



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104870180 B

(45)授权公告日 2017.03.22

(21)申请号 201380068021.0

(22)申请日 2013.12.13

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104870180 A

(43)申请公布日 2015.08.26

(30)优先权数据
13/728880 2012.12.27 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.06.25

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2013/074992 2013.12.13

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/133636 EN 2014.09.04

(73)专利权人 通用电气公司
地址 美国纽约州

(72)发明人 J.M.科斯特卡

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 金飞 肖日松

(51)Int.Cl.
B32B 5/28(2006.01)

(56)对比文件
CN 102200055 A,2011.09.28,
CN 102574335 A,2012.07.11,
US 5252160 A,1993.10.12,
CN 102562306 A,2012.07.11,
US 2004164450 A1,2004.08.26,
US 2010124494 A1,2010.05.20,

审查员 宋贝

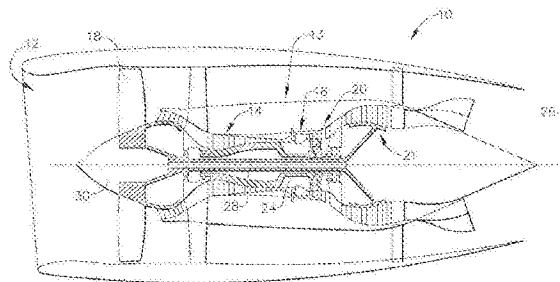
权利要求书1页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

混杂的连续纤维短切纤维聚合物复合结构

(57)摘要

一种发动机部件,所述发动机部件具有单块复合主体,所述主体具有连续纤维部分、短切纤维部分、包含在所述连续纤维部分和所述短切纤维部分两者中且在所述连续纤维部分与所述短切纤维部分之间的热塑性聚合物。



1. 一种飞机发动机部件,所述飞机发动机部件包括:
单块复合主体;
所述复合主体具有:
连续纤维部分;
短切纤维部分;
包含在所述连续纤维部分和所述短切纤维部分中并在所述连续纤维部分与所述短切纤维部分之间的热塑性聚合物;
其中,所述复合主体的纤维含量为至少35%体积且不大于75%体积。
2. 根据权利要求1所述的飞机发动机部件,其中所述热塑性聚合物为PEEK、PPS、PEKK和PEI中的一种。
3. 根据权利要求1所述的飞机发动机部件,其中所述连续纤维部分和/或所述短切纤维部分为碳纤维、玻璃纤维以及所述碳纤维与所述玻璃纤维的混合物中的一种。
4. 根据权利要求1所述的飞机发动机部件,其中所述连续纤维部分为编织物。
5. 根据权利要求1所述的飞机发动机部件,其中所述连续纤维部分为编织纤维和单向带中的一种。
6. 根据权利要求1所述的飞机发动机部件,其中所述短切纤维部分的组分由单向预浸渍带形成。
7. 根据权利要求6所述的飞机发动机部件,其中所述短切纤维部分的长度小于1英寸。
8. 根据权利要求1所述的飞机发动机部件,所述飞机发动机部件还包括一个或多个共模制的金属特征。
9. 根据权利要求8所述的飞机发动机部件,所述共模制的金属特征为凸缘、套管和螺纹插件中的一个。
10. 根据权利要求1所述的飞机发动机部件,所述复合主体的所述连续纤维部分承载环向负载。
11. 根据权利要求1所述的飞机发动机部件,其中所述连续纤维部分为包含碳纤维、玻璃纤维和热塑性纤维中至少一种的编织预成型件。
12. 根据权利要求11所述的飞机发动机部件,其中所述连续纤维部分中的所述至少一种为干燥的碳纤维和热塑性纤维。
13. 根据权利要求11所述的飞机发动机部件,其中所述连续纤维部分中的所述至少一种为干燥的碳纤维、玻璃纤维和热塑性纤维。
14. 根据权利要求1所述的飞机发动机部件,其中所述短切纤维部分无法用于高度负载零件。
15. 根据权利要求1所述的飞机发动机部件,其中所述短切纤维部分与发动机空气流路相邻。
16. 根据权利要求15所述的飞机发动机部件,所述飞机发动机部件还包括位于所述短切纤维部分的最外表面上的防腐蚀层。
17. 根据权利要求1所述的飞机发动机部件,所述部件为旋转部分。
18. 根据权利要求17所述的飞机发动机部件,所述旋转部分为导流罩头锥。
19. 根据权利要求17所述的飞机发动机部件,所述旋转部分为导流罩支撑环。

混杂的连续纤维短切纤维聚合物复合结构

背景技术

[0001] 公开的实施例大体涉及飞机发动机零件。更具体地,但非限制性地,本实施例涉及混杂复合材料所形成的、以形成更为复杂的几何形状 of 飞机发动机零件。

[0002] 一种典型的燃气涡轮发动机通常拥有前端和后端、及其轴向定位在这两者之间的几个核心或推进部件。空气进口或进气口位于发动机的前端。在按顺序朝向后端移动的情况下,进气口后面为压缩机、燃烧室、涡轮机、以及位于发动机的后端处的喷嘴。所属领域中的技术人员将容易地清楚,另外部件例如像低压和高压压缩机以及高压和低压涡轮机也可被包括在发动机中。然而,这并未详尽地列出。通常,发动机还具有沿发动机中心纵轴线来轴向设置的内轴。内轴被连接至涡轮机和空气压缩机,使得涡轮机向空气压缩机提供旋转输入以驱动压缩机叶片。

[0003] 在操作中,空气在压缩机中被加压,并且在燃烧室中与燃料混合以产生向下游流过涡轮机级的热燃烧气体。这些涡轮机级从燃烧气体中提取能量。高压涡轮机首先接收来自燃烧器的热燃烧气体,并且包括定子喷嘴组件,所述定子喷嘴组件将燃烧气体向下游引导通过从支撑转子盘径向向外延伸的一排高压涡轮机转子叶片。在两级涡轮机中,第二级定子喷嘴组件定位在第一级叶片下游,继而接着是从第二支撑转子盘径向向外延伸的一排第二级转子叶片。涡轮机将燃烧气体能量转换成机械能。

[0004] 通常,期望减在航空工业中利用的燃气涡轮发动机的重量。这种重量减少导致发动机更高的效率,这为操作者减少了成本。在尝试达到此目标的过程中,设计者已转向在生产零件过程中的替代材料。在温度降低区域中,发动机设计者已经尝试利用由聚合物复合材料形成的零件。这已造成待克服的至少两个设计问题。

[0005] 第一,设计者期望于形成可承受高速飞机发动机操作的强直(rigid)的零件或部件。第二,设计者受将要形成的零件的形状和几何结构限制,如与对那些零件的强度和性能要求有关。复杂几何结构难以通过更高强度应用所要求的具有连续纤维增强的复合材料来形成。总之,难以制造具有较高负载能力和复杂形状的飞机发动机复合材料部件。

[0006] 如从前述内容可见,将期望克服燃气涡轮发动机部件的这些和其他缺陷。

发明内容

[0007] 根据本方面,公开一种混杂复合结构,所述混杂复合结构实现了具有复杂第二特征的高性能单块结构零件的设计和制造。值得注意,但非限制性地,此类实例包括导流罩锥(spinner cone)和后支撑环,但也可形成各种其它零件。

[0008] 根据本发明的一些方面,可生产展示出适合用于飞机应用中的机械、化学和热特性(包括强度、抗疲劳性、最大耐温能力以及化学/流体阻力)的发动机部件。

[0009] 根据本发明的一些方面,聚合物复合材料飞机零件可由通过连续纤维增强所形成的第一部分与短切纤维所形成的第二部分来构造。

[0010] 根据至少一些实施例,一种飞机发动机部件包括单块复合主体,所述主体具有连续纤维部分、短切纤维部分、包含在所述连续纤维部分和所述短切纤维部分两者中且在所

述连续纤维部分与所述短切纤维部分之间的热塑性聚合物。所述飞机发动机部件中,所述热塑性聚合物为PEEK、PPS、PEKK和PEI中的一种。所述飞机发动机部件中,所述纤维为碳纤维、玻璃纤维以及所述碳纤维与所述玻璃纤维的混合物中的一种。所述飞机发动机部件中,所述连续纤维为编织物、编织纤维和单向带中的一种。所述飞机发动机部件中,所述短切纤维组分是由单向预浸渍带形成。所述飞机发动机部件中,所述短切纤维长度小于1英寸。所述飞机发动机部件还包括一个或多个共模制的金属特征。所述飞机发动机部件中,所述共模制的金属特征为凸缘、套管和螺纹插件中的一个。所述飞机发动机部件中,所述复合主体的所述连续纤维是承载环向负载(hoop load)。所述飞机发动机部件中,所述连续纤维为包含碳纤维、玻璃纤维和热塑性纤维中至少一种的编织预成型件。所述飞机发动机部件中,所述纤维中的所述至少一种为干燥的碳纤维和热塑性纤维。所述飞机发动机部件中,所述纤维中的至少一种为干燥的碳纤维、玻璃纤维和热塑性纤维。所述飞机发动机部件中,所述短切纤维部分无法承载结构负载。所述飞机发动机部件中,所述短切纤维部分与发动机空气流路相邻。所述飞机发动机部件还包括位于所述短切纤维部分的最外表面上的防腐蚀层。所述飞机发动机部件中,所述部件为旋转部分。所述飞机发动机部件中,所述旋转部分为导流罩头锥。所述飞机发动机部件中,所述旋转部分为导流罩支撑环。

[0011] 以上所概述的所有特征应理解为仅是示例性的,并且可从本说明书中的公开内容获得本发明的更多的特征和目标。因此,应当理解,在没有进一步阅读整个说明书、权利要求书、以及本说明书中包括的附图的情况下,不应对本发明内容作出任何限制性的解释。

附图说明

[0012] 本发明的各实施例在以下附图中示出。

[0013] 图1为燃气涡轮发动机的侧截面图。

[0014] 图2为示例性复合材料部件的等距视图。

[0015] 图3为第二示例性复合部件的等距视图。

[0016] 图4为包括图3的部件的示例性实施例的侧截面图。

[0017] 图5为图4的部件的气动特征的截面图。

具体实施方式

[0018] 现将详细参考所提供的各实施例,附图中将示出本发明的实施例的一个或多个实例。每个实例用以解释而非限制公开的实施例。事实上,在不脱离本公开的范围或精神的情况下,所属领域的技术人员可对本实施例做出各种修改和变化。例如,作为一个实施例的一部分说明或描述的特征可用于另一个实施例中,从而得到另外的实施例。因此,本发明应涵盖所有属于所附权利要求书及其等效物的范围内的修改和变化。

[0019] 参考图1-5,教导了由聚合物基质复合(PMC)材料和工艺来构造的结构的各种实施例。更具体地,示出了用于飞机发动机应用的混杂的连续纤维-短切纤维聚合物复合结构,并且其被描述为能够在广泛范围的应用中使用,例如飞机发动机部件、以及更具体地是燃气涡轮发动机的风扇区域和旁通部分。混杂的聚合物复合结构适合用于各种位置,并且根据非限制性实例,被利用于其中温度和负载要求可通过使用复合结构来满足的区域。混杂的聚合物复合结构为单块的,并且可由连续纤维和短切纤维这两者形成,其中连续纤维可

铺设成属于较为简单的几何形状的形状,而不易用连续纤维复合材料形成的更复杂的几何结构用短切纤维复合材料形成。术语“单块”用来表示相同的聚合物用于连续纤维增强区段和短切纤维增强区段中。因此,两种纤维类型由对两种纤维类型公用的聚合物如热塑性树脂联结。

[0020] 如本说明书中使用,术语“轴向的”或“轴向地”是指沿发动机的纵向轴线的维度。与“轴向的”或“轴向地”结合使用的术语“向前”是指在朝发动机入口或朝比另一部件相对更靠近于发动机入口的某一部件的方向上移动。与“轴向的”或“轴向地”结合使用的术语“向后”是指在朝发动机喷嘴或朝比另一部件相对更靠近于发动机喷嘴的某一部件的方向上移动。

[0021] 如本说明书中使用,术语“径向的”或“径向地”是指延伸在发动机中心纵向轴线与发动机外圆周之间的维度。术语“近侧的”或“近侧地”的使用(无论是单独使用还是与术语“径向的”或“径向地”结合使用)是指在朝中心纵向轴线或朝比另一部件相对更靠近于中心纵向轴线的某一部件的方向上移动。术语“远侧的”或“远侧地”的使用(无论是单独使用还是与术语“径向的”或“径向地”结合使用),是指在朝发动机外圆周或朝比另一部件相对更靠近于发动机外圆周的某一部件的方向上移动。

[0022] 如本说明书中使用,术语“侧向的”或“侧向地”是指垂直于轴向维度和径向维度这两者的维度。

[0023] 首先参考图1,示出具有发动机入口端12的燃气涡轮发动机10的示意侧截面图,其中空气进入大体上由压缩机14、燃烧器16和多级高压涡轮机20限定的推进器13。总的说来,推进器13在操作期间提供推力或动力。燃气涡轮机10可用于航空、发电、工业、船舶等。

[0024] 在操作中,空气进入通过发动机10的空气入口端12,并且移动通过其中气压增加并引导至燃烧器16的至少一个压缩级。压缩空气与燃料混合并燃烧,从而提供离开燃烧器16通向高压涡轮机20的热燃烧气体。在高压涡轮机20处,从热燃烧气体提取能量,从而导致涡轮机叶片的旋转,所述涡轮机叶片的旋转又导致了轴24的旋转。取决于涡轮机设计,轴24通向发动机的前部继续使得一个或多个压缩机、涡轮风扇18或入口风扇叶片旋转。涡轮风扇18通过轴28来连接至低压涡轮机21,并为涡轮发动机10形成推力。低压涡轮机21也可用来提取另外能量并为另外压缩机提供动力。低压空气也可用于帮助冷却发动机的部件。

[0025] 燃气涡轮机10是围绕发动机轴线26或轴24轴对称的,以使各发动机部件围绕所述轴线或轴旋转。轴对称轴24延伸穿过涡轮发动机前端而进入后端,并沿轴结构的长度由轴承来轴颈支撑(journal)。轴围绕发动机10的中心线26旋转。轴24可以是中空的,以便允许低压涡轮机轴28在其中且独立于轴24来旋转。轴28也可以围绕发动机的中心线轴线26旋转。操作期间,轴28与连接至轴的其他结构(如涡轮机的转子组件)一起旋转,以便为电力和工业或航空领域中使用的各种类型的涡轮机提供动力或推力。

[0026] 在发动机10的前端12处,涡轮风扇叶片18的前部为头锥,也被称为导流罩(spinner)30。导流罩30通常会以各种方式附接至风扇毂,包括但不限于多个周向间隔开的螺栓。导流罩30用于向风扇18的核心或径向内部部分提供平滑的空气流。空气流平滑化增加发动机10效率,并且因此不仅提高风扇18性能,还提高了下游部件性能。例如,导流罩30形状可以减少阻力、校正进入核心中的速度轮廓、减少进入核心中的湍流,以及提供脱冰装置和/或使得异物朝向风扇/旁通管道偏转而非允许通过核心(这可能损坏发动机部件)。本

发明的零件或部件(如导流罩30和后支撑环50)是由混杂聚合物基质复合材料形成,其中第一部分是由第一纤维类型形成,并且第二部分是由第二纤维类型形成。第一纤维类型和第二纤维类型中的一个用于形成具有较高负载的不太复杂的形状,而第一纤维类型和第二纤维类型中的另一个用于形成具有较轻负载的更为复杂的形状。无论两种纤维类型如何,要形成的飞机部件都会是单块的。

[0027] 复合材料通常包括嵌入在基质材料中的纤维增强材料如聚合物或陶瓷材料。增强材料用作复合材料的承载组分,而复合材料的基质用于将纤维粘结在一起,并还充当将外部施加应力传输和分布至纤维的介质。许多聚合物基质组复合(PMC)材料使用预浸材料制造,所述预浸材料是用树脂来浸渍的织物或单向带。多层预浸材料被堆叠至用于零件的适当厚度和取向,并且随后树脂固化和凝固以呈现纤维增强复合零件。PMC的基质材料的树脂通常可分为热固树脂或热塑性树脂。热塑性树脂通常归类为可在受热时反复软化和流动并在充分冷却时因物理变化而非化学变化硬化的聚合物。热塑性树脂的显著实例包括尼龙、热塑性聚酯、聚芳醚酮和聚碳酸酯树脂。已设想在航空应用中使用的性能热塑性树脂的具体实例包括聚醚醚酮(PEEK)、聚醚酮酮(PEKK)、聚醚酰亚胺(PEI)和聚苯硫醚(PPS)。相比之下,一旦完全固化成坚硬固体后,热固性树脂在受热时不发生显著软化,而相反地,在充分受热使将热分解。热固性树脂的显著实例包括环氧树脂、双马来酰亚胺(BMI)和聚酰亚胺树脂。

[0028] 各种纤维增强材料已被用于PMC,例如,碳(例如,AS4)、玻璃(例如,S2)、聚合物(例如,Kevlar®)、陶瓷(例如,Nextel®)、和金属纤维。纤维增强材料可以相对短的短切纤维(通常长度小于2英寸并且更优选地小于1英寸)或长的连续纤维的形式使用,后者经常用于生产织物或单向带。PMC材料可通过以下方式生产:将干燥纤维分散至模子中并随后使得基质材料围绕增强纤维流动,或使用如先前所描述的预浸材料。

[0029] PMC材料是否适于给定应用是取决于其基质和增强材料、特定应用要求以及制造具有所要求的几何结构的PMC制品的可行性。由于它们很有可能减轻重量,已经为飞机燃气涡轮发动机中的PMC探索各种应用。然而,挑战在于具有可通过制造方法生产以产生具有成本效益的PMC部件的可接受的特性的材料系统的识别。具体地说,众所周知的是,飞机发动机应用具有高性能机械要求,例如,强度和疲劳特性(由于发动机环境中的振动而使之成为必然)、以及高温特性、化学/流体阻力等。尽管显著重量减轻可通过用PMC材料制造发动机零件来实现,性能要求以及此类部件的尺寸和复杂程度已经使得从这些材料生产部件的能力变得复杂。

[0030] 另一复杂之处在于在飞机发动机应用中的PMC材料所要求的增强系统类型。通常,为了实现飞机发动机应用要求的机械性能,零件将会需要使用连续纤维增强PMC材料,以实现飞机发动机应用指定的高性能机械要求(尤其是强度和疲劳特性)。然而,制造连续纤维增强复合零件中涉及的制造工艺进一步使生产具有复杂形状的结构的能力变得复杂。另一方面,短切纤维增强系统(无论是热塑性还是热固性树脂基质中)均不是高度负载零件的理想解决方案,因为它们机械性能较低。然而,可能通过网状模制方法利用短切纤维材料解决方案来制造复杂形状的零件,并且因此这些材料系统可被用于轻度负载第二结构以及非结构发动机部件。

[0031] 随着发动机性能继续被推向极限,期望具有能够高度负载以帮助或提高这种性能

的复杂几何结构的零件。很多时候,这些复杂几何结构为有助于例如气动性能的非结构性特征。因此,通过采用混杂方法,单块部零件被提供了混杂纤维增强,以便实现结构负载,而又提供复杂形状(轻度负载)特征,例如航空特征。

[0032] 现参考图2,示出用于朝向发动机10的风扇端的零件。尽管示出和描述了发动机风扇端的部件,也可使用本说明书中示出和描述的设计来形成其他的发动机零件,并且示例性零件不应认为是限制性的。导流罩30通常是由圆锥形状形成,所述圆锥形状是由通常连续的侧壁32来形成。圆锥形的侧壁32从第一端36渐缩至较大的第二端38。侧壁32可从圆锥的较大端来线性移动至圆锥的较小端。可选择地,侧壁32可为如图所述的曲线的。导流罩30围绕轴线34为对称的,轴线34以折线示出。导流罩30通常为中空的,以便减少重量,并且能够接收螺栓、固定装置或风扇毂的其他部件(未示出)。

[0033] 在发动机10的前端12处(图1),发动机温度为较低,这允许了导流罩30使用PMC材料。导流罩30具有较大负载要求。设计特性包括例如气动负载、高速回转疲劳以及异物击打。因此,导流罩30是由聚合物基质复合材料形成,并且更具体地,可以由连续纤维聚合物复合材料形成。连续纤维聚合物复合材料可提供导流罩30期望的圆锥或抛物线圆锥形状,因为这些形状可容易地用聚合物复合材料形成。根据这种设计,取决于发动机类型,导流罩的重量比起金属设计可展现出显著重量减少(例如在5至20磅之间)。例如,圆锥形导流罩30的形状通常为一致的,没有从圆锥的前端36朝后端38的急剧改变。因此,导流罩30大部分可通过铺设起处于织物、单向带或编织结构中的连续纤维部分形成。每个连续纤维部分可逐层旋转至预选择的角度,以便实现零件所要求的强度。

[0034] 在导流罩30的后端38处的是多个周向间隔的航空特征或第二特征40。这些第二特征40从导流罩30的表面32延伸,并且提供难于通过纤维复合制造方法来形成的几何结构。例如,航空特征40从表面32以各种角度延伸,并可具有不同厚度,从而使得难以使用连续纤维复合材料、以及用于利用此类连续纤维复合材料制造的已知技术。因此,为了形成单块部分、如所描绘的导流罩30,航空特征40是由已短切成短纤维长度的热塑性聚合物单向带形成。在短切纤维单向带中使用的热塑性聚合物与在所述部零件(例如,导流罩30)的连续纤维部分中使用的热塑性聚合物相同。这允许了第一纤维、第二纤维和聚合物被制造成所描绘的单块部分。对于非限制性实例,圆锥侧壁或主体32可由单向预浸材料、编织织物预浸材料、编织预浸材料、或具有热塑性聚合物的长丝或纤维的干燥增强纤维形成。例如,连续纤维材料可为安排成与基质材料平行(单向)的单独纤维或纤维丝束的连续纤维、或安排成在基质材料内具有多个不同取向(例如,形成双轴向或三轴向结构的多层单向纤维)的单独纤维或纤维丝束的连续纤维、或编织以形成基质材料内的网或织物的单独纤维或纤维丝束的连续纤维。纤维、丝束、编带、网或织物可安排以限定在PMC内的单个层或任何合适数目的层。具体地说,合适的热塑性基质材料包括PEEK、EKK、PEI和PPS,并且具体地说,合适的连续纤维增强材料包括碳、玻璃聚合物、陶瓷和金属纤维。合适纤维含量可为至少35%体积且不大于75%体积,优选范围据信为约50%体积至约65%体积。

[0035] 根据一个实施例,PMC材料是由预浸材料部分限定,所述预浸材料为用基质材料预浸过的增强材料(如基质材料所期望的热塑性树脂)。用于生产热塑性预浸材料的非限制性处理实例包括其中纤维增强材料通过树脂熔浴而吸出的热融预浸,以及其中树脂(例如,静电地)沉积在纤维增强材料上且随后附至纤维(例如,通过或在受热滚筒的帮助下)的粉末

预浸。预浸材料可呈单向带或编织织物形式,所述单向带或编织织物随后彼此层叠以便形成零件所期望的数目的层。根据替代选项,代替使用预浸材料,使用热塑性聚合物可能产生编织织物,所述编织织物具有例如与热塑性聚合物纤维或长丝编织在一起的干燥的碳纤维。非预浸材料编织的结构可以类似方式制造。通过这种方法,可能通过指定已交织或编织在一起的热塑性纤维和增强纤维的相对浓度来调整该零件的第一体积。另外,可将不同类型的增强纤维以各种浓度来编织或交织在一起以调整零件特性。例如,可将玻璃纤维、碳纤维和热塑性纤维以各种浓度全部编织在一起以调整零件特性。碳纤维提供系统的强度、玻璃可结合以增强作为位于发动机入口附近的零件的设计特性的冲击性能,且热塑性纤维是将流动以粘结增强纤维的基质。

[0036] 层状堆叠可接下来经历固合操作(consolidation operation),在所述固合操作中,热量和压力施加至层状堆叠,以使树脂流动并且使层状堆叠固合成零件。除了使用预浸材料形成零件之外,替代方法将为在适当成形模腔内铺叠干燥织物,并随后用熔融树脂灌注干燥织物。

[0037] 根据当前的实施例,导流罩锥30连续纤维预成型件结构由于其形状而装载至压缩模子中。在这个模子内的是对应于特征40的形状的腔,其中短切纤维、单向带、预浸材料薄层装载至模腔中,以便形成航空特征40。随后,连续纤维和短切纤维的组合物被模制成呈现例如包括连续纤维区段和短切纤维区段的单块导流罩锥30的最终零件。

[0038] 另外,零件30可机加工(如果必要的话),如通过常规机加工、水射流切割和激光切割技术来机加工。例如,零件30可形成为便包括狭槽、孔或其他特征,利用所述狭槽、孔或其他特征,部件或组件结构等可通过使用常规机械紧固件和/或附接机制安装至燃气涡轮发动机。另外,金属特征可与零件分30共模制以实现更稳健的机械紧固。非限制性实例包括共模制的金属套管、共模制的金属附接环和共模制的金属螺纹插件。热塑性复合材料的另一优点在于,它们能够经受各种联结工艺,包括但不限于,红外(IR)焊接、电阻植入焊接、超声波焊接和振动焊接。

[0039] 由于所述构造,形成承载零件,其重量有益地减轻,但也具有用于承受与飞机发动机相关联的机械和环境条件的必要能力和特性。另外,可制造出一种单块混杂复合结构,其既可承受高负载,又包含了复杂第二特征。

[0040] 现参考图3,描绘第二部分或部件50的等距视图,根据描述的实施例,所述第二部分或部件50能够通过由连续纤维形成的第一部分和由短切纤维形成的更复杂的几何结构的第二部分形成。根据本实施例,部分50为后支撑环。后支撑环50通常是呈圆形的横截面,并且包括从前部凸缘54向后延伸的主体或第一表面52。凸缘54包括多个紧固孔隙56,后支撑环50可通过所述紧固孔隙56连接至导流罩30的后端38。臂52包括多个流路扇形部分58,所述流路扇形部分58帮助改进离开导流罩30并跨后支撑环50从环50的前端朝后端移动的空气的气动流动。

[0041] 现参考图4,在组件中描绘后支撑环50的截面图。在后支撑环50的前端处的是导流罩30通过孔隙56来紧固至凸缘54的一部分。后支撑环50包括凸缘54、弯曲臂60、主体或臂62、凸耳64以及流路扇形部分58。凸耳64和扇形部分58限定其中连续纤维增强区段过渡至短切纤维增强区段的界面。

[0042] 在制造中,凸缘54、弯曲臂60、主体62和凸耳64可由连续纤维增强形成,以便承载

部分所经受的高的负载。凸缘54、弯曲臂60、主体62和凸耳64的预成型的结构可由编织成预成型的结构的干燥的碳纤维和热塑性聚合物纤维形成。另外,例如,可将玻璃纤维添加至预成型件以改进冲击特征。流路扇形部分58可用短切纤维单向带预浸材料薄层在凸缘64和主体62上形成。此类连续纤维预成型件装载至压缩模子中,并且短切纤维单向带预浸材料薄层装载至模子中的流路扇形部分中,以便限定流路扇形部分58形状。压缩模制是非限制性实例,因为也可利用其它方法。例如,高压釜可以是替代方法。这些短切纤维单向带薄片在尺寸上可小于1" x 1",例如1/2" x 1/2",但也可以利用替代的形状和尺寸。连续纤维预成型件结构和短切纤维单向带的组合物压缩模制成所述部分的最终形状,从而呈现具有连续纤维区段和短切纤维区段的单块部分。压缩模制工艺期间,连续纤维增强区段和短切纤维增强区段中的热塑性聚合物一起流动,从而形成由一种聚合物类型制成但具有两种纤维类型的单块部分。

[0043] 如图5所述,描绘后支撑环50的示意性截面图。扇形部分58从表面52向上限高度59弯曲。扇形部分58被设置在凸耳64上方。如在凸耳64和扇形部分58的界面处所述,不同的截面线描绘凸耳64的连续纤维66与短切纤维68的界面或联结区域。在纤维66、68之间的是热塑性树脂70流动以将连续纤维66粘结至短切纤维68的地方。另外,热塑性物70在类似的纤维类型之间流动,以便提供单块部分。

[0044] 本混杂的连续纤维-短切纤维聚合物复合材料提供各种益处。该连续纤维和短切纤维利用相同树脂或聚合物,由此当从连续纤维增强区段过渡至短切纤维增强区段时,相容性问题被消除。部件不再需要分开制作气动特征,以及进行用于将部件的两个部分粘结(例如通过粘合剂粘结或机械紧固)的后续联结步骤。由于零件或结构可形成为单个单块结构,在某些情况下,这将使得零件数目减少并且消除在替代设计中联结两个部件将需要的表面预制。另外,混杂单块聚合物复合材料可形成以提高复杂第二特征位置处的抗冲击性,因为热塑性聚合物强度通常高于将在替代设计中使用的两种不同材料之间的粘合剂粘结的强度。另外,聚合物复合材料可调整成期望冲击性能,其方法是将碳纤维和/或玻璃纤维的混合物结合至连续纤维预成型件中。更进一步,防腐层可沉积在所描述的任何示例性的零件的最外表面上。

[0045] 关于上述零件的减少,混杂聚合物复合材料使得金属特征能够共模制、以及实现了热塑性焊接,并且这些各种益处和应用可用于许多的零件,包括但不限于本说明书中描述的导流罩30和后支撑环50。例如,金属插件可用来有助于强度,并且提供消除复合材料零件(例如,在导流罩30和后支撑环50的界面处(图4))上的直接机械紧固。

[0046] 结构和方法的上述描述为示出目的已经被展示。并非旨在是穷举性的或将本结构和方法限制为所公开的精确形式和/或步骤,而是显然根据以上教导可以做出许多修改和变化的。本说明书中描述的特征能以任何组合进行组合。本说明书中描述的方法中的步骤能以任何物理上可能的顺序执行。应当理解,尽管已经示出和描述复合结构的某些形式,但本发明不限于此并替代地将仅仅由所附权利要求书来限制。

[0047] 虽然已在本说明书中对多个创造性实施例进行了描述和说明,但是所属领域的技术人员将容易想到用于执行本说明书中描述的功能和/或获得本说明书中描述的结果和/或一个或多个优点的各种其他装置和/或结构,并且这些变化和/或修改中的每个均被视为在本说明书中描述的实施例的范围内。更一般地,所属领域的技术人员将容易了解,本说明

书中描述的所有参数、尺寸、材料和配置均表示示例性的,并且实际参数、尺寸、材料和/或配置将取决于其中使用本发明的教导的一个或多个具体应用。使用不超过常规的实验的情况下,所属领域的技术人员将认识到或能够确定本说明书中描述的具体创造性实施例的许多等效物。因此,应当理解,前述实施例仅通过示例性方式来呈现,并在所附权利要求书及其等效物的范围内,创造性实施例能以不同于具体描述并要求保护的其他方式来实施。本发明的创造性实施例涉及本说明书中描述的每个单独特征、系统、制品、材料、套件和/或方法。另外,如果此类特征、系统、制品、材料、套件和/或方法并不相互矛盾,那么两种或更多种此类特征、系统、制品、材料、套件和/或方法的任何组合均包括在本发明的发明范围内。

[0048] 本说明书使用各个实例来公开本发明,包括最佳模式,同时也让所属领域的任何技术人员能够实施本发明,包括制造并使用任何器件或系统,以及实施所涵盖的任何方法。这些实例并非旨在是穷举性或将本发明限制为所公开的精确步骤和/或形式,而是根据以上教导可以做出许多修改和变化的。本说明书中描述的特征能以任何组合进行组合。本说明书中描述的方法中的步骤能以任何物理上可能的顺序执行。

[0049] 本说明书中定义和使用的所有定义应理解为凌驾于词典定义、以引用的方式并入文献中的定义和/或所定义的术语的普通含义。除非明确指出相反,本说明书和权利要求书中使用的不定冠词“一”和“一个”应理解是指“至少一个”。本说明书和权利要求书中使用的短语“和/或”应理解是指其连结的要素中的“任一个或两者”,即,要素在一些情况下联合存在,而在其他情况下是分开地存在的。

[0050] 还应理解,除非明确指出相反,在本说明书中要求保护的包括多于一个步骤或动作的任何方法中,所述方法的步骤或动作的顺序并不一定限于所述方法的所叙述的步骤或动作的顺序。

[0051] 在权利要求书以及以上说明书中,所有过渡性短语如“包含”、“包括”、“带有”、“具有”、“含有”、“涉及”、“持有”、“由……构成”等应理解为是开放性的,即意味着包括但不限于。如美国专利局专利审查程序指南章节2111.03中所阐述,仅过渡性短语“由……组成”和“基本上由……组成”应相应地是封闭的或半封闭的过渡性短语。

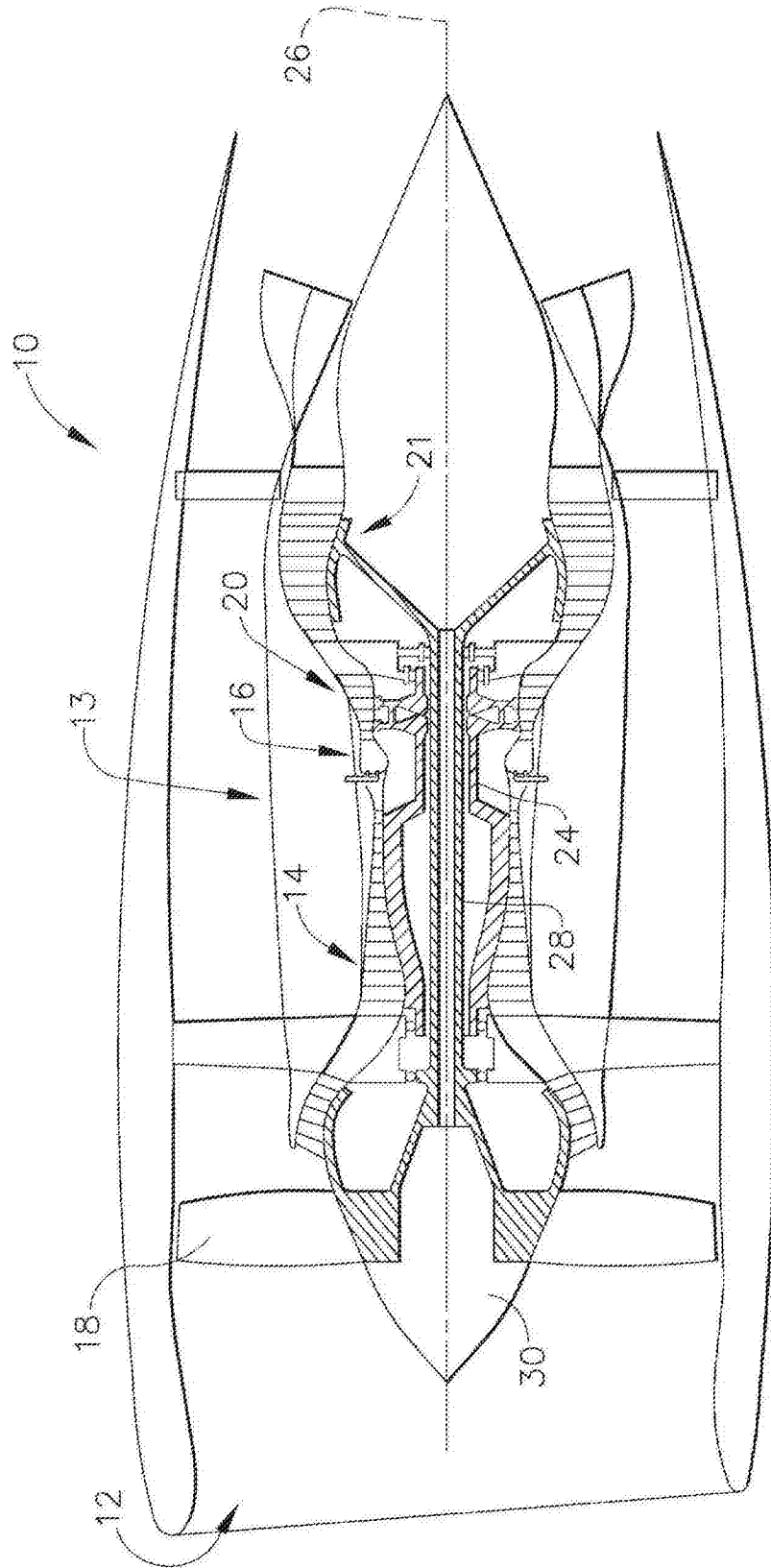


图1

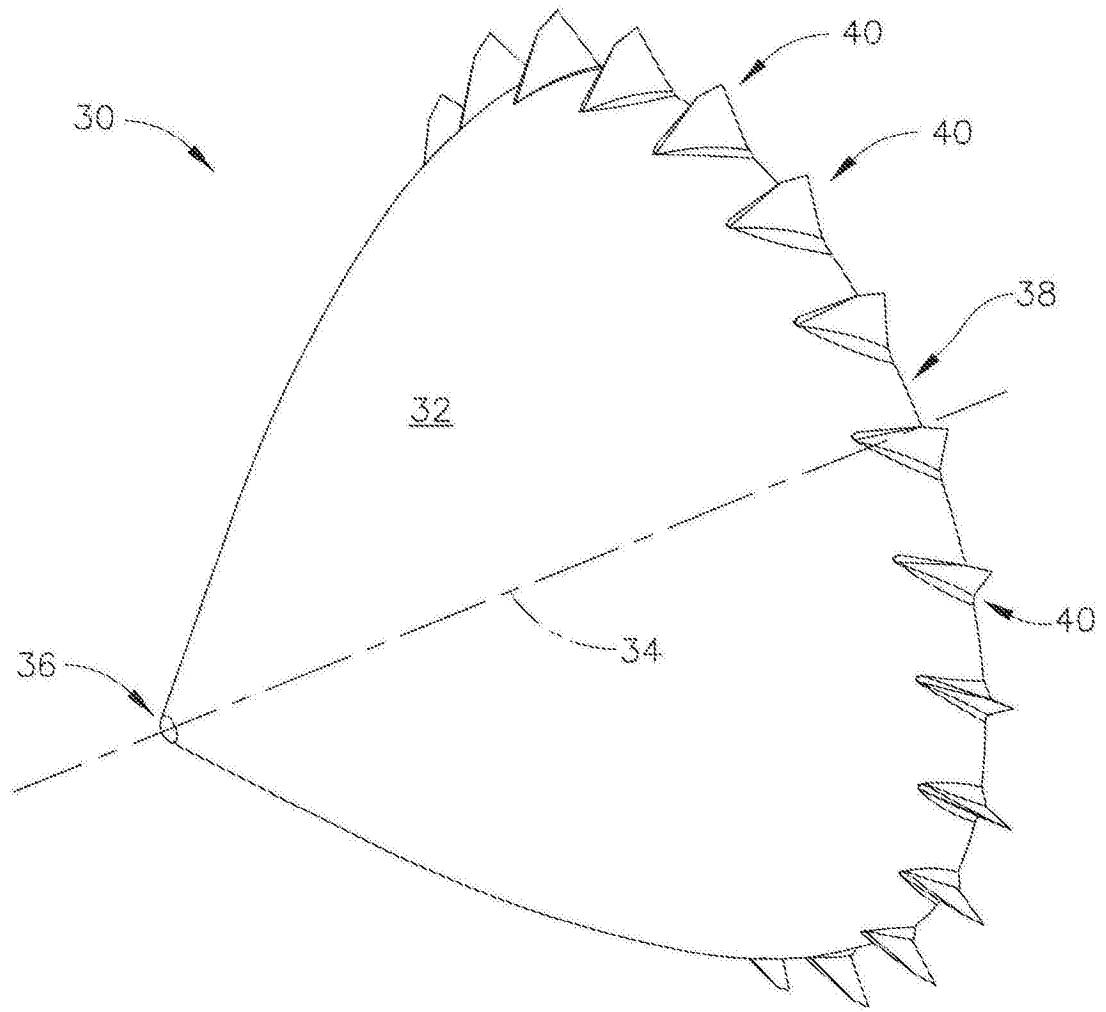


图2

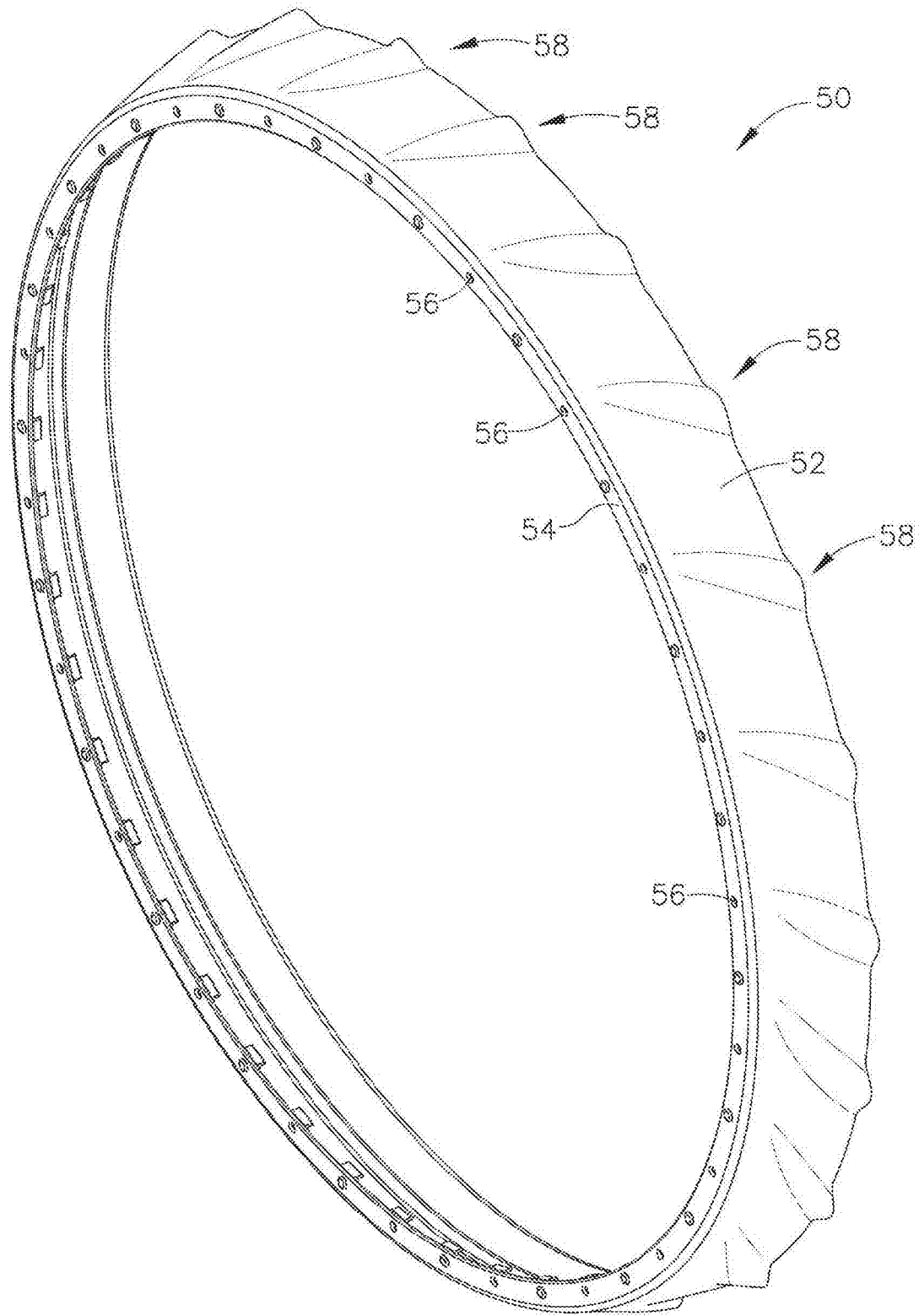


图3

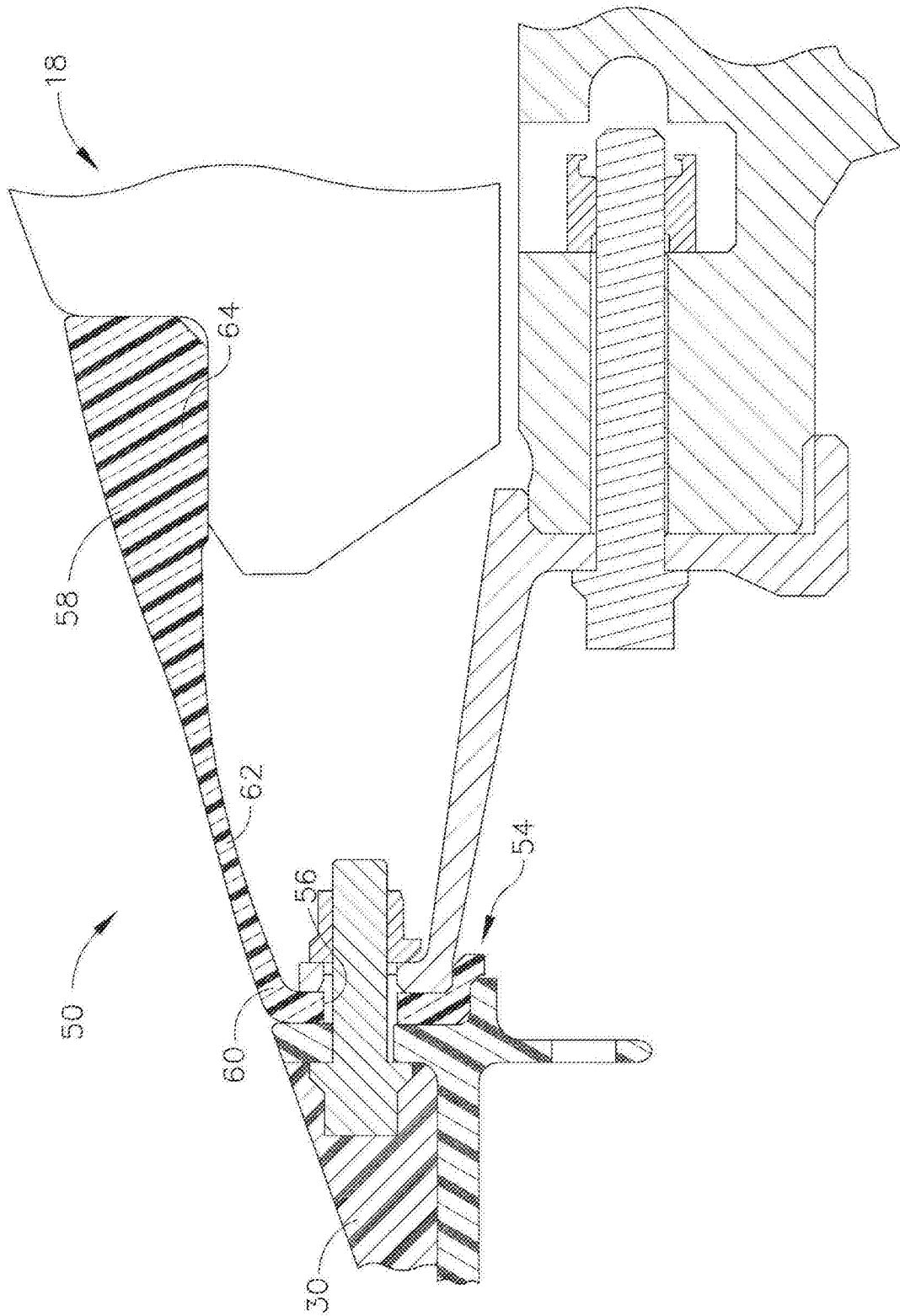


图4

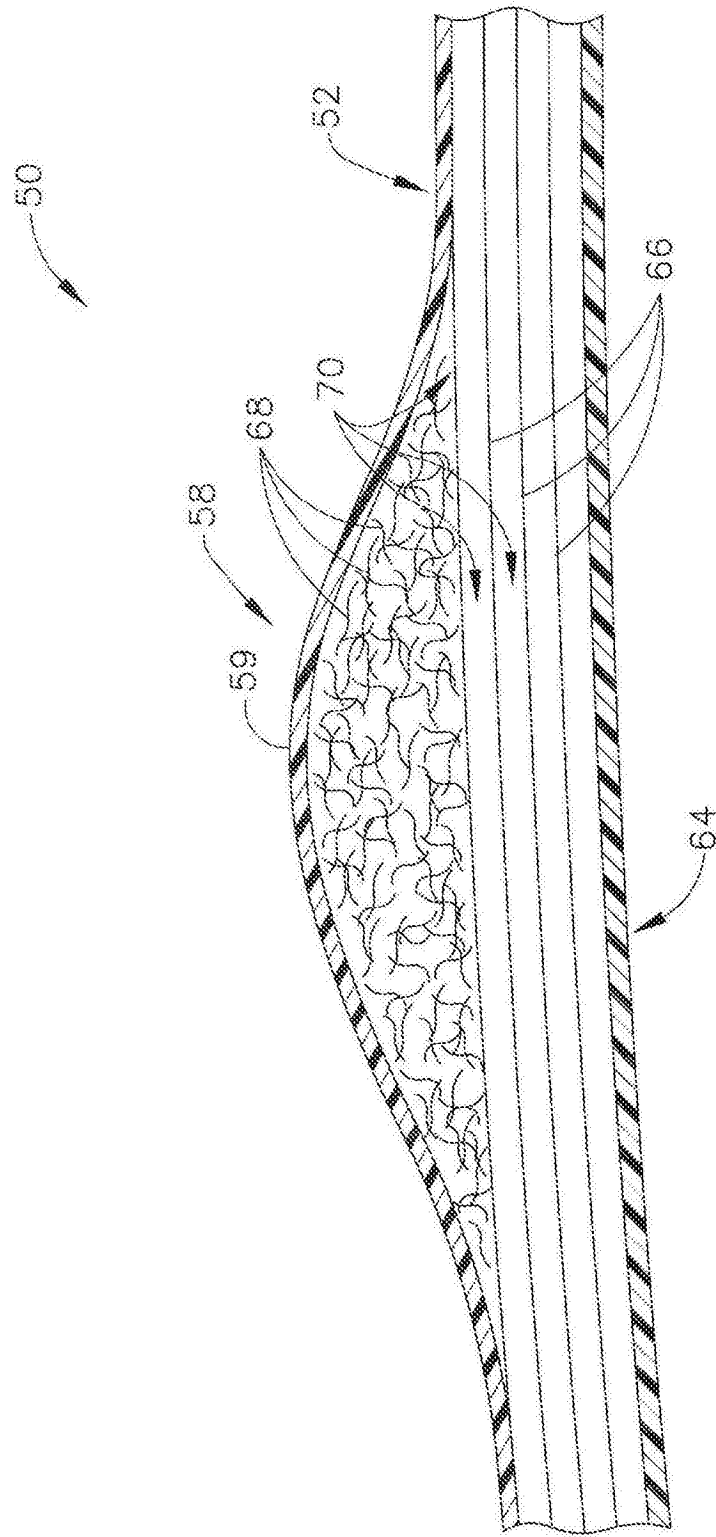


图5