



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107000034 B

(45)授权公告日 2018.09.21

(21)申请号 201580066949.4

(22)申请日 2015.12.10

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107000034 A

(43)申请公布日 2017.08.01

(30)优先权数据
2014-250396 2014.12.10 JP
2014-263640 2014.12.25 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.06.08

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2015/006155 2015.12.10

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/092850 JA 2016.06.16

(73)专利权人 新日铁住金株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 田村宪司 大久保润一 吉野健
藪野训宏 黑川宣幸 山下智久
高本奖 石原广一郎

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事
务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇 张会华

(51)Int.Cl.
B21K 1/08(2006.01)
B21J 5/02(2006.01)
F16C 3/08(2006.01)

审查员 张燕

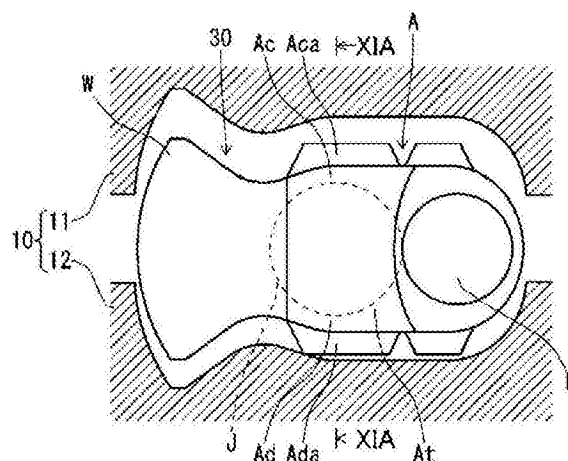
权利要求书1页 说明书20页 附图17页

(54)发明名称

锻造曲轴的制造方法

(57)摘要

本发明的锻造曲轴的制造方法包括通过模锻得到成形为曲轴的形状的锻件的模锻工序以及利用一对第1模具(10)压下锻件(30)的压下工序。锻件(30)在一体地具有配重部(W)的臂部(A)中的全部或者一部分具有从轴颈部(J)附近的侧部(Ac、Ad)的外周突出的第1余料部(Aca、Ada)。在压下工序中,利用第1模具(10)压下第1余料部(Aca、Ada)而使其变形,使第1余料部(Aca、Ada)向销部(P)侧伸出。由此,能够简便地得到同时谋求了轻量化和刚度确保的锻造曲轴。



1. 一种锻造曲轴的制造方法,该锻造曲轴具备:成为旋转中心的轴颈部;相对于该轴颈部偏心的销部;将所述轴颈部和所述销部相连的曲臂部;以及平衡配重部,所述曲臂部中的全部或者一部分一体地具有该平衡配重部,所述锻造曲轴的制造方法的特征在于,

该制造方法包括:

通过模锻得到成形为曲轴的形状的锻件的模锻工序;以及

利用一对第1模具压下所述锻件的压下工序,

所述锻件在一体地具有所述平衡配重部的所述曲臂部中的全部或者一部分具有从所述轴颈部附近的侧部的外周突出的第1余料部,

在所述压下工序中,利用所述第1模具压下所述第1余料部而使其变形,并使所述第1余料部向所述销部侧伸出。

2. 根据权利要求1所述的锻造曲轴的制造方法,其中,

所述第1模具具备与所述第1余料部相对的倾斜面,

在所述压下工序中,使所述第1余料部沿着所述倾斜面变形。

3. 根据权利要求1所述的锻造曲轴的制造方法,其中,

该制造方法包括从所述锻件去除飞边的模锻切边工序,

在所述模锻工序中,得到带有飞边的所述锻件,

在所述模锻切边工序中,从带有所述飞边的所述锻件得到无飞边的锻件,

在所述压下工序中,压下无所述飞边的所述锻件。

4. 根据权利要求3所述的锻造曲轴的制造方法,其中,

在所述压下工序中,通过按压第2模具而保持具有所述第1余料部的所述曲臂部的所述销部侧的表面中的、至少除所述轴颈部附近的所述侧部的区域之外的表面。

5. 根据权利要求4所述的锻造曲轴的制造方法,其中,

在所述压下工序中,使所述第2模具追随所述第1模具的压下而向所述第1模具的压下方向移动,将所述第2模具向所述曲臂部按压的位置维持为恒定的位置。

6. 根据权利要求1~5中任一项所述的锻造曲轴的制造方法,其中,

所述第1余料部分别从所述轴颈部附近的所述侧部中的两个侧部突出。

7. 根据权利要求1~5中任一项所述的锻造曲轴的制造方法,其中,

在通过使用模具进行压下来矫正曲轴的形状的整形工序中实施所述压下工序。

8. 根据权利要求1~5中任一项所述的锻造曲轴的制造方法,其中,

所述锻件在所述曲臂部中的全部或者一部分具有从所述销部附近的侧部的外周突出的第2余料部,

在所述压下工序中,利用所述第1模具将所述第2余料部压下而使其变形,使所述第2余料部向所述轴颈部侧伸出。

9. 根据权利要求8所述的锻造曲轴的制造方法,其中,

所述第2余料部分别从所述销部附近的所述侧部中的两个侧部突出。

锻造曲轴的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种利用热锻制造曲轴的方法。

背景技术

[0002] 在汽车、摩托车、农业机械或者船舶等的往复式发动机中,为了将活塞的往复运动变换为旋转运动而输出动力,曲轴是不可缺少的。曲轴能够通过模锻或者铸造来制造。特别是,在曲轴被要求高强度和高刚度的情况下,多采用利用模锻制得的曲轴(以下,也称为“锻造曲轴”)。

[0003] 通常,锻造曲轴的原材料是钢坯。在该钢坯中,横截面为圆形或者方形,截面积在整个长度上恒定。锻造曲轴的制造工序包括预成形工序、模锻工序以及模锻切边工序。根据需要,也存在在模锻切边工序之后进行整形工序的情况。通常,预成形工序包括辊轧成形和弯曲锻造各工序,模锻工序包括粗锻和精锻各工序。

[0004] 图1A~图1F是用于说明以往的通常的锻造曲轴的制造工序的示意图。图1F所例示的曲轴1搭载于四汽缸发动机,是四汽缸一八个平衡配重的曲轴。该曲轴1包括五个轴颈部J1~J5、四个销部P1~P4、前端部Fr、凸缘部F1以及八个曲臂部(以下,简称为“臂部”)A1~A8。臂部A1~A8分别将轴颈部J1~J5和销部P1~P4相连。另外,所有这八个臂部A1~A8一体地具有平衡配重部(以下,简称为“配重部”)W1~W8。

[0005] 以下,在分别统称轴颈部J1~J5、销部P1~P4、臂部A1~A8以及配重部W1~W8时,也将轴颈部的附图标记记作“J”,将销部的附图标记记作“P”,将臂部的附图标记记作“A”,将配重部的附图标记记作“W”。

[0006] 在图1A~图1F所示的制造方法中,如以下这样制造锻造曲轴1。首先,利用感应加热炉、气体气氛加热炉将图1A所示这样的预定的长度的钢坯2加热之后,进行辊轧成形。在辊轧成形工序中,例如通过使用孔型辊轧制钢坯2而将其拉深,将其体积在长度方向上分配,成形作为中间件的辊轧坯件3(参照图1B)。接下来,在弯曲锻造工序中,从与长度方向垂直的方向局部地压下辊轧坯件3。由此,分配辊轧坯件3的体积,成形作为进一步的中间件的弯曲坯件4(参照图1C)。

[0007] 接下来,在粗锻工序中,通过使用上下一对模具锻压弯曲坯件4,得到粗锻件5(参照图1D)。该粗锻件5成形为曲轴(最终产品)的大致的形状。并且,在精锻工序中,通过使用上下一对模具锻压粗锻件5,得到精锻件6(参照图1E)。该精锻件6成形为与最终产品的曲轴一致的形状。在这些粗锻和精锻时,剩余材料从互为相对的模具的分模面之间流出而成为飞边。因此,对于粗锻件5和精锻件6,均在曲轴的形状的周围较大程度地附带有飞边B。

[0008] 在模锻切边工序中,例如在利用一对模具夹着并保持带有飞边的精锻件6的状态下,利用刀具类模具冲裁飞边B。由此,从精锻件6去除飞边B。如此得到无飞边锻件,该无飞边锻件为与图1F所示的锻造曲轴1大致相同的形状。

[0009] 在整形工序中,利用模具从上下稍稍压下无飞边锻件的主要部分,将无飞边锻件矫正为最终产品的尺寸形状。此处,无飞边锻件的主要部分例如是轴颈部J、销部P、前端部

Fr以及凸缘部F1等轴部,以及臂部A和配重部W。这样,制造锻造曲轴1。

[0010] 图1A~图1F所示的制造工序不限于图1F所示的四汽缸—八个平衡配重的曲轴,能够应用于各种各样的曲轴。例如,也能够应用于四汽缸—四个平衡配重的曲轴。

[0011] 在四汽缸—四个平衡配重的曲轴的情况下,在八个臂部A中的一部分的臂部一体地设有配重部W。例如在开头的第1臂部A1、最末尾的第8臂部A8以及中央的两个臂部(第4臂部A4、第5臂部A5)一体地设有配重部W。另外,剩下的臂部、具体而言、第2臂部A2、第3臂部A3、第6臂部A6以及第7臂部A7不具有配重部,其形状成为椭圆状(长圆状)。以下,将不具有配重部的臂部也称作“无配重臂部”。

[0012] 另外,即使是搭载于三汽缸发动机、直列六汽缸发动机、V型六汽缸发动机以及八汽缸发动机等的曲轴,制造工序也是同样的。另外,在需要调整销部的配置角度的情况下,在模锻切边工序之后追加扭转工序。

[0013] 近年,特别是对于汽车用的往复式发动机来说,为了提升燃料效率,追求轻量化。因此,对于搭载于往复式发动机的曲轴,轻量化的要求也变得显著。

[0014] 作为谋求锻造曲轴的轻量化的现有技术,存在如下技术:对于一体地具有配重部的臂部,在其销部侧的表面设置减重部。该凹状的减重部通过模锻成形,因此向与模具的分割面垂直的方向、即、与销部的偏心方向垂直的方向延伸,扩展到臂部的两侧面。该技术在日本特开2009—197929号公报(专利文献1)以及日本特开2010—255834号公报(专利文献2)中公开。

[0015] 在专利文献1所提出的曲轴中,凹状的减重部向与销部的偏心方向垂直的方向延伸,扩展到臂部的两侧面。在该减重部中的至少比轴颈部的轴心靠销部侧的区域,减重部的底面的深度从销部侧向轴颈部侧逐渐增加。另外,该减重部的底面以沿着假想圆柱的外周面的方式形成。此处,假想圆柱从销部和臂部(曲柄臂)的接合面延伸到轴颈部和臂部(曲柄臂)的接合面。由此,能够在不降低曲轴的刚度的情况下减轻质量。

[0016] 在专利文献2所提出的曲轴中,薄壁部形成于臂部的销部侧的表面,该薄壁部向轴颈部侧凹陷到假想线内。此处,假想线是在销部的推力承受部的外周缘与轴颈部的推力承受部的外周缘之间通过轴颈部的轴线的直线。薄壁部向与模具的分割面垂直的方向、即、与销部的偏心方向垂直的方向延伸,扩展至臂部的两侧面。通过设置这样的薄壁部,在利用活塞的往复动作对销部施加了载荷时,臂部本身挠曲,从而能够使应力分散,谋求了销部的长寿命化。在专利文献2中,若进一步设置减重部,则也能够减轻质量。

[0017] 另外,作为谋求锻造曲轴的轻量化的现有技术,存在利用冲头成形孔部的技术。该技术在日本特开2012—7726号公报(专利文献3)和日本特开2010—230027号公报(专利文献4)中公开。

[0018] 在专利文献3和4中记载了在轴颈部侧的表面成形有孔部的臂部,也记载了具有该臂部的曲轴的制造方法。臂部的孔部成形于将轴颈部的轴心和销部的轴心连结的直线(以下,也称为“臂部中心线”)上,朝向销部较大较深地凹陷。采用这样的臂部,能够减轻与孔部的体积相应的量的质量。臂部的轻量化关系到与臂部成对的配重部的质量减轻,进而关系到锻造曲轴整体的轻量化。另外,在臂部的销部附近的两侧部处,由于厚度维持得较厚,因此也确保了刚度(扭转刚度和弯曲刚度)。此处,臂部的侧部是指臂部的宽度方向(与销部的偏心方向垂直的方向)的侧面及其周边部分。

[0019] 如此,若在将臂部的两侧部的厚度维持得较厚的同时在臂部的轴颈部侧的表面具有凹陷,则能够同时谋求轻量化和刚度确保。

[0020] 但是,用以往的制造方法来制造具有这样的独特的形状的臂部的锻造曲轴较为困难。这是因为,在模锻工序中,若欲在臂部表面成形凹陷,则会产生模具的脱模斜度在凹陷部位处成为逆斜度从而成形了的锻件无法从模具脱出的情况。

[0021] 为了处置这样的情况,在专利文献3和专利文献4所记载的制造方法中,在模锻工序中,在臂部表面不成形凹陷而是将臂部成形得较小。而且,在模锻切边工序之后,将冲头向臂部的表面压入,利用该冲头的痕迹成形凹陷。

[0022] 另外,在图1F所示的曲轴中,臂部A和与该臂部A一体的配重部W的形状全部相同。实际上,根据需要,有时使臂部A和与该臂部A一体的配重部W的形状针对每个臂部A而有所不同。该技术在日本特开2007-71227号公报(专利文献5)和日本特开2014-40856号公报(专利文献6)中公开。

[0023] 在专利文献5中记载了在一端安装有飞轮的四汽缸—八个平衡配重的曲轴。在该曲轴中,臂部的厚度和重心以及配重部的质量对于全部的臂部来说并不是相同的,而是针对每个臂部A而有所不同。由此,能够对于每个臂部都确保所需最小限度的刚度,能够在所需的刚度较低的臂部减薄壁厚,其结果,能够实现轻量化。

[0024] 在专利文献6中记载了在一端安装有飞轮的多缸发动机用的曲轴。在该曲轴中,臂部的弯曲刚度和扭转刚度越靠近飞轮越高。另外,优选的是,使臂部的弯曲刚度以及扭转刚度针对每个臂部而有所不同。由此,能够减轻弯曲振动和扭转振动这两者,并且谋求轻量化。

[0025] 如此,在臂部以及与该臂部一体的配重部的形状针对每个臂部而有所不同的情况下,在臂部内,需要刚度的部位根据其形状而发生变化。具体而言,有时在臂部的销部附近确保刚度较为重要。或者,也存在在臂部的轴颈部附近确保刚度较为重要的情况。

[0026] 现有技术文献

[0027] 专利文献

[0028] 专利文献1:日本特开2009-197929号公报

[0029] 专利文献2:日本特开2010-255834号公报

[0030] 专利文献3:日本特开2012-7726号公报

[0031] 专利文献4:日本特开2010-230027号公报

[0032] 专利文献5:日本特开2007-71227号公报

[0033] 专利文献6:日本特开2014-40856号公报

发明内容

[0034] 发明要解决的问题

[0035] 若将前述的专利文献1和专利文献2所记载的那样的减重部设于臂部的销部侧的表面,则能够减轻质量,但刚度降低。因此,由单纯的减重部实现的轻量化从确保刚度的观点来看存在极限,应对进一步的轻量化的要求较为困难。

[0036] 另外,如前述的专利文献3和专利文献4所记载的那样,若利用冲头在臂部的表面成形孔部,则能够制造同时谋求了轻量化和刚度确保的锻造曲轴。然而,在该制造方法中,

于在臂部表面成形孔部时,将冲头强有力地向着臂部表面压入而使臂部整体变形,因此压入冲头需要很大的力。因此,需要用于对冲头施加很大的力的额外的设备和模具,也需要考虑冲头的耐久性。

[0037] 本发明的目的在于提供一种能够简便地得到同时谋求了轻量化和刚度确保的锻造曲轴的锻造曲轴的制造方法。

[0038] 用于解决问题的方案

[0039] 在本发明的一实施方式的锻造曲轴的制造方法中,锻造曲轴具备:成为旋转中心的轴颈部;相对于该轴颈部偏心的销部;将所述轴颈部和所述销部相连的曲臂部;以及配重部,所述曲臂部中的全部或者一部分一体地具有该配重部。该制造方法包括:通过模锻得到成形为曲轴的形状的锻件的模锻工序;以及利用一对第1模具压下所述锻件的压下工序。所述锻件在一体地具有所述平衡配重部的所述曲臂部中的全部或者一部分具有从所述轴颈部附近的侧部的外周突出的第1余料部。在所述压下工序中,利用所述第1模具压下所述第1余料部而使其变形,并使所述第1余料部向所述销部侧伸出。

[0040] 优选的是,所述第1模具具备与所述第1余料部相对的倾斜面,在所述压下工序中,使所述第1余料部沿着所述倾斜面变形。

[0041] 优选的是,该制造方法包括从所述锻件去除飞边的模锻切边工序,在所述模锻工序中,得到带有飞边的所述锻件,在所述模锻切边工序中,从带有所述飞边的所述锻件得到无飞边的锻件,在所述压下工序中,压下无所述飞边的所述锻件。

[0042] 在所述压下工序中,在压下无所述飞边的所述锻件的情况下,优选的是,在所述压下工序中,通过按压第2模具而保持具有所述第1余料部的所述曲臂部的所述销部侧的表面中的、至少除所述轴颈部附近的所述侧部的区域之外的表面。

[0043] 在使用所述第2模具的情况下,优选的是,在所述压下工序中,使所述第2模具追随所述第1模具的压下而向所述第1模具的压下方向移动,将所述第2模具向所述曲臂部按压的位置维持为恒定的位置。

[0044] 优选的是,所述第1余料部分别从所述轴颈部附近的所述侧部中的两个侧部突出。

[0045] 优选的是,在通过使用模具进行压下来矫正曲轴的形状的整形工序中实施所述压下工序。

[0046] 优选的是,所述锻件在所述曲臂部中的全部或者一部分具有从所述销部附近的侧部的外周突出的第2余料部。在该情况下,在所述压下工序中,利用所述第1模具将所述第2余料部压下而使其变形,使所述第2余料部向所述轴颈部侧伸出。

[0047] 优选的是,所述第2余料部分别从所述销部附近的所述侧部中的两个侧部突出。

[0048] 发明的效果

[0049] 本发明的锻造曲轴的制造方法在模锻工序中在锻件的臂部成形从轴颈部附近的侧部的外周突出的第1余料部。另外,在压下工序中,通过使第1余料部向销部侧伸出,使臂部的轴颈部附近的侧部的厚度增加。因此,与仅设置减重部的情况相比,能够高效地确保刚度,并且,能够利用该侧部的内侧的凹陷谋求轻量化。另外,由于没有使用冲头,因此不需要很大的力就能够简便地进行。

附图说明

- [0050] 图1A是表示以往的通常的锻造曲轴的制造工序的钢坯的示意图。
- [0051] 图1B是表示以往的通常的锻造曲轴的制造工序的辊轧坯件的示意图。
- [0052] 图1C是表示以往的通常的锻造曲轴的制造工序的弯曲坯件的示意图。
- [0053] 图1D是表示以往的通常的锻造曲轴的制造工序的粗锻件的示意图。
- [0054] 图1E是表示以往的通常的锻造曲轴的制造工序的精锻件的示意图。
- [0055] 图1F是表示以往的通常的锻造曲轴的制造工序的曲轴的示意图。
- [0056] 图2A是关于本发明的制造方法所制造的曲轴、示意性地表示臂部的销部侧表面的形状例的立体图。
- [0057] 图2B是表示图2A所示的臂部的销部侧表面的图。
- [0058] 图2C是表示图2A所示的臂部的侧面的图。
- [0059] 图2D是图2B的IID—IID剖视图。
- [0060] 图3A是关于本发明的制造方法所制造的曲轴、示意性地表示优选的臂部的轴颈部侧表面的形状例的立体图。
- [0061] 图3B是表示图3A所示的臂部的轴颈部侧表面的图。
- [0062] 图3C是图3B的IIIC—IIIC剖视图。
- [0063] 图4A是关于本发明的制造方法所制造的曲轴、示意性地表示优选的无配重臂部的形状例的销部侧表面的图。
- [0064] 图4B是图4A的IVB—IVB剖视图。
- [0065] 图5A是关于臂部一体地具有配重部的情况、表示压下工序前的形状例的销部侧表面的示意图。
- [0066] 图5B是表示图5A所示的臂部的侧面的图。
- [0067] 图5C是图5A的VC—VC剖视图。
- [0068] 图6A是关于臂部一体地具有配重部的情况、表示压下工序前的形状例的轴颈部侧表面的示意图。
- [0069] 图6B是图6A的VIB—VIB剖视图。
- [0070] 图7A是关于无配重臂部、表示压下工序前的形状例的销部侧表面的示意图。
- [0071] 图7B是图7A的VIIB—VIIB剖视图。
- [0072] 图8A是关于一体地具有配重部的臂部、表示在弯折第1余料部的情况下的压下工序的处理流程例(第1处理流程例)中的按压第2模具时的臂部的销部侧表面的示意图。
- [0073] 图8B是表示第1处理流程例中的压下结束时的臂部的销部侧表面的示意图。
- [0074] 图9A是表示第1处理流程例中的按压第2模具时的臂部的轴颈部侧表面的示意图。
- [0075] 图9B是表示第1处理流程例中的压下结束时的臂部的轴颈部侧表面的示意图。
- [0076] 图10A是表示第1处理流程例中的按压第2模具时的臂部的侧面的示意图。
- [0077] 图10B是表示第1处理流程例中的压下结束时的臂部的侧面的示意图。
- [0078] 图11A是第1处理流程例中的按压第2模具时的轴颈部附近的剖视图(图8A的XIA—XIA剖视图)。
- [0079] 图11B是第1处理流程例中的压下结束时的轴颈部附近的剖视图(图8B的XIB—XIB剖视图)。
- [0080] 图12A是第1处理流程例中的按压第2模具时的销部附近的剖视图(图9A的XIIA—

XIIA剖视图)。

[0081] 图12B是第1处理流程例中的压下结束时的销部附近的剖视图(图9B的XIIB—XIIB剖视图)。

[0082] 图13A是示意性地表示未设置台阶的情况下的余料部的变形的起点的剖视图。

[0083] 图13B是示意性地表示设置台阶的情况下的余料部的变形的起点的剖视图。

[0084] 图14A是示意性地表示压溃第1余料部的情况下的臂部的销部侧表面的形状例的立体图。

[0085] 图14B是表示图14A所示的臂部的销部侧表面的图。

[0086] 图14C是表示图14A所示的臂部的侧面的图。

[0087] 图14D是图14B的XIVD—XIVD剖视图。

[0088] 图15A是示意性地表示压溃第1余料部的情况下的优选的臂部的轴颈部侧表面的形状例的立体图。

[0089] 图15B是表示图15A所示的臂部的轴颈部侧表面的图。

[0090] 图15C是图15B的XVC—XVC剖视图。

[0091] 图16A是表示压溃第1余料部的情况下的优选的无配重臂部的形状例的销部侧表面的示意图。

[0092] 图16B是图16A的XVIB—XVIB剖视图。

[0093] 图17A是压溃第1余料部的情况下的压下工序的处理流程例(第2处理流程例)中的按压第2模具时的轴颈部附近的剖视图。

[0094] 图17B是第2处理流程例中的压下结束时的轴颈部附近的剖视图。

[0095] 图18A是第2处理流程例中的按压第2模具时的销部附近的剖视图。

[0096] 图18B是第2处理流程例中的压下结束时的销部附近的剖视图。

[0097] 图19A是关于第1模具的压下方向不与销部的偏心方向垂直的情况、表示压下前的臂部的销部侧表面的示意图。

[0098] 图19B是关于第1模具的压下方向不与销部的偏心方向垂直的情况、表示压下结束时的臂部的销部侧表面的示意图。

具体实施方式

[0099] 以下参照附图说明本实施方式的锻造曲轴的制造方法。

[0100] 1. 曲轴的形状

[0101] 本实施方式设为对象的锻造曲轴包括:成为旋转中心的轴颈部;相对于该轴颈部偏心的销部;将轴颈部和销部相连的臂部;配重部,臂部中的全部或者一部分一体地具有该配重部。作为这样的锻造曲轴,例如能够采用图2A~图4B所示的锻造曲轴。

[0102] 图2A~图2D是关于本发明的制造方法的曲轴、表示臂部的销部侧表面的形状例的示意图,图2A是立体图,图2B是表示销部侧表面的图,图2C是表示侧面的图,图2D是IID—IID剖视图。在图2A~图2D中,在曲轴的臂部中,将一体地具有配重部的臂部仅抽出一个地示出。另外,图2C是从图2B的用虚线箭头示出的方向进行的投影图。另外,在本发明中,将销部的偏心方向中的销部P侧称为顶侧(参照图2B的附图标记T),将配重部W侧称为底侧(参照图2B的附图标记B)。

[0103] 如图2A~图2D所示,具有配重部W的臂部A在销部P侧的表面中的、轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的内侧的区域At具有凹陷。另外,轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad向销部P侧伸出,该两侧部Ac和Ad的厚度比凹陷的厚度厚。此处,侧部是指臂部A的宽度方向(与销部的偏心方向垂直的方向)的侧面及其周边部分,换言之,是指臂部A的宽度方向的端部。

[0104] 如不具有减重部的臂部那样,这样的臂部A将轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的厚度维持得较厚。另外,结果在销部P侧的表面形成有凹陷。在具备该臂部A的曲轴中,能够利用臂部A的销部P侧表面的凹陷谋求轻量化。此外,通过臂部A的轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的厚度被维持为如不具有减重部的臂部那样,能够谋求刚度的确保。换言之,通过臂部A的轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的厚度比凹陷的厚度厚,从而能够谋求刚度的确保。

[0105] 此处,本发明人等对刚度进行了研究,明确了内侧区域At的厚度对刚度的影响较小,但宽度方向的两侧部Ac和Ad的厚度对刚度的影响较大。

[0106] 具体而言,在将如前述的专利文献1和专利文献2所记载的那样的减重部设于臂部的销部侧的表面的情况下,凹状的减重部扩展到宽度方向的两侧面。因此,宽度方向的两侧部Ac和Ad的厚度也变薄,因此刚度降低。相对于此,本实施方式的曲轴的销部P侧表面的凹陷仅设于两侧部的中间。并且,宽度方向的两侧部Ac和Ad的厚度如不具有减重部的臂部那样维持得较厚,因此能够抑制刚度的降低。其结果,利用本实施方式的曲轴,与仅设置减重部的情况相比,能够高效地确保刚度,能够利用两侧部Ac和Ad的内侧的凹陷的扩大来谋求进一步的轻量化。

[0107] 从高效地确保刚度的观点出发,优选的是,轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的厚度较厚的部位包括从销推力部(未图示)的底侧的外缘直到轴颈部的中心的范围。此处,销推力部是指设于臂部的销部侧表面、用于限制连杆的推力方向上的移动的部位。

[0108] 如图2D所示,优选的是,轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的内侧区域At的形状(凹陷的底面形状)为宽度方向的中央鼓出这样的凸状。换言之,优选的是,内侧区域At的厚度随着远离宽度方向的中央而逐渐减小。凹陷的底面形状是宽度方向的中央鼓出这样的凸状,因此能够进一步提高刚度、特别是弯曲刚度。

[0109] 接下来,关于一体地具有配重部的臂部A的轴颈部J侧表面的形状,说明其优选的形态。

[0110] 图3A~图3C是关于本发明的制造方法的曲轴、表示优选的臂部的轴颈部侧表面的形状例的示意图,图3A是立体图,图3B是表示轴颈部侧表面的图,图3C是IIIC-IIIC剖视图。

[0111] 如图3A~图3C所示,优选的是,具有配重部W的臂部A在轴颈部J侧的表面中的、销部P附近的两侧部Aa和Ab的内侧的区域As具有凹陷。另外,优选的是,销部P附近的两侧部Aa和Ab向轴颈部J侧伸出,该两侧部Aa和Ab的厚度比凹陷的厚度厚。

[0112] 由此,如不具有减重部的臂部那样,销部P附近的两侧部Aa和Ab的厚度维持得较厚。另外,结果在轴颈部J侧的表面形成有凹陷。因此,能够通过维持销部P附近的两侧部Aa和Ab的厚度来确保刚度。换言之,通过销部P附近的两侧部Aa和Ab比内侧区域As厚,从而确保刚度。另外,能够利用轴颈部J侧表面的凹陷来谋求进一步的轻量化。

[0113] 如图3C所示,优选的是,销部P附近的两侧部Aa和Ab的内侧区域As的形状(凹陷的底面形状)为宽度方向的中央鼓出这样的凸状。换言之,优选的是,内侧区域As的厚度随着

远离宽度方向的中央而逐渐减小。凹陷的底面形状是宽度方向的中央鼓出这样的凸状,因此能够进一步提高刚度、特别是弯曲刚度。

[0114] 接下来,关于不具有配重部的臂部、即无配重臂部,说明其优选的形态。

[0115] 图4A和图4B是关于本发明的制造方法的曲轴、表示优选的无配重臂部的形状例的示意图,图4A是表示销部侧表面的图,图4B是IVB-IVB剖视图。在图4A和图4B中,在曲轴的臂部中,将无配重臂部仅抽出一个地示出。

[0116] 如图4A和图4B所示,与所述图2A~图2D所示的一体地具有配重部的臂部同样地,优选的是,无配重臂部A在销部P侧的表面中的、轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的内侧的区域At具有凹陷。另外,优选的是,轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad向销部P侧伸出,该两侧部Ac和Ad的厚度比凹陷的厚度厚。在该情况下,通过如以往的不具有减重部的臂部那样维持臂部A的轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的厚度,能够确保刚度。换言之,臂部A的轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad比凹陷厚,从而能够确保刚度。另外,能够利用臂部A的销部P侧表面的凹陷来谋求进一步的轻量化。

[0117] 与一体地具有配重部的臂部同样地,对于无配重臂部A,优选的也是,如图4B所示,轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的内侧区域At的形状(凹陷的底面形状)为宽度方向的中央鼓出这样的凸状。凹陷的底面形状是宽度方向的中央鼓出这样的凸状,因此能够进一步提高刚度、特别是弯曲刚度。

[0118] 另外,虽省略图示,但与所述图3A~图3C所示的一体地具有配重部的臂部同样地,优选的是,无配重臂部A在轴颈部J侧的表面中的、销部P附近的两侧部Aa和Ab的内侧的区域As具有凹陷。另外,优选的是,销部P附近的两侧部Aa和Ab向轴颈部J侧伸出,该两侧部Aa和Ab的厚度比凹陷的厚度厚。在该情况下,通过如不具有减重部的臂部那样维持臂部A的销部P附近的两侧部Aa和Ab的厚度,能够确保刚度。换言之,通过臂部A的销部P附近的两侧部Aa和Ab比其内侧区域As厚,从而确保刚度。另外,能够利用臂部A的轴颈部J侧表面的凹陷来谋求进一步的轻量化。

[0119] 如图3C所示的一体地具有配重部的臂部那样,对于无配重臂部A,优选的也是,销部P附近的两侧部Aa和Ab的内侧区域As的形状(凹陷的底面形状)是宽度方向的中央鼓出这样的凸状。凹陷的底面形状是宽度方向的中央鼓出这样的凸状,因此能够进一步提高刚度、特别是弯曲刚度。

[0120] 本实施方式的锻造曲轴的制造方法在压下锻件的压下工序中使一体地具有配重部的臂部的轴颈部附近的侧部的厚度增加。另外,在压下工序中,也可以使一体地具有配重部的臂部的销部附近的侧部的厚度进一步增加。另外,在压下工序中,对于不具有配重部的臂部,也可以在销部附近的侧部和轴颈部附近的侧部中的任一者或者两者使厚度增加。关于该压下工序前的曲轴的臂部形状,依次说明一体地具有配重部的情况和不具有配重部的情况。

[0121] 图5A~图5C是关于臂部一体地具有配重部的情况、表示压下工序前的销部侧表面的形状例的示意图,图5A是表示销部侧表面的图,图5B是表示侧面的图,图5C是VC-VC剖视图。在图5A~图5C中,在曲轴的臂部中,将一体地具有配重部的臂部仅抽出一个地示出。另外,图5B是从图5A的用虚线箭头示出的方向进行的投影图。

[0122] 如图5A~图5C所示,具有配重部W的臂部A在压下工序前在销部P侧的表面中的、轴

颈部J附近的两侧部Ac和Ad的内侧区域At具有与压下工序后的凹陷的底面形状一致的表面形状。该表面形状平滑地扩展至轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的区域。由此,轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的厚度比压下工序后的厚度薄。

[0123] 另外,具有配重部W的臂部A在轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的外周分别具有第1余料部Aca和Ada。该第1余料部Aca和Ada从轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的外周沿宽度方向突出。图5A~图5C所示的第1余料部Aca和Ada为板状,沿着轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的外周设置。第1余料部Aca和Ada的厚度相比于其根部的两侧部Ac和Ad的厚度为同程度或者更薄。

[0124] 图6A和图6B是关于臂部一体地具有配重部的情况、表示压下工序前的轴颈部侧表面的形状例的示意图,图6A是表示轴颈部侧表面的图,图6B是VIB—VIB剖视图。

[0125] 如前所述,对于具有配重部W的臂部A,优选的是加厚销部P附近的两侧部Aa和Ab的厚度,并且,在轴颈部J侧的表面形成凹陷。在该情况下,具有配重部W的臂部A在轴颈部J侧的表面中的、销部P附近的两侧部Aa和Ab的内侧区域具有与压下工序后(最终产品)的凹陷的底面形状一致的表面形状。该表面形状平滑地扩展到销部P附近的两侧部Aa和Ab的区域。由此,两侧部Aa和Ab的厚度比压下工序后的厚度薄。

[0126] 另外,在销部P附近的两侧部Aa和Ab成形有从各自的外周突出的第2余料部Aaa和Aba。该第2余料部Aaa和Aba为板状,沿着销部P附近的两侧部Aa和Ab的外周设置。第2余料部Aaa和Aba的厚度相比于其根部的两侧部Aa和Ab的厚度为同程度或者更薄。

[0127] 图7A和图7B是关于无配重臂部、表示压下工序前的销部侧表面的形状例的示意图,图7A是表示销部侧表面的图,图7B是VIIB—VIIB剖视图。

[0128] 如前所述,对于无配重臂部A,优选的是加厚轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的厚度,并且,在销部P侧的表面形成凹陷。在该情况下,与前述图5A~图5C的具有配重部W的臂部A同样地,压下工序前的无配重臂部A在销部P侧的表面中的、轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的内侧区域At具有与压下工序后的凹陷的底面形状一致的表面形状。另外,在轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的外周分别具有第1余料部Aca和Ada,该第1余料部Aca和Ada从轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的外周突出。

[0129] 如前所述,对于无配重臂部A,优选的是加厚销部P附近的两侧部Aa和Ab的厚度,并且,在轴颈部J侧的表面形成凹陷。在该情况下,与具有配重部W的臂部A同样地,压下工序前的无配重臂部A在轴颈部J侧的表面中的、销部P附近的两侧部的内侧区域具有与压下工序后(最终产品)的凹陷的底面形状一致的表面形状(未图示)。另外,在销部P附近的两侧部Aa和Ab的外周具有第2余料部Aaa和Aba,该第2余料部Aaa和Aba从销部P附近的两侧部Aa和Ab的外周突出。

[0130] 2. 锻造曲轴的制造方法

[0131] 本实施方式的锻造曲轴的制造方法依次包括模锻工序和压下工序。也可以如后述的第1工序例那样,在模锻工序和压下工序之间追加模锻切边工序。或者,也可以如后述的第2工序例那样,追加模锻切边工序来作为在压下工序之后的工序。或者,也能够如后述的第3工序例那样,在模锻切边工序中实施压下工序。

[0132] 作为在模锻工序之前的工序,例如,能够追加预成形工序。于在模锻工序与压下工序之间追加模锻切边工序的情况下,例如能够追加整形工序来作为在压下工序之后的工

序。或者,也能够整形工序中实施压下工序。另外,在需要调整销部的配置角度的情况下,在模锻切边工序与整形工序之间追加扭转工序。这些工序均在加热状态下一系列地进行。

[0133] [第1工序例]

[0134] 关于在模锻工序与压下工序之间追加模锻切边工序的情况下的工序例,以下进行说明。

[0135] 预成形工序例如能够包括辊轧成形工序和弯曲锻造工序。在辊轧成形工序和弯曲锻造工序中,分配钢坯(原材料)的体积,成形弯曲坯件。

[0136] 在模锻工序中,得到成形为曲轴的形状的带有飞边的锻件。在该锻件上,例如与所述图5A~图5C所示的无飞边锻件同样地成形有轴颈部J、销部P以及臂部A的形状。另外,锻件在一体地具有配重部W的臂部A处具有从轴颈部J附近的侧部Ac和Ad的外周突出的第1余料部Aca和Ada。锻件也可以在臂部A处具有从销部P附近的侧部Aa和Ab的外周突出的第2余料部Aaa和Aba。

[0137] 得到这样的锻件的模锻工序能够通过依次设置粗锻工序和精锻工序而构成。

[0138] 对于臂部的销部P侧表面的与两侧部的内侧区域At相对应的部位以及与第1余料部Aca、Ada相对应的部位,模锻工序的脱模斜度均不成为逆斜度。因此,粗锻和精锻中的任一种模锻均能够无障碍地进行,能够得到锻件。

[0139] 根据同样的理由,如所述图3A~图3C或者图6A和图6B所示,对于具有配重部W的臂部A,加厚销部P附近的两侧部Aa和Ab的厚度并且在轴颈部J侧的表面形成凹陷的情况也不会产生逆斜度。另外,对于无配重臂部A,加厚轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的厚度并且在销部P侧的表面形成凹陷的情况也不产生逆斜度。并且,对于无配重臂部A,加厚销部P附近的两侧部Aa和Ab的厚度并且在轴颈部J侧的表面形成凹陷的情况也不产生逆斜度。这些情况下均能无障碍地进行粗锻和精锻中的任一种模锻。

[0140] 在模锻切边工序中,在利用例如一对模具夹着并保持带有飞边的锻件的状态下,通过冲裁飞边,从而从锻件去除飞边。由此,能够得到无飞边锻件。

[0141] 在压下工序中,利用一对第1模具压下所得到的无飞边锻件。此时,通过利用第1模具压下第1余料部而使该第1余料部变形,从而使第1余料部向臂部的销部侧伸出。由此,在臂部的轴颈部附近的侧部,使厚度增加。另外,在无飞边锻件具有第2余料部的情况下,在压下时,使第2余料部向臂部的轴颈部侧伸出。由此,在臂部的销部附近的侧部,使厚度增加。压下工序的处理流程随后叙述。

[0142] 另外,在整形工序中,利用一对模具压下无飞边锻件,并矫正为最终产品的尺寸形状。如前所述,压下工序能够在整形工序中实施。由于能够采用与以往同样的制造工序,因此压下工序优选在整形工序中实施。

[0143] 在需要调整销部的配置角度的情况下,在模锻切边工序之后(整形工序之前),在扭转工序中调整销部的配置角度。利用这样的工序,在本实施方式的锻造曲轴的制造方法中,得到锻造曲轴。

[0144] [第2工序例]

[0145] 作为在压下工序之后的工序,以下对追加模锻切边工序的情况下的工序例进行说明。

[0146] 作为在模锻工序之前的工序,能够追加与第1工序例同样的预成形工序。在模锻工

序中,得到成形为曲轴的形状的带有飞边的锻件。该锻件与第1工序例同样地具有第1余料部。锻件也可以还具有第2余料部。得到这样的锻件的模锻工序相当于以往的制造工序的粗锻工序。

[0147] 在压下工序中,利用一对第1模具压下所得到的带有飞边锻件。此时,通过利用第1模具压下第1余料部而使该第1余料部变形,从而使第1余料部向臂部的销部侧伸出。另外,在锻件具有第2余料部的情况下,在压下时,使第2余料部向臂部的轴颈部侧伸出。此外,在利用第1模具压下时,将带有飞边锻件成形为与最终产品一致的形状。在该情况下的压下工序相当于以往的制造工序的精锻工序。

[0148] 在接下来的模锻切边工序中,通过与第1工序例同样地去除飞边,由压下工序后的锻件得到无飞边锻件。也可以根据需要,在模锻切边工序之后实施整形工序。另外,在需要调整销部的配置角度的情况下,在模锻切边工序之后(整形工序之前),在扭转工序中调整销部的配置角度。

[0149] [第3工序例]

[0150] 关于在模锻切边工序中实施压下工序的情况下的工序例,以下进行说明。

[0151] 作为在模锻工序之前的工序,能够追加与第1工序例同样的预成形工序。在模锻工序中,与第1工序例同样地,得到成形为曲轴的形状的带有飞边的锻件。模锻工序能够通过依次设置粗锻工序和精锻工序而构成。该锻件与第1工序例同样地具有第1余料部。锻件也可以还具有第2余料部。

[0152] 于在模锻切边工序中实施压下工序的情况下,利用一对第1模具夹住并保持带有飞边的锻件。此时,压下带有飞边的锻件,使第1余料部变形,从而使第1余料部向臂部的销部侧伸出。另外,在锻件具有第2余料部的情况下,同时使第2余料部向臂部的轴颈部侧伸出。接下来,在利用一对第1模具保持锻件的状态下,通过利用刀具类模具冲裁飞边,从锻件去除飞边。也可以根据需要,在模锻切边工序之后实施整形工序。另外,在需要调整销部的配置角度的情况下,在模锻切边工序之后(整形工序之前),在扭转工序中调整销部的配置角度。

[0153] 3. 压下工序的处理流程例

[0154] 在压下工序中,如前所述,通过利用第1模具压下余料部,从而在臂部的侧部使厚度增加。该余料部的变形方式为弯折或者压溃。

[0155] [第1处理流程例]

[0156] 首先,说明在压下工序中弯折余料部的情况下的处理流程例(第1处理流程例)。另外,第1处理流程例是所述第1工序例中的压下工序的处理流程。

[0157] 图8A~图12B是关于一体地具有配重部的臂部、表示在压下工序中弯折第1余料部的情况下的处理流程例的示意图。其中的图8A和图8B表示臂部的销部侧表面,图8A表示按压第2模具时,图8B表示压下结束时。另外,图9A和图9B表示臂部的轴颈部侧表面,图9A表示按压第2模具时,图9B表示压下结束时。在图8A~图9B中示出无飞边锻件30以及上下一对第1模具10,为了使附图容易理解,省略后述的第2模具、第3模具以及工具的图示。

[0158] 图10A和图10B是表示臂部的侧面的图,图10A表示按压第2模具时,图10B表示压下结束时。在图10A和图10B中示出无飞边锻件30、按压时的第2模具22、第3模具23以及工具26,为了使附图容易理解,省略第1模具的图示。另外,在图10A中,用双点划线示出退避时的

第2模具22。

[0159] 图11A和图11B是轴颈部附近的剖视图,图11A是按压第2模具时的XIA—XIA剖视图(参照图8A),图11B是压下结束时的XIB—XIB剖视图(参照图8B)。在图11A和图11B中示出无飞边锻件30、一对第1模具11和12、第2模具22。

[0160] 图12A和图12B是销部附近的剖视图,图12A是按压第2模具时的XIIA—XIIA剖视图(参照图9A),图12B是压下结束时的XIIB—XIIB剖视图(参照图9B)。在图12A和图12B中示出无飞边锻件30、一对第1模具11和12、第3模具23。

[0161] 在压下工序中,使用一对第1模具10。第1模具10包括上模11和下模12,在上模11和下模12分别刻入有模雕刻部。在该模雕刻部反映出曲轴的最终产品形状中的一部分。具体而言,对于一体地具有配重部的臂部来说,为了弯折第1余料部Aca和Ada而将臂部的两侧部中的轴颈部附近的形状反映于模雕刻部。另外,模雕刻部中的有助于第1余料部的弯折的部位具有与第1余料部相对的倾斜面11a和12a。该倾斜面11a和12a以将第1余料部朝向销部侧表面引导的方式倾斜(参照图11A)。

[0162] 另外,于在一体地具有配重部的臂部上还设有第2余料部Aaa和Aba的情况下,为了弯折该第2余料部,还将臂部的两侧部中的、销部附近的形状反映于模雕刻部。另外,模雕刻部中的有助于第2余料部的弯折的部位具有与第2余料部相对的倾斜面11b和12b。该倾斜面11b和12b以将第2余料部朝向轴颈部侧表面引导的方式倾斜(参照图12A)。

[0163] 虽省略图示,但于在无配重臂部上还设有第1余料部Aca和Ada的情况下,为了弯折该第1余料部,还将臂部的两侧部中的、轴颈部附近的形状反映于模雕刻部。另外,模雕刻部中的有助于第1余料部的弯折的部位具有与第1余料部相对的倾斜面。该倾斜面以将第1余料部朝向销部侧表面引导的方式倾斜。

[0164] 于在无配重臂部上还设有第2余料部Aaa和Aba的情况下,为了弯折该第2余料部,还将臂部的两侧部中的、销部附近的形状反映于模雕刻部。另外,模雕刻部中的有助于第2余料部的弯折的部位具有与第2余料部相对的倾斜面。该倾斜面以将第2余料部朝向轴颈部侧表面引导的方式倾斜。

[0165] 于在整形工序中实施压下工序的情况下,还将除上述的两侧部以外的臂部形状反映于模雕刻部。另外,轴颈部和销部等的形状也反映于模雕刻部。

[0166] 其中,如图11A和图11B所示,在第1模具11和12中,与臂部A的销部P侧表面的两侧部的内侧区域At相对应的部位开放。也可以在该开放了的部分收纳第2模具22。在第2模具22刻入有模雕刻部,臂部A的销部P侧表面的凹陷形状反映于该模雕刻部。另外,第2模具22相对于第1模具10独立,能够以相对于臂部表面的两侧部的内侧区域At接触或者分离的方式进退移动。

[0167] 此处,第2模具22配置于相邻的臂部之间,其配置空间狭小。因此,第2模具22也可以如图10A和图10B所示采用与能够沿着销部的偏心方向移动的工具26相连结的结构。关于该结构,以下进行详细说明。

[0168] 为了实现第2模具22的进退移动,第2模具22被引导构件(未图示)保持为能够沿着引导方向(参照图10A的实线箭头)移动。另外,第2模具22在能够沿着滑动方向(参照图10A的虚线箭头)滑动的状态下与工具26相连结。工具26与液压缸等连结,能够随着其动作而沿着销部的偏心方向(参照图10A的施加了影线的箭头)移动。

[0169] 如果如此地将工具26和第2模具22连结起来,则伴随着工具26沿着销部的偏心方向移动,第2模具22在从按压时的位置到退避时的位置的区间沿着引导方向(参照图10A的实线箭头)移动。此时,第2模具22相对于工具26沿滑动方向(参照图10A的虚线箭头)相对移动。

[0170] 第2模具22也可以除上述的进退移动之外还能够第1模具10的压下方向上移动。第2模具22向压下方方向的移动利用弹簧或者液压缸等部件适当地执行。该使第2模具22向压下方方向移动的部件相对于进退移动的驱动源单独地设置。

[0171] 于在一体地具有配重部的臂部设有第2余料部的情况下,在第1模具10中,如图12A和图12B所示,与臂部A的轴颈部J侧表面的两侧部的内侧区域As相对应的部位开放。也可以在该开放了的部分收纳第3模具23。在第3模具23刻入有模雕刻部,臂部A的轴颈部J侧表面的凹陷形状反映于该模雕刻部。该第3模具23能够进退移动,该进退移动由相连结的液压缸等的动作来实现。另外,第3模具23也可以与第2模具同样地向第1模具10的压下方方向移动。

[0172] 虽省略图示,但于在无配重臂部设有第1余料部的情况下,在第1模具11和12中,与臂部A的销部P侧表面的两侧部的内侧区域At相对应的部位开放。也可以在该开放了的部分收纳与前述的第2模具22同样的第4模具。另外,于在无配重臂部设有第2余料部的情况下,在第1模具11和12中,与臂部A的轴颈部J侧表面的两侧部的内侧区域As相对应的部位开放。也可以在该开放了的部分收纳与前述的第3模具23同样的第5模具。

[0173] 说明使用了这样的第1模具10的本实施方式的压下方工序的处理流程例。首先,使第1模具10的上模11和下模12分离,在该状态下将去除飞边后的无飞边锻件30配置于上模11与下模12之间。在使用第2模具~第5模具的情况下,在配置无飞边锻件30之前,使第2模具~第5模具后退并退避。

[0174] 接下来,在使用第2模具~第5模具的情况下,使第2模具~第5模具分别进出,如图10A、图11A以及图12A所示,向臂部A的各表面按压。由此,分别保持臂部A的各表面。其中,关于臂部的表面中的、设有第1余料部Aca和Ada的轴颈部附近的两侧部的区域以及设有第2余料部Aaa和Aba的销部附近的两侧部的区域,第2模具~第5模具均不按压(参照图11A和图12A)。这是因为,若将模具按压并保持于这些区域,则不可能在轴颈部附近以及销部附近的两侧部使厚度增加。

[0175] 在该状态下,以第1模具10的上模11和下模12靠近的方式使第1模具10的上模11和下模12移动,更具体而言,使上模11下降至下止点。由此,无飞边锻件30被第1模具10压下方。在该压下方时,如图11B所示,将第1余料部Aca和Ada沿着第1模具10的模雕刻部的倾斜面朝向臂部A的销部P侧表面弯折,使第1余料部Aca和Ada向销部P侧伸出。其结果,臂部的轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的厚度增加。因此,得到的曲轴在臂部的轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad处厚度变厚。

[0176] 同样,于在一体地具有配重部的臂部设有第2余料部的情况下,在压下方时,利用第1模具10将第2余料部Aaa和Aba朝向臂部A的轴颈部J侧表面弯折。由此,使第2余料部Aaa和Aba向轴颈部J侧伸出,在销部P附近的两侧部Aa和Ab处使厚度增加。

[0177] 虽省略图示,但于在无配重臂部设有第1余料部的情况下,在压下方时,利用第1模具10将第1余料部朝向臂部A的销部P侧表面弯折。由此,使第1余料部向销部P侧伸出,在臂部的轴颈部J附近的两侧部处使厚度增加。另外,于在无配重臂部设有第2余料部的情况下,在

压下时,利用第1模具10将第2余料部朝向臂部A的轴颈部J侧表面弯折。由此,使第2余料部向轴颈部J侧伸出,在销部P附近的两侧部处使厚度增加。

[0178] 于在整形工序中实施压下工序的情况下,在压下时对曲轴的形状进一步进行矫正,形成最终产品形状。

[0179] 接下来,使第1模具的上模11和下模12分离,更具体而言,使上模11上升至上止点。在使用第2模具~第5模具的情况下,在使上模11和下模12分离之前,使第2模具~第5模具分别后退并退避。在使上模11和下模12分离了的状态下,搬出加工完毕的无飞边锻件30。

[0180] 根据这样的本实施方式的锻造曲轴的制造方法,对于一体地具有配重部的臂部A,能够一边加厚轴颈部J附近的侧部Ac和Ad的厚度,一边在销部P侧的表面设置凹陷。因此,本实施方式的锻造曲轴的制造方法能够制造同时谋求了轻量化和刚度确保的锻造曲轴。

[0181] 另外,本实施方式的锻造曲轴的制造方法利用第1模具10弯折第1余料部Aca和Ada。或者,如后述那样,利用第1模具10压溃第1余料部Aca和Ada。由此,使臂部的轴颈部附近的侧部Ac和Ad的厚度增加。因此,本实施方式的锻造曲轴的制造方法不需要多大的力就能简便地进行。

[0182] 在图2A~图2D所示的臂部A中,在销部P侧表面设置凹陷的范围与轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的厚度较厚的部位的范围相同。此处,范围是指销部的偏心方向的范围。在销部P侧表面设置凹陷的范围也可以与轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的厚度较厚的部位的范围不同。从可靠地进行弯折的观点出发,优选的是,销部P侧表面的凹陷与轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的厚度较厚的部位相应地配置为与该厚度较厚的部位的范围一致。

[0183] 在第1模具10具有与余料部Aaa、Aba、Aca和Ada抵接的倾斜面的情况下,优选的是倾斜面的角度 α (参照图11A)为 $3^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 。此处,倾斜面的角度 α 为分模面和倾斜面所成的角度。通过将倾斜面的角度 α 设为 3° 以上,能够促进弯折,能够抑制在弯折时凹陷形状发生变形。另外,通过将倾斜面的角度 α 设为 20° 以下,能够通过弯折容易地确保臂部的两侧部的厚度,能够促进刚度的确保和轻量化。

[0184] 从促进弯折的观点出发,压下工序前的臂部优选具有余料部的变形即弯折的起点。

[0185] 图13A和图13B是示意性地表示弯折的起点的剖视图,图13A表示在起点处未设置台阶的情况,图13B表示在起点处设置台阶的情况。图13A和图13B均是在相当于图5A的VC—VC位置的位置处的剖视图。在图13A和图13B中表示轴颈部J附近的压下工序前的臂部A的截面形状。图13A和图13B所示的臂部A均在压下工序前在销部P侧的表面中的、轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的内侧区域At具有与压下工序后的凹陷的底面形状一致的表面形状。该内侧区域At的斜度($^{\circ}$)随着远离臂部中心面(参照图13A的附图标记S)而连续地变大。该表面形状扩展至轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的区域。该两侧部Ac和Ad的区域的斜度($^{\circ}$)恒定。

[0186] 此处,斜度(单位: $^{\circ}$,参照 θ_a 和 θ_b)是臂部的表面与垂直于轴颈部的轴心的平面所成的角度。另外,臂部中心面是包括轴颈部的轴心和销部的轴心的平面。

[0187] 图13A所示的臂部A在销部P侧的表面具有起点O。在该起点O处,距臂部中心面的距离与斜度之间的关系不连续。只要具有这样的起点O,在起点O处第1余料部Aca和Ada就容易弯折,能够促进弯折,能够抑制在弯折时凹陷形状发生变形。

[0188] 从臂部中心面到起点O的距离d1(单位:mm,参照图13A)优选比从臂部中心面到第1

余料部Aca和Ada的根部(点B)的距离 d_2 (单位:mm,参照图13B)小。由此,只有比起点O靠臂部的侧面侧的部位容易弯折,能够抑制在弯折时凹陷形状发生变形。此处,第1余料部Aca和Ada的根部(点B)是臂部A的轴颈部J侧的表面的第1余料部Aca和Ada的根部,例如能够设定于轴颈推力部的外缘。在该情况下,距离 d_2 例如为轴颈推力部的半径(mm)。

[0189] 臂部中心面侧的起点O的斜度 θ_a (°)优选为臂部的侧面侧的起点的斜度 θ_b (°)以下。由此,由于第1余料部的厚度变薄,因此比起点O靠臂部中心面侧的部位不容易发生变形。因此,只有比起点O靠臂部的侧面侧的部位容易弯折,能够促进弯折,能够抑制在弯折时凹陷形状发生变形。

[0190] 在弯折的起点O,如图13B所示,也可以通过将厚度减薄为台阶状而形成台阶。由此也是,只有比起点O靠臂部的侧面侧的部位容易弯折,能够促进弯折,能够抑制在弯折时凹陷形状发生变形。

[0191] [第2处理流程例]

[0192] 关于在压下工序中通过压溃来进行第1余料部的变形的情况,以下说明曲轴的形状和处理流程例(第2处理流程例)。压溃的情况下的曲轴的形状和处理流程例与前述的弯折的情况在基本结构上相同,因此适当省略通用的部分的说明,以不同的部分为主进行说明。

[0193] 在压溃第1余料部的情况下,臂部的侧面的形状与弯折的情况相比不同。一边参照附图一边在以下对该情况进行说明。

[0194] 图14A~图14D是表示在压溃第1余料部的情况下的臂部的销部侧表面的形状例的示意图,图14A是立体图,图14B是表示销部侧表面的图,图14C是表示侧面的图,图14D是XIVD-XIVD剖视图。图14A~图14D所示的臂部A的销部P侧表面的形状与所述图2A~图2D所示的臂部A相同。在压溃的情况下,如图14D所示,臂部A中的轴颈部J附近的侧面并非倾斜,而是与臂部中心面大致平行。

[0195] 图15A~图15C是表示在压溃第1余料部的情况下的优选的臂部的轴颈部侧表面的形状例的示意图,图15A是立体图,图15B是表示轴颈部侧表面的图,图15C是XVC-XVC剖视图。图15A~图15C所示的臂部A的轴颈部J侧表面的形状与所述图3A~图3C所示的臂部A相同。在压溃的情况下,如图15C所示,臂部A中的销部P附近的侧面并非倾斜,而是与臂部中心面大致平行。

[0196] 图16A和图16B是表示压溃第1余料部的情况下的优选的无配重臂部的形状例的示意图,图16A是表示销部侧表面的图,图16B是XVIB-XVIB剖视图。图16A和图16B所示的臂部A的销部P侧表面的形状与图4A和图4B所示的臂部A相同。在压溃的情况下,如图16B所示,臂部A中的轴颈部J附近的侧面并非倾斜,而是与臂部中心面大致平行。

[0197] 如前所述,优选的是,与所述图15A~图15C所示的一体地具有配重部的臂部同样地,无配重臂部A在轴颈部J侧的表面中的、销部P附近的两侧部Aa和Ab的内侧区域As具有凹陷。在压溃的情况下,对于无配重臂部A,轴颈部J附近的侧面并非倾斜,而是与臂部中心面大致平行。

[0198] 从在压溃时促进第1余料部的变形的观点出发,压下工序前的臂部优选具有余料部的变形即压溃的起点。压溃的起点能够采用与所述图13A和图13B所示那样的弯折的起点同样的形态。

[0199] 在压溃的情况下,臂部中心面侧的起点O的斜度 θ_a (°)优选为臂部的侧面侧的起点的斜度 θ_b (°)以上(参照所述图13A)。由此,由于第1余料部的厚度变厚,因此比起点O靠臂部侧面侧的部位不容易向轴颈部侧发生变形。因此,能够使比起点O靠臂部的侧面侧的部位稳定地向销部侧伸出。

[0200] 图17A~图18B是表示在压下工序中压溃第1余料部的情况下的处理流程例的示意图。其中的图17A和图17B是轴颈部附近的剖视图,图17A表示按压第2模具时,图17B表示压下结束时。在图17A和图17B中示出无飞边锻件30、一对第1模具11和12、第2模具22。

[0201] 图18A和图18B是销部附近的剖视图,图18A表示按压第2模具时,图18B表示压下结束时。在图18A和图18B中示出无飞边锻件30、一对第1模具11和12、第3模具23。

[0202] 对于图17A~图18B所示的压溃的情况下的第2处理流程例来说,基本结构与前述的弯折的情况(第1处理流程例)是相同的。因此,在压溃的情况下的处理流程例中,表示销部侧表面的图由于与图8A和图8B相同,因此省略。另外,表示轴颈部侧表面的图由于与图9A和图9B相同,因此省略。表示臂部的侧面的图也与图10A和图10B相同,因此省略。另外,图17A相当于图8A的XIA-XIA位置的剖视图,图17B相当于图8B的XIB-XIB位置的剖视图。另外,图18A相当于图9A的XIIA-XIIA位置的剖视图,图18B相当于图9B的XIIB-XIIB位置的剖视图。

[0203] 在压溃的情况下,在构成第1模具10的上模11和下模12也分别刻入有模雕刻部。另外,对于一体地具有配重部的臂部,为了压溃第1余料部,将臂部的两侧部中的轴颈部附近的形状反映于模雕刻部。模雕刻部中的有助于第1余料部的压溃的部位并非倾斜,而是与分模面大致平行。对于在一体地具有配重部的臂部上还设有第2余料部的情况、在无配重臂部设有第1余料部的情况以及在无配重臂部设有第2余料部的情况,在这些情况下,有助于压溃的部位都不倾斜,而是与分模面大致平行。

[0204] 在利用第1模具10压下无飞边锻件30时,如图17B所示,压溃第1余料部Aca和Ada。与此同时,使第1余料部Aca和Ada变形为沿着第1模具10的模雕刻部的形状,使第1余料部Aca和Ada向销部P侧伸出。其结果,臂部的轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的厚度增加。因此,得到的曲轴在臂部的轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad处厚度变厚。

[0205] 于在一体地具有配重部的臂部设有第2余料部的情况下,在压下时,利用第1模具10压溃第2余料部Aaa和Aba。由此,使第2余料部Aaa和Aba沿着第1模具10的模雕刻部向轴颈部J侧伸出,在销部P附近的两侧部Aa和Ab处使厚度增加。

[0206] 虽省略图示,但于在无配重臂部上还设有第1余料部的情况下,在压下时,利用第1模具10压溃第1余料部。由此,使第1余料部向销部P侧伸出,在臂部的轴颈部J附近的两侧部处使厚度增加。另外,于在无配重臂部上还设有第2余料部的情况下,在压下时,利用第1模具10压溃第2余料部。由此,使第2余料部Aaa和Aba向轴颈部J侧伸出,在销部P附近的两侧部使厚度增加。

[0207] 在图14A~图14D所示的臂部A中,在销部P侧表面设置凹陷的范围与轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的厚度较厚的部位的范围相同。在销部P侧表面设置凹陷的范围也可以与轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的厚度较厚的部位的范围不同。从确保压溃时的变形的稳定性的观点出发,优选的是,销部P侧表面的凹陷与轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的厚度较厚的部位相应地配置为与该厚度较厚的部位的范围一致。这是因为,在压溃时在两侧部最近

的位置存在凹陷,从而仅比凹陷靠侧部侧的部位、具体而言、仅两侧部和第1余料部能够容易发生变形。

[0208] 4. 优选的形态等

[0209] 在曲轴(最终产品)具备多个一体地具有配重部的臂部(以下,也称为“带有配重的臂部”)的情况下,在锻件中,既可以是带有配重的臂部全部具有第1余料部,也可以是带有配重的臂部的一部分具有第1余料部。设置第1余料部的带有配重的臂部例如能够基于臂部所要求的弯曲刚度、扭转刚度、需要刚度的部位而适当地确定。

[0210] 对于具备多个带有配重的臂部的曲轴(最终产品),于在锻件的带有配重的臂部设置第2余料部的情况下,既可以是锻件的带有配重的臂部全部具有第2余料部,也可以是带有配重的臂部的一部分具有第2余料部。另外,既可以是如图5A所示同一带有配重的臂部同时具有第1余料部和第2余料部,也可以是与具有第1余料部的带有配重的臂部独立的另一带有配重的臂部具有第2余料部。设置第2余料部的带有配重的臂部例如能够基于臂部所要求的弯曲刚度、扭转刚度、需要刚度的部位而适当地确定。

[0211] 对于具备多个不具有配重部的臂部(无配重臂部)的曲轴(最终产品),于在锻件的无配重臂部设置第1余料部的情况下,既可以是锻件的无配重臂部全部具有第1余料部,也可以是无配重臂部的一部分具有第1余料部。设置第1余料部的无配重臂部例如能够基于臂部所要求的弯曲刚度、扭转刚度、需要刚度的部位而适当地确定。

[0212] 对于具备多个无配重臂部的曲轴(最终产品),于在锻件的无配重臂部设置第2余料部的情况下,既可以是锻件的无配重臂部全部具有第2余料部,也可以是无配重臂部的一部分具有第2余料部。另外,既可以是如图7A所示同一无配重臂部同时具有第1余料部和第2余料部,也可以是与具有第1余料部的无配重臂部独立的另一无配重臂部具有第2余料部。设置第2余料部的无配重臂部例如能够基于臂部所要求的弯曲刚度、扭转刚度、需要刚度的部位而适当地确定。

[0213] 带有配重的臂部既可以如前述的形状例和处理流程例那样在轴颈部附近的两侧的侧部(两侧部Ac和Ad)具有第1余料部(Aca、Ada),或者也可以在轴颈部附近的一侧的侧部(Ac或者Ad)具有第1余料部(Aca、Ada)。即使是带有配重的臂部在轴颈部附近的一侧的侧部(Ac或者Ad)具有第1余料部的情况下,通过使该第1余料部向销部侧伸出,也能够压下工序后的臂部的一侧的侧部增加厚度。因此,能够在实现轻量化的同时确保刚度。设置第1余料部的轴颈部附近的侧部例如能够基于臂部所要求的弯曲刚度、扭转刚度、需要刚度的部位而适当地确定。

[0214] 在带有配重的臂部在销部附近的侧部(Aa、Ab)具有第2余料部(Aaa、Aba)的情况下,既可以如前述的形状例和处理流程例那样在两侧的侧部(两侧部Aa和Ab)具有第2余料部,或者也可以在一侧的侧部(Aa或者Ab)具有第2余料部。即使是带有配重的臂部在销部附近的一侧的侧部(Aa或者Ab)具有第2余料部的情况下,通过使该第2余料部向轴颈部侧伸出,也能够压下工序后的臂部的一侧的侧部增加厚度。因此,能够在实现轻量化的同时确保刚度。设置第2余料部的销部附近的侧部例如能够基于臂部所要求的弯曲刚度、扭转刚度、需要刚度的部位而适当地确定。

[0215] 于在无配重臂部的轴颈部附近的侧部(Ac、Ad)具有第1余料部(Aca、Ada)的情况下,既可以如前述的形状例和处理流程例那样在两侧的侧部(两侧部Ac和Ad)具有第1余料

部,或者也可以在一侧的侧部(Ac或者Ad)具有第1余料部。即使是无配重臂部在轴颈部附近的一侧的侧部(Ac或者Ad)具有第1余料部的情况下,通过使该第1余料部向销部侧伸出,也能够在于压下工序后的臂部的一侧的侧部增加厚度。因此,能够在实现轻量化的同时确保刚度。设置第1余料部的轴颈部附近的侧部例如能够基于臂部所要求的弯曲刚度、扭转刚度、需要刚度的部位而适当地确定。

[0216] 于在无配重臂部的销部附近的侧部(Aa、Ab)具有第2余料部(Aaa、Aba)的情况下,既可以如前述的形状例和处理流程例那样在两侧的侧部(两侧部Aa和Ab)具有第2余料部,也可以在一侧的侧部(Aa或者Ab)具有第2余料部。即使是无配重臂部在销部附近的一侧的侧部(Aa或者Ab)具有第2余料部的情况下,通过使该第2余料部向轴颈部侧伸出,也能够在于压下工序后的臂部的一侧的侧部增加厚度。因此,能够在实现轻量化的同时确保刚度。设置第2余料部的销部附近的侧部例如能够基于臂部所要求的弯曲刚度、扭转刚度、需要刚度的部位而适当地确定。

[0217] 如前所述,具有配重部W的臂部A也可以在轴颈部附近的两侧部Ac和Ad具有第1余料部Aca和Ada。在该情况下,在压下工序中,如图10A~图11B所示,关于具有配重部W的臂部A,优选的是,通过按压第2模具22来保持该销部P侧的表面中的、至少除轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad的区域之外的表面。由此,能够对臂部A的销部P侧表面的凹陷形状精密地精加工。但是,在如第2工序例和第3工序例那样在向压下工序提供的锻件上带有飞边的情况下,无法应用第2模具22。

[0218] 另外,具有配重部W的臂部A也可以在轴颈部附近的侧部Ac和Ad的一者具有第1余料部(Aca、Ada)。在该情况下,优选的是,通过按压第2模具22来保持臂部A的销部P侧的、至少除轴颈部J附近的两侧部Ac和Ad中的第1余料部从外周突出的侧部的区域之外的表面。由此,能够对臂部A的销部P侧表面的凹陷形状精密地精加工。

[0219] 于在压下工序中使用第2模具22的情况下,优选的是,使第2模具22追随第1模具10的压下而向第1模具10的压下方向移动,并将第2模具22向臂部A按压的位置维持为恒定的位置。由此,能够对销部P侧表面的凹陷形状进一步精密地精加工。

[0220] 对于一体地具有配重部的臂部,优选的是,在模锻工序中,还成形前述的第2余料部,在压下工序中,利用第1模具使第2余料部变形,在销部P附近的侧部(Aa和Ab)的一者或者两者处使厚度增加。由此,能够一边确保刚度,一边进一步谋求轻量化。在该情况下,从对轴颈部J侧表面的凹陷形状精密地精加工的观点出发,优选使用前述的第3模具。但是,在如第2工序例和第3工序例那样在向压下工序提供的锻件上带有飞边的情况下,无法应用第3模具。

[0221] 对于无配重臂部,优选的是,在模锻工序中,还成形前述的第1余料部,在压下工序中,利用第1模具使第1余料部变形,在轴颈部J附近的侧部(Ac和Ad)的一者或者两者处使厚度增加。由此,能够一边确保刚度,一边进一步谋求轻量化。在该情况下,从对销部P侧表面的凹陷形状精密地精加工的观点出发,优选使用前述的第4模具。但是,在如第2工序例和第3工序例那样在向压下工序提供的锻件上带有飞边的情况下,无法应用第4模具。

[0222] 另外,对于无配重臂部,优选的是,在模锻工序中,还成形前述的第2余料部,在压下工序中,利用第1模具使第2余料部变形,在销部P附近的侧部(Aa和Ab)的一者或者两者处使厚度增加。由此,能够一边确保刚度,一边进一步谋求轻量化。在该情况下,从对轴颈部J

侧表面的凹陷形状精密地精加工的观点出发,优选使用前述的第5模具。但是,在如第2工序例和第3工序例那样在向压下工序提供的锻件上带有飞边的情况下,无法应用第5模具。

[0223] 在使用第2模具~第5模具的情况下,将第2模具~第5模具向臂部A的各表面按压。第2模具~第5模具仅保持臂部A的各表面而不压入,因此按压第2模具~第5模具所需要的力较小即足矣。

[0224] 前述的第1处理流程例和第2处理流程例均以搭载于四汽缸发动机的曲轴为对象,该曲轴的销部的偏心方向根据各臂部以180°的等间隔进行转变。在如此地以180°的等间隔进行转变的情况下,任何臂部均被第1模具从与销部的偏心方向垂直的方向压下。在该情况下,第1模具的压下方向也与曲轴的轴向垂直。

[0225] 但是,第1模具的压下方向并不限定于与销部的偏心方向垂直的方向。例如,在搭载于三汽缸发动机的曲轴的情况下,销部的偏心方向根据各臂部以120°或者60°的等间隔进行转变。在如此地不是以180°的等间隔进行转变的曲轴的制造过程中,有时通过追加扭转工序来调整销部的配置角度。另外,也存在通过精锻来调整销部的配置角度的情况。例如,在第1工序例中,于在扭转工序中进行销部的配置角度的调整的情况下,压下工序中的第1模具的压下方向在一部分的臂部处不成为与销部的偏心方向垂直的方向。以下说明该情况下的状况。

[0226] 图19A和图19B是表示第1模具的压下方向不与销部的偏心方向垂直的情况下的臂部的销部侧表面的示意图,图19A表示压下前,图19B表示压下结束时。具备图19A和图19B所示的臂部A的曲轴是搭载于三汽缸发动机的曲轴,销部P的配置角度以120°的等间隔转变。因此,在压下工序中,一部分的销部P的偏心方向从水平方向倾斜30°。因而,第1模具10的压下方向(在图19A和图19B中为上下方向)成为从销部P的偏心方向偏移60°的方向。

[0227] 这样,即使是在第1模具10的压下方向不是与销部P的偏心方向垂直的方向的情况下,也能够应用本实施方式的锻造曲轴的制造方法。即,通过利用第1模具10使第1余料部(Aca、Ada)或者第2余料部(Aaa、Aba)变形,能够使臂部的两侧部的厚度增加。因而,只要能够通过利用第1模具10使第1余料部(Aca、Ada)或者第2余料部(Aaa、Aba)变形而使臂部的两侧部的厚度增加,就不限定第1模具的压下方向。

[0228] 产业上的可利用性

[0229] 本发明能够有效地利用在搭载于往复式发动机的锻造曲轴的制造中。

[0230] 附图标记说明

[0231] 1:锻造曲轴,J、J1~J5:轴颈部,

[0232] P、P1~P4:销部,Fr:前端部,

[0233] F1:凸缘部,A、A1~A8:曲臂部,

[0234] W、W1~W8:配重部,

[0235] Aa、Ab:臂部的销部附近的侧部,

[0236] Aaa、Aba:第2余料部,

[0237] Ac、Ad:臂部的轴颈部附近的侧部,

[0238] Aca、Ada:第1余料部,

[0239] As:臂部的轴颈部侧表面的两侧部的内侧区域,

[0240] At:臂部的销部侧表面的两侧部的内侧区域,

-
- [0241] 10: 第1模具, 11: 上模, 11a、11b: 倾斜面,
[0242] 12: 下模, 12a、12b: 倾斜面, 22: 第2模具,
[0243] 23: 第3模具, 26: 工具, 30: 无飞边锻件

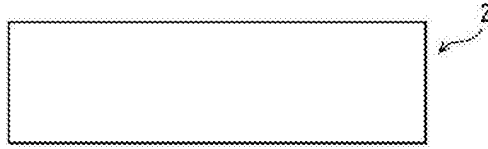


图1A

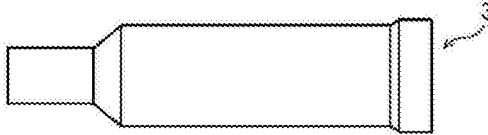


图1B

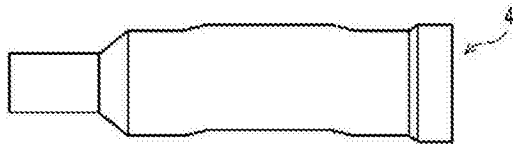


图1C

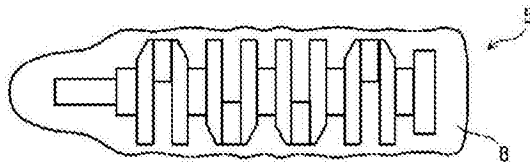


图1D

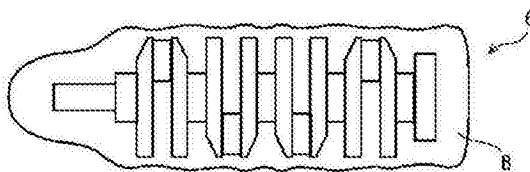


图1E

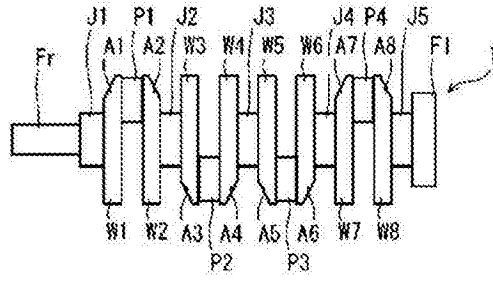


图1F

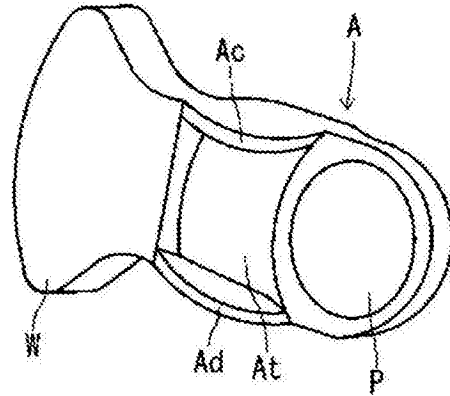


图2A

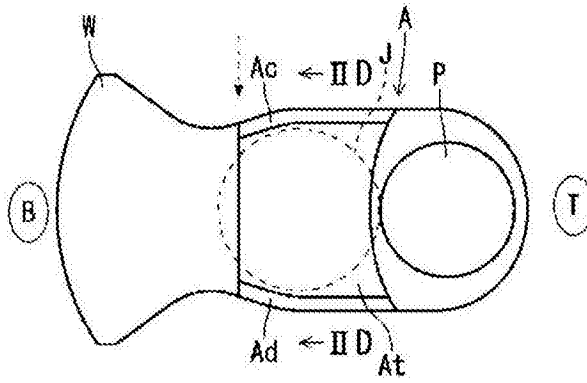


图2B

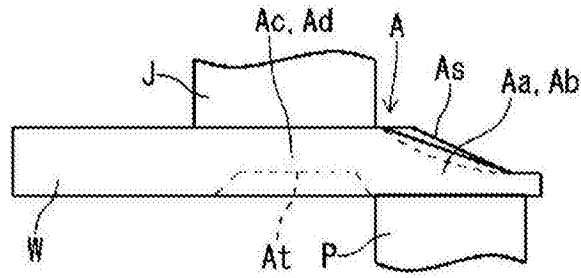


图2C

II D-II D

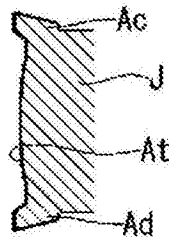


图2D

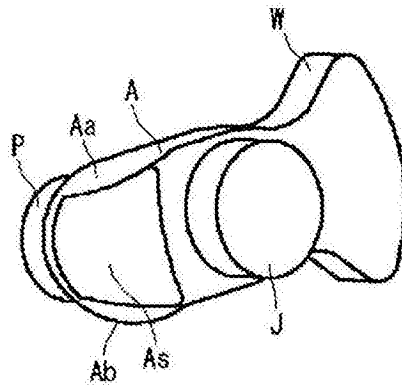


图3A

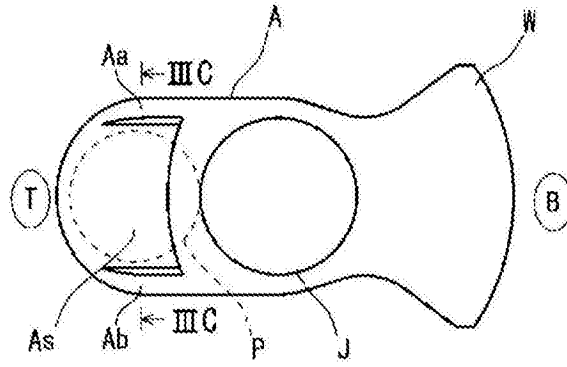


图3B

III C-III C

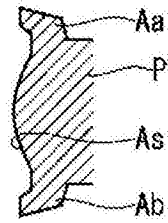


图3C

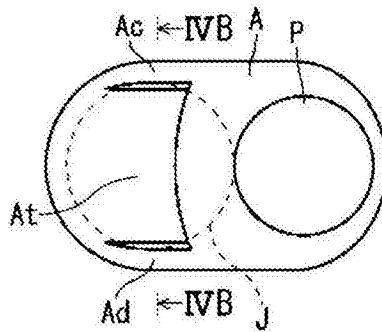


图4A

IVB-IVB

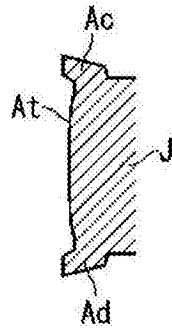


图4B

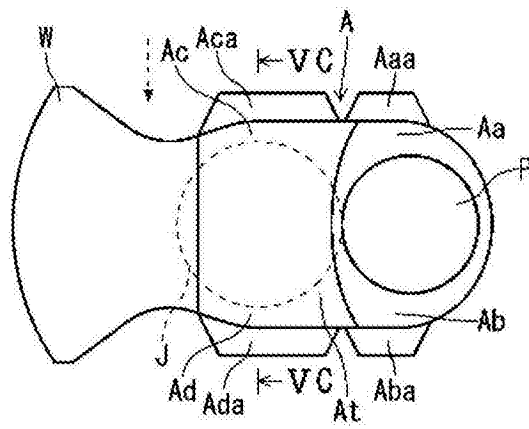


图5A

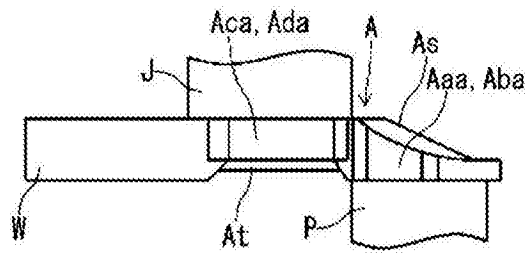


图5B

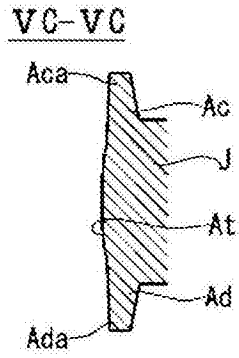


图5C

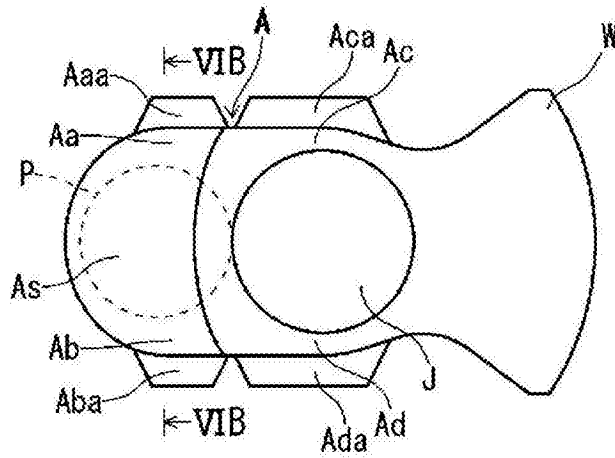


图6A

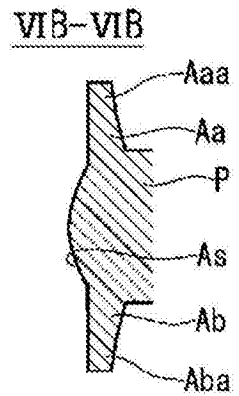


图6B

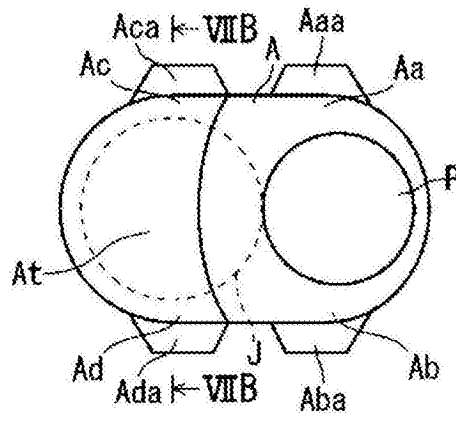


图7A

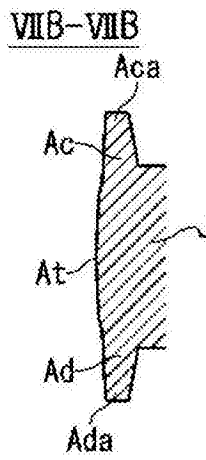


图7B

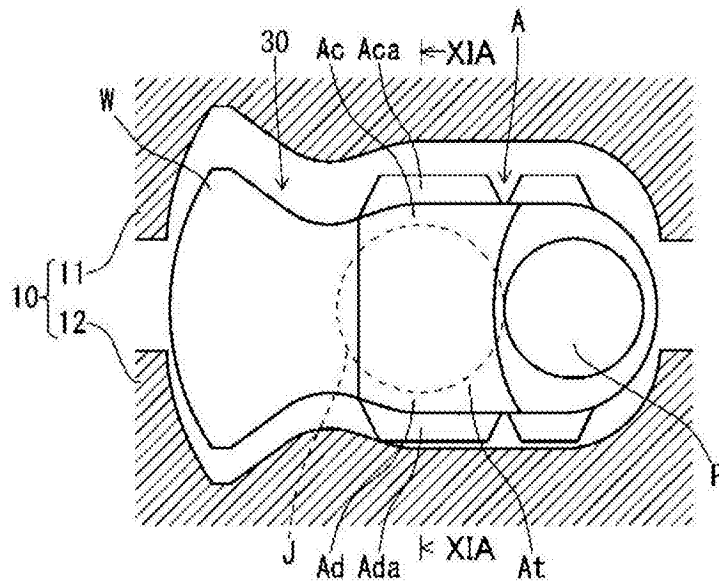


图8A

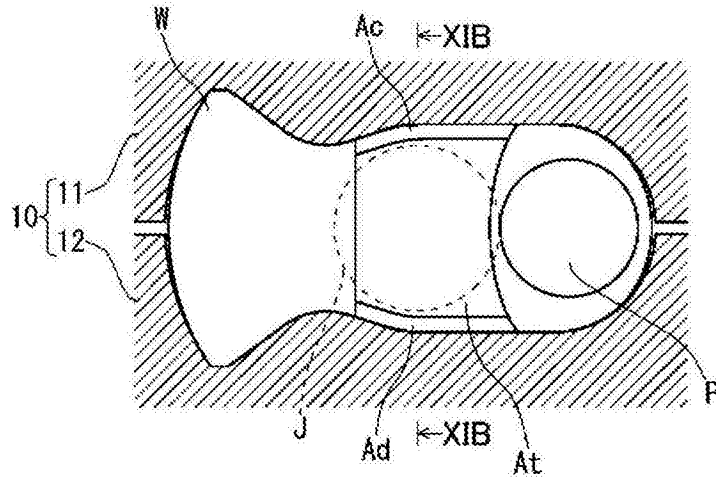


图8B

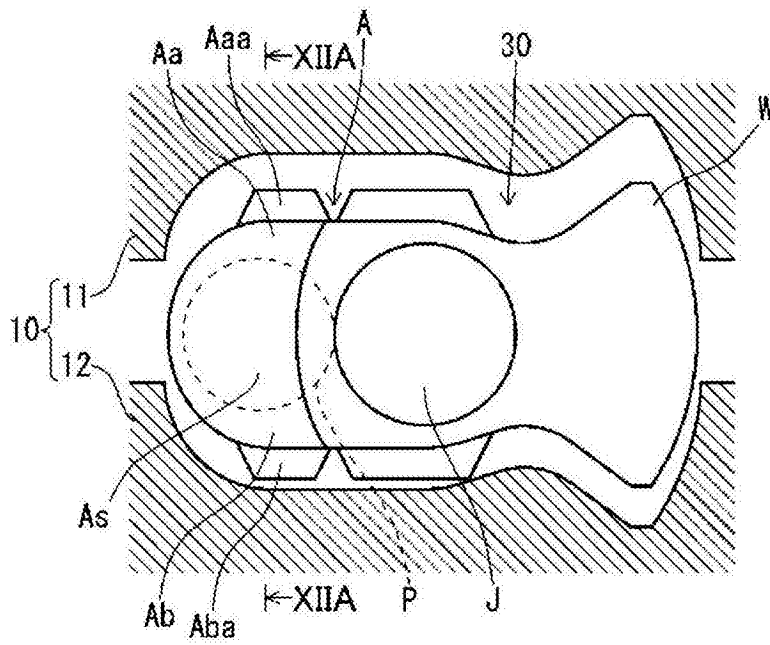


图9A

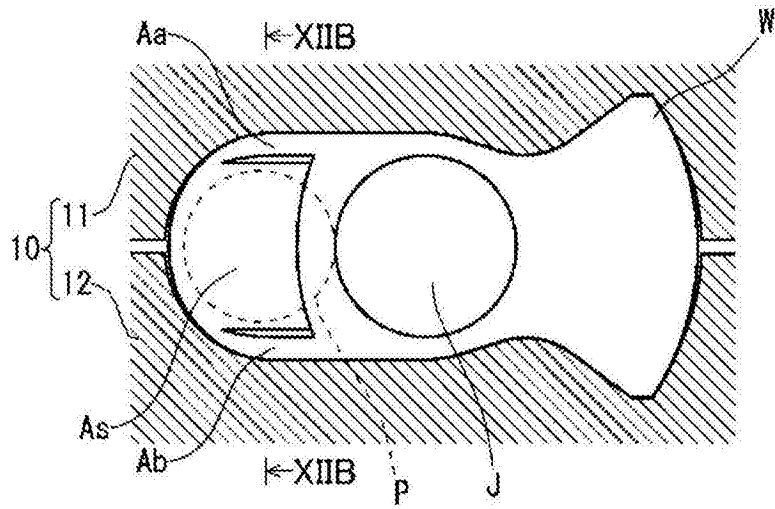


图9B

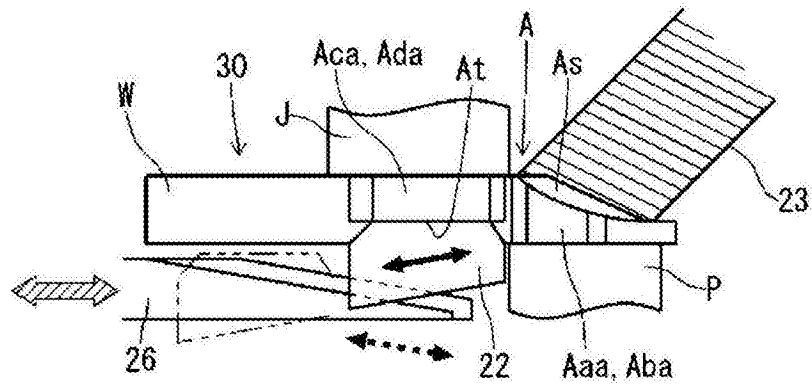


图10A

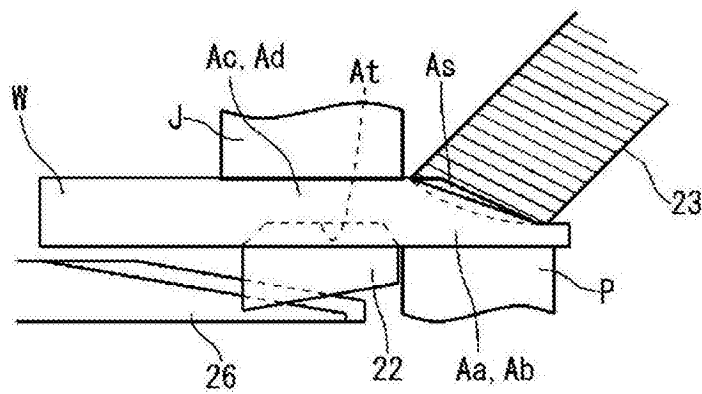


图10B

XIA-XIA

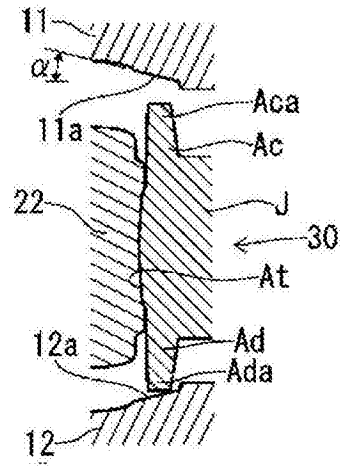


图11A

XIB-XIB

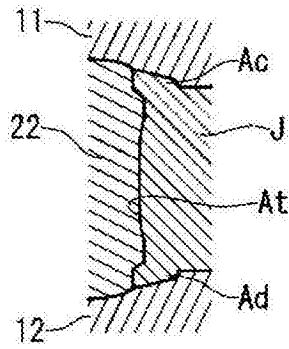


图11B

XIIA-XIIA

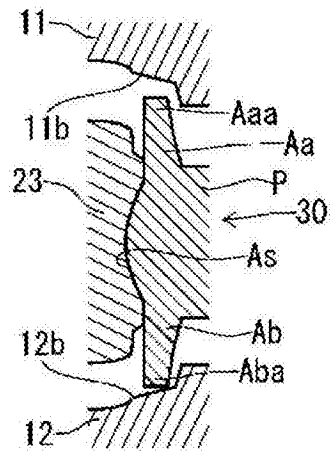


图12A

XIIB-XIIB

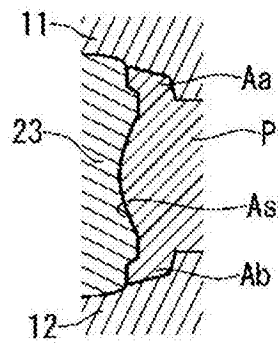


图12B

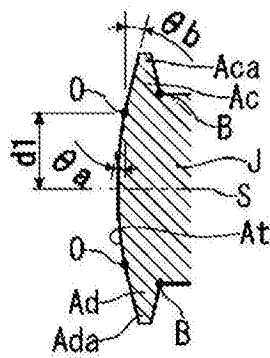


图13A

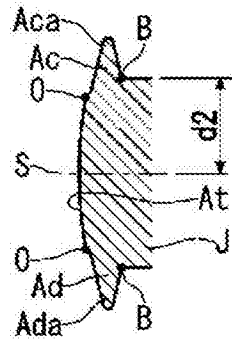


图13B

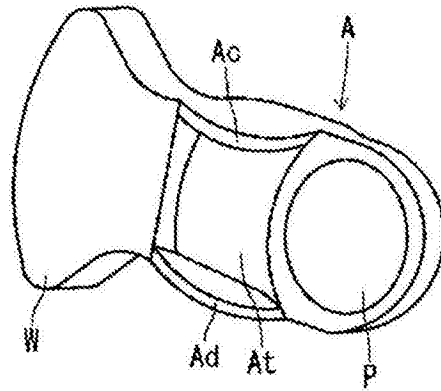


图14A

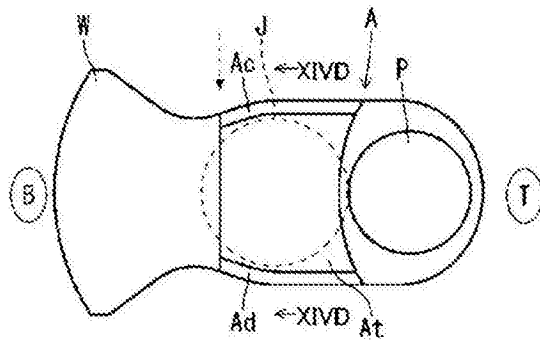


图14B

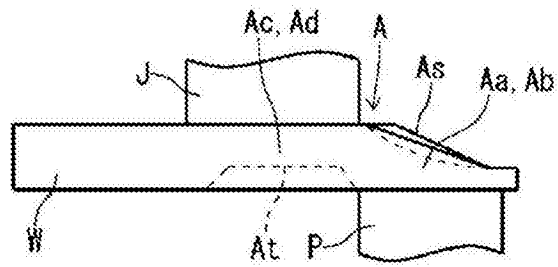


图14C

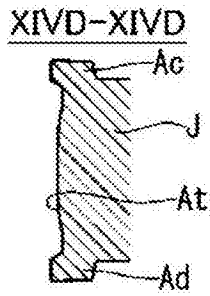


图14D

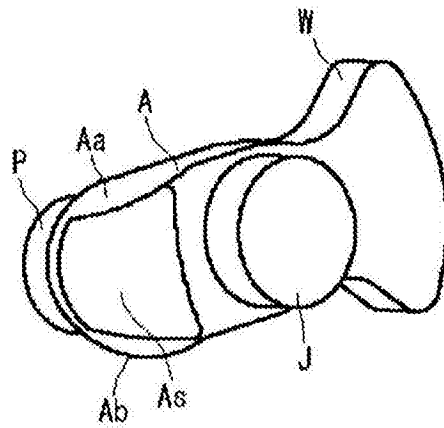


图15A

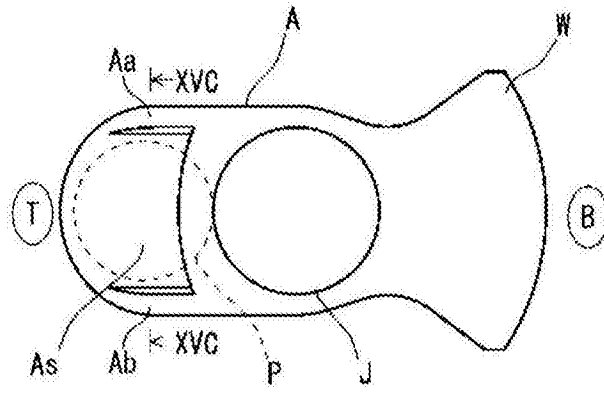


图15B

XVC-XVC

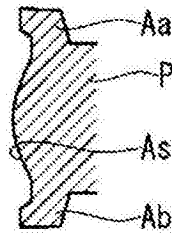


图15C

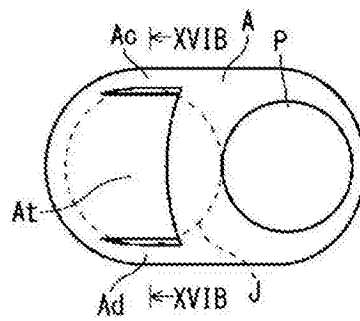


图16A

XVIB-XVIB

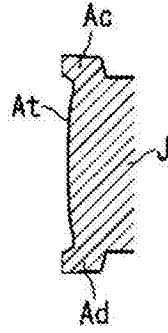


图16B

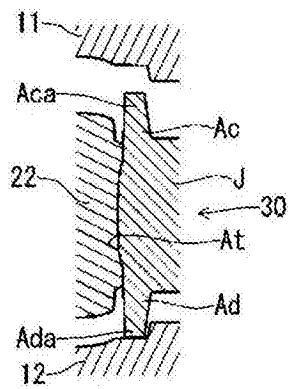


图17A

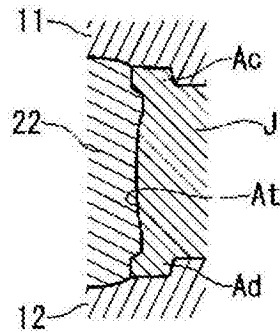


图17B

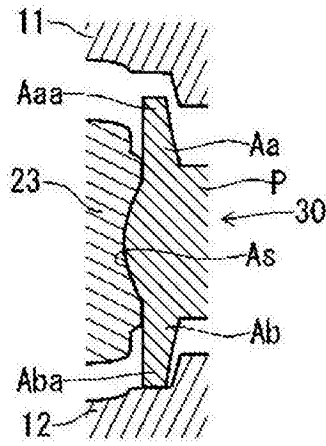


图18A

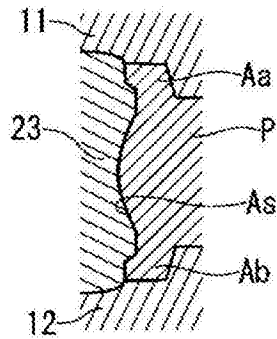


图18B

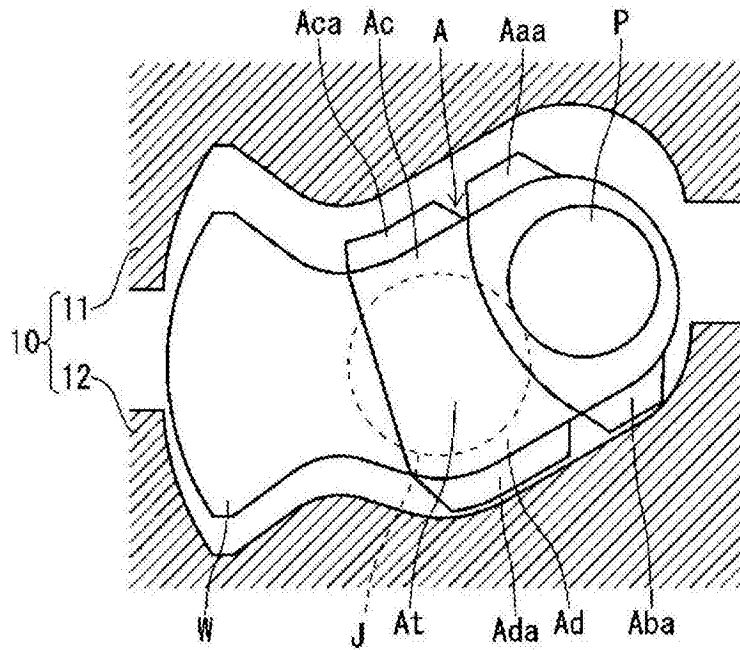


图19A

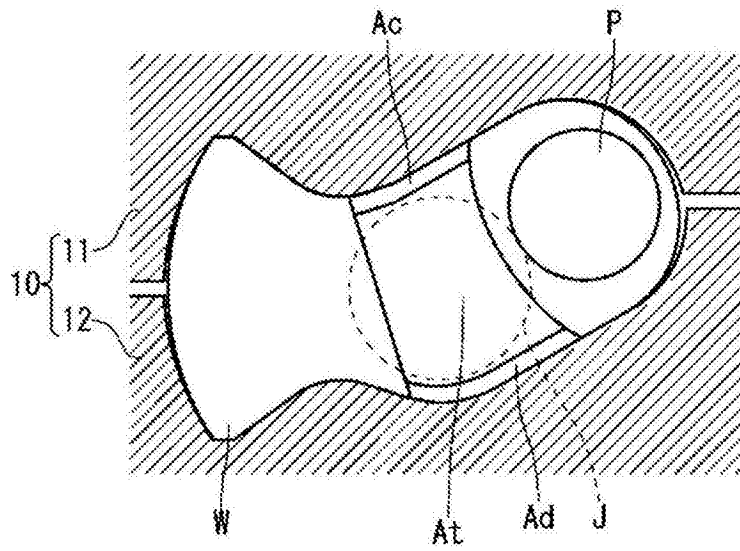


图19B