



(21) 申请号 201910599416.2

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2019.07.04

F02C 7/20 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 曹昕慧

申请公布号 CN 110872985 A

(43) 申请公布日 2020.03.10

(30) 优先权数据

16/120,952 2018.09.04 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 约翰·马丁·雅库明

达雷尔·格伦·塞尼尔

(74) 专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限公司

公司 31300

专利代理师 肖华

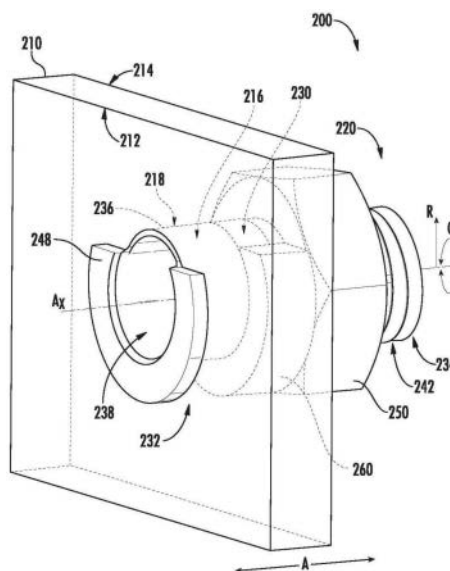
权利要求书2页 说明书12页 附图7页

(54) 发明名称

用于涡轮发动机的扣环

(57) 摘要

提供了一种用于安装到涡轮发动机的部件的扣环组件。在一个示范性方面,扣环组件包括扣环,扣环可移除地安装在部件所限定的贯通开口内。部件可以由复合材料形成。锁定构件可以安装到扣环的本体。凸缘从本体突出。当扣环安装到部件并且锁定构件安装到本体时,本体被部件的贯通开口接收,并且锁定构件安装到本体,使得锁定构件和凸缘夹紧部件,以将扣环固接到部件。诸如销的接合构件可以被扣环所限定的孔接收。



1. 一种扣环组件,其特征在于,包含:

扣环,所述扣环可移除地安装到限定穿通开口的部件,所述扣环具有本体、凸缘,所述本体在第一端和第二端之间延伸并且限定孔,所述凸缘在所述第一端处或所述第一端附近从所述本体突出,并且围绕所述孔的至少一部分周向延伸;以及

锁定构件,所述锁定构件可移除地安装到所述本体,

其中,当所述扣环安装到所述部件并且所述锁定构件安装到所述本体时,所述扣环的所述本体被接收在所述部件的所述穿通开口内,并且所述锁定构件安装到所述本体,使得所述锁定构件和所述凸缘将所述扣环夹紧到所述部件,并且

其中,所述凸缘围绕所述孔周向延伸少于三百六十度。

2. 如权利要求1所述的扣环组件,其特征在于,其中,所述本体具有接合部分和螺纹部分,所述接合部分具有光滑的外表面,所述螺纹部分在所述第二端和所述接合部分之间延伸,并且其中,当所述扣环安装到所述部件时,所述本体的所述接合部分被接收在所述部件的所述穿通开口内。

3. 如权利要求2所述的扣环组件,其特征在于,其中,当所述锁定构件安装到所述本体时,所述锁定构件螺合到所述螺纹部分上。

4. 如权利要求1所述的扣环组件,其特征在于,其中,所述锁定构件具有辅助保持特征,并且其中,当所述锁定构件安装到所述本体时,所述辅助保持特征压接到所述本体上。

5. 如权利要求1所述的扣环组件,其特征在于,进一步包含:

柔顺构件,所述柔顺构件可移除地安装到所述本体,其中,所述本体具有外表面和内表面,并且其中,当所述柔顺构件安装到所述本体时,所述柔顺构件在所述锁定构件和所述部件之间围绕所述本体的所述外表面的至少一部分安置。

6. 如权利要求5所述的扣环组件,其特征在于,其中,所述柔顺构件是衬套、弹簧和阻尼器中的至少一个。

7. 如权利要求5所述的扣环组件,其特征在于,其中,所述部件具有第一表面和第二表面,所述第二表面与所述第一表面间隔开,其中,所述穿通开口在所述第一表面和所述第二表面之间延伸,并且其中,当所述锁定构件和所述柔顺构件安装到所述本体时,所述柔顺构件安置在所述锁定构件和所述部件的所述第二表面之间,并且所述凸缘接触所述部件的所述第一表面。

8. 如权利要求1所述的扣环组件,其特征在于,其中,所述凸缘具有第一凸缘部分和第二凸缘部分,所述第一凸缘部分围绕所述孔周向延伸少于三百六十度,所述第二凸缘部分围绕所述孔周向延伸少于三百六十度并且与所述第一凸缘部分间隔开。

9. 如权利要求1所述的扣环组件,其特征在于,其中,所述本体的所述孔构造成接收接合构件。

10. 如权利要求1所述的扣环组件,其特征在于,其中,所述扣环由金属材料形成。

11. 如权利要求1所述的扣环组件,其特征在于,其中,所述部件由复合材料形成。

12. 如权利要求11所述的扣环组件,其特征在于,其中,所述复合材料是陶瓷基质复合材料(CMC)。

13. 一种接合组件,其特征在于,包含:

部件,所述部件具有第一表面和第二表面,所述第二表面与所述第一表面间隔开,所述

部件限定在所述第一表面和所述第二表面之间延伸的穿通开口；

扣环组件，包含：

扣环，所述扣环具有本体，所述本体在第一端和第二端之间延伸并且限定用于接收接合构件的孔，所述本体具有接合部分和螺纹部分，所述扣环进一步具有凸缘，所述凸缘在所述第一端处或所述第一端附近从所述本体的所述接合部分突出，所述凸缘围绕所述孔周向延伸少于三百六十度；以及

锁定构件，所述锁定构件可移除地安装到所述本体的所述螺纹部分。

14. 如权利要求13所述的接合组件，其特征在于，其中，当所述本体的所述接合部分被接收在所述部件的所述穿通开口内，并且所述锁定构件螺合到所述本体的所述螺纹部分上时，所述锁定构件和所述凸缘将所述扣环夹紧到所述部件。

15. 如权利要求13所述的接合组件，其特征在于，其中，所述凸缘围绕所述孔周向延伸少于或等于三分之二。

16. 如权利要求13所述的接合组件，其特征在于，进一步包含：

柔顺构件，所述柔顺构件可移除地安装到所述本体的所述接合部分，其中，当所述柔顺构件安装到所述本体的所述接合部分时，所述柔顺构件围绕所述接合部分的至少一部分周向延伸，并且安置在所述锁定构件和所述部件的所述第二表面之间。

17. 如权利要求13所述的接合组件，其特征在于，其中，所述锁定构件具有辅助保持特征，并且其中，当所述锁定构件螺合到所述本体的所述螺纹部分上时，所述辅助保持特征压接到所述螺纹部分上。

18. 一种接合组件，其特征在于，包含：

部件，所述部件由陶瓷基质复合材料(CMC)形成并且具有第一表面和第二表面，所述第二表面与所述第一表面间隔开，所述部件限定在所述第一表面和所述第二表面之间延伸的穿通开口；

接合构件，所述接合构件由金属材料形成；以及

扣环组件，包含：

扣环，所述扣环由金属材料形成并且具有本体，所述本体在第一端和第二端之间延伸，所述本体具有限定用于接收所述接合构件的孔的接合部分，所述本体还具有从所述第二端延伸到所述接合部分的螺纹部分，所述扣环进一步具有凸缘，所述凸缘在所述第一端处或所述第一端附近从所述本体的所述接合部分径向突出，所述凸缘围绕所述孔周向延伸少于三百六十度；和

锁定构件，所述锁定构件可移除地安装到所述本体的所述螺纹部分，

其中，当所述本体的所述接合部分被接收在所述部件的所述穿通开口内并且所述锁定构件螺合到所述本体的所述螺纹部分上时，所述锁定构件和所述凸缘将所述扣环夹紧到所述部件。

用于涡轮发动机的扣环

[0001] 联邦政府资助的研究

[0002] 本发明是按照合同号FA8626-16-C-2138在政府支持下做出的。美国政府可以拥有本发明的某些权利。

技术领域

[0003] 本主题大体涉及燃气涡轮发动机,更加特别地,涉及用于燃气涡轮发动机的复合/金属接合处的扣环(grommet)。

背景技术

[0004] 燃气涡轮发动机大体包括安置成彼此流动连通的风扇和核心。此外,燃气涡轮发动机的核心大体以连续流动顺序包括压缩机区段、燃烧区段、涡轮区段和排放区段。操作时,将空气从风扇提供到压缩机区段的入口,在压缩机区段中,一个以上轴向压缩机渐进地压缩空气,直到其到达燃烧区段为止。使燃料与压缩空气混合并且在燃烧区段内点燃以提供燃烧气体。燃烧气体从燃烧区段输送到涡轮区段。燃烧气体流动通过涡轮区段,驱动涡轮区段,然后途径排放区段到例如大气。

[0005] 更常见地,非传统的高温材料(诸如陶瓷基质复合材料(CMC)材料)被用于燃气涡轮发动机内的各种部件。考虑到CMC材料承受相对极端温度的能力,特别感兴趣的是,利用CMC材料更换燃气涡轮发动机的燃烧和涡轮区段内的部件。比如,更常见地,燃气涡轮发动机的内外燃烧器衬里、护罩、喷管节段等由CMC材料形成。

[0006] 借助于经过CMC部件的穿通开口或孔以及将负载传递到发动机的结构部件的金属销,一些CMC部件机械地紧固到结构部件(如,壳体)。在一些情况下,金属销直接插入CMC部件的穿通开口中。这带来很多挑战,包括由于金属销在穿通开口内滑动造成的CMC部件的各层的分层,此外,CMC部件和金属销以不同速率热膨胀,除其他问题以外,这导致CMC部件的非均匀磨损。在一些实例中,将金属扣环插入CMC部件的穿通开口中,使得金属销或穿通构件可以在更加柔顺且兼容的金属扣环内接触并旋转。这种金属扣环一般型锻到穿通开口中或永久地紧固到CMC部件。因而,必须使用机械工具将扣环焊接或钎焊就位。当扣环型锻就位时,扣环变成永久变形。为了移除扣环,例如,在过度磨损之后,再次要求机械工具来移除扣环。在移除期间,CMC部件的各层可能被损坏。这样,安置和移除扣环需要焊接和/或钎焊工具,并且可能导致CMC部件的损坏。

[0007] 由此,解决上述挑战中的一个以上的扣环组件将是有用的。

发明内容

[0008] 本发明的各方面及优势将在以下描述中部分地阐述,或者,可以从描述中显而易见,或者可以经过实践本发明来得知。

[0009] 在本公开的一个示范性实施例中,提供了一种扣环组件。扣环组件包括可移除地安装到限定穿通开口的部件的扣环,扣环具有本体、凸缘,本体在第一端和第二端之间延伸

并且限定孔,凸缘在第一端处或附近从本体突出并且围绕孔的至少一部分周向延伸。进一步,扣环包括可移除地安装到本体的锁定构件。另外,当扣环安装到部件并且锁定构件安装到本体时,扣环的本体接收在部件的贯通开口内,并且锁定构件安装到本体,使得锁定构件和凸缘将扣环夹紧到部件。

[0010] 在一些实施例中,本体具有接合部分和螺纹部分,接合部分具有光滑的外表面,螺纹部分在第二端和接合部分之间延伸,其中,当扣环安装到部件时,本体的接合部分接收在部件的贯通开口内。

[0011] 在一些进一步实施例中,当锁定构件安装到本体时,锁定构件螺合到螺纹部分上。

[0012] 在一些实施例中,锁定构件具有辅助保持特征,其中,当锁定构件安装到本体时,辅助保持特征压接(crimp)到本体上。

[0013] 在一些实施例中,扣环组件进一步包括可移除地安装到本体的柔顺构件,其中,本体具有外表面和内表面,并且其中,当柔顺构件安装到本体时,柔顺构件在锁定构件和部件之间围绕本体的外表面的至少一部分安置。

[0014] 在一些进一步实施例中,柔顺构件是衬套、弹簧和阻尼器中的至少一个。

[0015] 在又其他实施例中,部件具有第一表面和第二表面,第二表面与第一表面间隔开,并且其中,贯通开口在第一表面和第二表面之间延伸,并且其中,当扣环和柔顺构件安装到本体时,柔顺构件安置在锁定构件和部件的第二表面之间,并且凸缘接触部件的第一表面。

[0016] 在一些实施例中,凸缘围绕孔周向延伸。也即,在一些实施例中,凸缘围绕孔环状地延伸。

[0017] 在一些实施例中,凸缘围绕孔周向延伸少于三百六十度。

[0018] 在一些实施例中,凸缘具有第一凸缘部分和第二凸缘部分,第一凸缘部分围绕孔周向延伸少于三百六十度,第二凸缘部分围绕孔周向延伸少于三百六十度并且与第一凸缘部分间隔开。

[0019] 在一些实施例中,本体的孔配置成接收接合构件。

[0020] 在一些实施例中,扣环由金属材料形成。

[0021] 在一些实施例中,部件由复合材料形成。

[0022] 在一些实施例中,复合材料是陶瓷基质复合(CMC)材料。

[0023] 在本公开的另一示范性方面,提供了一种接合组件。接合组件包括具有第一表面和第二表面的部件,第二表面与第一表面间隔开,部件限定在第一表面和第二表面之间延伸的贯通开口。接合组件还包括扣环组件。扣环组件包括扣环,扣环具有本体,本体在第一端和第二端之间延伸并且限定用于接收接合构件的孔,本体具有接合部分和螺纹部分,扣环进一步具有凸缘,凸缘在第一端处或附近从本体的接合部分突出,凸缘围绕孔的至少一部分周向延伸。扣环组件还包括可移除地安装到本体的螺纹部分的锁定构件。

[0024] 在一些实施例中,当本体的接合部分接收在部件的贯通开口内并且锁定构件螺合到本体的螺纹部分上时,锁定构件和凸缘将扣环夹紧到部件。

[0025] 在一些实施例中,凸缘围绕孔周向延伸少于三分之二或三分之二。

[0026] 在一些实施例中,接合组件包括可移除地安装到本体的接合部分的柔顺构件,其中,当柔顺构件安装到本体的接合部分时,柔顺构件围绕接合部分的至少一部分周向延伸,并且安置在锁定构件和部件的第二表面之间。

[0027] 在一些实施例中,锁定构件具有辅助保持特征,其中,当锁定构件螺合到本体的螺纹部分上时,辅助保持特征压接到螺纹部分上。

[0028] 在本公开的又一示范性方面,提供了一种接合组件。接合组件包括部件,部件由陶瓷基质复合(CMC)材料形成并且具有第一表面和第二表面,第二表面与第一表面间隔开,部件限定在第一表面和第二表面之间延伸的穿通开口。接合组件还包括由金属材料形成的接合构件。进一步,接合组件包括扣环组件。扣环组件包括扣环,扣环由金属材料形成并且具有本体,本体在第一端和第二端之间延伸,本体具有限定用于接收接合构件的孔的接合部分,本体还具有从第二端延伸到接合部分的螺纹部分,扣环进一步具有凸缘,凸缘在第一端处或附近从本体的接合部分径向突出,凸缘围绕孔的至少一部分周向延伸。另外,扣环组件包括可移除地安装到本体的螺纹部分的锁定构件。当本体的接合部分接收在部件的穿通开口内并且锁定构件螺合到本体的螺纹部分上时,锁定构件和凸缘将扣环夹紧到部件。

[0029] 参考以下描述和所附权利要求书,将更好地了解本发明的这些及其他特征、方面和优势。并入并构成本说明书的一部分的附图图示本发明的实施例,并同描述一起用来说明本发明的原理。

附图说明

[0030] 针对本领域普通技术人员,参考附图,在说明书中阐述本发明的、并包括其最佳模式的全面且能实现的公开,其中:

[0031] 图1提供根据本主题各种实施例的示范性燃气涡轮发动机的示意性横截面视图;

[0032] 图2提供根据本公开示范性实施例的示范性接合组件的立体视图;

[0033] 图3提供图2的示范性接合组件的立体侧视图;

[0034] 图4提供图2的示范性接合组件的侧视图;

[0035] 图5提供图2的扣环组件的示范性扣环的立体视图;

[0036] 图6提供安装到图2的接合组件的部件的扣环的立体视图;

[0037] 图7提供可以并入图2的扣环组件中的另一示范性扣环的立体视图;以及

[0038] 图8提供可以并入图2的扣环组件中的又一示范性扣环的立体视图。

具体实施方式

[0039] 现在将详细参考本发明的本实施例,其一个以上示例图示在附图中。详细描述使用数字和字母标记来指代附图中的特征。附图和描述中类似或相似的标记已被用以指代本发明的类似或相似的零件。文中使用的术语“第一”、“第二”和“第三”可以互换地使用,以将一个部件与另一部件区分开,而不意在指明各个部件的位置或重要性。术语“向前”和“向后”指代燃气涡轮发动机内的相对位置,向前指代更靠近发动机入口的位置,向后指代更靠近发动机喷管或排口的位置。术语“上游”和“下游”指代参照流体路线中的流体流动的相对方向。例如,“上游”指代流体从该处流动的方向,“下游”指代流体向该处流动的方向。应当理解,文中使用的近似术语诸如“大约”和“近似”指代在百分之十(10%)的误差余量内。

[0040] 本公开的示范性方面指向,提供了一种用于安装到涡轮发动机的部件的扣环组件。在一个示范性方面,扣环组件包括扣环,扣环可移除地安装在部件所限定的穿通开口内。部件可以由复合材料(诸如,如,多个CMC层)形成。锁定构件可以安装到扣环的本体。例

如,锁定构件可以是锁定螺母或螺母。凸缘从本体突出。当扣环安装到部件并且锁定构件安装到本体时,本体被部件的穿通开口接收,并且锁定构件安装到本体,使得锁定构件和凸缘夹紧该部件。以该方式,扣环固接到部件。接合构件(诸如销)可以被扣环所限定的孔接收。还提供了示范性接合组件。

[0041] 图1提供根据本公开示范性实施例的燃气涡轮发动机的示意性横截面视图。更加特别地,对于图1的实施例,燃气涡轮发动机是高旁通涡扇喷气发动机10,文中称之为“涡扇10”。如图1所示,涡扇10限定轴向方向A(平行于为了参考提供的纵向中心线12延伸)、径向方向R和周向方向C(即,绕着轴向方向A延伸;未描绘)。大体上,涡扇10包括风扇区段14和安置在风扇区段14下游的核心涡轮发动机16。

[0042] 所描绘的示范性核心涡轮发动机16大体包括大致筒状的外壳体18,外壳体18限定环状入口20。外壳体18以串行流动关系包围:压缩机区段,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,包括高压(HP)涡轮28和低压(LP)涡轮30;以及喷气排放喷管区段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。

[0043] 对于所描绘的实施例,风扇区段14包括可变节距的风扇38,风扇38具有以间隔开的方式联接到盘42的多个风扇叶片40。如所描绘的,风扇叶片40大体沿着径向方向R从盘42向外延伸。借助于风扇叶片40可操作地联接到适合的致动构件44,每个风扇叶片40皆能够相对于盘42绕着俯仰轴线P旋转,致动构件132配置成集中使风扇叶片40的节距一致地变化。通过越过动力齿轮箱46的LP轴36,风扇叶片40、盘42和致动构件44能够一起绕着纵向轴线12旋转。动力齿轮箱46包括多个齿轮,用于将LP轴36的旋转速度逐级降低到更加有效的旋转风扇速度。

[0044] 仍参考图1的示范性实施例,盘42通过可旋转的回转件或前机舱48覆盖,前机舱48依空气动力学成型,以促进经过多个风扇叶片40的气流。此外,示范性的风扇区段14包括环状风扇壳体或外机舱50,外机舱138周向上围绕风扇38和/或核心涡轮发动机16的至少一部分。应当理解,机舱50可以配置成通过多个周向上间隔的出口导向轮叶52而被相对于核心涡轮发动机16支撑。另外,机舱50的下游区段54可以在核心涡轮发动机16的外部分上边延伸,以便在其间限定旁通气流通道56。

[0045] 在涡扇10操作期间,一定体积的空气58经过机舱50和/或风扇区段14的相关入口60进入涡扇10。当该一定体积的空气58穿过风扇叶片40时,箭头62所指示的空气58的第一部分被引导或输送到旁通气流通道56中,箭头64所指示的空气58的第二部分被引导或输送到LP压缩机22中。空气的第一部分62与空气的第二部分64之间的比率普遍已知为旁通比。然后,随着空气的第二部分64途经高压(HP)压缩机24并进到燃烧区段26中,其压力增加,在燃烧区段26中,其与燃料混合并被点燃以提供燃烧气体66。

[0046] 燃烧气体66途经HP涡轮28,在HP涡轮28中,来自燃烧气体66的热能和/或动能的一部分经由联接到外壳体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的连续级段而被抽取,因而导致HP轴或线轴34旋转,以此支撑HP压缩机24的操作。然后,燃烧气体66途经LP涡轮30,在LP涡轮30中,热能和动能的第二部分经由联接到外壳体18的LP涡轮定子轮叶72和联接到LP轴或线轴36的LP涡轮转子叶片74的连续级段而从燃烧气体66中被抽取,因而导致LP轴或线轴36旋转,以此支撑LP压缩机38的操作和/或风扇38的旋

转。

[0047] 随后,燃烧气体66途经核心涡轮发动机16的喷气排放喷管区段32,以提供推进力。同时,随着在空气的第一部分62被从涡扇10的风扇喷管排放区段76排放之前其途经旁通气流通道56,空气的第一部分62的压力大致增加,也提供推进力。HP涡轮28、LP涡轮30和喷气排放喷管区段32至少部分地限定热气路径78,用于使燃烧气体66途经核心涡轮发动机16。

[0048] 应当理解,图1中描绘的示范性涡扇10仅通过示例的方式提供,在其他示范性实施例中,涡扇10可以具有任何适合的配置。例如,本公开可以适合于与涡轮螺旋桨、涡轮轴、涡轮喷射式、回流式发动机,工业及船用燃气涡轮发动机,和/或辅助动力单元一起或者在其中使用。

[0049] 在一些实例中,涡扇10的一个以上部件可以是复合部件,诸如,陶瓷基质复合(CMC)部件。比如,护罩、喷管节段、燃烧器衬里等可以全部由CMC材料形成,CMC材料是具有高温性能的非金属材料。运用于这种部件的示范性CMC材料可以包括碳化硅、硅、二氧化硅或氧化铝基质材料及其组合。陶瓷纤维可以嵌入基质中,诸如氧化稳定的增强纤维,包括类似蓝宝石和碳化硅的单丝(如,德事隆集团(Textron)的SCS-6),以及包括碳化硅的纱束和纱线(如,日本碳黑(Nippon Carbon)的NICALON®,日本宇部兴产株式会社(Ube Industries)的TYRANNO®,道康宁公司(Dow Corning)的SYLRAMIC®,硅酸铝(如,Nextel公司的440和480),以及切碎的晶须和纤维(如,Nextel公司的440和SAFFIL®),以及可选的陶瓷颗粒(如,Si、Al、Zr、Y的氧化物及其组合)和无机填料(如,叶蜡石、硅灰石、云母、滑石、蓝晶石和蒙脱石)。在近似1000-1200°F的温度下,CMC材料可以具有大约 1.3×10^{-6} 英寸/英寸/°F到大约 3.5×10^{-6} 英寸/英寸/°F的热膨胀系数。

[0050] 借助于经过CMC部件限定的穿通开口和将负载传递到涡扇10的其余部分的金属销,一些CMC部件可以机械地紧固到涡轮区段或燃烧区段26中。比如,金属销可以由金属形成,诸如镍基超合金(在近似1000-1200°F的温度下具有大约 $8.3-8.5 \times 10^{-6}$ 英寸/英寸/°F的热膨胀系数)或者钴基超合金(在近似1000-1200°F的温度下具有大约 $7.8-8.1 \times 10^{-6}$ 英寸/英寸/°F的热膨胀系数)。CMC部件在穿通开口处或其附近经常受损,其中在接近穿通开口处金属销与CMC部件接合。该受损至少部分地由销在孔内的相对运动或滑动导致。由于滑动运动,存在CMC部件的各层之间分层的风险。进一步,CMC部件和金属销之间的高摩擦系数会在销接头处导致不期望的力,这可能导致意外的系统反应。由此,在一些实例中,期望将扣环(特别是金属扣环)定位在CMC部件的穿通开口内,使得金属销与金属扣环而非CMC部件接合。下面描述一种示范性扣环组件,扣环组件生成针对金属销的金属支承表面并且在单个零件级别上是可移除和可更换的。示范性扣环还可以运用在接近中断表面(诸如,弦密封部)处。

[0051] 图2、图3和图4提供根据本公开示范性实施例的示范性接合组件200的各种视图。特别地,图2提供接合组件200的立体视图。在图2中,出于图示性目的,接合组件200的部件210示出为透明的。图3提供示范性接合组件200的立体侧视图。图4提供示范性接合组件200的侧视图。为了参考,接合组件200限定轴向方向A、径向方向R和周向方向C。另外,接合组件200限定沿着轴向方向A延伸的轴向中心线AX。接合组件200与轴向中心线AX同心地排列。大体上,轴向方向A平行于轴向中心线AX延伸,径向方向R正交于轴向中心线AX延伸,并且周向

方向C围绕轴向中心线AX延伸三百六十度(360°)。

[0052] 接合组件200包括部件210。比如,部件210可以是燃烧器衬里、护罩、喷管节段的带等。部件210同样可以是其他适合的部件。部件210具有第一表面212和第二表面214,第二表面212(如,沿着轴向方向A)与第一表面212间隔开。第一表面212和第二表面214大体彼此平行并且均在正交于轴向方向A的平面中延伸。然而,第一表面212和第二表面214不需要彼此平行地延伸,并且不需要在正交于轴向方向A的平面中延伸。另外,部件210限定延伸通过第一表面212和第二表面214或者在第一表面212和第二表面214之间的贯通开口216。对于该实施例,贯通开口216具有大体圆形的轴向横截面,然而在其他示范性实施例中,贯通开口216可具有任何适合的轴向横截面。部件210的内部表面218可以限定贯通开口216。

[0053] 对于该示范性实施例,部件210由复合材料形成。作为一个示例,部件210的复合材料可以是CMC材料,如,诸如上述CMC材料中的一个。也即,部件210可以由多个CMC层形成。作为另一示例,部件210的复合材料可以是聚合物基质复合(PMC)材料。可以想到其他适合的复合材料。在替代示范性实施例中,部件210可以由其他适合的材料形成,诸如,金属或聚合物材料。

[0054] 接合组件200还包括扣环组件220。扣环组件220包括可移除地安装到部件210或可安装到部件210的扣环230(图5中最佳地示出)。更加特别地,当安装时,扣环230被部件210的贯通开口216接收,如下面将更详细地说明的。扣环组件220还包括可移除地安装到扣环230或可安装到扣环230的锁定构件250。如图3和图4中最佳地示出的,锁定构件250可以包括辅助保持特征270。此外,对于该实施例,扣环组件220还包括柔顺构件260。大体上,扣环230(如,沿着轴向方向A)在第一端232和第二端234之间延伸。在该实施例中,扣环230由金属材料形成,但是在替代实施例中,可以由另一适合的材料形成。

[0055] 图5提供根据本公开一个示范性实施例的扣环230的立体视图。如所示出的,扣环230包括本体236。本体236具有接合部分240和螺纹部分242。螺纹部分242(如,沿着轴向方向A)从第二端234延伸到接合部分240。如所描绘的,螺纹部分242包括用于接收具有互补螺纹的螺纹部件的螺纹。比如,螺纹部件可以是扣环组件220的锁定构件250。

[0056] 接合部分240从螺纹部分242延伸到扣环230的第二端234。本体236的接合部分240具有内表面244和外表面246,外表面246(如,沿着径向方向R)与内表面244间隔。在该实施例中,内表面244和外表面246是光滑表面。可注意的是,本体236的接合部分240限定孔238。更加特别地,接合部分240的内表面244限定孔238。由此,本体236的接合部分240大体是中空的。对于该实施例,孔238在第一端232和本体236的螺纹部分242之间延伸。因而,图5中描绘的孔238是盲孔(即,孔238不穿透扣环230)。然而,在替代实施例中,孔238可以在扣环230的第一端232和第二端234之间延伸,例如,延伸扣环230的整个轴向长度。

[0057] 如图3中最佳地示出的,扣环230的本体236所限定的孔238(图2)配置成接收接合构件280。比如,在一些实施例中,接合构件280是金属销。在一些实施例中,可以选定内表面244(或者更加通常地,扣环230)的材料,以促成所需接合性质。比如,可以选定内表面244的材料,以促进与接合构件280的温度兼容性。另外,可以选定内表面244或扣环230的材料,以促进有利的摩擦系数以及与接合构件280的接触柔顺度。进一步,在内表面144和接合构件280由金属材料形成的实施例中,可以实现内表面144和接合构件280之间的润滑磨损表面。此外,在部件210是由多个铺层形成的复合部件的情况下,部件210的各层被保护,并且最小

化和/或防止在穿通开口216近处或附近的各层的分层。

[0058] 可注意的是,接合部分240的外表面246大小和形状定成与部件210的穿通开口216的形状和大小互补。当扣环230安装到部件210时,本体236的接合部分240接收在部件210的穿通开口216内。更加特别地,接合部分240接收在穿通开口216内,并且接合部分240的外表面246接触限定穿通开口216的部件210的内部表面218。因而,接合部分240的外表面246和部件210的内部表面218紧密联接,因而,防止部件210和扣环230之间大的相对运动。

[0059] 现在参考图5和图6,图6提供安装到接合组件200的部件210的扣环230的立体视图。如所示出的,扣环230包括凸缘248,凸缘248在第一端232处或附近从本体236突出。对于该实施例,凸缘从本体236的接合部分240突出。凸缘248从本体236径向向外突出并且围绕孔238的至少一部分周向延伸。在一些实施例中,凸缘148围绕孔128周向延伸少于三百六十度(360°)。如所描绘的,凸缘248绕着孔238的大约三分之二周向延伸,并且当从轴向方向A观看时具有U形形状。因而,在一些实施例中,凸缘248围绕孔238周向延伸少于三分之二或三分之二。有利的是,因为在该实施例中凸缘248仅围绕孔238部分延伸,所以,其他特征或部件可以定位在扣环组件220附近或非常接近扣环组件220处,而不被扣环230的凸缘248中断。反之,凸缘248可以定位而不被部件或表面的这种特征中断。比如,弦密封部可以定位在扣环组件220附近而不中断扣环230,因为凸缘248不围绕孔238完整地延伸或者绕着孔238环状地延伸。当扣环230安装到部件210时,凸缘248可以与部件210的第一表面212直接接触。在其他实施例中,间隔件或其他部件可以定位在其间。比如,柔顺间隔件可以定位在凸缘248和部件210的第一表面212之间。例如,间隔件可以由金属或聚合物材料形成。

[0060] 如图7所示,在一些示范性实施例中,凸缘248可以在凸缘248的部分之间具有诸多中断或间隔。比如,如图7中描绘的,凸缘248包括第一凸缘部分290,第一凸缘部分290围绕孔238周向延伸三分之一。凸缘248还包括第二凸缘部分292,第二凸缘部分292围绕孔238周向延伸三分之一。第一凸缘部分290通过限定在其间的第一中断部294与第二凸缘部分292间隔。特别地,第一中断部294围绕孔238周向延伸六分之一的圆弧。第一凸缘部分290还通过限定在其间的第二中断部296与第二凸缘部分292间隔,第二中断部296径向上与第一中断部294相对。第二中断部296围绕孔238周向延伸六分之一的圆弧。由此,其他特征或部件可以定位在扣环组件220附近或非常接近扣环组件220处,例如,在第一中断部294和第二中断部296内或第一中断部294和第二中断部296处,而不被扣环230的凸缘248中断。将理解,在其他实施例中,凸缘248可以包括多于两个部分和在凸缘部分之间的多于两个中断部或间隔。在一些替代实施例中,如图8所示,凸缘248围绕孔238周向延伸。也即,在一些实施例中,凸缘248可以围绕孔238环状地延伸。

[0061] 返回到图3、图4和图5,如所示出的,接合组件200的扣环组件220还包括锁定构件250。锁定构件250可移除地安装到本体236或可安装到本体236。对于该实施例,锁定构件250螺合到本体236的螺纹部分242上。因而,锁定构件250具有与螺纹部分242的螺纹互补的螺纹或螺纹部分。锁定构件250可以是任何适合的螺纹紧固设备,诸如,螺母或锁定螺母。对于该实施例,锁定构件250是锁定螺母。例如,锁定构件250可以由金属或聚合物材料形成。如下面将进一步详细说明的,当锁定构件250螺合到螺纹部分242上时,锁定构件250将扣环230放置于张紧状态下,导致凸缘248在部件210的第一表面212上施加夹紧力。当锁定构件250完全螺合到位时,锁定构件250在第二表面214上施加相反的夹紧力。以该方式,锁定构

件250和凸缘248夹紧部件210,以将扣环230固接到部件210。

[0062] 在一些实施例中,锁定构件250包括辅助保持特征270。如图3和图4中最佳地示出的,辅助保持特征270沿着轴向方向A从锁定构件250向外突出并且围绕锁定构件250所限定的开口周向延伸。对于该实施例,辅助保持特征270是(如,沿着周向方向C)彼此间隔的多个堡形部(castellation) 272。当锁定构件250安装到本体236时,或者更加特别地,当锁定构件250螺合到螺纹部分242上时,辅助保持特征270压接到本体236上。更加具体地,对于该实施例,堡形部272压接到扣环230的螺纹部分242上,以在其间生成高摩擦接合。如果凸缘248、部件210和/或锁定构件250在涡扇10(图1)或其中定位有扣环组件220的涡轮机械的操作期间失效,则辅助保持特征270提供将锁定构件250保持在扣环230上的辅助手段。在替代示范性实施例中,辅助保持特征270可以是另一适合类型的保持特征。例如,在一些实施例中,辅助保持特征270可以是能够操作以固接锁定构件250和扣环组件220的其他部件的锁定线。作为另一示例,开口销或其他外部锁定特征可以用于固接锁定构件250和扣环组件220的其他部件。

[0063] 接合组件200的扣环组件220进一步包括柔顺构件260。在一些实施例中,柔顺构件260是衬套、弹簧和阻尼器中的至少一个。对于该实施例,柔顺构件260是由柔顺材料形成的衬套。比如,柔顺构件260可以由比锁定构件250和部件210均少些硬度的柔顺金属材料形成。柔顺构件260可移除地安装到扣环230的本体236。更加特别地,柔顺构件260可以安装到接合部分240的外表面246。当安装时,柔顺构件260围绕外表面246的至少一部分周向延伸。对于图2、图3和图4描绘的实施例,柔顺构件260围绕外表面246周向延伸少于三百六十度(360°)。更加具体地,柔顺构件260围绕孔238的大约三分之二周向延伸,并且当从轴向方向A观看时具有U形形状。有利的是,因为柔顺构件260仅围绕接合部分240的外表面246部分延伸,所以,其他特征或部件可以定位在扣环组件220附近或非常接近扣环组件220,而不被扣环组件220的柔顺构件260中断。反之,柔顺构件260可以定位而不被这种中断特征中断。然而,在一些实施例中,柔顺构件260围绕接合部分240的外表面246周向延伸。也即,在一些实施例中,柔顺构件260可以围绕外表面246环状地延伸。

[0064] 当柔顺构件260安装到扣环230的本体236时,柔顺构件260安置在锁定构件250和部件210的第二表面214之间。在其他实施例中,间隔件或其他部件可以定位在第二表面214和柔顺构件260之间和/或在柔顺构件260和锁定构件250之间。因为柔顺构件260由上述柔顺材料形成,所以,当锁定构件250完全螺合到螺纹部分242上的位置中时,柔顺构件260可以在部件210和锁定构件250之间被压缩。

[0065] 大体参考图2至图6,扣环组件220可以以以下示范性方式安装到部件210。扣环230首先穿过部件210的贯通开口216。特别地,扣环230的第二端234插入并穿过部件210的贯通开口216。扣环230在轴向方向A上移动,直到凸缘248接触部件210的第一表面212为止。因而,凸缘248在组装期间用作止动件。图6描绘扣环230通过部件210的贯通开口216完全插入就位。当扣环230安装到部件210时,本体236被部件210的贯通开口216接收。更加特别地,扣环230的接合部分240被部件210的贯通开口216接收。接合部分240的外表面246接触部件210的内部表面218并且与部件210的内部表面218配合。

[0066] 一旦扣环230安装到部件210,锁定构件250就安装到扣环230的本体236。更加特别地,对于该实施例,锁定构件250螺合到扣环230的螺纹部分242上。当锁定构件250螺合到本

体236的螺纹部分242上时,凸缘248抵靠部件210的第一表面212放置于张紧状态下,并且锁定构件250抵靠部件210的第二表面214施加相反的力,以将扣环230夹紧到部件210。因而,锁定构件250和凸缘248夹紧部件210,以将扣环230固接到部件210。

[0067] 更加特别地,如图3中最佳地示出的,当锁定构件250螺合到本体236的螺纹部分242上时,锁定构件250在螺纹部分242上的扭矩将扣环230放置于张紧状态下。这导致凸缘248在部件210的第一表面212上施加第一力F1。凸缘248可以直接将第一力F1施加到第一表面212,或者可以间接地施加一些,例如,如果间隔件或其他构件定位在凸缘248和第一表面212之间的话。当锁定构件250完全螺合到螺纹部分242上时,锁定构件150在部件210的第二表面214上施加第二力F2,以将扣环230夹紧到部件210。锁定构件250可以直接将第二力F2施加到第二表面214,或者可以间接地施加一些,例如,锁定构件250可以在柔顺构件260上施加力,这转而可以在部件210的第二表面214上施加力F2。第二力F2与第一力F1相反,相反的力F1,F2生成对部件210的夹紧效果。由此,锁定构件250和凸缘248一起将扣环230固接到部件210。有利的是,在部件210是由多个铺层形成的复合部件的实施例中,通过锁定构件250和凸缘248夹紧部件210为接头或接合处附近的各层生成层间压缩支撑。

[0068] 进一步,锁定构件250的辅助保持特征270可以进一步将锁定构件250保持或固接到扣环230上。比如,堡形部272可以向下压接到扣环230的螺纹部分242上。因此,除了锁定构件250的螺纹和扣环230的螺纹部分242的螺纹之间的螺合之外,锁定构件250可以进一步通过辅助保持特征270固接到扣环230。在一些实施例中,如上所述,辅助保持特征270可以是其他适合的外部锁定特征,诸如安全或锁定线或开口销。在一些示范性实施例中,可以运用诸多辅助保持特征270,例如,压接的堡形部272和开口销。

[0069] 在一些实例中,可能期望修理和/或更换扣环组件220的一个以上零件。由此,可以以以下示范性方式从部件210移除扣环组件220。首先,如果锁定构件250包括辅助保持特征270,则移除和/或操纵辅助保持特征270,从而可以从扣环230移除锁定构件250。例如,辅助保持特征270的压接的堡形部272可以被抬升或向后弯曲,从而锁定构件250可以从扣环230移除。在移除和/或操纵辅助保持特征270从而可以移除锁定构件250之后,实际上移除锁定构件250。特别地,锁定构件250被扭转,使得锁定构件250从扣环230的本体236的螺纹部分242移除。一旦锁定构件250从扣环230移除,柔顺构件260就不再放置于锁定构件250和部件的第二表面214之间的压缩状态下,这样,柔顺构件260可以从扣环230移除。进一步,当锁定构件250从扣环230移除时,凸缘248不再放置于张紧状态下,因此,扣环230可以通过部件210的贯通开口216移除。特别地,扣环230可以沿着轴向方向A滑动或移动,使得螺纹部分242朝向部件210的第一表面212移动。最终,扣环230的螺纹部分242穿过或滑过部件210的贯通开口216。当这发生时,扣环230完全从部件210移除。然后可以由操作者检查扣环组件220的零件,如果扣环组件220的任何零件需要修理或更换,则操作员可以在单个零件级别上这么做。另外,可以视必要性检查和修理部件210。可注意的是,不需要机械工具(诸如,焊接和/或钎焊机械)以从部件210移除扣环组件220。而是,标准扳手可以用以从扣环230移除锁定构件250。一对钳子或其他适合的工具可以用于将辅助保持特征270从扣环230的螺纹部分242去压接,或者用以移除锁定线、开口销或任何其他可易于移除的辅助保持特征270。由此,扣环组件220的拆卸不那么复杂,仅要求简单的工具,并且当从中移除扣环组件220时,部件210不受影响。

[0070] 文中描述的示范性扣环组件220提供很多优势。比如,如上所述,扣环组件220可以安装到部件210和从部件210移除,而不需要机械工具,诸如焊接和钎焊机械。例如,扣环组件220可以利用标准扳手安装到部件210或从部件210移除。因而,减少了将扣环组件220安装到部件210和从部件210移除扣环组件220的时间、成本和复杂性。此外,扣环230的凸缘248不需要围绕孔238完整地周向延伸。因而,本公开的扣环230可以运用在中断表面或部件(诸如,如,弦密封部)附近。常规的型锻扣环要求环状平坦表面,用于安装到部件。

[0071] 另外,扣环组件220是可移除的,并且扣环组件220的零件在单个零件级别上是可更换的。因而,可以在使用之后检查扣环组件220的零件,如果特别的零件需要修理或需要更换,则该特别的零件可以被修理/更换并且与不需要修理或更换的零件一起运用。从扣环组件220移除的零件还可以被移除并被热处理以使它们返回到可操作状态。比如,扣环组件220的零件或部件可以经受退火处理、热喷涂处理或涂覆处理。焊接或钎焊到部件210中的常规扣环不包括这种优势。进一步,在部件由CMC材料或一些其他复合材料形成的实施例,由凸缘248和锁定构件250在接近贯通开口216处施加在部件210上的压缩可以为贯通开口216附近的各层提供层间压缩支撑。这可以在靠近贯通开口216处结构上改进复合部件。另外,使用扣环230用于接收接合构件280极大地减少或防止在贯通开口216附近的各层的分层。接合构件280和部件210两者上的润滑磨损表面可以相应地由扣环230的内表面244和外表面246生成。进一步,可以选定和调整扣环230的材料,用于改进温度性能、摩擦系数、扣环230与接收在扣环230的孔238中的接合构件280之间的接触柔顺度。本公开的扣环组件220提供文中未具体指出的其他优势和益处。

[0072] 该书面描述使用示例来公开本发明,包括最佳模式,还使本领域技术人员能够实践本发明,包括制作和使用任何设备或系统,并施行任何并入的方法。本发明的专利权范围由权利要求书来限定,可以包括本领域技术人员容易想到的其他示例。这种其他示例意在包括于权利要求书的范围内,如果该示例包括与权利要求书的文字语言并无不同的结构元件的话,或者,如果该示例包括与权利要求书的文字语言无实质不同的等同结构元件的话。

[0073] 本发明的各种特征,方面和优点也可以体现在以下条项中描述的各种技术方案中,这些方案可以以任何组合方式组合:

[0074] 1. 一种扣环组件,其特征在于,包含:

[0075] 扣环,所述扣环可移除地安装到限定贯通开口的部件,所述扣环具有本体、凸缘,所述本体在第一端和第二端之间延伸并且限定孔,所述凸缘在所述第一端处或所述第一端附近从所述本体突出,并且围绕所述孔的至少一部分周向延伸;以及

[0076] 锁定构件,所述锁定构件可移除地安装到所述本体;

[0077] 其中,当所述扣环安装到所述部件并且所述锁定构件安装到所述本体时,所述扣环的所述本体被接收在所述部件的所述贯通开口内,并且所述锁定构件安装到所述本体,使得所述锁定构件和所述凸缘将所述扣环夹紧到所述部件。

[0078] 2. 如条项1所述的扣环组件,其特征在于,其中,所述本体具有接合部分和螺纹部分,所述接合部分具有光滑的外表面,所述螺纹部分在所述第二端和所述接合部分之间延伸,其中,当所述扣环安装到所述部件时,所述本体的所述接合部分被接收在所述部件的所述贯通开口内。

[0079] 3. 如条项2所述的扣环组件,其特征在于,其中,当所述锁定构件安装到所述本体

时,所述锁定构件螺合到所述螺纹部分上。

[0080] 4.如条项1所述的扣环组件,其特征在于,其中,所述锁定构件具有辅助保持特征,其中,当所述锁定构件安装到所述本体时,所述辅助保持特征压接到所述本体上。

[0081] 5.如条项1所述的扣环组件,其特征在于,进一步包含:

[0082] 柔顺构件,所述柔顺构件可移除地安装到所述本体,其中,所述本体具有外表面和内表面,并且其中,当所述柔顺构件安装到所述本体时,所述柔顺构件在所述锁定构件和所述部件之间围绕所述本体的所述外表面的至少一部分安置。

[0083] 6.如条项5所述的扣环组件,其特征在于,其中,所述柔顺构件是衬套、弹簧和阻尼器中的至少一个。

[0084] 7.如条项5所述的扣环组件,其特征在于,其中,所述部件具有第一表面和第二表面,所述第二表面与所述第一表面间隔开,并且其中,所述贯通开口在所述第一表面和所述第二表面之间延伸,并且其中,当所述扣环和所述柔顺构件安装到所述本体时,所述柔顺构件安置在所述锁定构件和所述部件的所述第二表面之间,并且所述凸缘接触所述部件的所述第一表面。

[0085] 8.如条项1所述的扣环组件,其特征在于,其中,所述凸缘围绕所述孔周向延伸。

[0086] 9.如条项1所述的扣环组件,其特征在于,其中,所述凸缘围绕所述孔周向延伸少于三百六十度。

[0087] 10.如条项1所述的扣环组件,其特征在于,其中,所述凸缘具有第一凸缘部分和第二凸缘部分,所述第一凸缘部分围绕所述孔周向延伸少于三百六十度,所述第二凸缘部分围绕所述孔周向延伸少于三百六十度并且与所述第一凸缘部分间隔开。

[0088] 11.如条项1所述的扣环组件,其特征在于,其中,所述本体的所述孔构造成接收接合构件。

[0089] 12.如条项1所述的扣环组件,其特征在于,其中,所述扣环由金属材料形成。

[0090] 13.如条项1所述的扣环组件,其特征在于,其中,所述部件由复合材料形成。

[0091] 14.如条项13所述的扣环组件,其特征在于,其中,所述复合材料是陶瓷基质复合(CMC)材料。

[0092] 15.一种接合组件,其特征在于,包含:

[0093] 部件,所述部件具有第一表面和第二表面,所述第二表面与所述第一表面间隔开,所述部件限定在所述第一表面和所述第二表面之间延伸的贯通开口;

[0094] 扣环组件,包含:

[0095] 扣环,所述扣环具有本体,所述本体在第一端和第二端之间延伸并且限定用于接收接合构件的孔,所述本体具有接合部分和螺纹部分,所述扣环进一步具有凸缘,所述凸缘在所述第一端处或所述第一端附近从所述本体的所述接合部分突出,所述凸缘围绕所述孔的至少一部分周向延伸;以及

[0096] 锁定构件,所述锁定构件可移除地安装到所述本体的所述螺纹部分。

[0097] 16.如条项15所述的接合组件,其特征在于,其中,当所述本体的所述接合部分被接收在所述部件的所述贯通开口内,并且所述锁定构件螺合到所述本体的所述螺纹部分上时,所述锁定构件和所述凸缘将所述扣环夹紧到所述部件。

[0098] 17.如条项15所述的接合组件,其特征在于,其中,所述凸缘围绕所述孔周向延伸

少于或等于三分之二。

[0099] 18. 如条项15所述的接合组件,其特征在于,进一步包含:

[0100] 柔顺构件,所述柔顺构件可移除地安装到所述本体的所述接合部分,其中,当所述柔顺构件安装到所述本体的所述接合部分时,所述柔顺构件围绕所述接合部分的至少一部分周向延伸,并且安置在所述锁定构件和所述部件的所述第二表面之间。

[0101] 19. 如条项15所述的接合组件,其特征在于,其中,所述锁定构件具有辅助保持特征,其中,当所述锁定构件螺合到所述本体的所述螺纹部分上时,所述辅助保持特征压接到所述螺纹部分上。

[0102] 20. 一种接合组件,其特征在于,包含:

[0103] 部件,所述部件由陶瓷基质复合(CMC)材料形成并且具有第一表面和第二表面,所述第二表面与所述第一表面间隔开,所述部件限定在所述第一表面和所述第二表面之间延伸的穿通开口;

[0104] 接合构件,所述接合构件由金属材料形成;以及

[0105] 扣环组件,包含:

[0106] 扣环,所述扣环由金属材料形成并且具有本体,所述本体在第一端和第二端之间延伸,所述本体具有限定用于接收所述接合构件的孔的接合部分,所述本体还具有从所述第二端延伸到所述接合部分的螺纹部分,所述扣环进一步具有凸缘,所述凸缘在所述第一端处或所述第一端附近从所述本体的所述接合部分径向突出,所述凸缘围绕所述孔的至少一部分周向延伸;和

[0107] 锁定构件,所述锁定构件可移除地安装到所述本体的所述螺纹部分;

[0108] 其中,当所述本体的所述接合部分被接收在所述部件的所述穿通开口内并且所述锁定构件螺合到所述本体的所述螺纹部分上时,所述锁定构件和所述凸缘将所述扣环夹紧到所述部件。

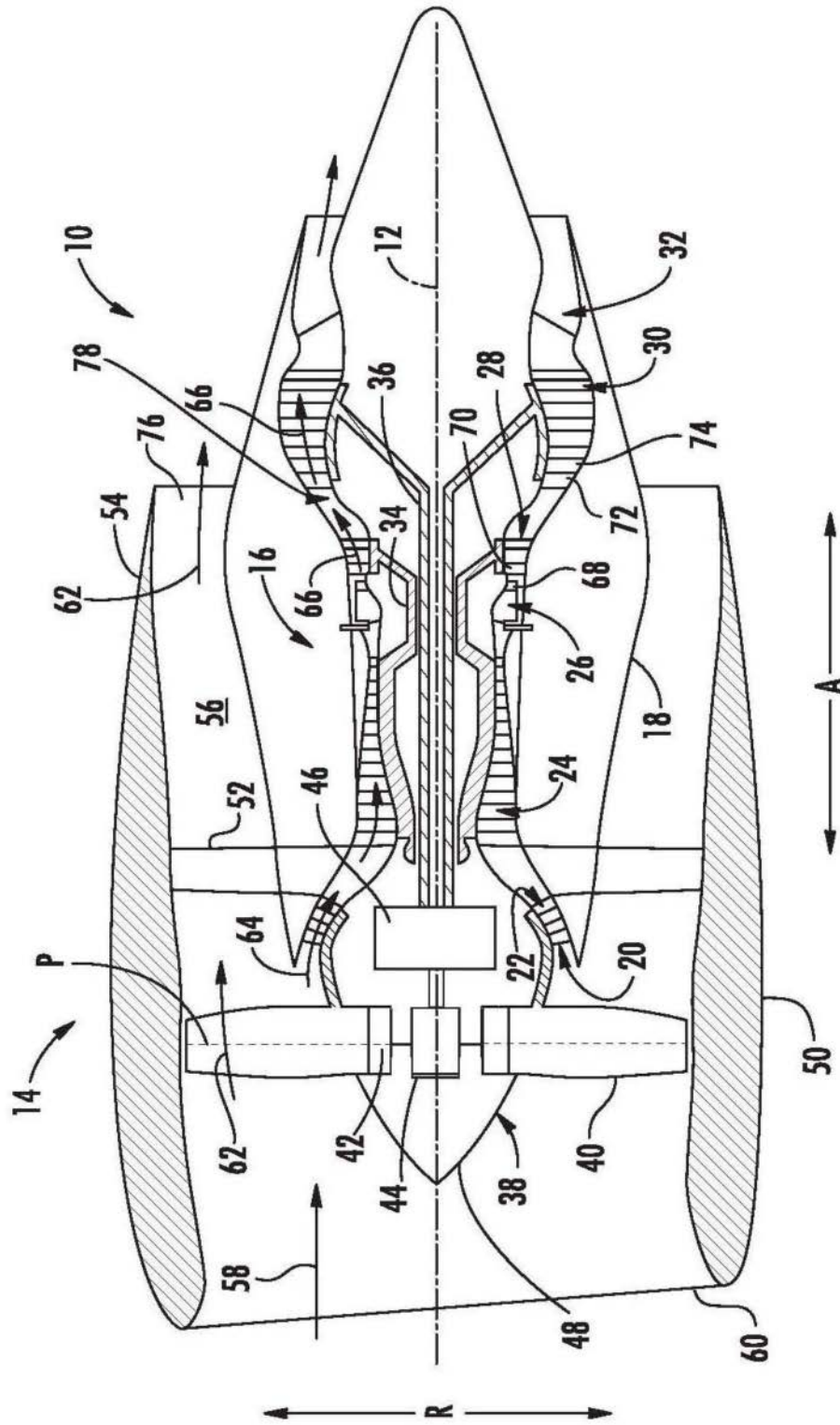


图1

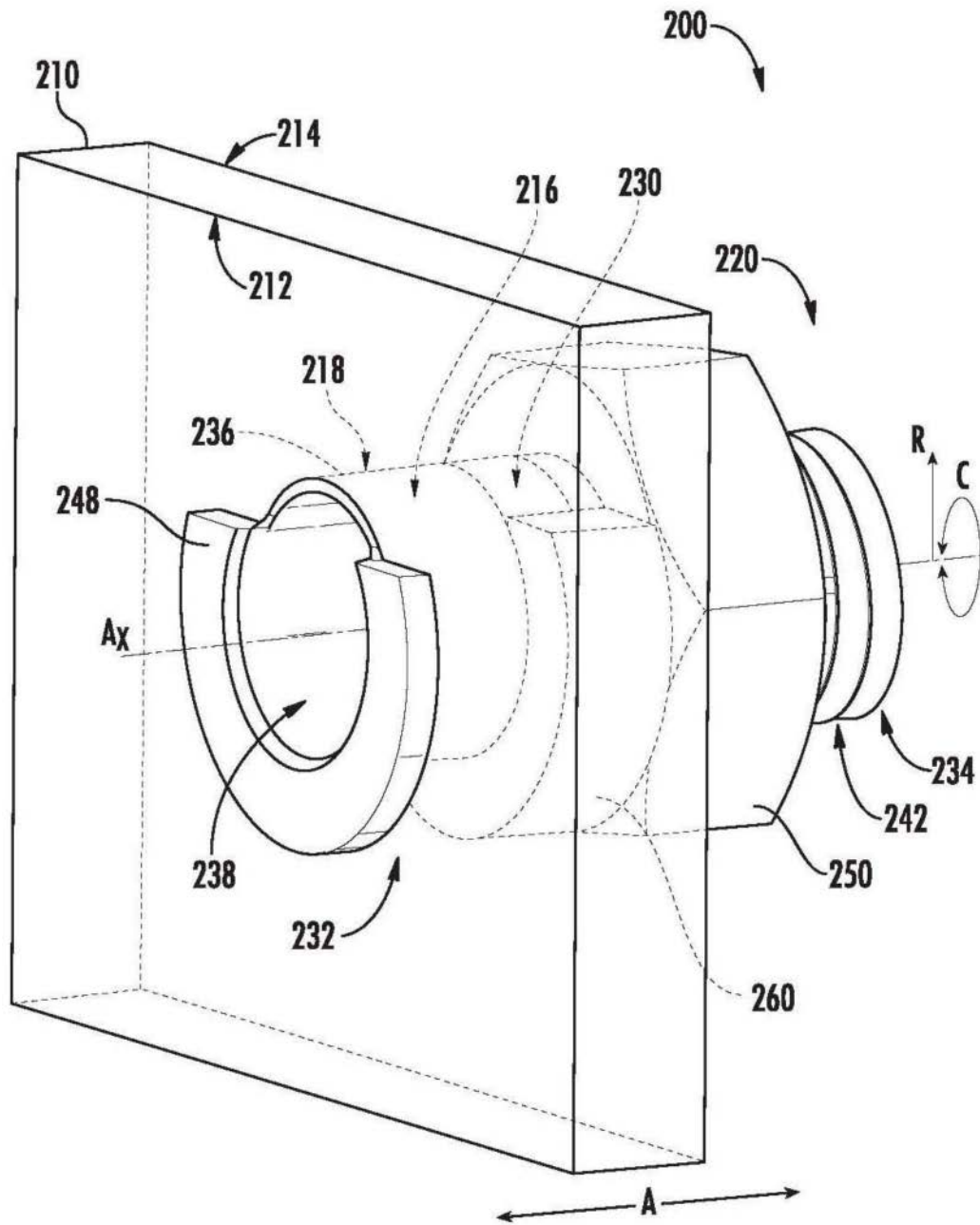


图2

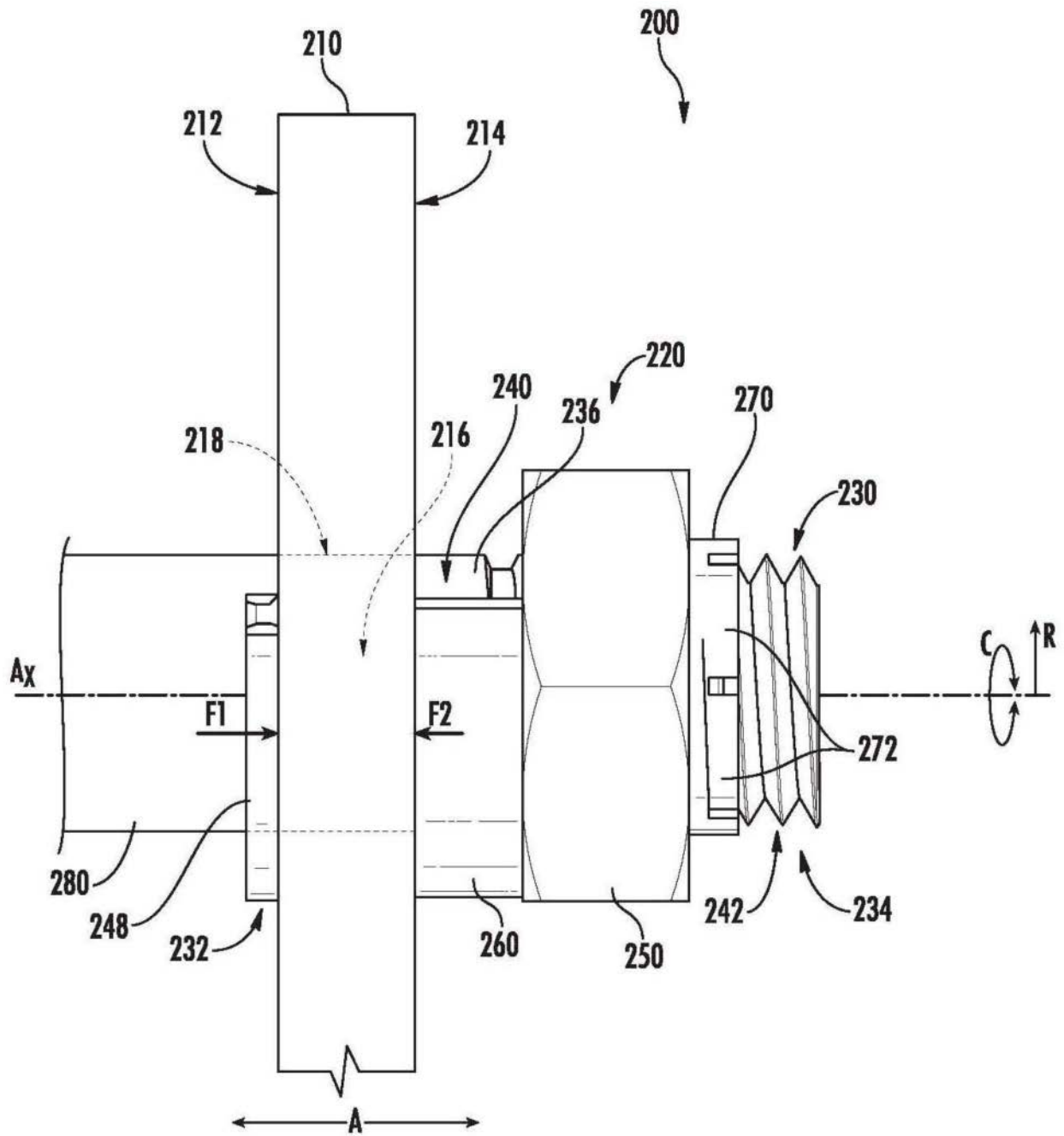


图3

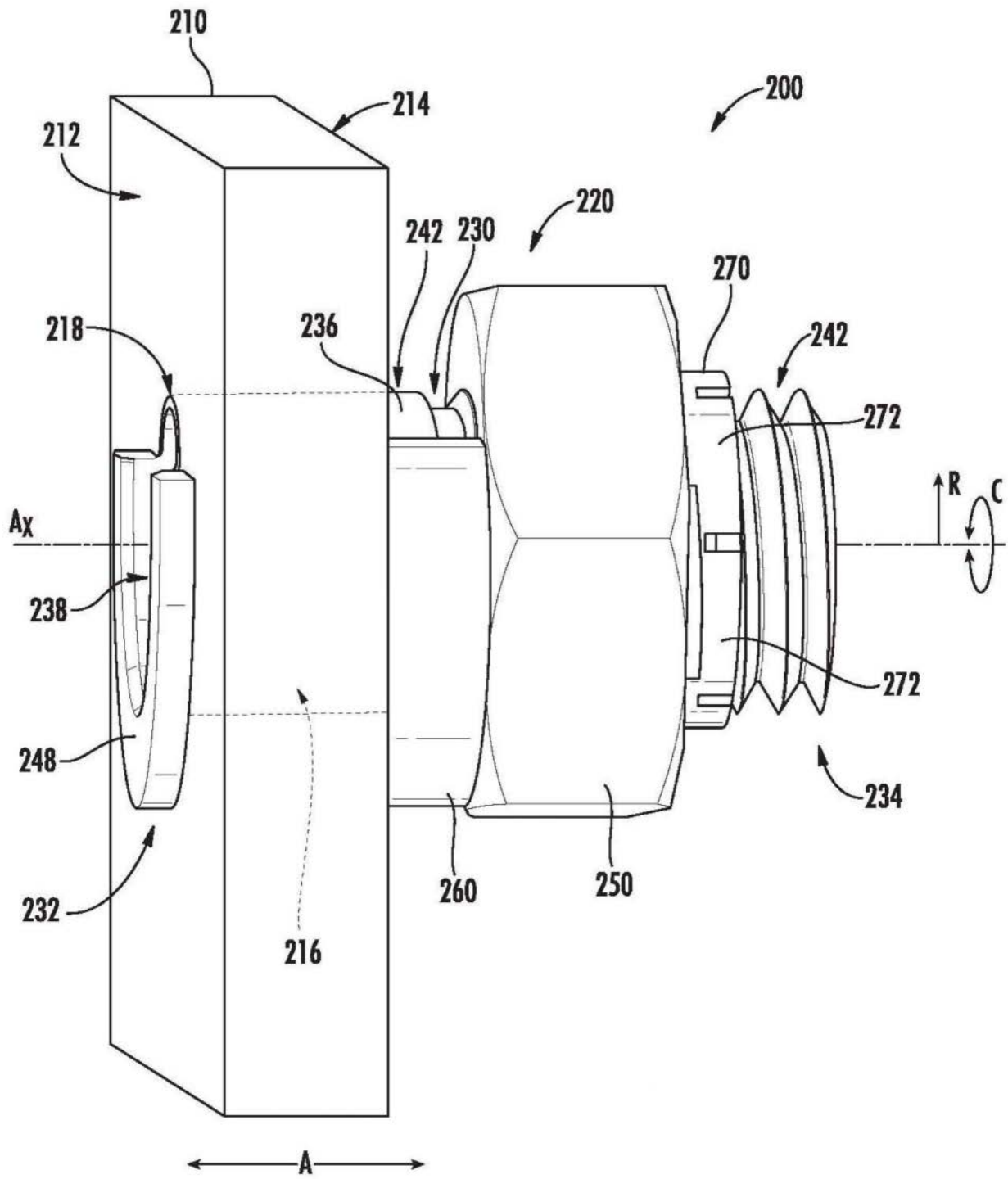


图4

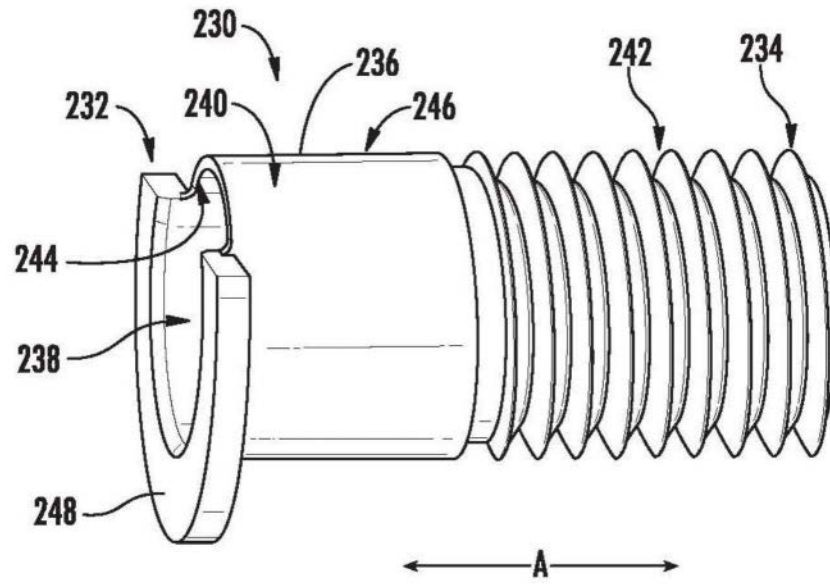


图5

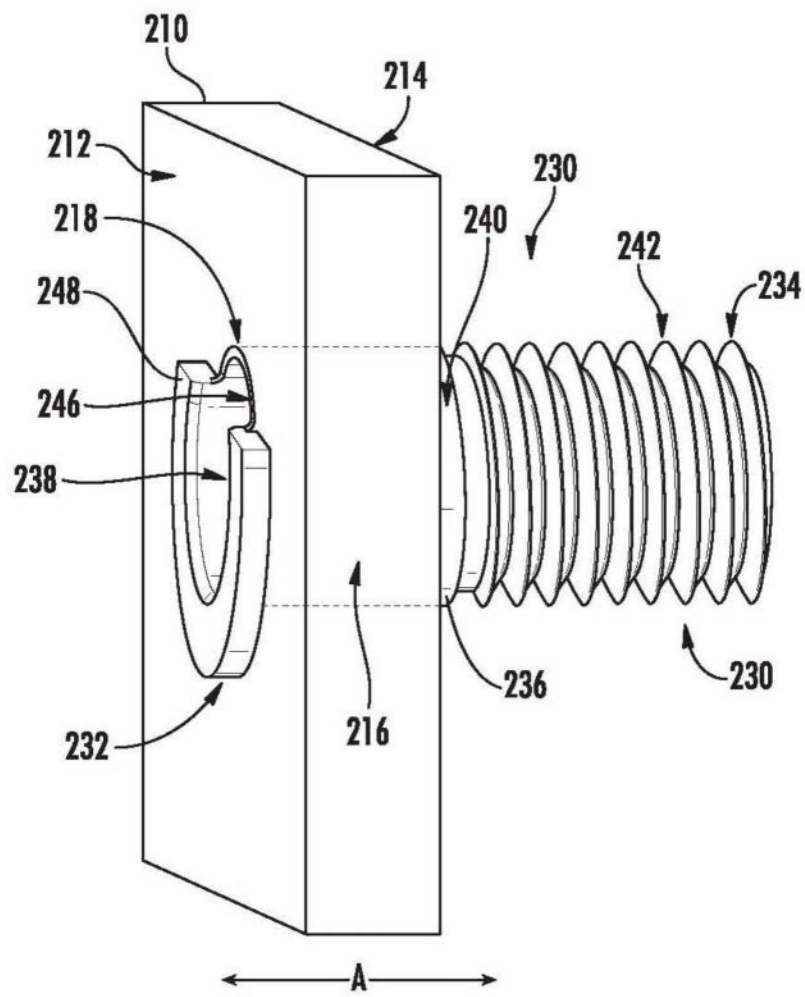


图6

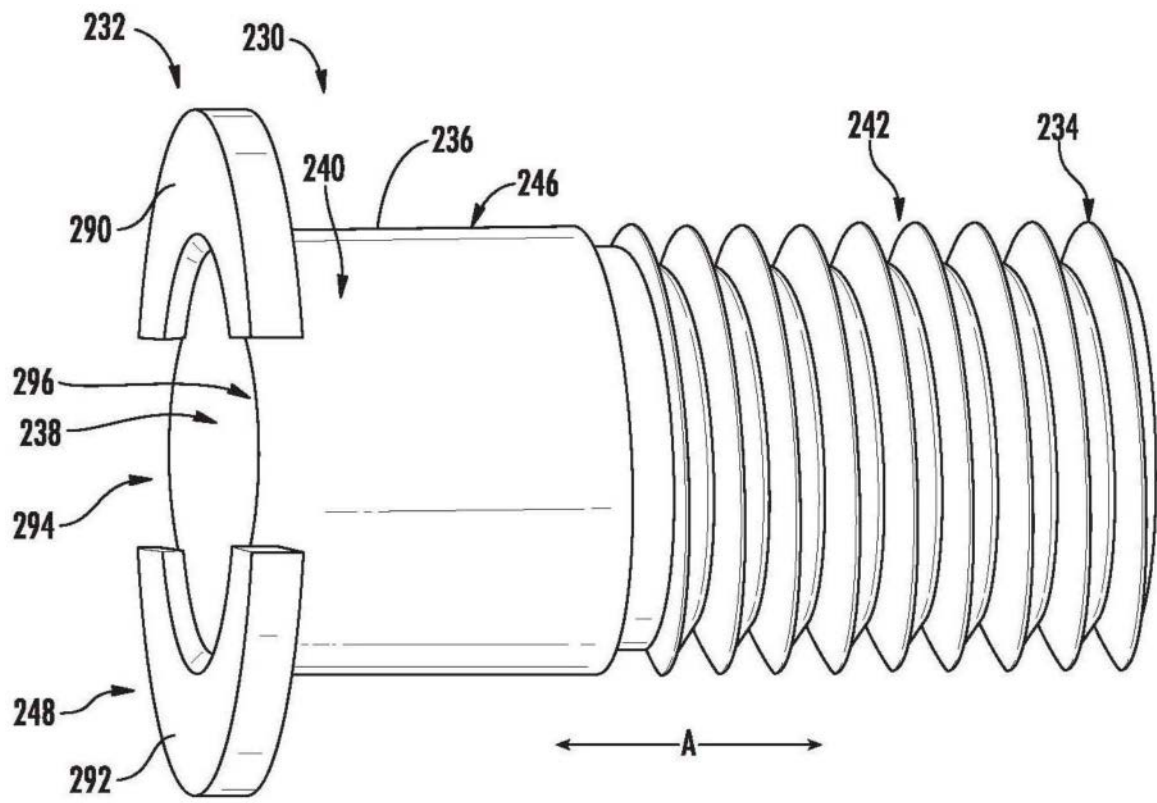


图7

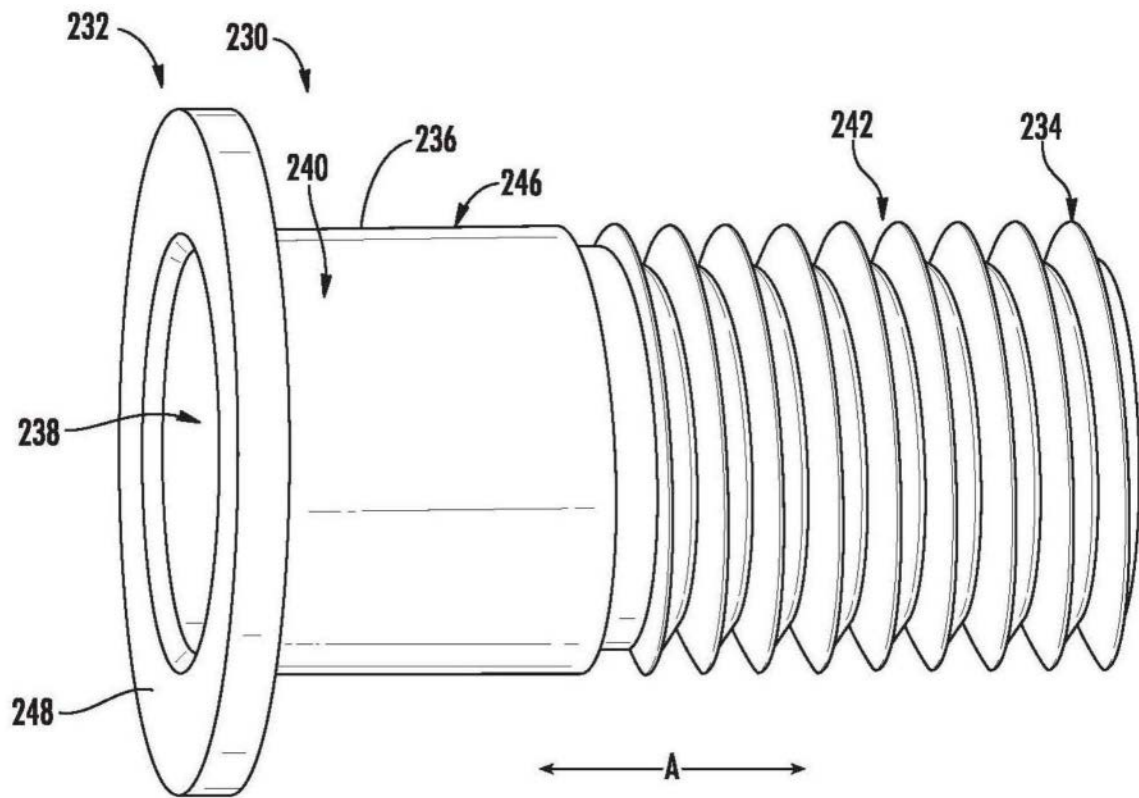


图8