流。另外,示例性风扇区段14包括环形风扇壳体或外机舱50,其周向地围绕风扇38和/或涡轮机16的至少一部分。应当理解,对于所描绘的实施例,机舱50通过多个周向间隔开的出口导向轮叶52相对于涡轮机16被支撑。此外,机舱50的下游区段54在涡轮机16的外部分上延伸,以在其间限定旁路气流通道56。

[0046] 在涡轮风扇发动机10的操作期间,一定量的空气58通过机舱50和/或风扇区段14的相关入口60进入涡轮风扇10。当一定量的空气58穿过风扇叶片40时,如箭头62所示的第一部分空气58被引导或导向到旁路气流通道56中,并且如箭头64所示的第二部分空气58被引导或导向到LP压缩机22中。第一部分空气62和第二部分空气64之间的比率通常称为旁通比。然后,当第二部分空气64被导向通过高压(HP)压缩机24并进入燃烧区段26时,第二部分空气64的压力增加,在燃烧区段26它与燃料混合并燃烧以提供燃烧气体66。

[0047] 燃烧气体66被导向通过HP涡轮28,其中来自燃烧气体66的一部分热能和/或动能经由联接到外壳体18的HP涡轮定子轮叶68和联接到HP轴或线轴34的HP涡轮转子叶片70的连续级提取,因此使HP轴或线轴34旋转,从而支持HP压缩机24的操作。然后燃烧气体66被导向通过LP涡轮30,其中经由联接到LP轴或线轴36的LP涡轮转子叶片72的连续级从燃烧气体66中提取第二部分热能和动能,因此使LP轴或线轴36旋转。从而支持LP压缩机22的操作和/或风扇38的旋转。

[0048] 随后,燃烧气体66被导向通过涡轮机16的喷射排气喷嘴区段32,以提供推进推力。同时,随着第一部分空气62在从涡轮风扇10的风扇喷嘴排气区段76排出之前被导向通过旁路气流通道56,第一部分空气62的压力基本上增加,提供用于涡轮风扇发动机10的大部分推进力。HP涡轮28,LP涡轮30和喷射排气喷嘴区段32至少部分地限定热气路径78,用于将燃

烧气体66导向通过涡轮机16。

[0049] 另外,所示的示例性涡轮风扇10包括可与涡轮风扇10一起旋转的永磁电机80。具体地,对于所示的实施例,永磁电机80同轴安装到LP轴36并且可与LP轴36一起旋转(对于所示的实施例,LP轴36也通过动力齿轮箱46使风扇38旋转)。如本文所用,“同轴”是指轴对齐。然而,应当理解,在其他实施例中,永磁电机80的轴线可以从LP轴36的轴线径向偏移,并且还可以倾斜于LP轴36的轴线,使得永磁电机80可以定位在核心空气流动路径37的至少部分向内的任何合适位置。

[0050] 永磁电机80包括转子组件82和定子组件84。如下面将讨论的,转子组件82通常可以包括多个永磁体88,使得它可以被称为永磁体转子组件82。另外,定子组件84通常可包括多个线圈86,该多个线圈86可与转子组件82的多个永磁体88一起操作。当电力被提供给定子组件84的多个线圈86时,永磁电机80可以操作以通过LP轴36向涡轮风扇10增加扭矩。相比之下,在其他示例性方面,定子组件84的多个线圈86可以操作以提取电力,将涡轮风扇10的扭矩,更具体地,LP轴36的扭矩转换成电力。

[0051] 还应当理解,在某些示例性实施例中,涡轮风扇发动机10可以集成到推进系统中。利用这样的示例性实施例,永磁电机80可以电连接或可连接到推进系统的一个或多个电推进装置(例如一个或多个电风扇),一个或多个电力存储装置等。

[0052] 然而,应当理解,图1中描绘的示例性涡轮风扇发动机10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10可以具有任何其他合适的构造。例如,在其他示例性实施例中,涡轮风扇发动机10可包括任何其他合适数量或构造的轴或线轴,压缩机,涡轮等,和/或可排除例如动力齿轮箱46和/或节距改变机制44等。因此,应当理解,在其他示例性实施例中,涡轮风扇发动机10可替代地构造为直接驱动涡轮风扇发动机,固定节距涡轮风扇发动机等。此外,在其他示例性实施例中,涡轮风扇发动机10可以被构造为任何其他合适的燃气涡轮发动机,例如涡轮喷气发动机,涡轮轴发动机,涡轮螺旋桨发动机等。此外,在其他实施例中,涡轮风扇发动机可以被构造为任何其他合适的发动机,例如用于飞行器推进系统的电推进风扇或任何形式的燃烧发动机(例如内燃机)。利用这样的构造,发动机可以不包括任何涡轮机械,而是替代地通常可以包括风扇38和永磁电机80。

[0053] 现在参考图2,提供了嵌入图1的发动机内的图1的示例性永磁电机80的近视图。更具体地,对于所描绘的实施例并且如上所述,永磁电机80嵌入涡轮风扇发动机10的涡轮区段内,在核心空气流动路径37的向内位置处,并且沿轴向方向A至少部分地定位在涡轮区段的内部或后部。当然,如上所讨论的,在其他示例性实施例中,永磁电机80可以替代地定位在涡轮风扇发动机10内的任何其他合适的位置,例如压缩机区段内,压缩机区段的前方,核心空气流动路径37的径向向外的位置(例如,在涡轮机16的整流罩下,诸如附件齿轮箱的一部分)等。

[0054] 更具体地,对于所示的示例性实施例,永磁电机80定位在核心空气流动路径37的内部,并且至少部分地位于涡轮风扇发动机10的涡轮区段的LP涡轮30的后部。简而言之,如将理解的,所示的示例性LP涡轮30通常包括多个LP涡轮转子叶片90和多个LP涡轮定子轮叶92(尽管仅示出了一个)。此外,应当理解,多个LP涡轮转子叶片90中的每个通常联接到相应的转子94,其中多个相应的转子94联接到LP轴36或者以其他方式与LP轴36一起旋转。

[0055] 此外,对于图2的实施例,涡轮风扇发动机10通常包括旋转部件和固定部件。旋转

部件可与涡轮风扇发动机10的压缩机区段(未示出)内的压缩机和/或涡轮风扇发动机10的涡轮区段内的涡轮一起旋转。相比之下,固定部件可以是任何合适的部件,其被构造成为相对于压缩机和涡轮的各种旋转部件保持静止。

[0056] 对于所示的示例性实施例,固定部件是涡轮风扇发动机10的结构支撑构件96的一部分,结构支撑构件96被构造为后框架组件的一部分并且从后框架组件的后框架支柱98延伸。后支柱98延伸通过涡轮风扇发动机10的核心空气流动路径37,并且构造成为涡轮风扇发动机10提供结构支撑。结构支撑构件96还向前延伸以支撑后发动机轴承100——后发动机轴承100可旋转地支撑LP轴36的后端。

[0057] 此外,如上所述,永磁电机80通常包括转子组件82和定子组件84。转子组件82联接到燃气涡轮发动机的旋转部件,并且定子组件84联接到涡轮风扇发动机10的固定部件。更具体地,对于所描绘的实施例,转子组件82联接到的旋转部件是涡轮风扇发动机10的LP轴36,使得转子组件82可与LP轴36一起旋转。相反,定子组件84联接到的固定部件是涡轮区段的结构支撑构件96。

[0058] 更具体地,转子组件82通常包括转子102和轴104。转子102可以由多个顺序布置的叠层142形成(参见下面图3中的标注圆圈A),叠层142例如轴向地布置在轴104上,其中这些多个顺序布置的叠层142安装转子组件82的多个永磁体88。多个永磁体88可以围绕永磁电机80的轴线(对于所描绘的实施例,其与涡轮风扇发动机10的轴线12对齐)周向布置。类似地,定子组件84通常包括定子106和轴108。定子106包括多个线圈86,其也可以围绕永磁电机80的轴线周向布置。转子组件82在操作期间可相对于定子组件84旋转,并且对于所示实施例,通过前滚子轴承110和后滚珠轴承112相对于定子组件84可旋转地支撑。然而,在其他实施例中,可以提供任何其他合适的构造,用于相对于定子组件84(例如,机械轴承的任何其他合适的构造,合适的空气轴承的使用等)可旋转地支撑转子组件82。

[0059] 此外,永磁电机80电连接到电传输总线114。电传输总线114包括电线116,对于所示实施例,电线116延伸通过核心空气流动路径37,并且更具体地,通过后支柱98。电线116电联接到永磁电机80的定子组件84。所示的示例性电传输总线114通常包括与电线116连通的电力电子器件118,其可用于操纵提供给永磁电机80的电力,或从永磁电机80中提取电力,并且更具体地,到永磁电机80的定子组件84或来自永磁电机80的定子组件84。

[0060] 另外,电传输总线114包括可与电线116,电力电子器件118或两者一起操作的一个或多个传感器。更具体地,对于所示的实施例,电传输总线114包括可与电线116一起操作的第一传感器120(即,用于感测来自电线116的数据)和可与电力电子器件118一起操作的第二传感器122(即,用于感测来自电力电子器件118的数据)。第一传感器120,第二传感器122或两者可以被构造为感测电传输总线114和/或电力电子器件118的各种参数,以确定永磁电机80的一个或多个可操作性参数。例如,第一传感器120,第二传感器122或两者可用于确定从永磁电机80提取的电力的量,被提供给永磁电机80的电力的量,这种电力的电压,这种电力的电流幅度,这种电流的频率等。

[0061] 简而言之,还提供与电传输总线114可操作连通的控制器124。值得注意的是,虽然控制器124被描绘为与涡轮风扇发动机10和永磁电机80物理地分开定位,但是在其他实施例中,控制器124可以定位或以其他方式集成到涡轮风扇发动机10,包括涡轮风扇发动机10的飞行器,永磁电机80等中。

[0062] 示例性控制器124通常包括网络接口126。网络接口126可以与任何合适的有线或无线通信网络一起操作,用于与例如涡轮风扇发动机10,永磁电机80,电传输总线114的其他部件,和/或其他未示出的部件或系统进行数据通信。如图2中使用虚线所描绘的,对于所描绘的实施例,网络接口126利用无线通信网络与其他部件(包括第一传感器120,第二传感器122和电力电子器件118)通信数据。以这种方式,控制器124可以控制电力电子器件118的操作。当然,应当理解,尽管网络接口126利用无线通信网络用于图2的实施例,但是在其他实施例中,网络接口126可以改为利用有线通信网络,或者有线和无线通信网络的组合。

[0063] 仍然参考图2,示例性控制器124还包括一个或多个处理器128和存储器130。存储器130存储可由一个或多个处理器128访问的数据132。一个或多个处理器128可以包括任何合适的处理装置,例如微处理器,微控制器124,集成电路,逻辑装置和/或其他合适的处理装置。一个或多个存储器装置130可以包括一个或多个计算机可读介质,包括但不限于非暂时性计算机可读介质, RAM, ROM, 硬盘驱动器, 闪存驱动器和/或其他存储器装置。数据132可以包括指令,当该指令由一个或多个处理器128执行时使系统204执行功能。以下可以关于图6的示例性方法200描述这些功能的一个或多个示例性方面。数据132内的指令可以是任何组指令,当其由一个或多个处理器128执行时,使得一个或多个处理器128执行操作。在某些示例性实施例中,数据132内的指令可以是以任何合适的编程语言编写的软件,或者可以在硬件中实施。另外,和/或替代地,指令可以在处理器128上的逻辑和/或虚拟分离的线程中执行。存储器装置130还可以存储可以由处理器128访问的其他数据132。

[0064] 然而,应当理解,示例性电传输总线114(包括电力电子器件118和电线116),控制器124和传感器120,122仅作为示例提供。在其他示例性实施例中,这些部件中的一个或多个可以以任何其他合适的方式构造,和/或可以提供任何其他合适的构造以控制与永磁电机80相关的操作。

[0065] 仍然参考图2,应当理解,永磁电机80可以构造成从涡轮风扇发动机10提取相对高的动力量。例如,涡轮风扇发动机10,或者更确切地说,涡轮风扇发动机10的涡轮机16,可以构造成在操作期间产生最大动力量。该最大动力量可以是涡轮机16的额定动力水平。另外,永磁电机80能够在操作期间从涡轮风扇发动机10(或者更确切地说,从涡轮风扇发动机10的涡轮机16)中提取最大动力量。例如,可以基于永磁电机80的设计参数来设定永磁电机80能够提取的最大动力量,该永磁电机80被设计为允许永磁电机80在不显著降级的情况下操作。在至少某些示例性实施例中,永磁电机80能够从涡轮风扇发动机10(或者更确切地说,从涡轮机16)提取的最大动力量在涡轮风扇发动机10(或者更确切地说,涡轮风扇发动机10的涡轮机16)被构造成在操作期间产生的最大功率量的大约2.5%和大约百分之七十五(75%)之间。例如,在至少某些示例性实施例中,永磁电机80能够从涡轮风扇发动机10提取的最大动力量大于涡轮风扇发动机10被构造成在操作期间产生的最大动力量的大约百分之三(3%),例如大于大约百分之五(5%),例如大于大约百分之十(10%),例如大于大约百分之二十五(25%)。

[0066] 仅作为示例,涡轮风扇发动机10可以额定为产生40,000马力,并且永磁电机80可以能够提取大约1,500千瓦或大约2,000马力。当然,在其他实施例中,这些数字可以大大地变化(例如,燃气涡轮发动机可以显著地或多或少地强大,和/或永磁电机80可以显著地或多或少地强大)。无论如何,这可以允许向例如包括涡轮风扇发动机10和永磁电机80的推进

系统的电动风扇,和/或飞行器的任何其他合适的动力阱提供期望的动力量。

[0067] 然而,通过利用这种相对强大的永磁电机80,永磁电机80的故障可能在涡轮风扇发动机10上产生不期望的高阻力,并且可能产生不期望的高水平的热量。例如,如果例如线圈86的绝缘击穿,则永磁电机80可能经历内部线圈故障(即,定子组件84的定子绕组短路)。在这种情况下,永磁电机80可以从涡轮风扇发动机10提取动力而不会为推进系统产生相应量的电力。例如,取决于永磁电机80的内部线圈故障的严重性,永磁电机80可以不产生任何电力,同时仍然从涡轮风扇发动机10提取相对高的动力量,例如直到永磁电机80能够提取的最大动力量,如上所述(因此在发动机上作用显著阻力)。值得注意的是,在某些示例性实施例中,内部线圈故障可以由控制器124基于由一个或多个传感器(即,所示实施例的第一传感器120和第二传感器122)感测的数据来确定。另外,应当理解,内部线圈故障可能产生相对高的热量(可能导致进一步的损坏)。因此,在某些实施例中,内部线圈故障可以由控制器124基于指示永磁电机80的温度的感测数据,或指示永磁电机80的温度的部件或系统的感测数据来确定。

[0068] 此外,考虑到永磁体88与转子组件82一起使用,永磁体88可以不像其他类型的电机那样“被切断”。因此,本公开的系统被构造为减小永磁电机80的一个或多个永磁体88的磁性,或者更具体地,响应于确定永磁电机80的故障状况(例如,内部线圈故障-尽管在永磁电机80的其他故障状况下它也可能是合适的),来减小永磁电机80的转子组件82的永磁体88的磁性。更具体地,对于所示的实施例,本公开的系统被构造为通过增加永磁电机80的转子组件82的温度,更具体地,转子组件82的永磁体88的温度,来减小永磁体88的磁性。

[0069] 具体地,对于所描绘的实施例,该系统被构造为利用电/感应来减小永磁体88的磁性。例如,对于所描绘的实施例,该系统被构造为通过驱动电流通过永磁电机80的定子组件84的定子106以引起涡流损耗,来增加一个或多个永磁体88的温度。例如,永磁电机80可以限定设计的电流频率操作范围。如本文所使用的,术语“设计的电流频率操作范围”指的是当从涡轮风扇发动机10提取动力时永磁电机80被构造为产生的电力的电流频率范围,和/或当向涡轮风扇发动机10增加动力时永磁电机80能够在正常操作期间接收的电力的电流频率范围。利用本公开,该系统还可以被构造为通过以大于设计的电流频率操作范围的频率驱动电流通过定子组件84的定子106来增加一个或永磁体88的温度。如上所述,这可以进一步引起涡流损耗,这又可以增加永磁电机80内的温度,并且更明显地增加转子组件82内的温度。

[0070] 值得注意的是,应当理解,转子组件82的永磁体88每个通常限定居里温度。居里温度是指在其上永久磁铁88的磁力不可逆地降低或完全丧失的温度。因此,在某些实施例中,增加永磁体88的温度可以包括将永磁体的温度增加到其相应的居里温度以上。

[0071] 例如,在至少某些示例性实施例中,为了增加永磁电机80的永磁体88的温度,系统可以增加大约五(5)千瓦和大约五百(500)千瓦之间的热能到永磁电机80。更具体地,在至少一些实施例中,系统可以增加至少约十(10)千瓦的热能,例如至少约二十五(25)千瓦的热能。

[0072] 应当理解,通过以这种方式升高温度,系统可以不可逆地减小或消除永磁电机80的转子组件82的永磁体88的磁性。然而,可能期望永久性地损坏永磁电机80,以便减少或消除永磁电机80在例如包含具有经历例如内部线圈故障的永磁电机80的涡轮风扇发动机10

飞行器的飞行期间,可能对涡轮风扇发动机10具有的阻力。例如,使用在上面的非限制性示例中提供的数字,可能更期望永久地损坏电机80以避免在40,000马力的发动机上长时间的大约2,000马力的阻力。

[0073] 此外,应当理解,上面参考图1和图2描述的示例性涡轮风扇发动机10和永磁电机80仅作为示例提供。在其他示例性实施例中,涡轮风扇发动机10和永磁电机80可以替代地具有任何其他合适的构造。例如,在其他实施例中,可以提供任何其他合适的方式,用于提高永磁电机80的一个或多个永磁体88的温度,以响应于确定永磁电机80的故障状态而减小这种永磁体88的磁性。

[0074] 例如,图3至图5提供了上面参照图1和图2描述的涡轮风扇发动机10和永磁电机80的各种替代示例性实施例。图3至图5的每个实施例通常可以以与上面参照图1和图2描述的实施例基本相同的方式构造。例如,图3至图5中描绘的每个示例性涡轮风扇发动机10通常包括永磁电机80,其具有联接到涡轮风扇发动机10的旋转部件(即,所示实施例的LP轴36)的转子组件82和联接到涡轮风扇发动机10的固定部件(即,所示实施例的结构支撑构件96)的定子组件84。永磁电机80的定子组件84每个包括多个线圈86,并且每个线圈86经由电线116电联接到相应的电传输总线114。另外,永磁电机80的转子组件82每个通常包括转子102,转子102具有多个永磁体88和转子轴104。

[0075] 特别参考图3,涡轮风扇发动机10还包括用于永磁电机80的热管理系统134。对于图3的实施例,热管理系统134利用冷却气流以在正常操作期间将永磁电机80的温度维持在期望的操作温度范围内。例如,热管理系统134通常包括入口管道136,入口管道136可以接收来自例如涡轮风扇发动机10的压缩机区段的引气气流。热管理系统134还可包括用于降低这种引气气流的温度的热交换器(未示出)。如示意性所示,转子组件82的轴104被构造为空心轴104,限定沿其长度(即沿涡轮风扇发动机10的轴向方向A)延伸的开口138。热管理系统134的入口管道136定位成与转子轴104中的开口138气流连通,使得入口管道136可将冷却气流提供到并通过转子轴104的开口138,以减少转子102和永磁体88的温度。

[0076] 热管理系统134还包括与转子轴104气流连通的排气管道140。排气管道140延伸到核心空气流动路径37,以将热的空气排出到核心空气流动路径37。对于所描绘的实施例,入口管道136在转子组件82的转子102前方的位置处通过转子轴104与开口138气流连通,并且排气导管140在转子组件82的转子102下游的位置处与转子轴104的开口138气流连通。然而,在其他实施例中,可以预期其他构造。

[0077] 值得注意的是,例如,简要地参考图3中的标注圆圈A,转子102由紧密适配到转子轴104的多个叠层142形成。永磁电机80的扭矩通过转子轴104和转子102的叠层142之间的这种连接来传递。另外,考虑到这种相对紧密的适配,热量可以通过转子102的叠层142和转子轴104之间的传导来传递,并且因此传递到流过转子轴104中的开口138的冷却流体。

[0078] 为了提高图3的示例性实施例的转子组件82的永磁体88的温度(即,响应于永磁电机80的故障状况的确定),系统可以使用热管理系统134(即,降低热管理系统134的可操作性)来减少永磁电机80的冷却。例如,系统可以关闭或减少通过入口管道136到转子轴104的开口138的冷却气流流,允许转子组件82的永磁体88的增加温度并且损失磁化作用。附加地或替代地,系统可以绕过冷却通过入口管道136提供的空气的热交换器。

[0079] 更具体地,对于所描绘的实施例,阀142提供在热管理系统134的入口管道136内或

以其他方式可与热管理系统134的入口管道136一起操作。阀142还可以通过无线通信网络可操作地连接到控制器124。阀可以关闭或减少通过入口管道136的冷却气流,以提供永磁体88的温度的这种增加。

[0080] 附加地或替代地,热管理系统134可以被构造为向永磁电机80提供加热流体以增加永磁体88的温度。更具体地,对于所描绘的实施例,热管理系统134选择性地通过高温流体管道144与高温流体源气流连通,更具体地,通过高温流体管道144与高温引气气流源气流连通。对于所示的实施例,高温引气气流源是涡轮风扇发动机10的涡轮区段。利用这样的构造,热管理系统134的阀142可以将气流源从相对冷的气流源(提供上面讨论的冷却气流)切换到高温引气气流源,使得热管理系统134提供加热流体/加热气流/高温引气气流到永磁电机80,更具体地说,将其到通过转子组件82的转子轴104的开口138。这可以进一步且更快地增加永磁体88的温度以使这种永磁体88消磁。值得注意的是,在其他实施例中,高温流体源可以是任何其他合适的高温流体源(例如,排气,压缩机,等等)。

[0081] 现在特别参考图4,示例性涡轮风扇发动机10还包括用于永磁电机80的热管理系统134。热管理系统134构造成向通过永磁电机80的转子组件82的转子轴104的开口138提供冷却流体。所描绘的热管理系统134被构造为闭环系统,通过热总线146循环并重新使用冷却流体。例如,冷却流体可以是润滑油,使得热管理系统134与例如用于涡轮风扇发动机10的一个或多个区段的润滑油系统共享功能。

[0082] 热管理系统134另外包括散热器热交换器148,其与流过热总线146的冷却流体热连通。散热器热交换器148另外与散热器系统150热连通。散热器系统150可包括任何合适的相对冷的流体源,例如旁路气流,压缩机引气气流,燃料等。因此,散热器热交换器148构造成将热量从热管理系统134的热总线146中的冷却流体传递到散热器系统150的相对冷的流体。以这种方式,热管理系统134可以将永磁电机80的温度保持在期望的操作温度范围内。

[0083] 如图所示,散热器系统150包括主管线152,旁路管线154和旁路阀156(或者更确切地说是一对旁路阀156)。为了增加图4的示例性实施例的转子组件82的永磁体88的温度(即,响应于永磁电机80的故障状况的确定),系统可以使用热管理系统134(即,降低热管理系统134的可操作性)再次减小永磁电机80的永磁体88的冷却。更具体地,系统可以致动散热器系统150的旁路阀156,使得通过散热器系统150的主管线152的相对冷的流体绕过热管理系统134的散热器热交换器148流过旁路管线154。以这种方式,流过热管理系统134的热总线146的冷却流体可能无法排来自永磁电机80的热量。因此,冷却流体以及永磁电机80可以继续升高温度,并且可以减少或消除永磁体88的磁性。

[0084] 值得注意的是,对于所示实施例尽管旁路功能由散热器系统150提供,但是在其他实施例中,旁路功能可以替代地构建在热管理系统134的热总线146中。另外,在某些示例性实施例中,代替绕过散热器热交换器,系统可以减少通过散热器系统150的冷却流体流,减少通过热总线146的冷却流体流,或两者。

[0085] 现在特别参照图5,如所述的示例性永磁电机80包括具有定子106的定子组件84和具有转子102的转子组件82。此外,如从例如图5中将理解的,定子组件84的定子106和转子组件82的转子102一起通常沿着示例性涡轮风扇发动机10的径向方向R在它们之间限定气隙158。在永磁电机80的操作期间,转子组件82将相对于定子组件84相对快速地旋转。另外,限定在定子106和转子102之间的气隙158可以相对较小。此外,该系统通常包括与气隙158

流体连通的流体管道160。

[0086] 为了增加图5的示例性实施例的转子组件82的永磁体88的温度(即,响应于永磁电机80的故障状况的确定),系统可以使用流体管道160将流体注入永磁电机80的气隙158中。注入到气隙158中的流体可以产生增加的摩擦量,因此增加永磁电机80的转子组件82的永磁体88的温度并且减少或消除这种永磁体88的磁性。

[0087] 值得注意的是,在某些示例性实施例中,注入的流体可以是空气。然而,在其他实施例中,可以使用任何其他合适的流体。例如,在某些实施方案中,流体可以限定大于空气粘度的粘度(例如,至少大10%,大20%,大50%或大100%,并且高达例如大5,000%),进一步增加产生的摩擦量和添加到永磁电机80的热量。

[0088] 应当理解,在至少某些示例性实施例中,可以组合来自图2至图5中描绘的构造的特征以产生更进一步的实施例。另外,在其他实施例中,参考一个附图讨论的用于加热永磁体88的系统可以与参考不同附图讨论的用于加热永磁体88的方式组合。例如,上面参考图2描述的感应系统可以与上面参考图4描述的热管理系统134结合使用。

[0089] 此外,应当理解,所示的永磁电机80仅作为示例提供。在其他实施例中,永磁电机80可以被构造为“外部”电机(其中转子组件布置在定子组件的外部),永磁电机80可以被构造为轴流式电机(其中转子和定子沿轴向方向布置并且具有在其间具有大致圆形形状的气隙)等。

[0090] 现在参考图6,提供了根据本公开的示例性方面的用于操作发动机的永磁电机的方法200的流程图。在至少某些示例性方面,使用方法200操作的永磁电机和发动机可以根据上面参照图1至图5描述的示例性永磁电机和发动机中的一个或多个来构造。因此,应当理解,在至少某些示例性方面,发动机可以是燃气涡轮发动机,例如涡轮轴发动机,涡轮螺旋桨发动机,涡轮喷气发动机或涡轮风扇发动机中的一种。

[0091] 对于图6中描绘的示例性方面,方法200通常包括在(202)处确定永磁电机的故障状况。更具体地,对于所示的示例性方面,在(202)处确定永磁电机的故障状况包括在(204)处确定永磁电机的内部线圈故障。内部线圈故障可以指定子绕组短路故障,如上面更详细地描述的。然而,在其他示例性方面,故障状况可以是任何其他合适的故障状况。

[0092] 在至少某些示例性方面,在(202)处确定永磁电机的故障状况可包括通过可操作地联接到永磁电机的定子组件,电传输总线的电线(电联接到永磁电机的电线),电传输总线的各种电力电子器件等的一个或多个传感器接收指示故障状况的数据。例如,在至少某些示例性方面,该数据可以与发动机的各种操作条件结合使用以确定故障状况,所述操作条件例如是发动机的转速(例如,发动机的一个或多个轴的转速),发动机内的温度(例如,压缩机入口温度,压缩机排气温度,涡轮入口温度,涡轮排气温度等),发动机内的压力等。例如,如果发动机以与发动机上的大阻力一致的方式操作,以及由永磁电机提取的动力量小于预期量,则可以确定故障状况。

[0093] 仍然参照图6,方法200还包括在(206)处响应于在(202)处确定永磁电机的故障状况,通过增加一个或多个永磁体的温度来减小永磁电机的一个或多个永磁体的磁性。更具体地,对于所示的示例性方面,在(206)处通过增加一个或多个永磁体的温度来减小一个或多个永磁体的磁性包括在(208)处增加永磁电机的转子组件的温度,该转子组件包括一个或多个永磁体。例如,转子组件可包括由多个轴向布置的叠层形成的转子,该叠层构造成在

其中安装多个周向布置的永磁体。多个轴向布置的叠层可以适配到转子轴,如上面参照图1至图5更详细地讨论的。

[0094] 应当理解,对于所示的示例性方面,在(206)处通过增加一个或多个永磁体的温度来减小一个或多个永磁体的磁性包括在(210)处添加大约5千瓦和大约500千瓦之间的热量。为增加一个或多个永磁体的温度和减小一个或多个永磁体的磁性而添加的热量足以将一个或多个永磁体的温度升高到接近或超过对于这种永久磁铁的居里温度的温度。以这种方式,永磁体可以不可逆地消磁或减小磁性。

[0095] 此外,对于图6中描绘的方法200的示例性方面,预期多种不同方式,用于在(206)处通过增加一个或多个永磁体的温度来减少一个或多个永磁体的磁性。例如,在所描绘的方法200的示例性方面中,在(206)处通过增加一个或多个永磁体的温度来减小一个或多个永磁体的磁性可以包括在(212)处驱动电流通过永磁电机的定子组件以引起涡流损耗。更具体地,应当理解,永磁电机限定设计的电流频率操作范围并且在(212)处驱动电流通过永磁电机的定子组件以引起涡流损耗可以包括以不同于设计的电流频率操作范围的频率驱动电流通过永磁电机的定子组件,并且更具体地说,在(214)处以大于设计的电流频率操作范围的频率驱动电流通过永磁电机的定子组件。如上所述,提供给定子组件的相对高频的电流将在永磁电机内引起涡流损耗,从而提高永磁电机的温度。

[0096] 附加地或替代地,在(206)处通过增加一个或多个永磁体的温度来减小一个或多个永磁体的磁性可以包括在(216)处将加热流体提供给永磁电机。例如,在至少某些示例性方面中,在(216)处将加热流体提供给永磁电机可以包括在(218)处将引气气流提供给永磁电机。引气气流可以是例如发动机的压缩机区段内的压缩机,发动机的涡轮区段内的涡轮机或发动机的排气装置排出的相对高温的气流。在(216)处提供给永磁电机的加热流体可以使用热管理系统来提供,并且可以被提供到围绕永磁电机的转子组件的区域,被提供到通过永磁电机的转子组件的转子轴的开口,或被提供到能够提高一个或多个永磁体的温度的任何其他合适的位置。

[0097] 附加地或者替代地,在(206)处通过增加一个或多个永磁体的温度来减小一个或多个永磁体的磁性可以包括在(220)处使用永磁电机的热管理系统(即,降低热管理系统的可操作性)来减少永磁电机的冷却。例如,在某些示例性方面,在(220)处减少永磁电机的冷却可以包括在(222)处绕过永磁电机的热管理系统的散热器热交换器。附加地或替代地,然而,在(220)处使用热管理系统来减少永磁电机的冷却可以包括例如减慢或停止通过热管理系统的冷却流(例如,对于开环或闭环热管理系统),减慢或停止从热管理系统到永磁电机的冷却流(例如,对于开环热管理系统)等。

[0098] 通过在(220)处使用热管理系统来减少永磁电机的冷却,通过永磁电机的操作产生的热量可以与永磁电机保持在一起,从而提高一个或多个永磁体的温度并且减少这种一个或多个永磁体的磁性。

[0099] 附加地或者替代地,在(206)处通过增加一个或多个永磁体的温度来减小一个或多个永磁体的磁性可以包括在(224)处将流体注入到永磁电机的气隙中。在某些示例性方面,流体可以是空气。然而,在其他示例性方面,流体可以限定大于空气粘度的粘度。无论如何,应当理解,在转子组件的转子和定子组件的定子之间限定的永磁电机的气隙可以相对较小,使得在(224)处在其中引入流体可以增加在永磁电机运行期间产生的摩擦量,从而增

加产生的热量和一个或多个永磁体的温度,并且从而减小一个或多个永磁体的磁性。值得注意的是,尽管未示出,但是方法200可以进一步包括一旦永磁体已经消磁至所需程度(其可以以任何合适的方式确定,例如通过感测发动机上的阻力,永磁体的温度和/或永磁体的温度升高的持续时间等),从气隙中抽出全部,基本上全部或至少一部分流体。这可以减少由发动机上的电机产生的粘性阻力的量。

[0100] 如上面参考某些上述实施例所讨论的,永磁电机的转子组件可包括由多个叠层形成的转子和轴。多个叠层可以适配到轴上,使得可以通过传导在多个叠层和轴之间交换热量。因此,通过转子组件的轴的开口的冷却流(例如,气流,冷却剂流等)可以接收从叠层传递到轴的热量。对于图6中描绘的方法200的示例性方面,在(206)处通过增加一个或多个永磁体的温度来减小一个或多个永磁体的磁性可以包括在(226)处减小多个叠层和轴之间的接触压力。通过在(226)处减小多个叠层和轴之间的接触压力,可以破坏从永磁体/转子组件到冷却剂流的排热路径。更具体地,通过在(226)处减小多个叠层和轴之间的接触压力,可以抑制叠层和轴之间的传导热传递,使得叠层和安装到其的一个或多个永磁体的温度根据需要增加。在至少某些示例性方面,在(226)处减小多个叠层和轴之间的接触压力可以通过形成具有所需热膨胀系数的特定材料的叠层和轴来实现。例如,叠层可以设计成在某些温度下比轴膨胀更多,使得一旦轴和叠层达到这样的温度(这可以指示永磁电机的故障状况),多个叠层和轴之间的接触压力减小(甚至可能在它们之间形成间隙),从而根据需要进一步提高叠层和多个永磁体的温度。

[0101] 然而,应当理解,在其他示例性方面,可以使用任何其他合适的方法。例如,在其他示例性方面,可以提供用于响应于永磁电机的故障状况的确定增加永磁电机的一个或多个永磁体的温度的任何其他合适的方法,和/或可以使用上述方法的组合。

[0102] 本书面描述使用示例来公开本发明,包括最佳模式,并且还使本领域技术人员能够实践本发明,包括制造和使用任何装置或系统以及执行任何结合的方法。本发明的可专利范围由权利要求限定,并且可包括本领域技术人员想到的其他示例。如果这些其他示例包括与权利要求的字面语言没有不同的结构元件,或者如果它们包括与权利要求的字面语言无实质差别的等效结构元件,则这些其他示例意图落入权利要求的范围内。

[0103] 本发明的进一步方面通过以下条项的主题提供:

[0104] 1. 一种用于操作发动机的永磁电机的方法,所述方法包括:确定所述永磁电机的故障状况;和响应于确定所述永磁电机的所述故障状况,通过增加所述永磁电机的一个或多个永磁体的温度来减小所述一个或多个永磁体的磁性。

[0105] 2. 根据任何在前条项的方法,其中所述发动机是内燃机。

[0106] 3. 根据任何在前条项的方法,其中所述发动机是涡轮轴发动机、涡轮螺旋桨发动机或涡轮风扇发动机中的至少一种。

[0107] 4. 根据任何在前条项的方法,其中所述发动机构造成在操作期间产生最大动力量,其中所述永磁电机能够从所述发动机提取最大动力量,并且其中所述永磁电机能够从所述发动机提取的所述最大动力量在所述发动机被构造成在操作期间产生的所述最大动力量的大约2.5%至大约75%之间。

[0108] 5. 根据任何在前条项的方法,其中所述永磁电机能够从所述发动机提取的所述最大动力量大于所述发动机被构造成在操作期间产生的所述最大动力量的大约25%。

[0109] 6. 根据任何在前条项的方法, 其中确定所述永磁电机的所述故障状况包括确定所述永磁电机的内部线圈故障。

[0110] 7. 根据任何在前条项的方法, 其中通过增加所述一个或多个永磁体的所述温度来减小所述一个或多个永磁体的所述磁性包括驱动电流通过所述永磁电机的定子组件以引起所述永磁电机的转子组件中的涡流损耗。

[0111] 8. 根据任何在前条项的方法, 其中所述永磁电机限定设计的电流频率操作范围, 并且其中驱动电流通过所述永磁电机的所述定子组件以引起涡流损耗包括以不同于所述设计的电流频率操作范围的频率驱动电流通过所述永磁电机的所述定子组件。

[0112] 9. 根据任何在前条项的方法, 其中通过增加所述一个或多个永磁体的所述温度来减小所述一个或多个永磁体的所述磁性包括将加热流体提供给所述永磁电机。

[0113] 10. 根据任何在前条项的方法, 其中将所述加热流体提供给所述永磁电机包括将引气提供给所述永磁电机。

[0114] 11. 根据任何在前条项的方法, 其中通过增加所述一个或多个永磁体的所述温度来减小所述一个或多个永磁体的所述磁性包括使用热管理系统来减少所述永磁电机的冷却。

[0115] 12. 根据任何在前条项的方法, 其中使用所述热管理系统来减少所述永磁电机的所述冷却包括绕过所述热气管理系统的散热器热交换器。

[0116] 13. 根据任何在前条项的方法, 其中通过增加所述一个或多个永磁体的所述温度来减小所述一个或多个永磁体的所述磁性包括将流体注入所述永磁电机的气隙中。

[0117] 14. 根据任何在前条项的方法, 其中所述流体限定的粘度大于空气的粘度。

[0118] 15. 根据任何在前条项的方法, 其中通过增加所述一个或多个永磁体的所述温度来减小所述一个或多个永磁体的所述磁性包括添加大约5千瓦和大约500千瓦之间的热能。

[0119] 16. 根据任何在前条项的方法, 其中所述永磁电机包括转子组件, 所述转子组件具有多个叠层和轴, 其中所述多个叠层适配到所述轴上, 并且其中通过增加所述一个或多个永磁体的所述温度来减小所述一个或多个永磁体的所述磁性包括降低所述多个叠层和所述轴之间的接触压力。

[0120] 17. 根据任何在前条项的方法, 其中所述发动机包括热管理系统, 所述热管理系统用于通过所述轴中的一个或多个开口提供冷却流体。

[0121] 18. 一种限定轴线的发动机, 包括: 固定部件; 旋转部件, 所述旋转部件相对于所述固定部件能够绕着所述发动机的所述轴线旋转; 永磁电机, 所述永磁电机包括定子组件和转子组件, 所述定子组件联接到所述固定部件, 所述转子组件联接到所述旋转部件, 所述转子组件包括一个或多个永磁体; 控制器, 所述控制器能够与所述永磁电机一起操作, 所述控制器构造成确定所述永磁电机的故障状况并且响应于确定所述故障状况来增加所述永磁电机的所述一个或多个永磁体的温度。

[0122] 19. 根据任何在前条项的发动机, 进一步包括: 电传输总线, 所述电传输总线与所述永磁电机电连通, 其中所述控制器进一步可操作地连接到所述电传输总线。

[0123] 20. 根据任何在前条项的发动机, 其中所述发机构造成在操作期间产生最大动力量, 其中所述永磁电机能够从所述发动机提取最大动力量, 并且其中所述永磁电机能够从所述发动机提取的所述最大动力量在所述发动机被构造成在操作期间产生的所述最大

动力量的大约2.5%和大约75%之间。

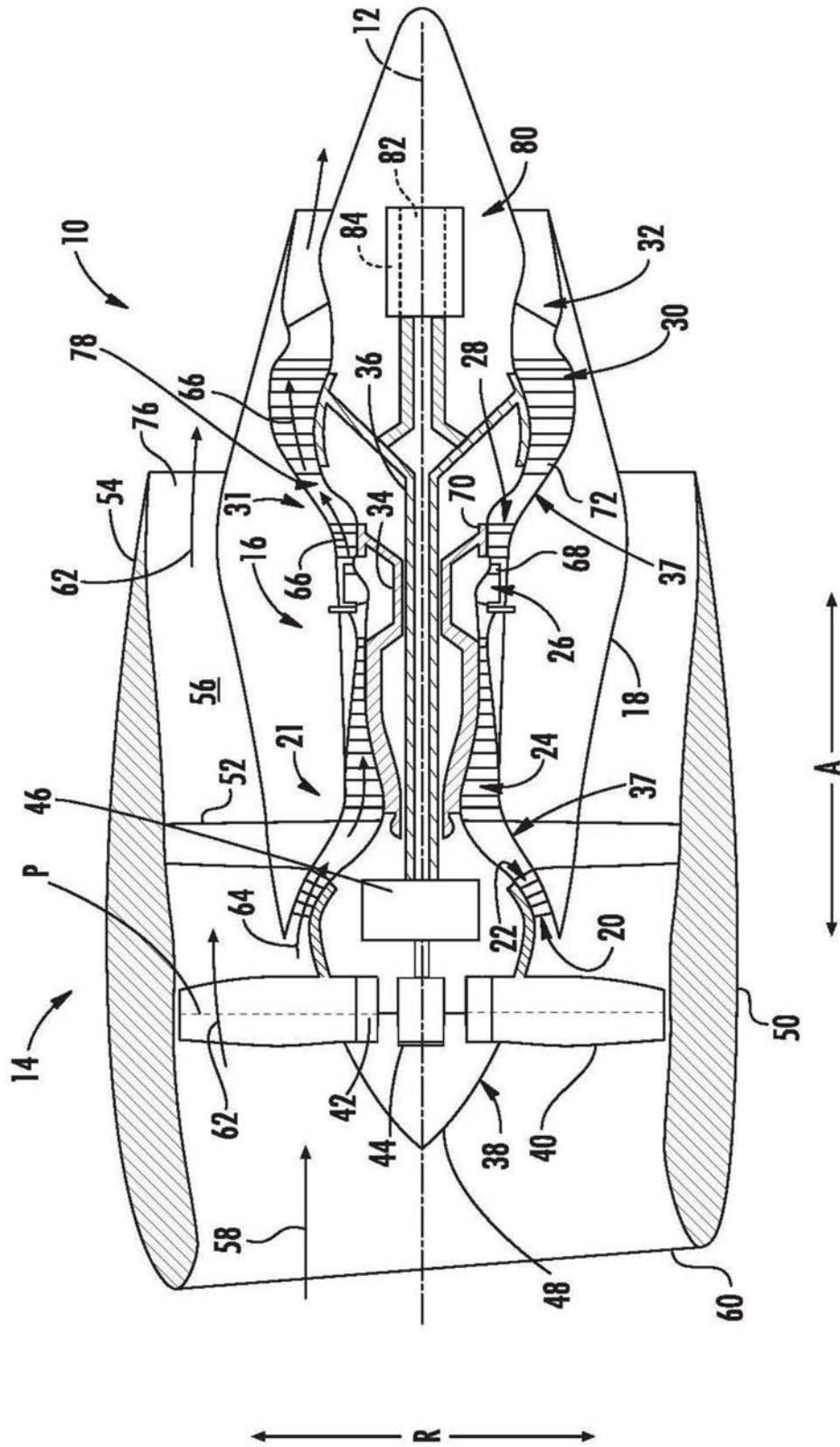


图1

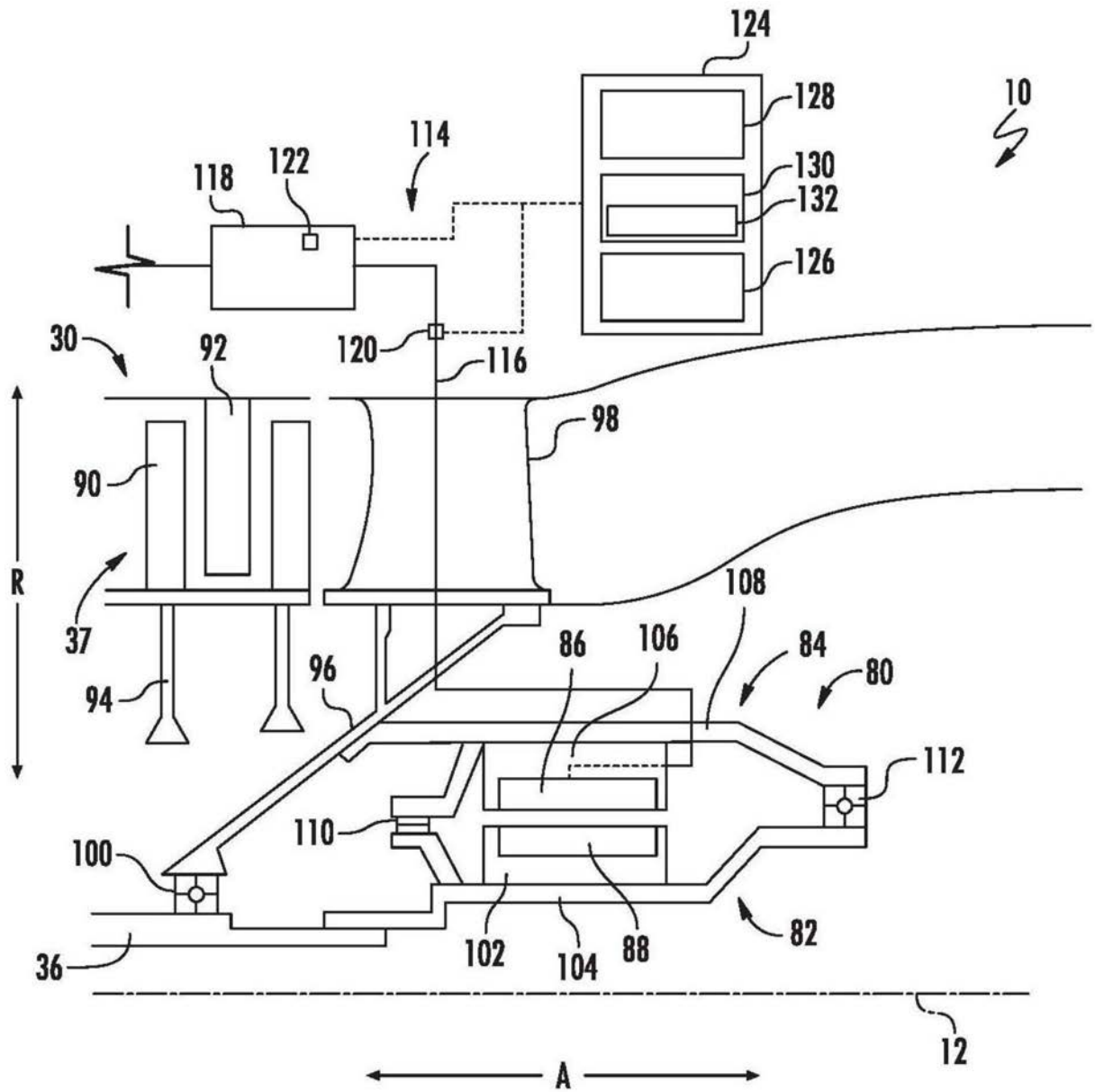


图2

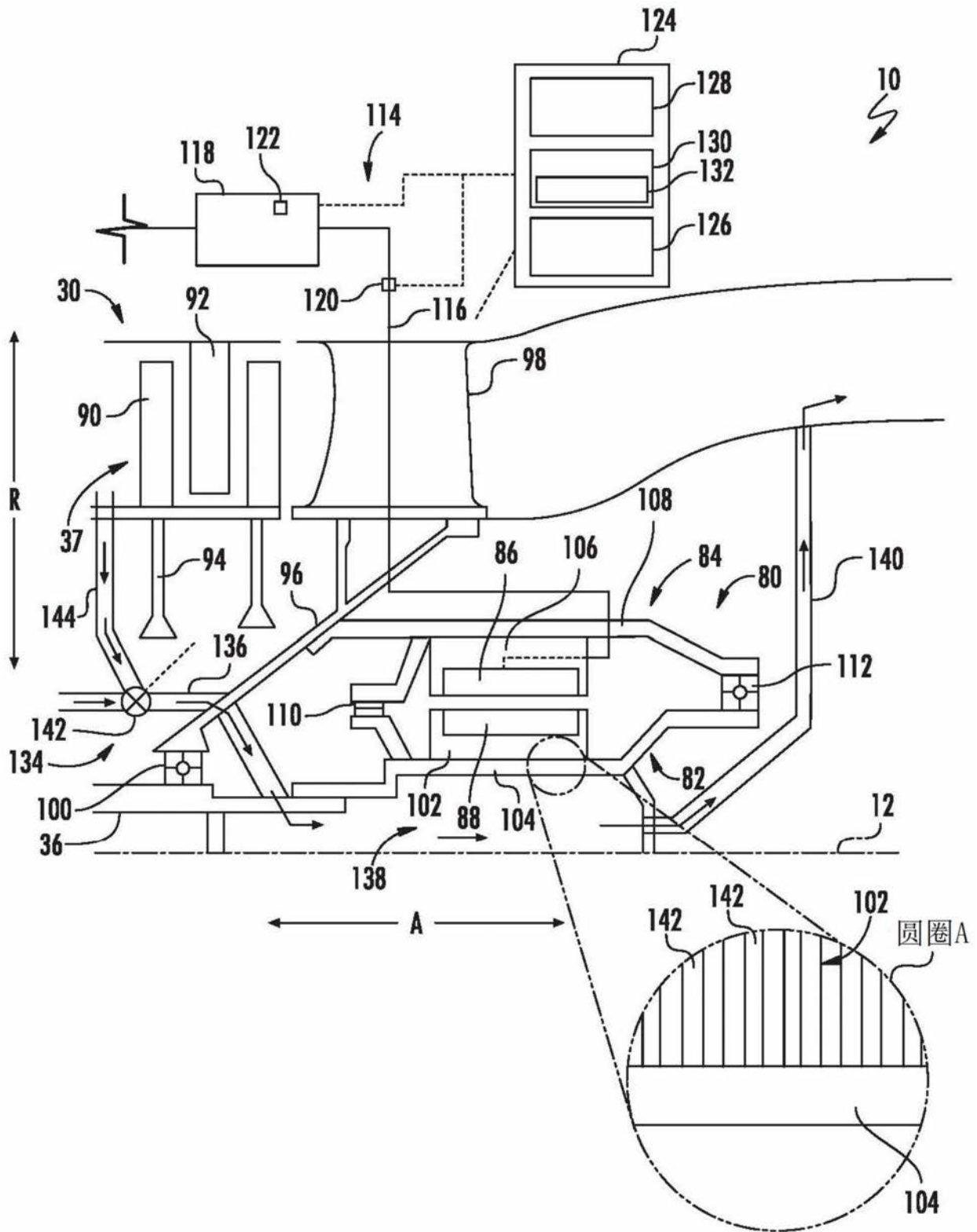


图3

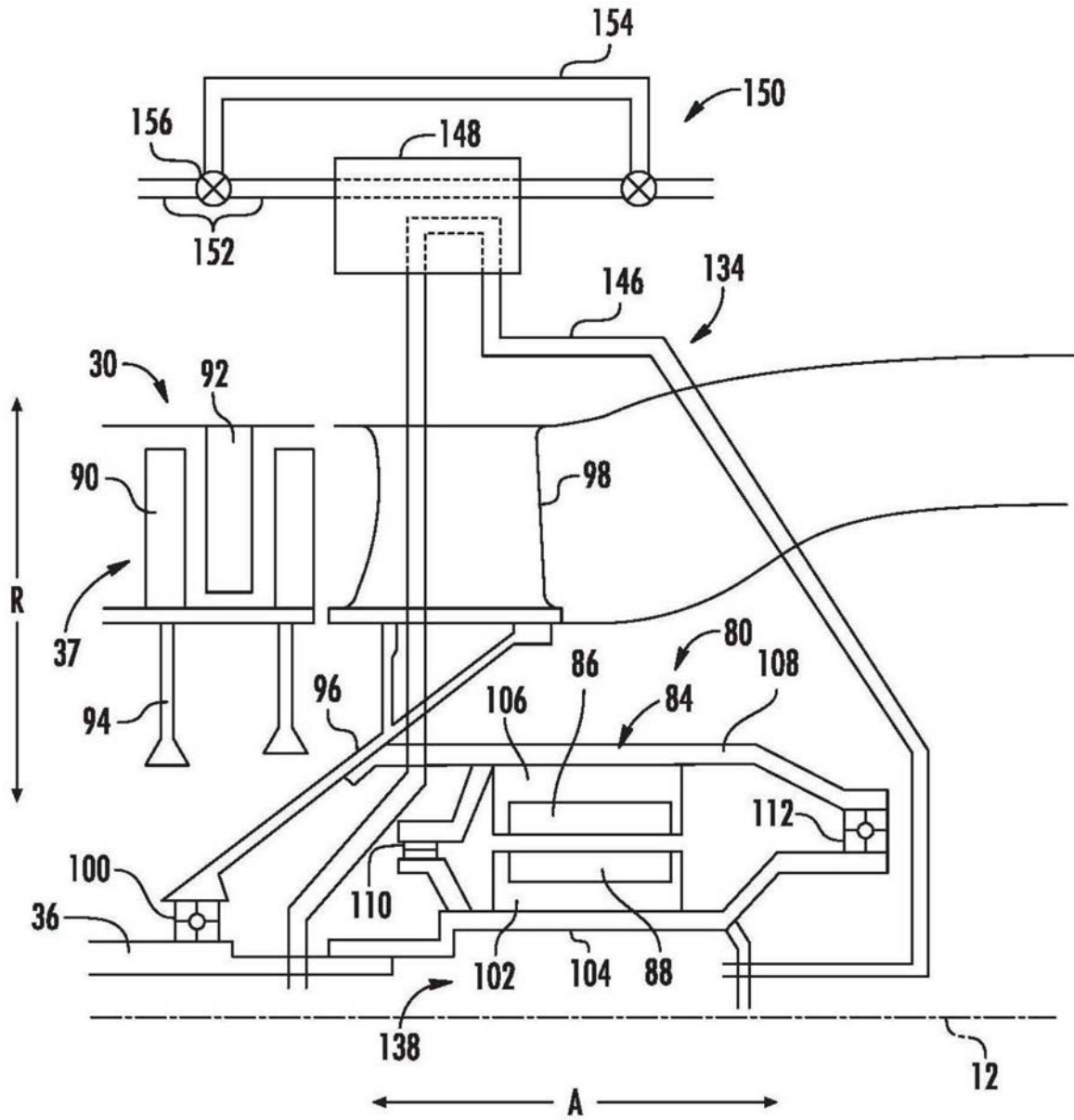


图4

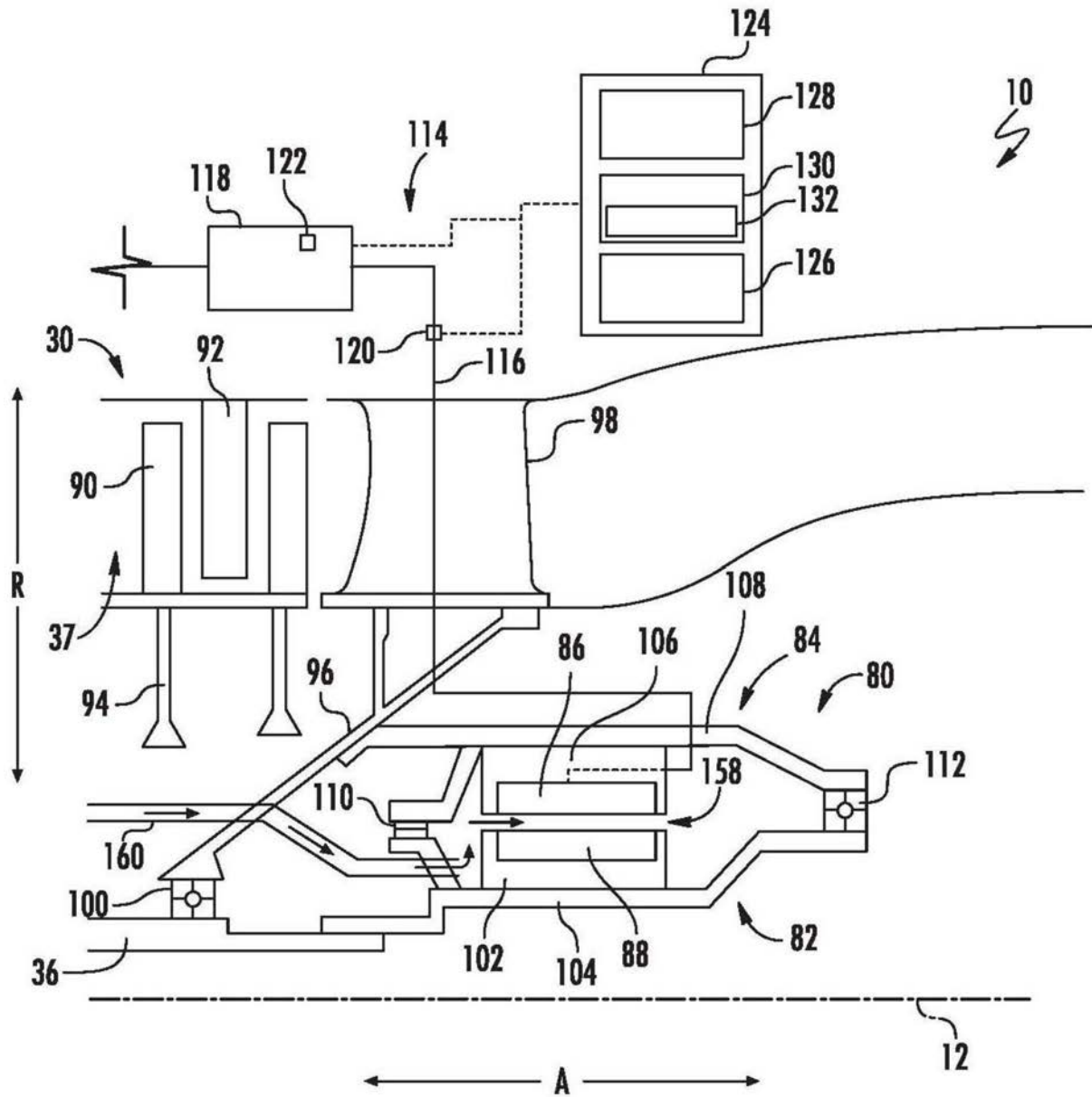


图5

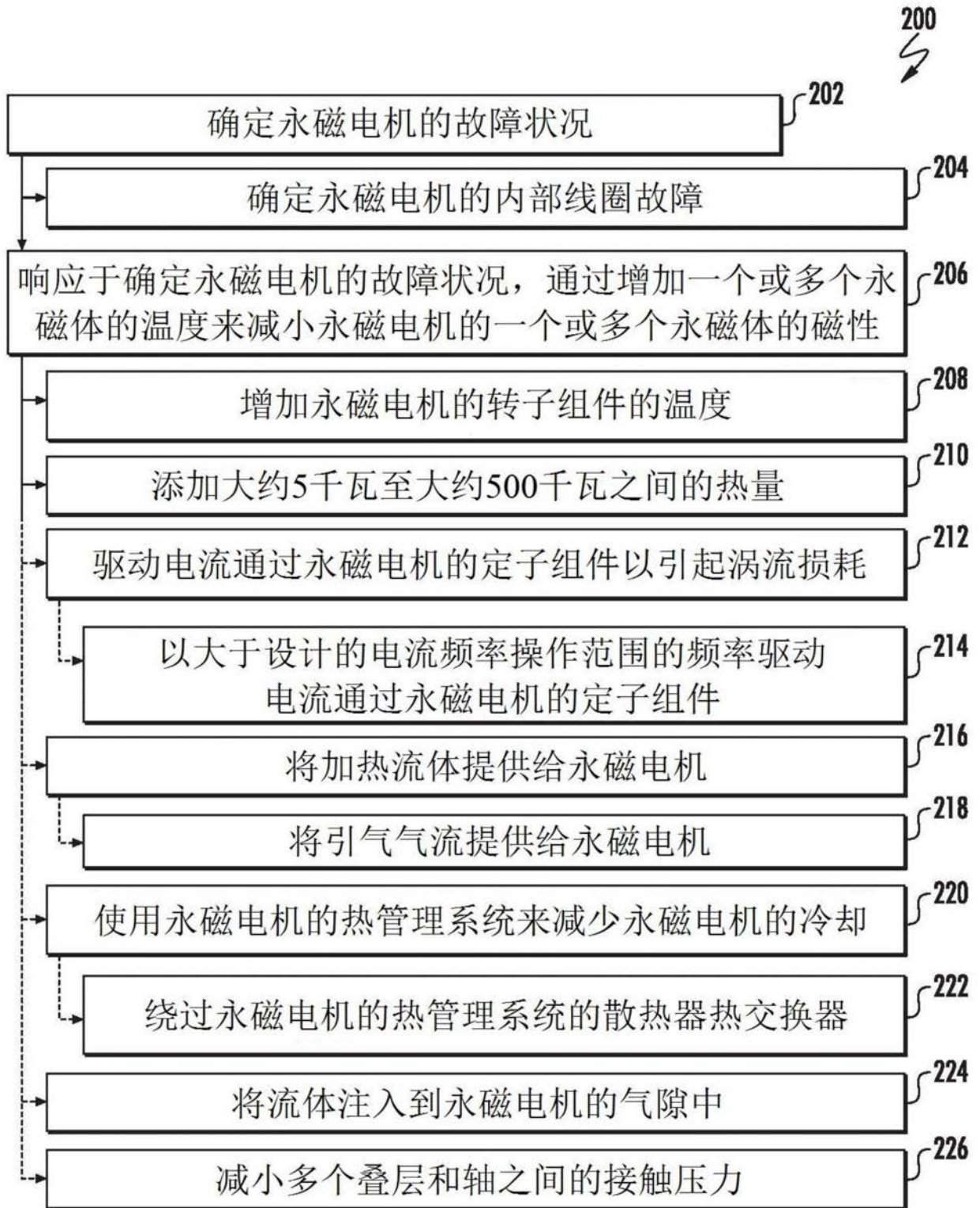


图6