

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2016 年 11 月 17 日 (17.11.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/179780 A1

- (51) 国际专利分类号:
B23P 15/00 (2006.01) B21J 13/02 (2006.01)
B21K 3/00 (2006.01) B21H 1/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/078674
- (22) 国际申请日: 2015 年 5 月 11 日 (11.05.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 怀集登云汽配股份有限公司 (HUALJI DENGYUN AUTO-PARTS (HOLDING) CO., LTD) [CN/CN]; 中国广东省肇庆市怀集县登云亭, Guangdong 526400 (CN)。
- (72) 发明人: 刘晋平 (LIU, Jinping); 中国广东省肇庆市怀集县登云亭, Guangdong 526400 (CN)。纪宏超 (JI, Hongchao); 中国广东省肇庆市怀集县登云亭, Guangdong 526400 (CN)。胡正寰 (HU, Zhenghuan); 中国广东省肇庆市怀集县登云亭, Guangdong 526400 (CN)。王宝雨 (WANG, Baoyu); 中国广东省肇庆市怀集县登云亭, Guangdong 526400 (CN)。张波 (ZHANG, Tao); 中国广东省肇庆市怀集县登云亭, Guangdong 526400 (CN)。莫东强 (MO, Dongqiang); 中国广东省肇庆市怀集县登云亭, Guangdong 526400 (CN)。罗华欢 (LUO, Huahuan);

中国广东省肇庆市怀集县登云亭, Guangdong 526400 (CN)。孙歌 (SUN, Ge); 中国广东省肇庆市怀集县登云亭, Guangdong 526400 (CN)。章争荣 (ZHANG, Zhengrong); 中国广东省肇庆市怀集县登云亭, Guangdong 526400 (CN)。邱万奇 (QIU, Wanqi); 中国广东省肇庆市怀集县登云亭, Guangdong 526400 (CN)。

(74) 代理人: 广州新诺专利商标事务所有限公司 (GUANGZHOU SINO PATENT & TRADEMARK AGENT CO., LTD); 中国广东省广州市越秀区先烈中路 81 号之一 301A、B 自编 01 房华辉, Guangdong 510095 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

[见续页]

(54) Title: EFFICIENT NEAR NET SHAPE PRECISION FORMING METHOD OF HOLLOW VALVE BLANK FOR ENGINE

(54) 发明名称: 高效近净的发动机空心气门毛坯精密成形方法

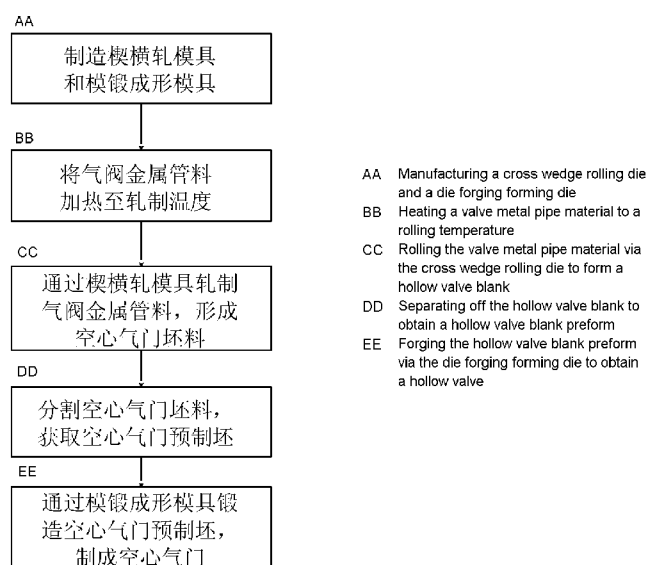


图 1

(57) Abstract: Disclosed is an efficient near net shape precision forming method of a hollow valve blank for an engine. Cross wedge rolling precision blank forming is realized via a cross wedge rolling die (1), a valve metal pipe material (3) deforms under the rolling action of the cross wedge rolling die (1) to be recessed in the middle and elongated at two ends, a rod portion (41) of a hollow valve is formed in the middle, plate portions (44 and 45) to be processed are formed at two ends, connecting segments between the plate portions (44 and 45) and the rod portion (41) form necks (42 and 43) with arc-shaped concave faces and cone frustum side face structures, and thus the consistency of the shape and size of the obtained hollow valve blank is good; and a die forging forming die (2) matching the structure of the prepared hollow valve plate portion is utilized to process the plate portions of the obtained hollow valve blank preform, and the hollow valve blank preform is directly put in a cavity of the die forging forming die to be forged, so that the rod portion, the necks and the plate portions of the prepared hollow valve are rational in overall streamline distribution, and the texture is fine, thereby meeting the performance requirements, avoiding material waste, and increasing the production efficiency and material utilization.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2016/179780 A1



(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

高效近净的发动机空心气门毛坯精密成形方法, 通过楔横轧模具(1)实现楔横轧精密制坯, 使气阀金属管料(3)在楔横轧模具(1)的轧制作用下发生形变而中部凹陷、两端伸长, 中部形成空心气门的杆部(41), 两端形成待加工的盘部(44和45), 盘部(44和45)与杆部(41)之间的连接段形成具有弧形凹面和圆台侧面结构的颈部(42和43), 由此使获得的空心气门坯料的形状与尺寸之间的一致性好; 通过利用与制得的空心气门盘部结构匹配的模锻成形模具(2)对获得的空心气门预制坯进行盘部加工, 将空心气门预制坯直接置于模锻成形模具的腔体中实现锻造, 从而实现制成的空心气门的杆部、颈部及盘部整体流线分布合理, 组织细密, 满足性能要求, 避免材料浪费, 提高生产效率和材料利用率。

高效近净的发动机空心气门毛坯精密成形方法

技术领域

本发明涉及金属塑性成形技术领域，特别是涉及一种高效近净的发动机空心气门毛坯精密成形方法。

5 背景技术

气门是发动机配气机构的一个关键零件，气门的开启和关闭使可燃气体进入气缸并排出燃烧后的废气。空心气门实现了轻量化，且由于其空心部位封闭了一定体积的金属钠的作用有效地提高了导热性能。发动机工作过程中气门盘部与气门座之间频繁撞击，并受到高温高压燃气的冲蚀，尤其是对气门颈部施加了很大负载，因此气门不仅要具有较高的机械性能，
10 且要求其内部金属流线方向与外形一致、金相组织细密，具有一定的疲劳强度。

国内常用的空心气门生产方法有实心气门钻孔法，该方法只能获得杆部空心而盘部仍为实心的空心气门，且生产效率低，材料利用率低，尤其是对于不同形状尺寸的回转体组形成的空心气门造成材料浪费。

发明内容

15 本发明的目的在于克服现有技术的缺点与不足，提供一种高效近净的发动机空心气门毛坯精密成形方法，通过楔横轧模具和模锻成形模具依次对受热后的金属管料进行轧制及锻造，由此使得金属管料成形为空心气门，不需要通过打孔实现气门的挖空，从而避免材料浪费，并有效提高生产效率和材料利用率。

本发明是通过以下技术方案实现的：一种高效近净的发动机空心气门毛坯精密成形方法，
20 其包括以下步骤：

步骤 1：制造楔横轧模具和模锻成形模具；

步骤 2：将气阀金属管料加热至轧制温度；

步骤 3：通过所述楔横轧模具对加热至轧制温度的气阀金属管料进行轧制，实现气阀金属管料产生外径变化并沿其轴向伸长形成一左右对称的空心气门坯料；所述空心气门坯料左
25 右对称的对称线与其轴线垂直，且所述空心气门坯料的中部为杆部，其两端为盘部，且其杆部与盘部之间的连接段为其颈部；

步骤 4：沿所述空心气门坯料的对称线分割所述空心气门坯料，形成结构相同的第一空心气门预制坯和第二空心气门预制坯；每个空心气门预制坯由连续且依次连接的杆部、颈部和盘部组成；

30 步骤 5：通过所述模锻成形模具对所述第一空心气门预制坯或第二空心气门预制坯进行锻造，完成第一空心气门预制坯的盘部或第二空心气门预制坯的盘部成形为空心气门盘部，

实现空心气门的制成。

本发明中，所述模锻成形模具包括分离设置的模具主体和冲击下压部件。所述模具主体中设有上下设置并连续连通且轴线共线的冲击内腔、空心气门盘部成形内腔、空心气门颈部成形内腔及空心气门杆部放置内腔；所述空心气门盘部成形内腔由上下设置且连续的盘外圆成形腔、盘锥面成形腔及盘部凹面成形腔组成，所述盘外圆成形腔用于形成空心气门盘部的盘外圆，所述盘锥面成形腔用于形成空心气门盘部的盘锥面，所述盘部凹面成形腔用于形成空心气门盘部的弧形凹面；所述空心气门颈部成形内腔的轮廓与所述空心气门坯料的颈部的轮廓一致；所述空心气门杆部放置内腔的轮廓与所述空心气门坯料的杆部的轮廓一致。所述冲击下压部件的顶端端面为一用于承载外部冲压力的冲压承载平面，其底端端面的中部设有一可伸入空心气门预制坯的内腔中并将冲压力作用于空心气门预制坯盘部的锻造件；所述锻造件的外围面由上下设置、轴线共线且连续的圆台侧面、弧形凹面及圆柱面组合形成。

本发明中，所述步骤 3 中，所述空心气门坯料的颈部的的外围面由连续的圆台侧面与弧形凹面相互连接形成。

每个空心气门预制坯的颈部的弧形凹面的半径 R_1 与所述模锻成形模具中盘部凹面成形腔腔面的半径 R_0 之间的关系满足 $R_1=1.05 \times R_0$ ；制成的空心气门的盘部的弧形凹面的半径 R_2 与所述模锻成形模具中盘部凹面成形腔腔面的半径 R_0 之间的关系满足 $R_2=R_0$ 。

所述楔横轧模具包括楔入部分、展宽部分和精整部分。作为本发明的进一步改进，所述楔横轧模具的成形角为 $35^\circ \sim 38^\circ$ ，其楔入部分的展宽角为 $4^\circ \sim 6^\circ$ ，其展宽部分的展宽角为 $3^\circ \sim 5^\circ$ 。

作为本发明的进一步改进，所述步骤 3 中，所述楔横轧模具在脱空情况下对所述加热至轧制温度的气阀金属管料进行轧制。

本发明中，所述步骤 5 中，利用所述第一空心气门预制坯或第二空心气门预制坯的轧制余热实现锻造，或者，在锻造前，对所述第一空心气门预制坯或第二空心气门预制坯进行加热。

本发明中，所述步骤 1 中，根据需要制得的空心气门的规格制造与其相应的楔横轧模具和模锻成形模具。

本发明中，所述步骤 2 中，通过加热炉实现气阀金属管料的加热；且所述气阀金属管料为钢管料；所述步骤 3 中，通过将所述楔横轧模具安装于楔横轧机，及通过推料装置将所述加热至轧制温度的气阀金属管料推送至所述楔横轧机中，实现所述楔横轧模具对所述加热至轧制温度的气阀金属管料的轧制。

作为本发明的进一步改进，所述轧制温度为 $1000^\circ\text{C} \sim 1200^\circ\text{C}$ 。

通过上述技术方案，本发明高效近净的发动机空心气门毛坯精密成形方法使用了楔横轧

技术生产汽车发动机气门毛坯，其与传统的电热镦粗工艺相比具有以下优点：

(1) 通过楔横轧模具实现楔横轧精密制坯，使气阀金属管料在楔横轧模具的轧制作用下发生形变而中部凹陷、两端伸长，中部形成空心气门的杆部，两端形成待加工的盘部，盘部与杆部之间的连接段形成空心气门的颈部（外围面由弧形凹面和圆台侧面组成），由此实现气
5 阀金属管料在楔横轧轧制阶段达到制造要求，使获得的空心气门坯料的形状与尺寸之间的一致性好，并避免了通过后续粗加工的方式获得杆部回转面，有效提高了生产效率和材料利用率；

(2) 通过轧制完成后，利用与所述制得的空心气门盘部结构匹配的模锻成形模具对获得的空心气门预制坯进行盘部加工，将空心气门预制坯直接置于模锻成形模具的腔体中实现锻
10 造，从而实现制成的空心气门的杆部、颈部及盘部整体流线分布合理，组织细密，满足性能要求；

(3) 通过利用气阀金属管料作为坯料实现轧制和锻造，不需要通过打孔的方式实现气门的挖空，有效避免材料浪费，具有废品率低、节材率高、成形精度高、生产率高等优点。

为了更好地理解和实施，下面结合附图详细说明本发明。

15 附图说明

图 1 是本发明的方法步骤的流程简图；

图 2 是本发明的楔横轧模具的简图；

图 3 是图 2 中 A'-A 向的结构示意图；

图 4 是本发明的模锻成形模具的结构示意图；

20 图 5 是本发明的气阀金属管料的结构示意图；

图 6 是本发明的楔横轧模具对气阀金属管料的轧制过程的示意图，其中，(a) 是楔横轧模具楔入段时气阀金属管料的结构示意图，(b) 是楔横轧模具楔入平整段时气阀金属管料的结构示意图，(c) 是楔横轧模具展宽段时气阀金属管料的结构示意图，(d) 是楔横轧模具精
整段时由气阀金属管料形成的空心气门坯料的结构示意图；

25 图 7 是本发明中轧制形成的空心气门坯料的结构示意图；

图 8 是本发明中对空心气门坯料分割后形成的其中一空心气门预制坯的结构示意图；

图 9 是本发明制成的空心气门的结构示意图。

具体实施方式

请同时参阅图 1~9，本发明高效近净的发动机空心气门毛坯精密成形方法包括以下步骤：

30 步骤 1：制造楔横轧模具 1 和模锻成形模具 2；

在本实施例中，楔横轧模具 1 和模锻成形模具 2 的制造方法与现有技术模具的制造方法

相同，故在此不再赘述。具体地，所述步骤 1 中，根据需要制得的空心气门的规格制造与其相应的楔横轧模具 1 和模锻成形模具 2；也即，先设计好所述制得的空心气门的图纸，再根据设计好的空心气门的图纸制造相应的楔横轧模具 1 和模锻成形模具 2。

具体地，所述楔横轧模具 1 包括楔入部分 11、展宽部分 12 和精整部分 13。作为本发
5 的进一步改进，所述楔横轧模具 1 的成形角为 $35^{\circ}\sim 38^{\circ}$ ，其楔入部分 11 的展宽角 β_1 为 $4^{\circ}\sim 6^{\circ}$ ，其展宽部分 12 的展宽角 β_2 为 $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 。

具体地，所述模锻成形模具 2 包括分离设置的模具主体 21 和冲击下压部件 22。

所述模具主体 21 中设有上下设置并连续连通且轴线共线的冲击内腔 211、空心气门盘部
10 成形内腔 212、空心气门颈部成形内腔 213 及空心气门杆部放置内腔 214；所述空心气门盘部成形内腔 212 由上下设置且连续的盘外圆成形腔 212a、盘锥面成形腔 212b 及盘部凹面成形腔 212c 组成，所述盘外圆成形腔 212a 用于形成空心气门盘部的盘外圆，所述盘锥面成形腔 212b 用于形成空心气门盘部的盘锥面，所述盘部凹面成形腔 212c 用于形成空心气门盘部的弧形凹面。

所述冲击下压部件 22 的顶端端面为一用于承载外部冲压力的冲压承载平面 221，其底端
15 端面的中部设有一可伸入空心气门预制坯的内腔中并将冲压力作用于空心气门预制坯盘部的锻造件 222；所述锻造件 222 的外围面由上下设置、轴线共线且连续的圆台侧面 222a、弧形凹面 222b 及圆柱面 222c 组合形成。

步骤 2：将气阀金属管料 3 加热至轧制温度；优选地，所述轧制温度为 $1000^{\circ}\text{C}\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 。

具体地，在所述步骤 2 中，通过加热炉实现气阀金属管料 3 的加热；在本实施例中，所
20 述气阀金属管料 3 为钢管料。

步骤 3：通过所述楔横轧模具 1 对加热至轧制温度的气阀金属管料 3 进行轧制，实现气
阀金属管料 3 产生外径变化并沿其轴向伸长形成一左右对称的空心气门坯料 4；所述空心气
门坯料 4 左右对称的对称线与其轴线垂直，且所述空心气门坯料 4 的中部为杆部 41，其两端
为盘部（44 和 45），且其杆部 41 与盘部（44 和 45）之间的连接段为其颈部（42 和 43）。

具体地，所述步骤 3 中，通过将所述楔横轧模具 1 安装于楔横轧机，及通过推料装置将
25 所述加热至轧制温度的气阀金属管料 3 推送至所述楔横轧机中，实现所述楔横轧模具 1 对所
述加热至轧制温度的气阀金属管料 3 的轧制。

所述步骤 3 中，所述空心气门坯料 4 的颈部的外围面由连续的圆台侧面与弧形凹面相互
30 连接形成。作为一种更优的技术方案，所述步骤 3 中，所述楔横轧模具 1 在脱空情况下对所
述加热至轧制温度的气阀金属管料 3 进行轧制。

进一步，所述空心气门颈部成形内腔 213 的轮廓与所述空心气门坯料 4 的颈部的外轮廓

一致；所述空心气门杆部放置内腔 214 的轮廓与所述空心气门坯料 4 的杆部的外轮廓一致。

步骤 4：沿所述空心气门坯料 4 的对称线分割所述空心气门坯料 4，形成结构相同的第一空心气门预制坯和第二空心气门预制坯；每个空心气门预制坯 5 由连续且依次连接的杆部 51、颈部 52 和盘部 53 组成。

5 步骤 5：通过所述模锻成形模具 2 对所述第一空心气门预制坯或第二空心气门预制坯进行锻造，完成第一空心气门预制坯的盘部或第二空心气门预制坯的盘部成形为空心气门盘部，实现空心气门 6 的制成。

进一步，在步骤 5 中，利用所述第一空心气门预制坯或第二空心气门预制坯的轧制余热实现锻造，或者，在锻造前，对所述第一空心气门预制坯或第二空心气门预制坯进行加热。

10 具体地，在步骤 5 中，通过将其中一空心气门预制坯置于模锻成形模具 2 的空心气门盘部成形内腔 212、空心气门颈部成形内腔 213 及空心气门杆部放置内腔 214 中，然后利用冲击下压部件 22 对空心气门预制坯盘部端面进行冲击下压，逐渐使空心气门预制坯盘部受压而填满空心气门盘部成形内腔 212，由此制成的空心气门盘部内腔轮廓与冲击下压部件 22 的锻造件 222 外轮廓一致，且其盘部外轮廓与空心气门盘部成形内腔 212 轮廓一致。

15 为了保证制得的空心气门整体流线分布更加合理、组织更加细密及进一步满足制造要求，优选地，每个空心气门预制坯 5 的颈部的弧形凹面的半径 $R1$ 与所述模锻成形模具 2 中盘部凹面成形腔 212c 腔面的半径 $R0$ 之间的关系满足 $R1=1.05 \times R0$ ；制成的空心气门 6 的盘部的弧形凹面的半径 $R2$ 与所述模锻成形模具 2 中盘部凹面成形腔 212c 腔面的半径 $R0$ 之间的关系满足 $R2=R0$ 。每个空心气门预制坯 5 的颈部外围的圆台面与其轴线之间的夹角 $\theta1$ 、所述制
20 成的空心气门 6 的颈部外围的圆台面与其轴线之间的夹角 $\theta2$ 、及所述模锻成形模具 2 中空心气门颈部成形内腔 213 的圆台面与其轴线之间的夹角 $\theta0$ 之间的关系满足 $\theta1=\theta2=\theta0$ 。

以下结合一例子对本发明的技术进一步说明：

例如：某型号空心气门采用本发明的方法对称加工毛坯，加工后在毛坯特定位置形成球形凹台（也即毛坯此处位置的外围面形成弧形凹面）、锥形台（也即毛坯此处位置的外围面形
25 成圆台侧面）和圆柱体（也即毛坯此处位置的外围面形成圆柱面）。

（1）轧制获取空心气门预制坯

例如，选择规格为 $\Phi 12 \times 6\text{mm}$ 的钢管按尺寸下料，坯料长度为 100mm。用高频加热炉将坯料加热到 1150°C ，由推料装置送入楔横轧机上楔横轧模具轧制。轧制成形的楔横轧预制坯，锥形台锥角为 4° ，最大外圆直径 9.5mm，球形台外径 7mm。将轧件从中间切断即可得到两
30 件空心气门预制坯。

（2）锻造实现空心气门预制坯的盘部紧密成形

将通过楔横轧模具轧制完成的其中一个空心气门预制坯再次加热，加热完成后将其放入所述模锻成形模具中，进行盘部锻造成形。

该类空心气门采用本发明提供的楔横轧—模锻精密成形工艺所用的坯料的体积比按杆部最大外圆直径进行楔横轧预制坯节材 20%，并省掉了粗车杆部椎体的工序。模锻成形模具利用圆台侧面定位，定位可靠。

相对于现有技术，本发明高效近净的发动机空心气门毛坯精密成形方法通过楔横轧模具实现楔横轧精密制坯，使气阀金属管料在楔横轧模具的轧制作用下发生形变而中部凹陷、两端伸长，中部形成空心气门的杆部，两端形成待加工的盘部，盘部与杆部之间的连接段形成空心气门的颈部（外围面由弧形凹面和圆台侧面组成），由此实现气阀金属管料在楔横轧轧制阶段达到制造要求，使获得的空心气门坯料的形状与尺寸之间的一致性好，并避免了通过后续粗加工的方式获得杆部回转面，有效提高了生产效率和材料利用率；通过轧制完成后，利用与所述制得的空心气门盘部结构匹配的模锻成形模具对获得的空心气门预制坯进行盘部加工，将空心气门预制坯直接置于模锻成形模具的腔体中实现锻造，从而实现制成的空心气门的杆部、颈部及盘部整体流线分布合理，组织细密，满足性能要求；通过利用气阀金属管料作为坯料实现轧制和锻造，不需要通过打孔的方式实现气门的挖空，有效避免材料浪费，具有废品率低、节材率高、成形精度高、生产率高等优点。

本发明并不局限于上述实施方式，如果对本发明的各种改动或变形不脱离本发明的精神和范围，倘若这些改动和变形属于本发明的权利要求和等同技术范围之内，则本发明也意图包含这些改动和变形。

权利要求书

1、一种高效近净的发动机空心气门毛坯精密成形方法，其特征在于：包括以下步骤：

步骤 1：制造楔横轧模具和模锻成形模具；

步骤 2：将气阀金属管料加热至轧制温度；

5 步骤 3：通过所述楔横轧模具对加热至轧制温度的气阀金属管料进行轧制，实现气阀金属管料产生外径变化并沿其轴向伸长形成一左右对称的空心气门坯料；所述空心气门坯料左右对称的对称线与其轴线垂直，且所述空心气门坯料的中部为杆部，其两端为盘部，且其杆部与盘部之间的连接段为其颈部；

10 步骤 4：沿所述空心气门坯料的对称线分割所述空心气门坯料，形成结构相同的第一空心气门预制坯和第二空心气门预制坯；每个空心气门预制坯由连续且依次连接的杆部、颈部和盘部组成；

步骤 5：通过所述模锻成形模具对所述第一空心气门预制坯或第二空心气门预制坯进行锻造，完成第一空心气门预制坯的盘部或第二空心气门预制坯的盘部成形为空心气门盘部，实现空心气门的制成。

15 2、根据权利要求 1 所述的高效近净的发动机空心气门毛坯精密成形方法，其特征在于：所述模锻成形模具包括分离设置的模具主体和冲击下压部件；

所述模具主体中设有上下设置并连续连通且轴线共线的冲击内腔、空心气门盘部成形内腔、空心气门颈部成形内腔及空心气门杆部放置内腔；所述空心气门盘部成形内腔由上下设置且连续的盘外圆成形腔、盘锥面成形腔及盘部凹面成形腔组成，所述盘外圆成形腔用于形成空心气门盘部的盘外圆，所述盘锥面成形腔用于形成空心气门盘部的盘锥面，
20 所述盘部凹面成形腔用于形成空心气门盘部的弧形凹面；所述空心气门颈部成形内腔的轮廓与所述空心气门坯料的颈部的外轮廓一致；所述空心气门杆部放置内腔的轮廓与所述空心气门坯料的杆部的外轮廓一致；

所述冲击下压部件的顶端端面为一用于承载外部冲压力的冲压承载平面，其底端端面的中部设有一可伸入空心气门预制坯的内腔中并将冲压力作用于空心气门预制坯盘部的锻造件；所述锻造件的外围面由上下设置、轴线共线且连续的圆台侧面、弧形凹面及圆柱面组合形成。

25 3、根据权利要求 2 所述的高效近净的发动机空心气门毛坯精密成形方法，其特征在于：所述步骤 3 中，所述空心气门坯料的颈部的外围面由连续的圆台侧面与弧形凹面相互连接形成。

30

- 4、根据权利要求 3 所述的高效近净的发动机空心气门毛坯精密成形方法，其特征在于：每个空心气门预制坯的颈部的弧形凹面的半径 $R1$ 与所述模锻成形模具中盘部凹面成形腔面的半径 $R0$ 之间的关系满足 $R1=1.05 \times R0$ ；制成的空心气门的盘部的弧形凹面的半径 $R2$ 与所述模锻成形模具中盘部凹面成形腔腔面的半径 $R0$ 之间的关系满足 $R2=R0$ 。
- 5、根据权利要求 1 所述的高效近净的发动机空心气门毛坯精密成形方法，其特征在于：所述楔横轧模具包括楔入部分、展宽部分和精整部分；所述楔横轧模具的成形角为 $35^\circ \sim 38^\circ$ ，其楔入部分的展宽角为 $4^\circ \sim 6^\circ$ ，其展宽部分的展宽角为 $3^\circ \sim 5^\circ$ 。
- 6、根据权利要求 1 所述的高效近净的发动机空心气门毛坯精密成形方法，其特征在于：所述步骤 3 中，所述楔横轧模具在脱空情况下对所述加热至轧制温度的气阀金属管料进行轧制。
- 7、根据权利要求 1 所述的高效近净的发动机空心气门毛坯精密成形方法，其特征在于：所述步骤 5 中，利用所述第一空心气门预制坯或第二空心气门预制坯的轧制余热实现锻造，或者，在锻造前，对所述第一空心气门预制坯或第二空心气门预制坯进行加热。
- 8、根据权利要求 1 所述的高效近净的发动机空心气门毛坯精密成形方法，其特征在于：所述步骤 1 中，根据需要制得的空心气门的规格制造与其相应的楔横轧模具和模锻成形模具。
- 9、根据权利要求 1 所述的高效近净的发动机空心气门毛坯精密成形方法，其特征在于：所述步骤 2 中，通过加热炉实现气阀金属管料的加热；且所述气阀金属管料为钢管料；所述步骤 3 中，通过将所述楔横轧模具安装于楔横轧机，及通过推料装置将所述加热至轧制温度的气阀金属管料推送至所述楔横轧机中，实现所述楔横轧模具对所述加热至轧制温度的气阀金属管料的轧制。
- 10、根据权利要求 1 所述的高效近净的发动机空心气门毛坯精密成形方法，其特征在于：所述轧制温度为 $1000^\circ\text{C} \sim 1200^\circ\text{C}$ 。

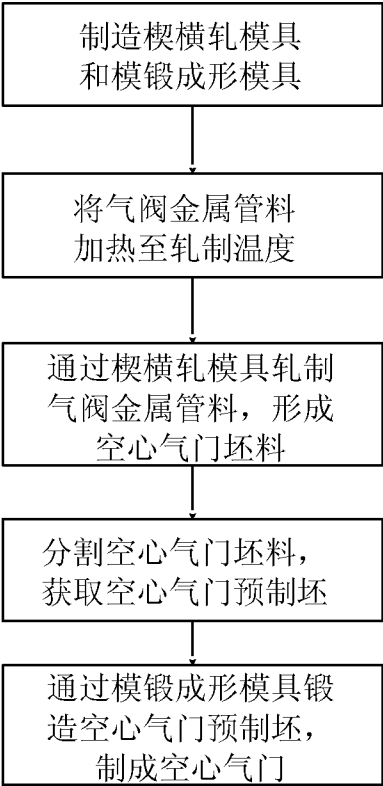


图 1

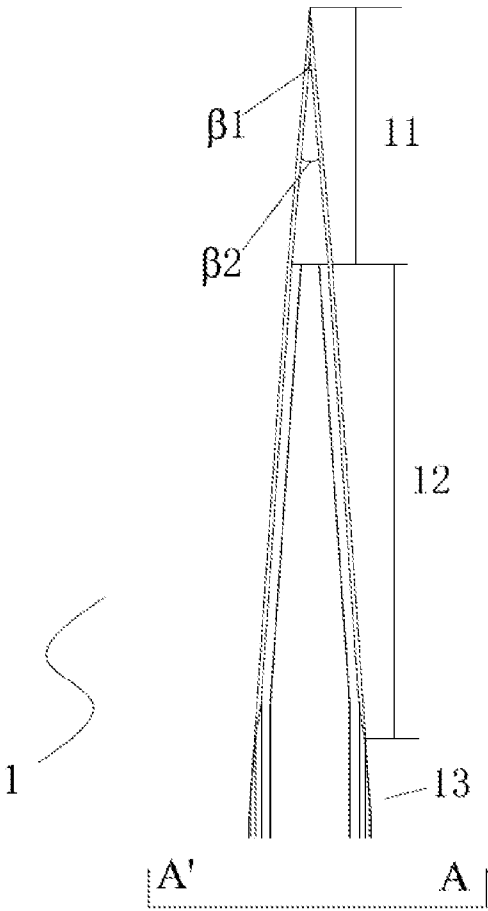


图 2

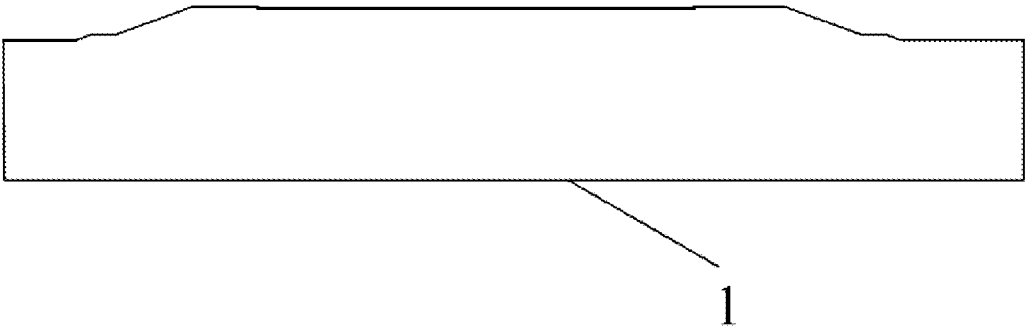


图 3

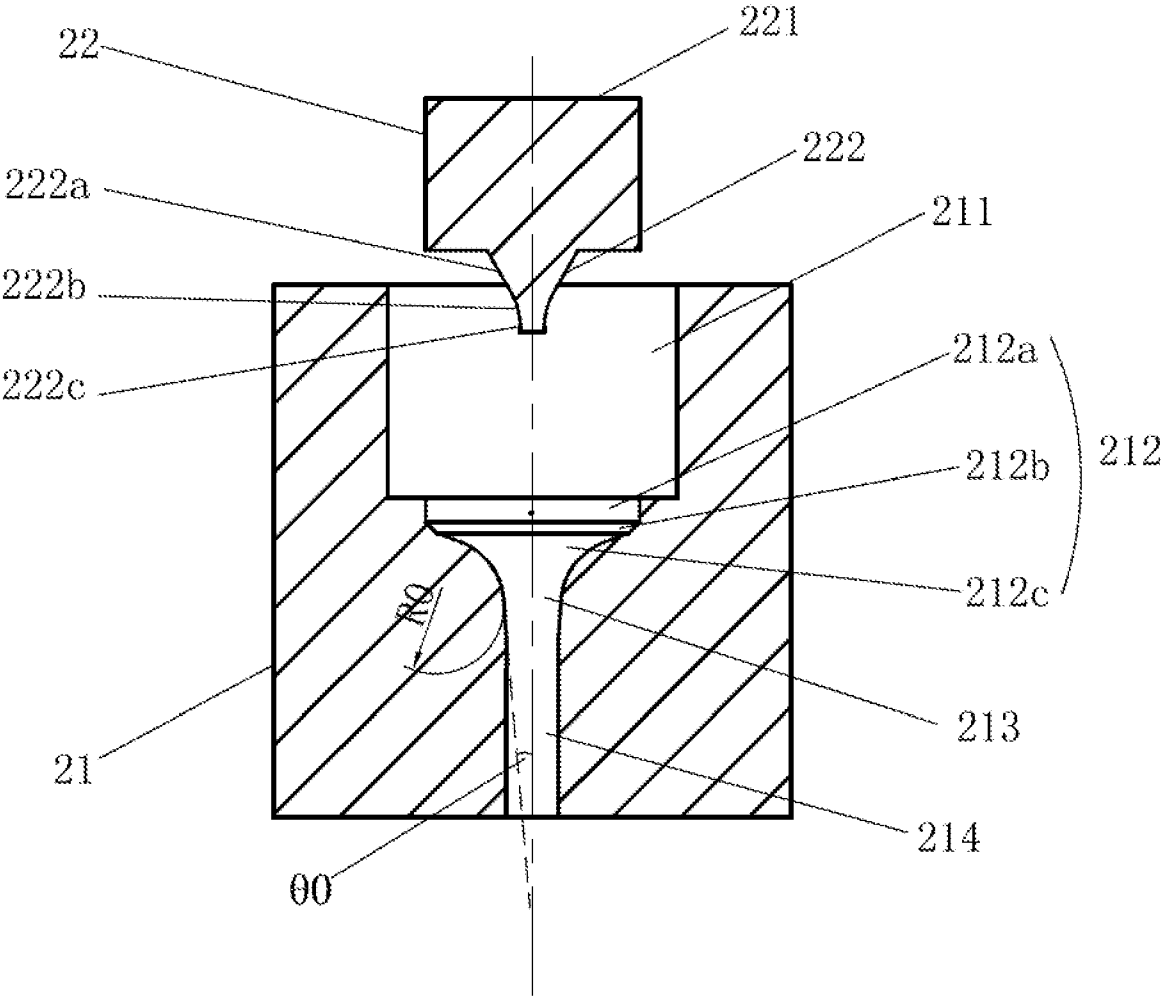


图 4

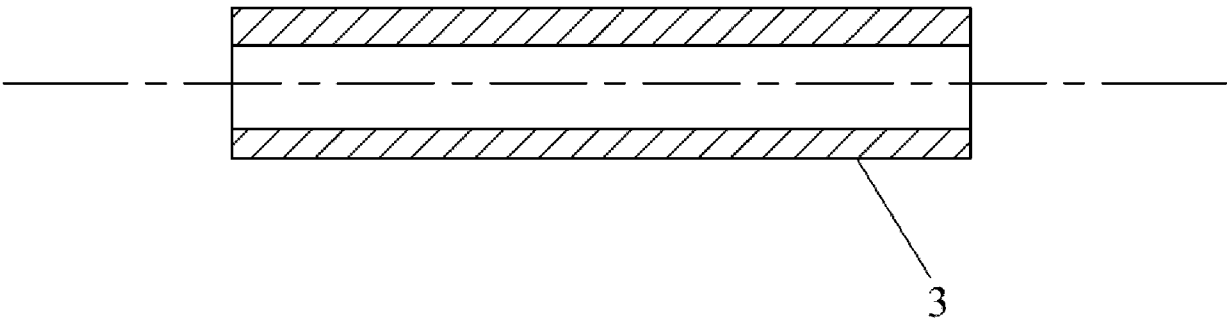


图 5

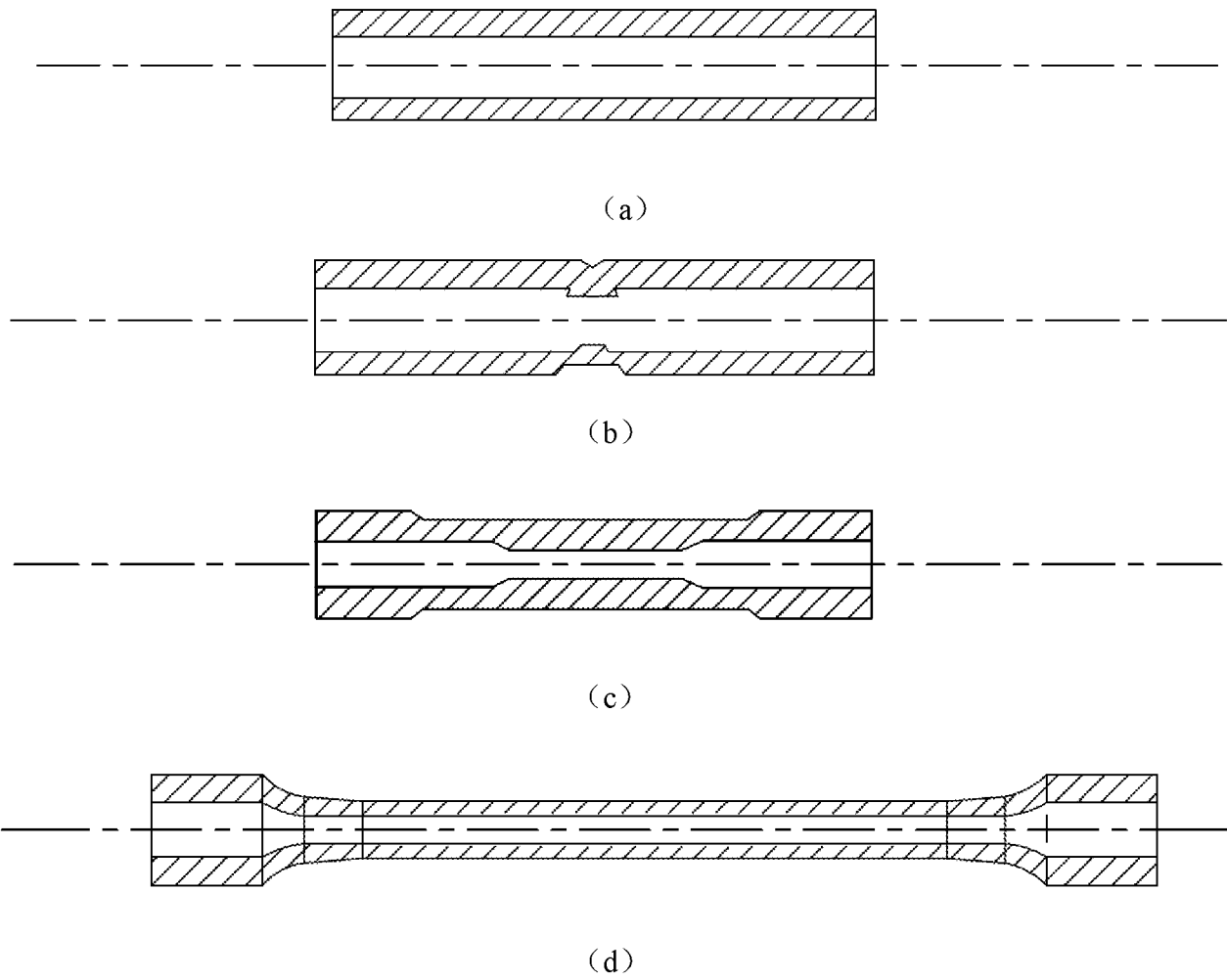


图 6

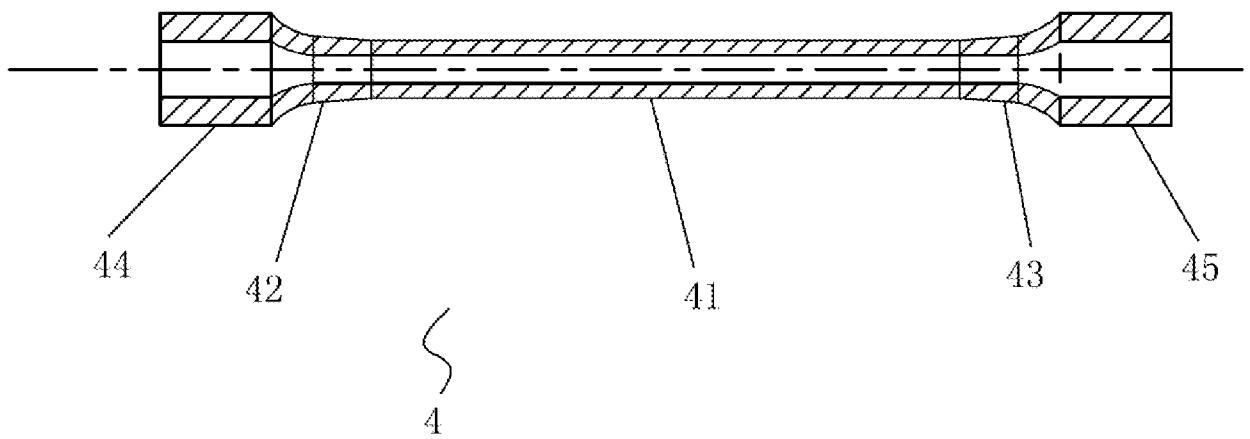


图 7

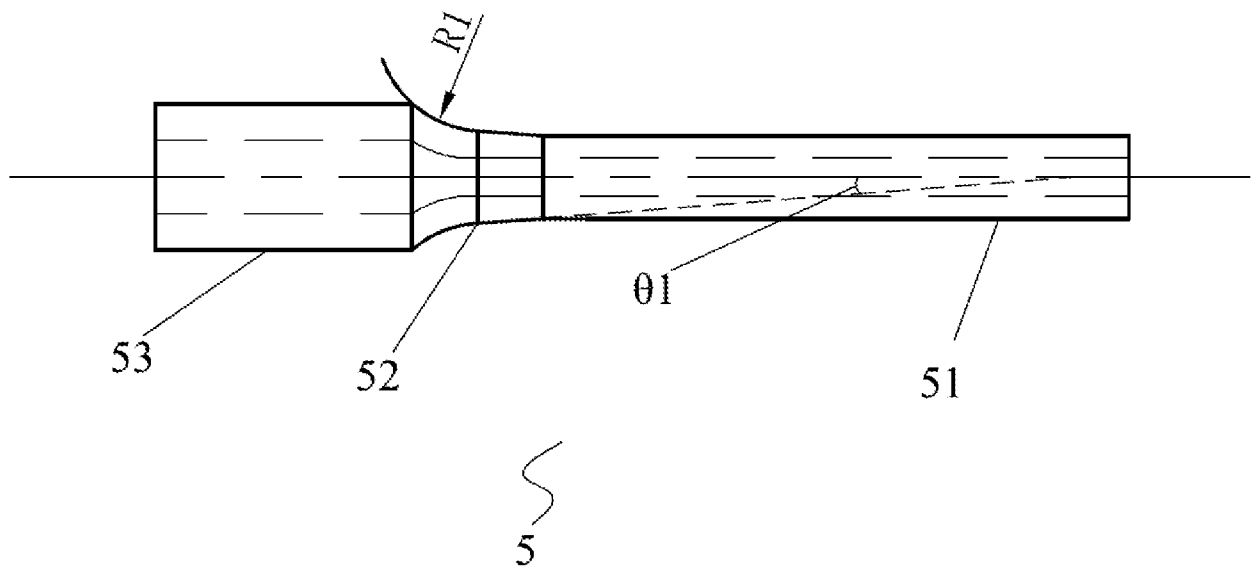


图 8

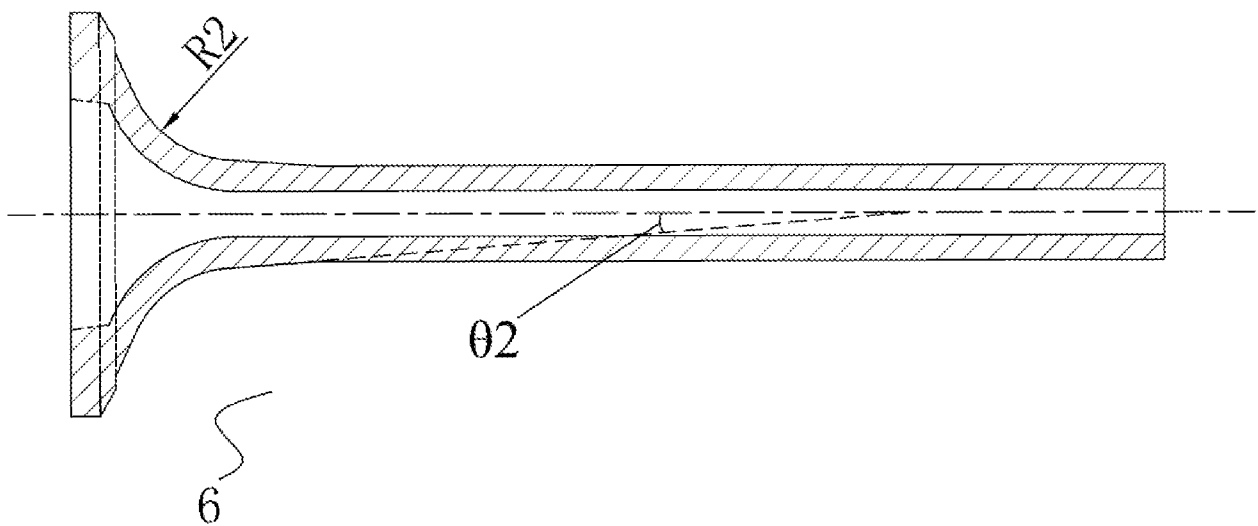


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2015/078674

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23P 15/00 (2006.01) i; B21K 3/00 (2006.01) n; B21J 13/02 (2006.01) n; B21H 1/00 (2006.01) n
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

b23p 15/+, B21k 3/+, B21j 13/+, B21h 1/+

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI: motor, valve, blank, forming, cross wedge rolling, mould, forge

WPI, EPODOC: motor, valve, blank, form+, cross, wedge, roll+, mould, mold, die, forg+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	CN 104942536 A (HUALI DENG YUN AUTO-PARTS (HOLDING) CO., LTD.), 30 September 2015 (30.09.2015), claims 1-10	1-10
A	CN 101856706 A (UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY BEIJING), 13 October 2010 (13.10.2010), the whole document	1-10
A	CN 101786132 A (UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY BEIJING), 28 July 2010 (28.07.2010), the whole document	1-10
A	US 4813126 A (WILLIAMSON WINDINGS INC.), 21 March 1989 (21.03.1989), the whole document	1-10
A	EP 2440808 A1 (NEUMAYER TEKFOR HOLDING GMBH), 18 April 2012 (18.04.2012), the whole document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 01 February 2016 (01.02.2016)	Date of mailing of the international search report 19 February 2016 (19.02.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer GUO, Zhenyu Telephone No.: (86-10) 62085159

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2015/078674

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104942536 A	30 September 2015	None	
CN 101856706 A	13 October 2010	CN 101856706 B	11 July 2012
CN 101786132 A	28 July 2010	None	
US 4813126 A	21 March 1989	None	
EP 2440808 A1	18 April 2012	US 2012103130 A1	03 May 2012
		EP 2440808 B1	25 June 2014
		WO 2010142266 A1	16 December 2010
		DE 102009025023 A1	16 December 2010
		US 8474136 B2	02 July 2013

A. 主题的分类		
B23P 15/00(2006.01)i; B21K 3/00(2006.01)n; B21J 13/02(2006.01)n; B21H 1/00(2006.01)n		
按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)		
b23p15/+, B21k3/+, B21j13/+, B21h1/+		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))		
CNPAT, CNKI: 发动机, 气门, 毛坯, 成形, 楔横轧, 模具, 气阀, 锻造; WPI, EPODOC: motor, valve, blank, form+, cross, wedge, roll+, mould, mold, die, forg+		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
E	CN 104942536 A (怀集登云汽配股份有限公司) 2015年 9月 30日 (2015 - 09 - 30) 权利要求1-10	1-10
A	CN 101856706 A (北京科技大学) 2010年 10月 13日 (2010 - 10 - 13) 全文	1-10
A	CN 101786132 A (北京科技大学) 2010年 7月 28日 (2010 - 07 - 28) 全文	1-10
A	US 4813126 A (WILLIAMSON WINDINGS INC) 1989年 3月 21日 (1989 - 03 - 21) 全文	1-10
A	EP 2440808 A1 (NEUMAYER TEKFOR HOLDING GMBH) 2012年 4月 18日 (2012 - 04 - 18) 全文	1-10
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期
2016年 2月 1日		2016年 2月 19日
ISA/CN的名称和邮寄地址		授权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088		郭振宇
传真号 (86-10)62019451		电话号码 (86-10)62085159

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/078674

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	104942536	A	2015年 9月 30日	无	
CN	101856706	A	2010年 10月 13日	CN	101856706 B 2012年 7月 11日
CN	101786132	A	2010年 7月 28日	无	
US	4813126	A	1989年 3月 21日	无	
EP	2440808	A1	2012年 4月 18日	US	2012103130 A1 2012年 5月 3日
				EP	2440808 B1 2014年 6月 25日
				WO	2010142266 A1 2010年 12月 16日
				DE	102009025023 A1 2010年 12月 16日
				US	8474136 B2 2013年 7月 2日