



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104040116 B

(45) 授权公告日 2016.06.08

(21) 申请号 201280065308.3

(22) 申请日 2012.12.11

(30) 优先权数据

1200403.2 2012.01.10 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014.06.27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2012/053082 2012.12.11

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/104880 EN 2013.07.18

(73) 专利权人 纳皮尔涡轮增压器有限公司

地址 英国林肯市

(72) 发明人 伊恩·平科尼

奥萨罗巴·法莫斯·奥科华海瑟吉尔

保罗·艾斐昂·罗奇

尼尔·瑞恩·托马斯

伊恩·帕特里克·克莱尔·布朗

彼得·凯 斯蒂芬·威尔逊

大卫·莱斯利·史密斯

罗伯特·尼尔·乔治

保罗·莱斯利·杰克林

杰夫·金保伊·傲

凯文·约翰·马森

马修·伊利亚·摩尔 杰米·克莱尔

托马斯·贾拉斯·穆雷

斯图尔特·迈克尔·波特

克里斯托弗·约翰·莫纳汉

阿兰·马丁·泰勒

弗朗西斯·约瑟夫·杰弗里·海斯

特雷弗·奈顿

(74) 专利代理机构 北京中博世达专利商标代理有限公司 11274

代理人 申健

(51) Int. Cl.

F01D 5/02(2006.01)

F04D 29/26(2006.01)

F16D 1/08(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1212320 A, 1999.03.31,

US 2005169764 A1, 2005.08.04,

US 2002001522 A1, 2002.01.03,

CN 1650091 A, 2005.08.03,

DE 102008056058 A1, 2010.02.11,

审查员 郭颖

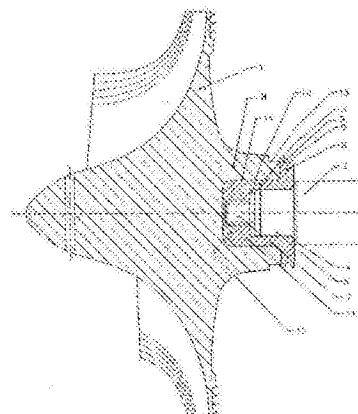
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

具有用于将叶轮连接到轴的连接器的涡轮增压器

(57) 摘要

提供了一种具有用于将叶轮 (1) 连接到轴 (2) 的连接器 (3) 的涡轮增压器。所述叶轮具有有中央凹处的轴侧轮毂延伸部 (H)。所述叶轮由热膨胀系数比所述轴的材料更大的材料构成。所述连接器插入所述凹处以将所述连接器的对外表面 (14) 与所述轮毂延伸部的径向内表面摩擦地连接。所述连接器具有带有螺纹的螺纹部 (11)，所述螺纹部被旋拧到所述轴的相应的螺纹部 (7) 上，使得所述连接器在所述叶轮和所述轴之间提供旋转的固定连接。所述连接器由热膨胀系数比所述轴的材料的热膨胀系数更大的材料构成。



1. 一种被连接的叶轮(1)和轴(2),所述叶轮(1)具有有中央盲孔凹处的轴侧轮毂延伸部(H),所述叶轮装配有将所述叶轮(1)连接到所述轴(2)的连接器(3),并且构成所述叶轮的材料具有比所述轴的材料更大的热膨胀系数,其中:

所述连接器插入所述凹处以将所述连接器的对外表面(14)与所述轮毂延伸部的径向内表面摩擦地连接,在使用中,所述连接器的对外表面与所述轮毂延伸部的径向内表面之间的摩擦连接传递所述轴和所述叶轮之间的大致全部转矩;以及;

所述连接器具有带有螺纹的螺纹部(12),所述螺纹部被旋拧到所述轴的相应的螺纹部(7)上,使得所述连接器在所述叶轮和所述轴之间提供旋转的固定连接;

其特征在于:

所述连接器由热膨胀系数比所述轴的材料更大的材料构成, $(\alpha_c - \alpha_s)/(\alpha_i - \alpha_s)$ 的值大于0.2并且小于0.9,其中, α_c 为所述连接器的热膨胀系数, α_i 为所述叶轮的热膨胀系数, α_s 为所述轴的热膨胀系数。

2. 根据权利要求1所述的被连接的叶轮和轴,其中,所述连接器由强度比所述叶轮的材料更大的材料构成。

3. 根据权利要求1或2所述的被连接的叶轮和轴,其中,所述连接器的螺纹部在所述中央凹处内。

4. 根据权利要求1或2所述的被连接的叶轮和轴,其中,所述连接器和/或所述叶轮具有一个或多个定中心部(10;10a、10b),所述定中心部具有各自的与所述轴的一个或多个相应的定中心部(5;5a、5b)相接合的接合表面,所述连接器的所述螺纹部和所述连接器的所述定中心部和/或所述叶轮沿着所述叶轮的轴线分布。

5. 根据权利要求1或2所述的被连接的叶轮和轴,其中,所述叶轮具有外壳并且所述连接器和/或所述轮毂延伸部与所述外壳的区段(15)形成密封。

6. 根据权利要求1或2所述的被连接的叶轮和轴,其中,所述连接器在其径向外表面处形成有或携带有环形抛油器构造(R)。

7. 一种涡轮增压器,所述涡轮增压器具有前述权利要求中任一项所述的被连接的叶轮和轴。

具有用于将叶轮连接到轴的连接器的涡轮增压器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种连接器,所述连接器用于将叶轮(impeller)连接到轴,并且具体地但不排他地用于将涡轮增压器的叶轮连接到涡轮增压器的轴。

背景技术

[0002] 涡轮增压器叶轮通常由铝合金制成,以在商业可接受成本下提供具有适当的强度的低转动惯量。叶轮到钢制涡轮增压器的轴的附接通过多种方式实现。例如,由于铝的相对柔弱以及轴的小直径,一种选择是为叶轮设置钢制嵌件,所述嵌件包含能够被螺旋到轴上的螺纹插口。这种布置能够比轴直接螺旋进入铝制主体的连接承受更高的转矩(转矩与通过接头(joint)传递的力量(power)成比例,因此叶轮能够在比直接螺纹连接的情形中的压力比更高的压力比下使用)。

[0003] 通常,这种嵌件通过冷缩配合被装配到叶轮中;叶轮的铝制主体被加热以使要容纳钢制嵌件的孔扩展,同时嵌件在被插入所述孔中之前被冷却,例如用液氮冷却。形成的过盈连接(interference connection)受到在铝的材料特性被影响之前铝能够被加热到的温度的限制,和钢能够被冷却到的温度的限制。

[0004] 虽然所述的布置能够令人满意地执行,但在涡轮增压器从静止到满载的循环期间会出现问题。随着涡轮增压器开始旋转,接头受到离心力作用,由此铝背离钢制嵌件向外伸展。这降低了嵌件和叶轮之间的过盈力,并且由于设计的约束条件,已经发现该降低趋于在嵌件的一端处比在另一端处大。由此,嵌件在其端部之一处比在另一端部处被更牢固地夹持。然后涡轮增压器开始加热,并且由于铝合金和钢的不同热膨胀系数,铝比钢更大程度地轴向伸展,从而导致两种金属在叶轮仍牢固地夹持嵌件的位置之外的位置处彼此滑过。在停机时,离心应力消除,但热应力随涡轮增压器的冷却仍留存若干分钟。在该过程中,叶轮在嵌件上的夹持点从一端变化到另一端,并且随着涡轮增压器冷却,嵌件沿着叶轮“行走”。

[0005] 在某些特有的周期性的条件(例如,高环境温度下的快速往复应用)下,已观察到嵌件能够沿着叶轮移动很远以使得可能发生涡轮增压器故障。虽然通过增大部件之间的起始过盈能够将该影响减轻至某种程度,但由于上述原因,该方案受到限制,并且因此期望实现一种设计,该设计确保在工作循环期间夹持点保持在同一位置处,而不是从嵌件的一端移位到另一端。

[0006] 因此,EP1394387提出了一种外部钢制约束环,所述约束环加强了在铝制叶轮和嵌件之间的摩擦接触。由于随着涡轮增压器加热,所述环并不如所述叶轮主体一样程度地扩展,叶轮和嵌件之间的夹持点在涡轮增压器的整个工作循环期间保持在环的轴向范围内,由此阻止了叶轮沿着嵌件“行走”的趋势。因此,与无约束环的常规涡轮增压器相比,涡轮增压器的使用寿命能够明显地增大。

[0007] 然而,这种接头的配置相对复杂。首先,所述嵌件和叶轮孔被制造为紧密度容限(tight tolerances)。其次,通常所述嵌件被冷却,所述叶轮被加热,并且所述嵌件被放置于叶轮孔内部,所述叶轮孔在所述叶轮的轮毂延伸部处。随着所述嵌件变热以及所述叶轮

冷却,形成冷缩配合(shrink fit)接头。但是由于所述叶轮的形状,在所述叶轮内部出现一些变形。因此,通常叶轮轮毂延伸部的外表面必须重新研磨为轴对称的,以便使其适合具有约束环的外接头。然后另外的环可被冷缩(shrunk)在所述嵌件的法兰(flange)部上,以防止所述约束环脱离所述叶轮。

发明内容

[0008] 将期望提供一种在叶轮和轴之间的连接,所述连接更容易安装,但是该连接又能够传递高转矩且能够阻止或降低任何叶轮“行走”的趋势。

[0009] 因此,在第一方面中,本发明提供了用于将叶轮连接到轴的连接部,具体地用于将涡轮增压器的叶轮连接到涡轮增压器的轴,所述叶轮具有有中央凹处的轴侧(shaft-side)轮毂延伸部,并且所述叶轮由单独的材料构成,该材料具有比轴的材料更大的热膨胀系数,其中:

[0010] 所述连接部插入所述凹槽中以将所述连接部的对外表面与所述轮毂延伸部的径向内表面摩擦地连接;

[0011] 所述连接部具有带有螺纹的螺纹部,所述螺纹部被旋拧到所述轴的相应的螺纹部上,使得所述连接部在所述叶轮和所述轴之间提供旋转的固定连接;以及

[0012] 所述连接部由热膨胀系数比所述轴的材料的热膨胀系数更大的材料构成。

[0013] 通过由具有这种热膨胀系数的材料构成所述连接部,激励所述叶轮“行走”的差热(differential thermal forces)可被减小,从而在维持所述接头的最大转矩的同时减小所述叶轮“行走”的任何趋势。另外,也可避免在装配所述连接部之后,所述轮毂延伸部的再次研磨,此时通常没有必要将EP1394387中描述的类型约束环安装至所述轮毂延伸部。

[0014] 本发明的第二方面提供了一种叶轮,所述叶轮具有有中央凹处的轴侧轮毂延伸部并装配有根据第一方面所说的连接部,所述连接部的对外表面与所述轮毂延伸部的径向内表面摩擦地连接。

[0015] 本发明的第三方面提供了装配有所述第二方面的连接部的叶轮,所述叶轮被连接到具有相应的螺纹部的轴,所述连接部的螺纹部的螺纹旋拧到所述轴的相应的螺纹部上。

[0016] 本发明的第四方面提供了具有所述第三方面的连接的叶轮和轴的涡轮增压器。

[0017] 现在将提出本发明的可选特征。这些特征能够单独应用或者与本发明的任何方面任意组合应用。

[0018] 所述中央凹处可以为盲孔(即具有端表面)。因此,所述叶轮可不具有从所述叶轮的一侧到另一侧的通孔。

[0019] 所述叶轮的对外表面可近似为圆柱形形状。与所述对外表面摩擦地连接的所述叶轮的轴侧轮毂延伸部的径向内表面可以是相应的近似圆柱形。

[0020] 所述连接部和所述轮毂延伸部之间的摩擦连接例如可通过压入配合或冷缩配合实现。特别地,因为所述连接部的材料具有比传统的连接部的材料更高的热膨胀系数,当在装配期间维持所述连接部冷却至的温度以及所述叶轮加热至的温度时,可使用冷缩配合以产生与叶轮的更紧密的过盈。

[0021] 所述连接部(所述连接部提供所述对外表面以及所述螺纹部)可形成为整体式主体。

[0022] 为提供旋转的固定连接,所述螺纹可以是阳性锁定的(positive-locking),例如是锥形的(tapered)。然而,另一种选择是所述连接器具有邻接(abutment)表面(例如由法兰部提供),当所述螺纹部被旋拧在一起时,所述邻接表面与所述轴的相应的邻接表面(例如由肩状物(shoulder)提供)接合,从而紧固所述螺纹以提供旋转的固定连接。

[0023] 由所述连接器的螺纹部携带的螺纹可由装配在所述连接器上的螺旋线圈(helicoil)结构保护。因为所述连接器的材料可能比轴的材料强度更弱,从而所述螺旋线圈结构可防止对所述连接器的螺纹的破坏。

[0024] 所述连接器的螺纹部可在所述中央凹处内。这样,可实现轴向的紧凑配置。

[0025] 优选地,在使用中,所述连接器的对外表面与所述轮毂延伸部的径向内表面之间的摩擦连接传递所述轴和所述叶轮之间的大致全部转矩。

[0026] 所述连接器可由强度比所述叶轮的材料更大的材料构成。所述连接器可由热膨胀系数比所述叶轮的材料更低的材料构成。例如,所述轴可由钢构成(例如高强度钢),所述钢通常具有大约为 $11 \times 10^{-6}/K$ 的热膨胀系数,并且所述叶轮可由铝合金构成,所述铝合金通常具有大约为 $22.7 \times 10^{-6}/K$ 的热膨胀系数。优选地,所述连接器由抗与轴的摩擦的材料构成。例如,所述连接器可由镁合金、青铜、黄铜或不锈钢构成。通常,优选等于或接近于所述叶轮的热膨胀系数值的所述连接器的热膨胀系数值减少激励所述叶轮“行走”的差热力。因此,优选地, $(\alpha_c - \alpha_s)/(\alpha_i - \alpha_s)$ 的值大于0.2,并且更优选的大于0.3或0.4,在这里 α_c 为所述连接器的热膨胀系数, α_i 为所述叶轮的热膨胀系数,以及 α_s 为所述轴的热膨胀系数。然而,所述连接器的热膨胀系数远远大于所述轴的热膨胀系数的风险为所述轴在高温下导致的伸展可能导致轴损坏。因此,至少对于叶轮和轴的通常的材料(例如分别是铝合金和钢),优选地, $(\alpha_c - \alpha_s)/(\alpha_i - \alpha_s)$ 的值小于0.9,并且更优选地小于0.8或0.7。然而,这不排除 $(\alpha_c - \alpha_s)/(\alpha_i - \alpha_s)$ 的值可等于或大于1。特别是如果 $(\alpha_i - \alpha_s)$ 的值减小,则可采用更高的 $(\alpha_c - \alpha_s)/(\alpha_i - \alpha_s)$ 值,而没有轴损坏的风险。因此,一种选择是用热膨胀系数相对低的材料构成所述叶轮,如碳化硅增强铝合金,所述碳化硅增强铝合金取决于碳化硅的量通常具有从14到 $17 \times 10^{-6}/K$ 的热膨胀系数。在这种情况下,所述连接器相对较高的热膨胀系数不仅能够减小叶轮“行走”的任何趋势,而且有助于所述连接器和轮毂延伸部之间的冷缩配合摩擦连接的产生。

[0027] 所述连接器和/或所述叶轮可具有一个或多个定中心部,所述定中心部具有各自的与所述轴的一个或多个相应的定中心部接合的接合表面,所述连接器的螺纹部和所述连接器的定中心部和/或所述叶轮沿着所述叶轮的轴线分布。所述连接器的螺纹表面和所述连接器的接合表面和/或所述叶轮能够径向朝内面对,且在所述螺纹的轴以及接合表面的各自的直径于是能够朝向所述叶轮减小。

[0028] 一般地,所述叶轮具有外壳,并且所述连接器和/或轮毂延伸部因此与所述外壳的一区段形成密封。例如,该密封可包括密封环,所述密封环可以由所述外壳区段携带(carry)并且可以由形成在所述连接器和/或所述轮毂延伸部的外表面的相应的环形(circumferential)凹处容纳。所述密封环可在其径向内表面上具有一个或多个环形槽,并且所述凹处可具有相应的容纳在所述槽中的环形肋(rib)。另一种选择是所述密封包括迷宫式密封,具有面向所述区段部分的表面的构造并且所述连接器和/或所述轮毂延伸部形成所述迷宫。

[0029] 所述连接器可以形成有或携带有位于其径向外表面处的环形抛油器构造。

[0030] 本发明的进一步的可选特征在下面陈述。

附图说明

[0031] 现在参考附图通过举例的方式说明本发明的实施方式,其中:

[0032] 图1是通过根据本发明的一个实施方式的连接器连接到轴的涡轮增压器叶轮的立剖面图;

[0033] 图2是图1中的叶轮的外壳的一区段和叶轮的轮毂延伸部之间的密封的特写(close-up)示意图;

[0034] 图3是叶轮的外壳的一区段和连接器的另一实施方式的套筒部之间的密封的特写示意图;以及

[0035] 图4示出了连接器的另一实施方式的示意性立剖面图。

[0036] 具体实施方式以及本发明的进一步的可选特征

[0037] 首先参考图1,铝合金叶轮1通过连接器3被装配到钢制涡轮增压器的轴2上。制造该叶轮1的合金(在USA已知为名称“2618A”)具有在直到约200℃的温度下使用的相对高的强度,具有铝与约2.5wt%的铜以及少量镁、铁和镍的组分。

[0038] 叶轮1的合金具有约为 $22.7 \times 10^{-6}/\text{K}$ 的热膨胀系数,轴2的钢具有约为 $11 \times 10^{-6}/\text{K}$ 的热膨胀系数。所述连接器3的材料优选地具有使得 $(\alpha_c - \alpha_s)/(\alpha_i - \alpha_s)$ 的值大于0.2的热膨胀系数,更优选地大于0.3或0.4。例如,连接器3可由镁合金(热膨胀系数大约为 $26 \times 10^{-6}/\text{K}$)、青铜(热膨胀系数通常大约为 $18 \times 10^{-6}/\text{K}$,尽管对于锰-青铜(manganese-bronze)高达 $20-21 \times 10^{-6}/\text{K}$)、黄铜(热膨胀系数大约为 $18.7 \times 10^{-6}/\text{K}$)或者不锈钢(热膨胀系数大约在 $16-17.3 \times 10^{-6}/\text{K}$ 的范围内)制成。这样的合金也可抵抗与轴2的钢的摩擦。

[0039] 连接器3是杯状的并且具有外表面14,所述外表面14用于连接至叶轮1,螺纹部12,所述螺纹部12具有形成杯的基础的螺纹孔11,及法兰部8,所述法兰部8在杯口周围。

[0040] 轴2在其端部处形成有环绕圆柱形的定中心部5的第一肩部4,和从所述定中心部的端部延伸的具有进一步减小的直径的螺旋螺纹部7。连接器3插入到形成在轮毂延伸部H中的盲中央凹处,同时连接器3的外表面14摩擦地连接至所述轮毂延伸部H的径向内表面。连接器3的法兰部8抵靠(against)接合轮毂延伸部H的轴侧端面9,以确定连接器3和轮毂延伸部H的相对轴向位置。法兰部8在其另一侧上通过肩部4接合到轴2上。轴的定中心部5通过闭合而不紧密的装配被容纳在连接器的相应的定中心部10中。螺纹孔11接合在轴的螺旋螺纹部7上。螺纹部12距凹处的端部具有的小的余隙。

[0041] 连接器3以如下方式装配到轮毂延伸部H:冷却连接器3使其收缩,以及加热叶轮使轮毂延伸部H扩张,然后将连接器3插入到轮毂延伸部H的中央凹处,直到法兰部8接触轮毂延伸部H的端面9。在从它们的热偏移(thermal excursions)中返回时,连接器3和轮毂延伸部H经过连接器3的外表面14以及轮毂延伸部H的径向内表面摩擦地握紧。外表面14延伸过轮毂延伸部H的轴向长度的大部分且由此与其摩擦地接触。

[0042] 法兰部8的外径设置有捕油/抛油环R,捕油/抛油环R在本发明的这个实施方式中被机器加工到法兰部8中。然而,另一选择是将捕油/抛油环R形成为单独部件。

[0043] 如图2中较好地示出的,叶轮壳体的一区段15和轮毂延伸部H的外表面紧密接近以协助在叶轮1和外壳之间提供旋转油和压力密封。为改进该密封,轮毂延伸部H在其外表面

处具有凹处13,凹处13的一端结合至连接器的第一组件的法兰部8,并且凹处13容纳由外壳区段15所携带的密封环16。为降低密封环16和轮毂延伸部H之间的磨耗,外壳区段15在密封环16的轴侧(图1中的右方)上具有小的邻接表面20,并且密封环16停留抵靠在该邻接表面20。为提供增强的密封,密封环16在其径向内表面上具有环形槽18,并且凹处具有相应的容纳在该槽中的环形肋17,如EP A1130220中所述。然而,可选地,密封环能够是容纳在平面凹处(即,无肋)中的平面环(即,无凹槽)。密封环16与外壳区段15协作,并且用以保持到组件的轴侧的润滑油且保持到组件的叶轮侧(图1中的左方)的压缩空气。压缩空气包含在叶轮1的主体、带有其密封环16的轮毂延伸部H和叶轮外壳之间,叶轮组件安装在叶轮外壳中用于在悬吊轴承(未示出)上旋转。

[0044] 在连接器3被装配到轮毂延伸部H上之后,轴2的螺旋螺纹部7被旋拧到连接器3的螺纹部12上。各自的定中心部5、10确保轴与叶轮的轴线对准。旋拧螺纹直到法兰部8和肩部4的相对的表面开始邻接,这使得螺纹紧固并且提供了叶轮1和轴2之间的旋转固定连接。

[0045] 有利地,通过用具有中间热膨胀系数的材料构成连接器3,穿过在连接器3和叶轮1之间的摩擦连接而作用的差热力可相对于由与轴相同的热膨胀系数的材料形成的连接器减小。用这种方式,也可减小叶轮“行走”的趋势,这将允许叶轮由更高的转矩驱动,并因此增大叶轮的最大压力比。另外,通过将连接器3和轴2之间的螺纹连接包含在轮毂延伸部H的中央凹处中,实现了轴向的紧凑布置。在使用中,连接器3和叶轮之间的摩擦连接传递轴2和叶轮1之间的大致全部转矩。进一步,因为没有必要在轮毂延伸部H上装配在EP1394387中描述的类型的约束环,因此在连接器3的装配期间可避免重新研磨操作。

[0046] 当存在叶轮1“行走”的任何趋势时,有利地,能够通过测量会在法兰部8和端面9之间打开的间隙的大小来对此进行监测。由于这个原因,优选地法兰部8和端面9确定连接器3和轮毂延伸部H的相对轴向位置。能够构造成彼此邻接且由此确定所述相对轴向位置的替代的一对面向特征(诸如,螺纹部12和凹处的端部)不易于被检查到。

[0047] 图3是叶轮的外壳的一区段和连接器3的另一实施方式的法兰部8之间的密封的特写示意图。在这种情况下,代替由密封环形成的密封,一侧的轮毂延伸部H和法兰部8以及另一侧的外壳区段15具有接合表面19,接合表面19携带有各自成组的机器加工的凹槽,所述凹槽互锁以形成迷宫式密封。

[0048] 图4示出了连接器的另一实施方式的示意性立剖面图。该实施方式类似于图1的实施方式,差异在于轴2具有两个定中心部5a、5b,并且连接器具有两个相应的定中心部10a、10b。轴2和连接器的螺纹部7、12轴向定位在定中心部的接合对之间,使得在轴和连接器的每个上,螺纹部和定中心部的各自的直径朝着叶轮减小。相对于图1的实施方式的另一差异在于螺纹是锥形的,使得仅将螺纹部7、12旋拧在一起就可形成叶轮1和轴2之间的旋转固定连接。

[0049] 虽然已经结合上述的示例性实施方式描述了本发明,但基于本公开,许多等效的修改和变型对于本领域技术人员将是清楚的。例如,在如图4的实施方式中,其中轴具有定中心部5b,定中心部5b在凹处的底部,代替具有定中心部10b的连接器,叶轮可具有在凹处的底部的定中心部,所述定中心部与轴的定中心部5b接合。在另一个例子中,由连接器3的螺纹部12携带的螺纹可通过螺旋线圈结构保护以防止轴1的更强的材料对连接器3的螺纹的损坏。因此,以上阐述的本发明示例性实施方式被认为是说明性的而非限制性的。可在不

偏离本发明的精神和范围的前提下可对所述实施方式作出各种改变。

[0050] 以上所提及的全部参考资料通过引用合并于此。

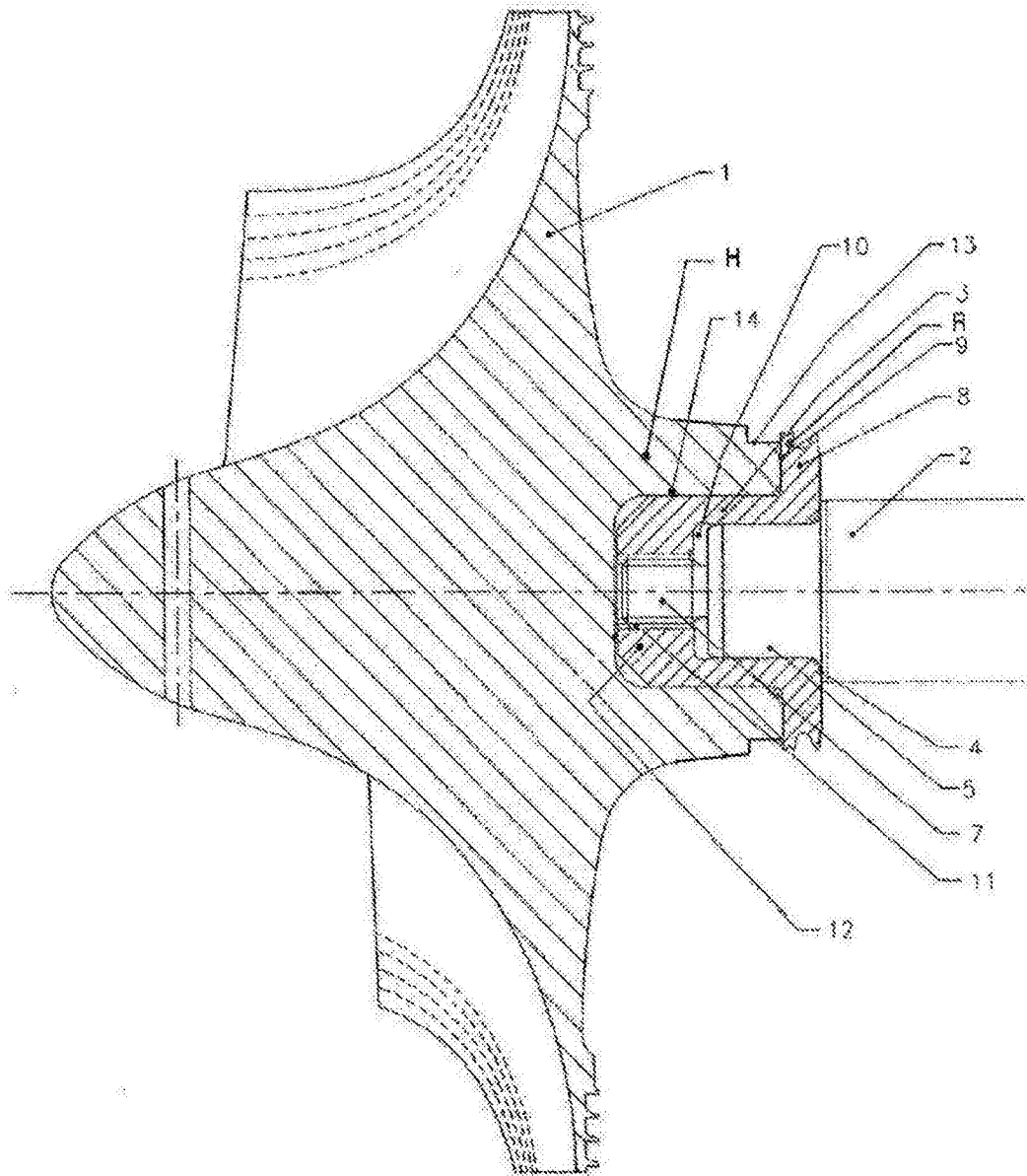


图1

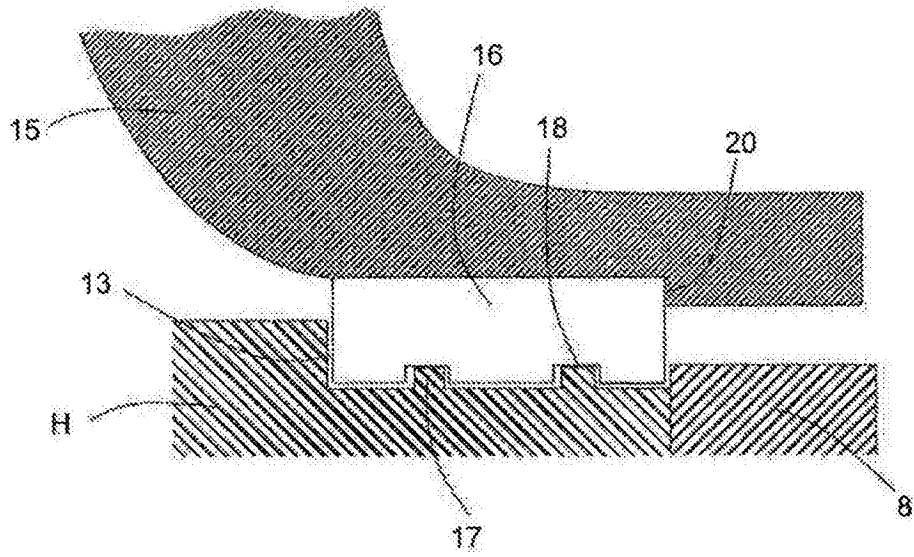


图2

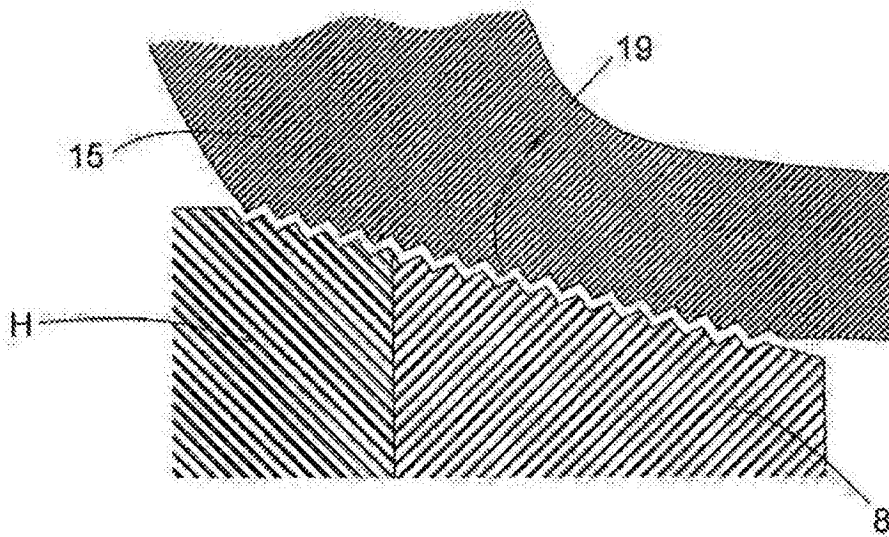


图3

