



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101191423 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 13

(21) 申请号 200710196155. 7

CN 1052168 A, 1991. 06. 12,

(22) 申请日 2007. 11. 28

审查员 石科峰

(30) 优先权数据

11/564, 064 2006. 11. 28 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 P·维特 B·F·米克尔

A·P·伍德费尔德

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 崔幼平 黄力行

(51) Int. Cl.

F01D 5/02(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5795413 A, 1998. 08. 18,

US 2005127138 A1, 2005. 06. 16,

EP 1649970 A1, 2006. 04. 26,

CN 2674106 Y, 2005. 01. 26,

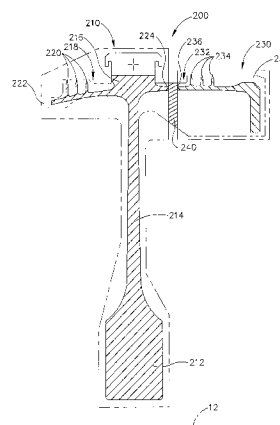
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 3 页

(54) 发明名称

旋转组装部件及制造这种部件的方法

(57) 摘要

本发明提出一种用于涡轮机的转子组件。该转子组件包括由第一材料锻造的转子部件的第一部分(210)。该第一材料采用第一过程进行加工处理。转子组件还包括采用与第一材料相同的第二材料单独地锻造的转子部件的第二部分(230)。第二部分采用第二过程进行加工处理并在第一轴向位置处连接到第一部分上。还提出一种制造用于涡轮机的转子组件的方法。



1. 一种用于涡轮机的转子组件,所述转子组件包括:

由第一材料锻造的转子部件的第一部分(210),所述第一材料进行了 α/β 加工处理,其中所述 α/β 加工处理是细粒加工处理;和

由与所述第一材料相同的第二材料单独地锻造的所述转子部件的第二部分(230),所述第二部分进行了 β 加工处理,其中所述 β 加工处理是粗粒加工处理,所述第一材料和所述第二材料包括钛基合金,其中,所述第二部分在第一轴向位置处焊接到所述第一部分上。

2. 根据权利要求1所述的转子组件,其特征在于,所述第一部分和第二部分(210,230)每一个在基本垂直于所述转子组件的纵向轴线的径向-圆周平面和基本垂直于所述转子组件的纵向轴线的轴向-圆周平面中的至少一个平面内相互连接。

3. 根据权利要求2所述的转子组件,其特征在于,所述第二部分(230)的轴向-圆周边缘(224,236)在所述径向-圆周平面内连接到所述第一部分(210)的轴向-圆周边缘。

4. 一种包含有纵向轴线的转子机械装置,所述转子机械装置包括:

由第一材料锻造的盘的第一部分(210),所述第一材料进行了 α/β 加工处理,其中所述 α/β 加工处理是细粒加工处理;和

由与所述第一材料相同的第二材料单独地锻造的所述盘的第二部分(230),所述第二材料进行了 β 加工处理,其中所述 β 加工处理是粗粒加工处理,所述第一材料和所述第二材料包括钛基合金,其中,所述第二部分在第一轴向位置处焊接到所述第一部分上。

旋转组装部件及制造这种部件的方法

技术领域

[0001] 本发明通常涉及转动机械装置,特别涉及用于制造转动机械装置的部件的方法和设备。

背景技术

[0002] 至少某些已知的转动机械装置,例如但不限于,蒸汽涡轮发动机和/或燃气涡轮发动机,包括各种转子组件,例如风扇组件、压缩机和/或涡轮机,其中每一个都包括转子组件。至少某些已知转子组件包括部件,例如但不限于,盘、轴、线轴(spool)、装有叶片的盘(“叶片盘”)、密封装置和/或集成有叶片的环(“叶片环”)。取决于在燃气涡轮发动机内的轴向位置,这些部件将经受不同的温度。

[0003] 例如,在运行过程中,至少某些已知燃气涡轮发动机将经受沿发动机的中心纵向轴线延伸的轴向温度梯度(或变化)。通常,燃气涡轮发动机的部件朝向发动机的前部暴露于较低的运行温度,而朝向发动机的后部暴露于较高的运行温度。因此,已知的转子组件和/或转子部件一般都由能够承受在发动机内的预定的位置处的预期的最大温度的材料制造。

[0004] 为了适应不同的温度,已经采用具有不同材料特性的不同合金来锻造不同的发动机部件,使得部件能够承受不同的预期的最大径向和/或轴向温度。更具体地,已知的转子组件和/或转动部件每一个基本上都由能够承受整个转动组件和/或转动部件的预期的最大温度的单一合金锻造而成。然而,在单一锻造过程中锻造既具有高保载时间疲劳强度材料特性又具有最佳抗蠕变材料特性的发动机部件是不可能的。更具体地,虽然可对合金进行不同地加工处理以生成不同的材料特性,但是已知的锻造方法通常不能实现将不同地加工处理的合金混合以组合在单一锻造过程中。

[0005] 例如,锻造单个发动机部件以增大保载时间疲劳强度通常会对部件的抗蠕变能力产生不利影响。降低部件的抗蠕变特性将导致部件增大的塑性变形,其引起发动机部件在高温下摩擦和/或磨损其它发动机部件。相反,锻造单个发动机部件以易于增大部件的抗蠕变能力将对部件的保载时间疲劳强度产生不利影响。由于降低的保载时间疲劳强度,在较低温度下发动机部件将经受增大的疲劳断裂。因此,已知的锻造方法仅提供了有限或者不能最好地平衡部件的性能。

发明内容

[0006] 一方面,提供了一种用于制造涡轮机的转子组件的方法。该方法包括由第一材料锻造转子部件的第一部分,采用第一过程加工处理该第一材料,且由与第一材料相同的第二材料锻造转子部件的第二部分。该第二部分与第一部分分开锻造。该方法还包括采用第二过程加工处理第二材料并且在第一轴向位置处将该第二部分连接到该第一部分上。

[0007] 另一方面,提供了一种用于涡轮机的转子组件。该转子组件包括由第一材料锻造的转子部件的第一部分。该第一材料利用第一过程进行加工处理。转子组件还包括采用与

第一材料相同的第二材料分开锻造的转子部件的第二部分。该第二部分采用第二过程进行加工处理并在第一轴向位置处连接到第一部分上。

[0008] 再一方面,提供了一种包括纵向轴线的转子机械装置。该转子机械装置包括由第一材料锻造的盘的第一部分。采用第一过程对第一材料进行加工处理。转子机械装置还包括采用与第一材料相同的第二材料分开锻造的盘的第二部分。第二材料采用第二过程进行加工处理并在第一轴向位置处连接到第一部分上。

附图说明

[0009] 图 1 是示例性燃气涡轮风扇发动机总成的示意图;

[0010] 图 2 是可用于图 1 中所示的燃气涡轮风扇发动机总成的示例性已知的单个盘形段的局部侧视图;以及

[0011] 图 3 是可用于图 1 中的燃气涡轮风扇发动机的示例性单个盘形段的局部侧视图。

具体实施方式

[0012] 此处所描述的示例性方法和设备通过在相应的部件的轴向温度变化率(或轴向温度梯度)的基础上制造和装配部件部分,使得各转子部件的疲劳保载时间(in dwell time fatigue)和蠕变易于减小,从而克服已知装配方法和转子部件的缺点。应当理解的是,“轴向”以及“轴向地”在整个申请文本中通篇使用,指示的是基本上平行于转动机械装置(rotary machine)的中心转动轴线的方向和取向。还应当理解的是,“轴向圆周边缘”在整个申请文本中通篇使用,指示的是基本垂直于转动机械装置的中心转动轴线取向的边缘。还应当理解的是,术语“径向”和“径向地”在整个申请文本中通篇使用,指示的是基本垂直于中心转动轴线的方向和取向。还要理解的是,“径向圆周平面”在整个申请文本中通篇使用,指示的是基本垂直于转动机械装置的中心转动轴线取向的平面。而且,需要理解的是,“前方”在整个申请文本中通篇使用,指示的是位于上游并且朝着燃气涡轮机的入口侧的方向和位置,而“后方”在整个申请文本中通篇使用,指示的是位于下游并且朝着燃气涡轮机的排气侧的方向和位置。

[0013] 图 1 是示例性的具有中心转动轴线 12 的涡轮风扇发动机总成 10 的示意图。在该实施例中,涡轮风扇发动机总成(或组件)10 包括一空气入口侧 14 和一排气侧 16。涡轮风扇发动机总成 10 还包括一芯部(或中心)燃气涡轮发动机 18,该芯部燃气涡轮发动机 18 包括一高压压缩机 20、一燃烧室 22、和一高压涡轮机 24。此外,涡轮风扇发动机总成 10 包括轴向设置在芯部燃气涡轮发动机 18 下游的一低压涡轮机 26 和轴向设置在芯部燃气涡轮发动机 18 上游的一风扇组件 28。风扇组件 28 包括从转子毂 32 径向向外延伸的一排风扇叶片(或风扇叶片阵列)30。而且,涡轮风扇发动机总成 10 包括设置在风扇组件 28 和低压涡轮机 26 之间的一第一转轴 34 以及设置在高压压缩机 20 和高压涡轮机 24 之间的一第二转轴 36,使得风扇组件 28、高压压缩机 20、高压涡轮机 24 和低压涡轮机 26 连续(或串联)的流体相通并且相对于风扇发动机总成 10 的中心转动轴线 12 同轴对齐。

[0014] 在操作过程中,空气通过入口侧 14 进入并流过风扇组件 28 到达高压压缩机 20。经压缩的空气被传送到燃烧室 12。来自燃烧室 12 的气流在通过排气侧 16 排出涡轮风扇发动机总成 10 之前驱动高压涡轮机 24 和低压涡轮机 26。

[0015] 高压压缩机 20、燃烧室 22、高压涡轮机 24 和低压涡轮机 26 每一个都包括至少一个转子组件。取决于它们在涡轮风扇发动机总成 10 内的相对轴向位置,转动组件或者转子组件通常要经受不同的温度。例如,在该实施例中,涡轮风扇发动机总成 10 通常朝着前方风扇组件 28 具有较低运行温度,而朝着后方高压压缩机 20 具有较高的运行温度。因此,高压压缩机 20 内的转子部件通常与风扇组件 28 的转子部件的制造材料相比由能够承受较高温度的材料制造。

[0016] 图 2 是示例性已知的单个盘形段 100 的局部侧视图,该盘形段 100 可用于燃气涡轮风扇发动机总成,例如涡轮风扇发动机总成 10(如图 1 中所示)。在该实施例中,盘形段 100 是包括几个部件区域的一整体的发动机部件。例如,盘形段 100 包括一径向内侧的毂 112、一从毂 112 径向向外延伸的腹板 114 和一从腹板 114 径向向外延伸的凸缘 116。盘形段 100 还包括一第一臂 118 和一相对的第二臂 120,它们每个都从凸缘 116 轴向延伸。第一臂 118 包括密封齿 122 和第一端 124。第二臂 120 包括密封齿 126 和第二端 128。

[0017] 在该示例性实施例中,盘形段 100 可联接多个相似的盘形段(未示出),这些盘形段沿着总成(或组件)的中心转动轴线在不同轴向位置转动地联接。然而,取决于相对于中心转动轴线 12 的轴向位置,盘形段 100 经受不同的温度。因此,盘形段 100 制造成在沿着中心转动轴线 12 的不同轴向位置包括有不同的材料特性。例如,位于朝着涡轮风扇发动机总成 10 的前部分的盘形段 100 通常比位于朝着涡轮风扇发动机总成 10 的后部分的相同的盘形段 100 温度较低。因此,盘形段 100 通常由比制造下游的各部件所使用的材料承受较低温度的材料制造。

[0018] 在该示例性实施例中,取决于相对于中心转动轴线 12 的轴向和/或径向位置,盘形段 100 内的不同区域同样承受不同的温度。例如,与第二端 128 相比,毂 112 和腹板 114 通常承受较低的温度和较高的应力。因此,与第二端 128 相比,毂 112 和腹板 114 通常承受更长的疲劳保载时间(“保载疲劳”)。因此对于毂 112 和腹板 114 需要具有较高的保载疲劳强度的制造材料。相反,与毂 112 和腹板 114 相比,第二端 128 通常暴露于并承受较高的温度。因此,与毂 112 和腹板 114 相比,第二端 128 通常承受较大的蠕变(“蠕变”)。因此,第二端 128 希望具有较高的抗蠕变特性的制造材料。

[0019] 如上所述,对相同的合金可进行不同地加工处理以产生不同的材料特性。然而,已知的锻造方法通常不能实现不同的加工处理顺序,或者不能实现在一个单独锻造过程中使合金进行混合。因此,至少某些已知锻造方法采用试图使单独锻造的发动机部件的单一材料性质最优化的加工处理。

[0020] 两个已知类型的加工处理包括粗粒加工处理和细粒加工处理。在钛合金中,粗粒加工处理被称为 β 加工处理,而细粒加工处理被称为 α/β 加工处理。贝它 β 加工处理包括在 β -转变温度点(β -transus)之上对钛合金进行锻造和/或热处理。更为具体地, β 加工处理在发动机部件的锻造过程中完成,或者可选择的是,该部件可经受贝它方案的热处理。因此, β 加工处理在大大降低高温疲劳强度的同时使抗蠕变特性最优化。然而, β 热加工处理导致整个部件具有相对较大的前期贝它粒状结构。虽然通常抗蠕变特性得到加强,但是经贝它热处理的部件内的性能例如,但不限于此的延展性和疲劳强度将降低。因此,可能要求较大的横截面区域来承载相同的运行载荷。结果,与用对于保载疲劳强度经过优化后的材料所制造的部件相比,经贝它热处理的部件通常更重并且制造成本更高。

[0021] 钛合金的细粒加工处理 (α/β 加工处理) 包括在 β -转变温度点之下对钛合金进行锻造和热处理。合金例如,但不限于此,镍 (Ni) 基合金可经过细粒处理,以增大疲劳强度。然而,Ni 基部件要大大重于其它在中间温度状态进行抗蠕变特性加工处理的合金。虽然 Ni 基部件通常用在与其它发动机部分相比承受较高温度的发动机的各部分中,但是由于不能在部件内最好的实现特性平衡,就要求在承受较低温度的前方发动机部分采用 Ni 合金。这种 Ni 基部件增大了发动机的整体重量。而且,Ni 基部件不能焊接到钛部件上。因此,通常使用紧固件例如螺栓来联接发动机内的各部件。然而,这种螺栓连接的接合也增大了发动机的整体重量。

[0022] 可选择的是,与上述已知的加工处理相比,可以对其它合金进行加工处理以便于增大保载疲劳强度,同时减小发动机的整体重量。更具体地,这种部件可以由与 Ni 基合金相比重量较轻的材料制造,和 / 或在发动机运行过程中,可以允许这种部件蠕变。然而,蠕变通常减少了部件的寿命并提高了对部件的监控要求。结果,这种合金通常增大了发动机的整体维护费用。

[0023] 已经尝试了一些其它通过加工处理单一合金从而获得材料特性的组合来生产发动机部件的加工处理方法。例如,一些已知的改进的锻造 / 热处理方法可以生产在孔内具有 α/β 结构以增强保载疲劳强度以及在凸缘内具有抗蠕变结构的盘。与凸缘中的粗粒、抗蠕变微结构相比, Ni 基超合金已采用相似方法,已知为双热处理,来实现孔内的细粒、抗疲劳结构。另一种已知的方法包括 β 加工处理整个盘,且随之在 β -转变温度点之下锻造盘的孔部,以将孔部转换为 α/β 结构。然而,这种方法通常要求极为精密的过程控制,并且非常昂贵,常常可导致产生并非最佳的结构特性,例如但不限于,在盘的凸缘上具有低延展性和低疲劳强度的 β 退火结构。

[0024] 另一种加工方法通过在使引起发动机部件的应力水平降低的尝试中增大部件的尺寸从而增大发动机部件的整体重量。然而,这种方法也增大了发动机的整体重量,并且减小了相邻盘之间的距离。结果,接近某些发动机部件变得更加困难,和 / 或需要重新设计发动机,整体制造和维护的费用可能增加,和 / 或发动机功率和效率可能降低。

[0025] 在该示例性实施例中,盘形段 100 需要具有高的强度 - 重量比、防腐蚀性以及抗蠕变性。例如,盘形段 100 可由单一合金锻造,例如但不限于钛合金 Ti6242。例如,在低于 1000 °F 的运行温度下,钛 (Ti) 基合金是用于发动机部件的优选材料,这是因为这种合金要比 Ni 基合金强且轻。更具体地,至少某些已知的转子盘使用名义上包含重量百分比为 6% 铝、2% 锡、4% 锆、2% 钼以及 0.1% 硅的 Ti6242。盘形段 100 由单一的高温 Ti 基合金成份锻造而成,其能够承受整个盘形段 100 可能承受的最大轴向运行温度。换句话说,在单个锻造过程中,毂 112、腹板 114 和第二端由相同材料制造,该材料经受加工处理以承受预期的整个盘形段 100 可能承受的最大轴向运行温度,例如最佳的抗蠕变性。因此,不将盘形段 100 锻造为既具有高保载疲劳强度又具有最佳的抗蠕变性能。

[0026] 图 3 是可用于燃气涡轮风扇发动机总成,例如图 1 所示的涡轮风扇发动机总成 10, 的单个盘形段 200 的局部侧视图。在该示例性实施例中,盘形段 200 包括至少两个单独加工处理的盘形部分 210 和 230,它们每一个都分开进行锻造,随后被连接在一起,以形成一个具有最佳蠕变特性和最佳保载疲劳特性的钛合金部件。盘形部分 210 包括一径向向内的毂 212、一从毂 212 径向向外延伸的腹板 214 以及一从腹板 214 径向向外延伸的凸缘 216。

盘形部分 210 还包括一个包括密封齿 220 和第一端 222 的第一臂 218 和一个从凸缘 216 延伸的相对轴向 - 圆周边缘 224。盘形部分 230 包括一个带有密封齿 234 和轴向 - 圆周边缘 236 的第二臂 232 和一个设置在密封齿 234 相对于轴向 - 圆周边缘 236 的相对侧的第二端 238。如下文所详细描述,第一和第二部分 210 和 230 可焊接在一起形成盘形段 200。可选择的是,包括臂 218 和 232、密封齿 220 和 224、以及臂端 222 和 238 的整个凸缘 216 可在轴向 - 圆周平面内焊接到腹板 214 上。

[0027] 在该示例性实施例中,盘形段 200 可连接(或联接)到多个转动在沿中心转动轴线 12(如图 1 所示)的不同轴向位置连接的相似盘段上(图中未示)。因此,取决于沿中心转动轴线 12 的轴向位置,盘形段 200 经受不同的温度。例如,朝向涡轮风扇发动机总成 10 的前部设置的盘形段 200 要大大低于朝向轮风扇发动机总成 10 的后部设置的相同盘形段 200 的温度。

[0028] 在该示例性实施例中,取决于沿中心转动轴线的轴向和 / 或径向位置,盘形段 200 上的各部分也要经受不同的温度。例如,毂 212 和腹板 214 通常经受比第二臂 232 低的温度。因此与第二端 238 相比,毂 212 和腹板 214 通常经受较大的保载疲劳应力。相反,第二端 238 通常暴露于并经受比毂 212 和腹板 214 较高的温度。因此,第二端 238 通常经受比毂 212 和腹板 214 更大的蠕变。

[0029] 如上所述,相同的合金可以经受不同方式的加工处理以产生不同的材料特性。然而,已知的锻造方法通常不能实现在单一锻造过程中使按不同方式加工处理的合金进行混合。因此,在该示例性实施例中,盘形段 200 的第一和第二部分 210 和 230 分别进行加工锻造,以便于单个发动机部件的保载疲劳强度和抗蠕变特性均实现最优化。更具体地,在该示例性实施例中,考虑到单个发动机部件内可能出现的温度梯度,第一和第二部分 210 和 230 可分别加工处理、分别锻造、并进行相互连接,以易于使材料特性最优化。

[0030] 例如,在该示例性实施例中,轴向向前的第一部分 210 通常暴露于比后面的第二部分 230 较低的运行温度。因此,为了便于承受疲劳应力,第一部分 210 用与第二部分 230 相比可承受较低温度并具有较高保载疲劳强度的材料制造。例如,第一部分 210 可在低于 β -转变温度点的选定温度由 Ti6242 或类似的合金制造并锻造。更具体地,第一部分 210 由直径为八英寸或者小于八英寸的坯件在低于 β -转变温度点的温度下锻造,并且利用冷却方法,例如但不限于,风扇空气冷却和 / 或用水和 / 或油淬火来快速冷却。在经由淬火快速冷却后,取决于部件的尺寸以及希望的冷却速度,可以得到球化处理的主 α (spheroidized primary α) 的体积分数 (volume fraction) 大致在 15% 和 35% 之间的微结构。结果,第一部分 210 被加工处理成有利于在盘段 200 的各部分中获得与第二部分 230 相比要求有较高保载疲劳强度的最佳保载能力的材料特性。

[0031] 在该示例性实施例中,第二部分 230 通常暴露于比第一部分 210 较高的运行温度。因此,与第一部分 210 相比,第二部分 230 由能够承受较高温度并具有较高抗蠕变能力以利于减小蠕变的材料制造。例如,第二部分 230 可在高于 β -转变温度点的选定温度下由 Ti6242 或相似合金制作并锻造例如环形滚压。可选择的是,第二部分可在高于或低于 β -转变温度点的温度锻造,且在高于 β -转变温度点的温度进行热处理,产生具有最大抗蠕变特性的结构。在该例子中,虽然贝它热处理结构具有最大的抗蠕变特性,但是这种结构将大大降低疲劳和耐延展性。这种合金包括但不限于包含名义上 6% 铝、4% 锡、4% 锆、

0.75%铌、0.5%钼、0.4%硅和 0.06%碳的 Ti834。这种合金还可包括 Ti829、Ti685 或者可选择的抗蠕变钛合金。结果,将第二部分 230 加工成有利于在盘段 200 的各部分获得与第一部分 210 相比要求有较高抗蠕变特性的最佳抗蠕变能力的材料特性。

[0032] 第一部分 210 和第二部分 230 可通过各种已知的冶金技术相互耦合(或连接),这类冶金技术沿着基本垂直于中心转动轴线 12 的径向-圆周平面连接第一部分 210 和第二部分 230。例如,第一轴向-圆周边缘 224 和第二轴向-圆周边缘 236 可经由径向焊接 240,例如但不限于,惯性焊、摩擦焊、线性摩擦焊和/或例如电子束焊接的熔接焊耦合(或连接或者联接)在一起。可选择的是,包括臂 218 和 232、密封齿 220 和 224、臂端 222 和 238 的整个凸缘 216 可一起通过轴向焊在轴向-圆周平面内连接到腹板 214 上。凸缘 216 和腹板 214 的连接可通过但不限于惯性焊、摩擦焊、线性摩擦焊和/或例如电子束焊接的熔接焊来实现。

[0033] 在制造盘段 200 的过程中,焊接和/或发动机运行过程中所产生的温度可能在轴向-圆周边缘 224 和/或轴向-圆周边缘 236 上引发蠕变。因此,希望的是将轴向-圆周边缘 224 和/或轴向-圆周边缘 236 设置在与盘的其它区域相比具有相对小的应力和相对低的温度的盘的区域。例如,第一部分 210 可经过 α/β 加工处理以获得增大的保载疲劳特性。如果在制造第一部分 210 中所使用的 α/β 加工材料的蠕变能力能够满足凸缘 216 和第一臂 218 的蠕变特性要求、但不能满足第二臂 232 的要求,则可将焊缝(或焊接)240 设置在位于凸缘 216 和第二臂 232 之间的过渡区域。另外,还应当考虑,焊缝 240 的材料特性以及其相关的热影响区域,以便于减小蠕变,特别是在具有可能倾向于具有减小抗蠕变特性的细化微结构的固态焊接的情况下。

[0034] 虽然图示的轴向-圆周边缘 224 和/或轴向-圆周边缘 236 基本垂直于中心转动轴线,但还应当理解的是,只要这种边缘 224 和 236 形状基本互补以利于焊接过程,轴向-圆周边缘 224 和/或轴向-圆周边缘 236 就可以是任意形状和取向,例如相对于中心转动轴线 12 以及相对于彼此是倾斜的取向。相似地,对于焊接设置在腹板 214 处的情况,还应当理解的是,只要要接合的这种边缘的形状形成基本互补以利于焊接过程,所要接合的表面可以是任意形状或取向,例如相对于中心转动轴线 12 以及相对于彼此是倾斜的。随着焊接之后,在该示例性实施例中,在焊接盘段 200 上实施应力消除热处理,并且在焊接的盘段 200 上进行酸刻蚀,以便在应力消除热处理过程中去除所产生的 α 情况。

[0035] 在示例性盘段 200 上,取决于沿中心转动轴线 12 测量的盘段 200 的预期位置,对第一和第二部分 210 和 230 分别进行加工处理以获得不同的保载疲劳和蠕变能力。由于经不同的加工处理的第一和第二部分 210 和 230 随后被焊接在一起,因此可以制造具有增加的抗蠕变特性和增加的保载抗疲劳特性的轻便发动机部件。结果,与已知的经单一加工处理的 Ti 基合金部件相比,可以提高发动机功率和效率。而且,与已知的由 Ni 基合金制造的部件相比,可以降低盘段 200 的整体重量、制造和维护成本。

[0036] 以上对制造和装配转子部件的示例性实施例做了详细描述。转子部件不限于用在此处所描述的涡轮风扇发动机总成上,转子部件可以与此处所描述的其它转子组件的部件独立且分开地使用。而且,本发明不限于以上详细描述的转子组件和部件的实施例,而是也可采用落入权利要求书的精神和范围内的转子组件和部件的其它变型。

[0037] 虽然已经根据不同的特定实施例对本发明做了描述,但是本领域技术人员可意识

到在权利要求书的精神和范围内能够实现本发明的各种变化。

- [0038] 附图标记
- [0039] 10 涡轮风扇发动机总成
- [0040] 12 中心转动轴线
- [0041] 14 入口侧
- [0042] 16 排气侧
- [0043] 18 芯部燃气涡轮发动机
- [0044] 20 高压压缩机
- [0045] 22 燃烧室
- [0046] 24 高压涡轮机
- [0047] 26 低压涡轮机
- [0048] 28 风扇组件
- [0049] 30 风扇叶片
- [0050] 32 转子毂
- [0051] 34 第一转子轴
- [0052] 36 第二转子轴
- [0053] 100 盘形段
- [0054] 112 毂
- [0055] 114 腹板
- [0056] 116 凸缘
- [0057] 118 第一臂
- [0058] 120 第二臂
- [0059] 122 密封齿
- [0060] 124 第一端
- [0061] 126 密封齿
- [0062] 128 第二端
- [0063] 200 盘形段
- [0064] 210 第一部分
- [0065] 212 毂
- [0066] 214 腹板
- [0067] 216 凸缘
- [0068] 218 第一臂
- [0069] 220 密封齿
- [0070] 222 臂端
- [0071] 224 轴向 - 圆周边缘
- [0072] 230 第二部分
- [0073] 232 第二臂
- [0074] 234 密封齿
- [0075] 236 轴向 - 圆周边缘

- [0076] 238 第二端
- [0077] 240 焊接（或焊缝）

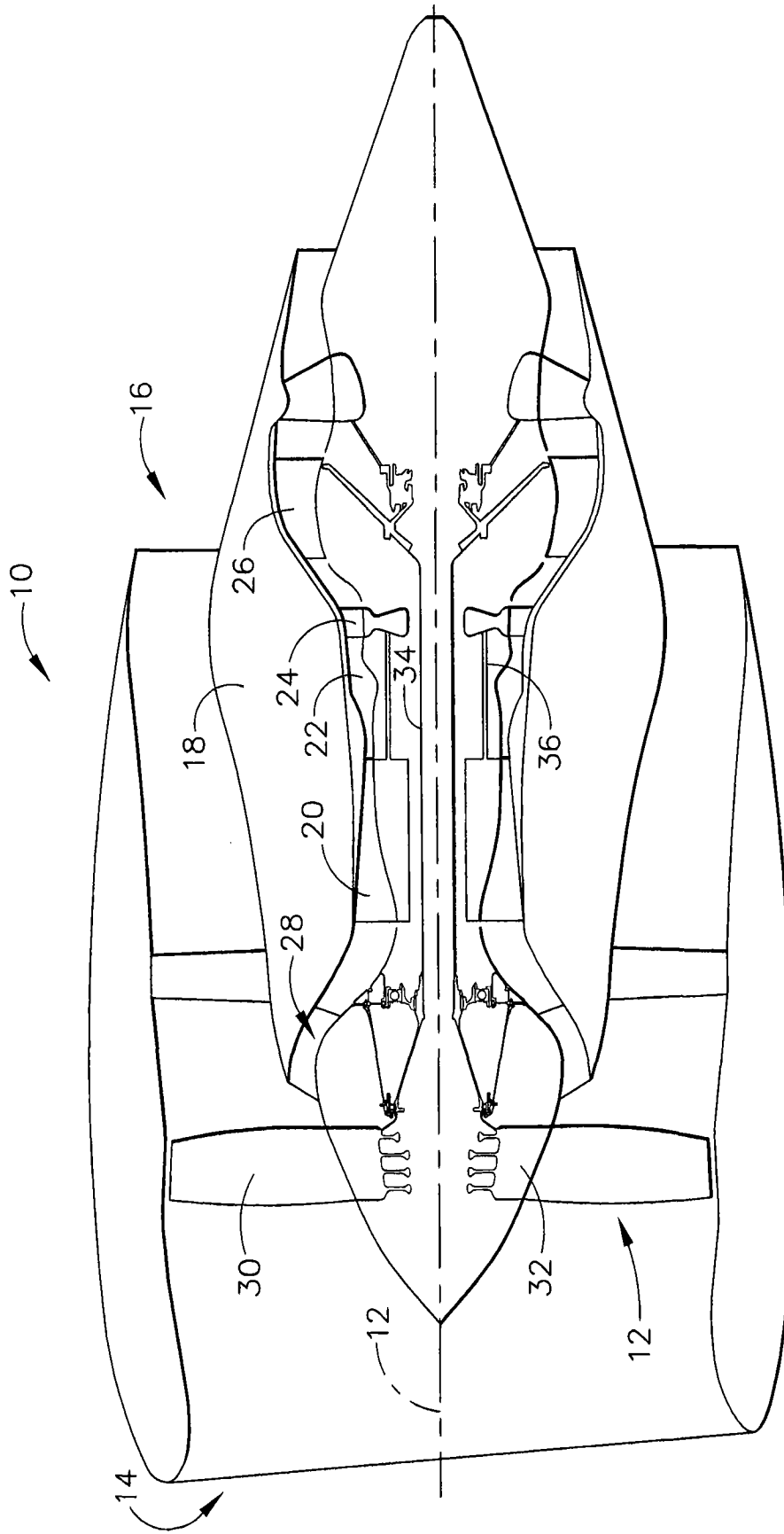


图 1

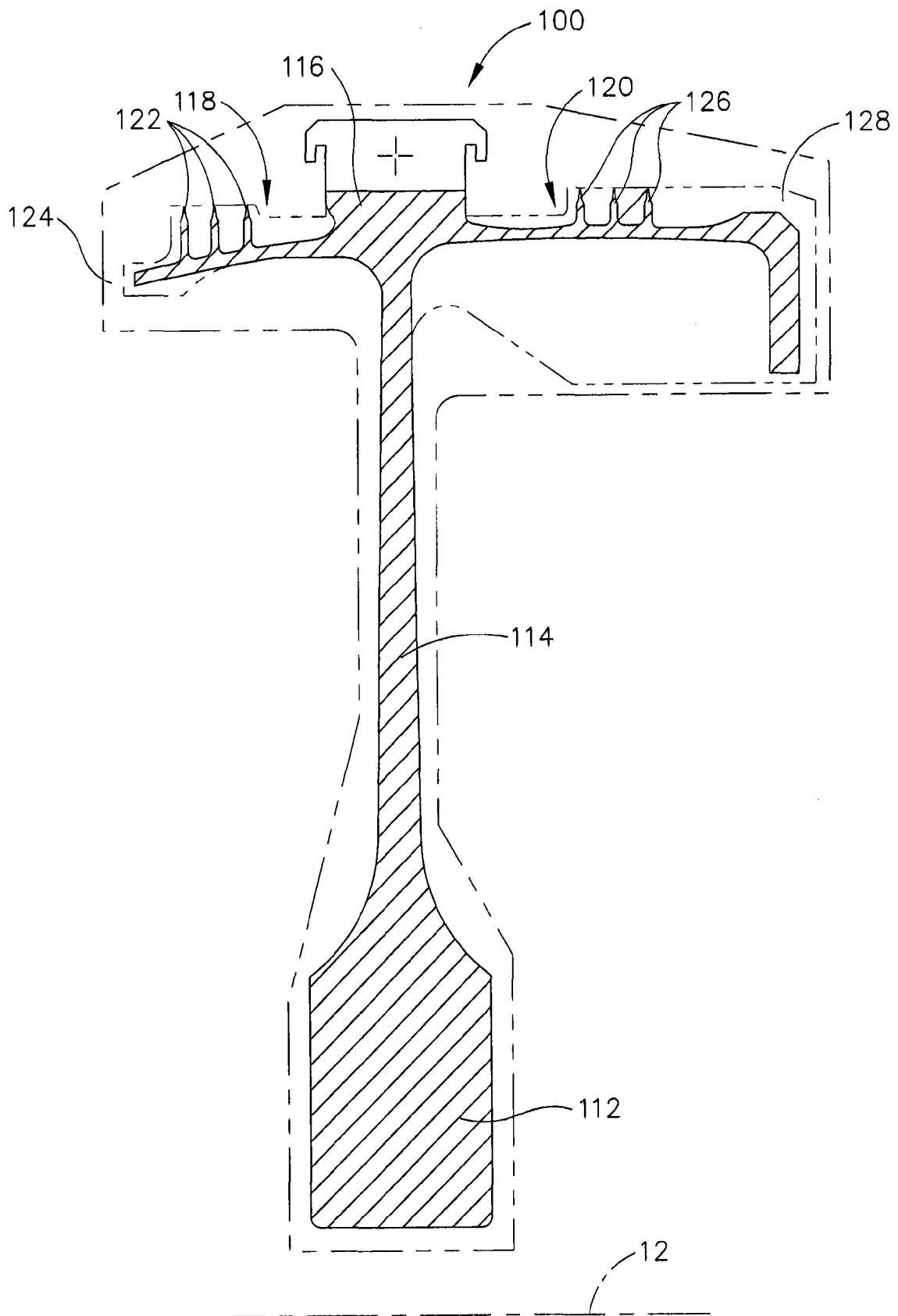


图 2

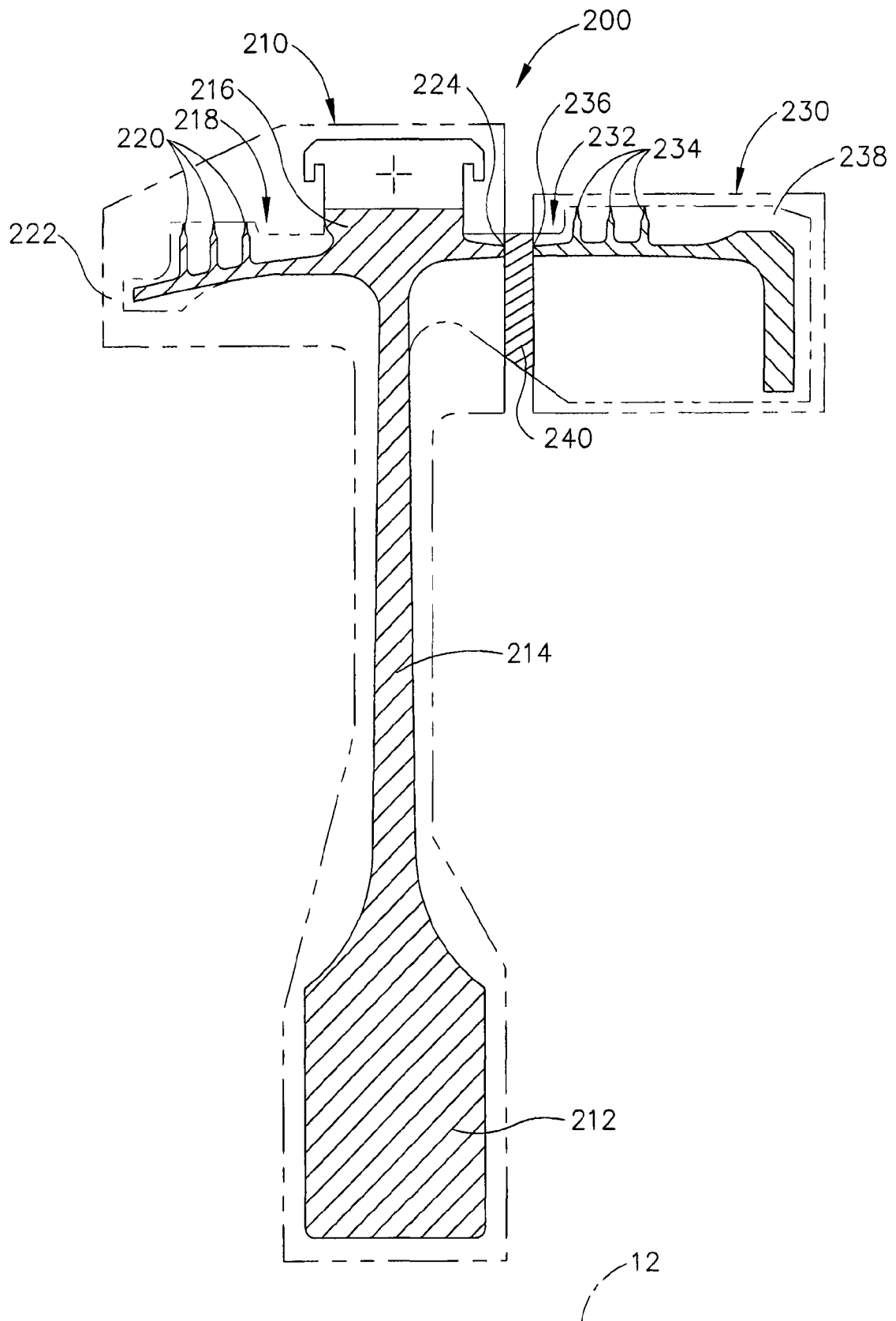


图 3