(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105215072 A
(43)申请公布日 2016.01.06

(21)申请号 201510664902.X

(22)申请日 2015.10.15

(71)申请人 南京理工大学
地址 210094 江苏省南京市孝陵卫200号

(72)发明人 涂域晖 宋成俊 李静臣 赵金库
邵建和 覃美甜 颜银标

(74)专利代理机构 南京理工大学专利中心 32203
代理人 马鲁晋

(51)Int.Cl.
B21C 25/02(2006.01)
B21C 23/02(2006.01)

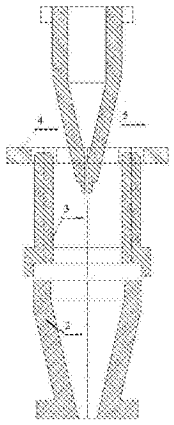
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

双锥形薄壁高强度铝合金零件热塑性流变成形模具及方法

(57)摘要

本发明公开了一种双锥形薄壁高强度铝合金零件热塑性流变成形模具及方法，所述模具包括凹模座、导向套圈、盖板和凸模芯，所述凹模座的内部开有凹槽，所述凹槽由两部分构成，凹槽的下方为倒锥形，凹槽的上方为圆柱形，锥形的底部直径与圆柱形的直径相同，导向套圈位于凹模座的上方，导向套圈的内径与凹模座中圆柱形凹槽的内径相同，导向套圈的上方设置盖板，所述凸模芯可从盖板和导向套圈中穿过并能最终穿入到凹模座的凹槽中，本发明的模具结构简单易行，仅用一套模具就可成形出具有连续金属流线的锥形薄壁零件。



CN 105215072 A

1. 一种双锥形薄壁高强度铝合金零件热塑性流变成形模具，其特征在于，包括凹模座 [2]、导向套圈 [3]、盖板 [4] 和凸模芯 [5]，所述凹模座 [2] 的内部开有凹槽，所述凹槽由两部分构成，凹槽的下方为倒锥形，凹槽的上方为圆柱形，锥形的底部直径与圆柱形的直径相同，导向套圈 [3] 位于凹模座 [2] 的上方，导向套圈 [3] 的内径与凹模座 [2] 中圆柱形凹槽的内径相同，导向套圈 [3] 的上方设置盖板 [4]，所述凸模芯 [5] 可从盖板 [4] 和导向套圈 [3] 中穿过并能最终穿入到凹模座 [2] 的凹槽中，凸模芯 [5] 外形与凹模座 [2] 凹槽内形之间间隙为零件毛坯的壁厚。

2. 一种基于权利要求 1 所述模具的双锥形薄壁高强度铝合金零件热塑性流变成形方法，其特征在于，包括以下步骤：

步骤 1、坯料准备，将金属管料或棒料进行切削加工，将其切削成成形坯料 [1]；

步骤 2、模块预热，将工作面已喷刷涂料的凹模座 [2]、导向套圈 [3]、盖板 [4] 和凸模芯 [5] 放入加热炉中进行预热，之后保温；

步骤 3、合模，将刷有涂料的坯料 [1] 放入预热后的凹模座 [2] 内，再将导向套圈 [3]、盖板 [4] 依次置于凹模座 [2] 上端面上，最后将凸模芯 [5] 放于导向套圈 [3] 内，完成合模过程；

步骤 4、模具加热，将已合模的模具放入炉中加热，之后保温；

步骤 5、压制成形，保温完成后，将模具移到四柱油压机工作台面上，先用压边滑块压紧导向套圈 [3]，再用与压机动滑块相连的压头将凸模芯 [5] 在导向套圈 [3] 的引导下压入凹模座 [2] 中，凸模芯 [5] 达到设定位置后保压一定时间后完成成形过程；

步骤 6、脱模，先用压机顶缸顶起模具，再用撑杆支撑住模具后退回顶缸，然后用压边滑块对导向套圈 [4] 加压，使凸模芯 [5] 从成形件中退出；再从凹模座 [2] 取下盖板 [4]、导向套圈 [3]，最后取出成形零件毛坯 [6]；

步骤 7、对零件毛坯 [6] 进行热处理；

步骤 8、对零件毛坯 [6] 进行切削精加工，获得零件。

3. 根据权利要求 2 所述的双锥形薄壁高强度铝合金零件热塑性流变成形方法，其特征在于，步骤 2、步骤 3 中的涂料为：水基石墨涂料。

4. 根据权利要求 2 所述的双锥形薄壁高强度铝合金零件热塑性流变成形方法，其特征在于，步骤 2 中的预热温度为 430℃～ 500℃，保温时间为 40min ～ 80min。

5. 根据权利要求 2 所述的双锥形薄壁高强度铝合金零件热塑性流变成形方法，其特征在于，步骤 4 中加热温度为 430℃～ 500℃，保温 20min ～ 60min。

6. 根据权利要求 2 所述的双锥形薄壁高强度铝合金零件热塑性流变成形方法，其特征在于，步骤 5 中保压的时间为 8 ～ 15 秒。

双锥形薄壁高强度铝合金零件热塑性流变成形模具及方法

技术领域

[0001] 本发明属于热塑性挤压成形领域，特别是一种双锥形薄壁高强度铝合金零件热塑性流变成形模具及方法。

背景技术

[0002] 锥形薄壁零件是指零件壁厚在1mm左右、直径大于60mm的外形及内腔呈锥形的一类零件，主要由机械切削加工方法成形，也有用旋压方法成形，但旋压锥形薄壁零件、尤其是双锥薄壁零件的工艺技术难度大，工业实际应用很少。机械切削加工方法制造锥形薄壁零件的材料利用率在5％以下，切削工作量大、生产周期长，导致生产成本高、生产效率低，且切削加工使金属内部流线不连续，产品的强度及刚度等性能下降，因此，双锥薄壁零件切削加工工艺是一种落后的零件成形工艺。

[0003] 已有很多研究和专利用来克服上述不足。在《5A06铝合金非对称件双向加压拉深成形研究》的文献中，针对5A06铝合金非对称筒形零件所提出的用双向加压拉深法成形该零件，但成形件尺寸精度低；改用冷挤压后两次变薄拉伸成形工艺，提高了生产率，但加工余量大、产品合格率低。

[0004] 专利号为200810232984.0的专利公开了一种高强度铝合金锥形薄壁件冷挤压成形工艺，该工艺的步骤包括：对棒材机加下料、挤压前退火处理和表面氧化及润滑处理、正挤压整形、一次挤锥孔、二次挤锥孔、固溶处理、时效处理，机加工外形，但是因其工序复杂、模具磨损大等原因而无法用于工业生产。

[0005] 专利号为201410634255.3的专利公开了一种铝合金双锥异形深孔件毛坯挤压成型方法，具体为：将棒料切成节料；将节料放入加热炉中加热，温度达到300±20℃，并保温15min～20min；制作第一挤压模具、第二挤压模具、第三挤压模具和第四挤压模具，将第一、第二、第三挤压模具温度分别预热到250-300℃；分别在第一、第二、第三、第四挤压模具中，进行第一、第二、第三、第四次挤压，最后得到双锥异形深孔件毛坯，该件专利中成形需要4套模具，增加了实际生产的工艺复杂性。

[0006] 由上可知，现有技术中尚无一种简单实用的生产双锥形薄壁高强度铝合金零件的模具和方法。

发明内容

[0007] 本发明所解决的技术问题在于提供一种双锥形薄壁高强度铝合金零件热塑性流变成形模具及方法。

[0008] 实现本发明目的的技术解决方案为：一种双锥形薄壁高强度铝合金零件热塑性流变成形模具，包括凹模座、导向套圈、盖板和凸模芯，所述凹模座的内部开有凹槽，所述凹槽由两部分构成，凹槽的下方为倒锥形，凹槽的上方为圆柱形，锥形的底部直径与圆柱形的直径相同，导向套圈位于凹模座的上方，导向套圈的内径与凹模座中圆柱形凹槽的内径相同，导向套圈的上方设置盖板，所述凸模芯可从盖板和导向套圈中穿过并能最终穿入到凹模座

的凹槽中，凸模芯外形与凹模座凹槽内形之间间隙为零件毛坯的壁厚。

[0009] 一种双锥形薄壁高强度铝合金零件热塑性流变成形方法，包括以下步骤：

[0010] 步骤 1、坯料准备，将金属管料或棒料进行切削加工，将其切削成成形坯料；

[0011] 步骤 2、模块预热，将工作面已喷刷涂料的凹模座、导向套圈、盖板和凸模芯放入加热炉中进行预热，之后保温；

[0012] 步骤 3、合模，将刷有涂料的坯料放入预热后的凹模座内，再将导向套圈、盖板依次置于凹模座上端面上，最后将凸模芯放于导向套圈内，完成合模过程；

[0013] 步骤 4、模具加热，将已合模的模具放入炉中加热，之后保温；

[0014] 步骤 5、压制成形，保温完成后，将模具移到四柱油压机工作台面上，先用压边滑块压紧导向套圈，再用与压机动滑块相连的压头将凸模芯在导向套圈的引导下压入凹模座中，凸模芯达到设定位置后保压一定时间后完成成形过程；

[0015] 步骤 6、脱模，先用压机顶缸顶起模具，再用撑杆支撑住模具后退回顶缸，然后用压边滑块对导向套圈加压，使凸模芯从成形件中退出；再从凹模座取下盖板、导向套圈，最后取出成形零件毛坯；

[0016] 步骤 7、对零件毛坯进行热处理；

[0017] 步骤 8、对零件毛坯进行切削精加工，获得零件。

[0018] 本发明与现有技术相比，其显著优点为：1) 本发明的方法解决现有切削加工成形工艺中生产双锥薄壁零件所存在的问题，用本发明提供的工艺方法可高效生产出材料利用率高、切削加工量少的零件；2) 本发明的模具结构简单易行，仅用一套模具就可成形出具有连续金属流线的锥形薄壁零件；比切削加工法节省金属材料达到 80％以上，还节省了大量的机械切削加工工时，简化了生产工艺。

[0019] 下面结合附图对本发明作进一步详细描述。

附图说明

[0020] 图 1 为坯料形状示意图。

[0021] 图 2 为模具示意图。

[0022] 图 3 为合模图。

[0023] 图 4 为压制结束示意图。

具体实施方式

[0024] 结合附图，本发明的一种双锥形薄壁高强度铝合金零件热塑性流变成形模具，包括凹模座 2、导向套圈 3、盖板 4 和凸模芯 5，所述凹模座 2 的内部开有凹槽，所述凹槽由两部分构成，凹槽的下方为倒锥形，凹槽的上方为圆柱形，锥形的底部直径与圆柱形的直径相同，导向套圈 3 位于凹模座 2 的上方，导向套圈 3 的内径与凹模座 2 中圆柱形凹槽的内径相同，导向套圈 3 的上方设置盖板 4，所述凸模芯 5 可从盖板 4 和导向套圈 3 中穿过并能最终穿入到凹模座 2 的凹槽中，凸模芯 5 外形与凹模座 2 凹槽内形之间间隙为零件毛坯的壁厚。

[0025] 一种基于上述模具的双锥形薄壁高强度铝合金零件热塑性流变成形方法，包括以下步骤：

[0026] 步骤 1、坯料准备，将金属管料或棒料进行切削加工，将其切削成成形坯料 1；

[0027] 步骤 2、模块预热，将工作面已喷刷涂料的凹模座 2、导向套圈 3、盖板 4 和凸模芯 5 放入加热炉中进行预热，之后保温；所述涂料为：水基石墨涂料。预热温度为 430℃～500℃，保温时间为 40min ～ 80min。

[0028] 步骤 3、合模，将刷有涂料的坯料 1 放入预热后的凹模座 2 内，再将导向套圈 3、盖板 4 依次置于凹模座 2 上端面上，最后将凸模芯 5 放于导向套圈 3 内，完成合模过程；所述涂料为：水基石墨涂料。

[0029] 步骤 4、模具加热，将已合模的模具放入炉中加热，之后保温；加热温度为 430℃～500℃，保温 20min ～ 60min。

[0030] 步骤 5、压制成形，保温完成后，将模具移到四柱油压机工作台面上，先用压边滑块压紧导向套圈 3，再用与压机动滑块相连的压头将凸模芯 5 在导向套圈 3 的引导下压入凹模座 2 中，凸模芯 5 达到设定位置后保压一定时间后完成成形过程；保压的时间为 8 ～ 15 秒。

[0031] 步骤 6、脱模，先用压机顶缸顶起模具，再用撑杆支撑住模具后退回顶缸，然后用压边滑块对导向套圈 4 加压，使凸模芯 5 从成形件中退出；再从凹模座 2 取下盖板 4、导向套圈 3，最后取出成形零件毛坯 6；

[0032] 步骤 7、对零件毛坯 6 进行热处理；

[0033] 步骤 8、对零件毛坯 6 进行切削精加工，获得零件。

[0034] 下面结合实施例进行更详细的描述：

[0035] 实施例 1

[0036] 最大外径 80mm、壁厚 5mm、第一锥为 40 度、第二锥为 9 度、总 145mm 的双锥形 2A12 铝合金零件的热塑性流变成形工艺如下：

[0037] (1)备坯料 1：先将双锥形 2A12 铝合金零件图转化为内外表面加工余量分别为 0.5mm、0.6mm 的成形毛坯图，再根据毛坯件的重量、形状结构特点，确定坯料 [1] 的形状和尺寸，最后选用 2A12 铝合金管料外径为 55mm、壁厚 10mm 经切削加工成一端内、外径为 54mm、36mm，另一端内、外径为 48mm、38mm，总长为 115mm 的（所有尺寸公差≤ 0.10mm）成形坯料 1；

[0038] (2)模块预热：将工作面已喷刷涂料的凹模座 2、导向套圈 3、盖板 4、凸模芯 5 放入加热炉中预热，加热温度为 470℃ ±3℃，保温 60min；

[0039] (3)合模：将刷有涂料的坯料 1 按小端向下的方向放入预热后的凹模座 2 内，再将导向套圈 3、盖板 4 依次置于凹模座 2 上端面上，最后将凸模芯 5 放于导向套圈 3 内，完成合模过程；

[0040] (4)模具加热：将已合模的模具放入炉中加热，加热温度为 460℃ ±3℃，保温 30min；

[0041] (5)压制成形：保温完成后，将模具移到四柱油压机工作台面上，先用压边滑块压紧导向套圈 3，再用与压机动滑块相连的压头将凸模芯 5 在导向套圈 3 的引导下压入凹模座 2 中，凸模芯 5 达到一定位置后保压 10 秒后完成成形过程；

[0042] (6)脱模：先用压机顶缸顶起模具，再用撑杆支撑住模具后退回顶缸，然后用压边滑块对导向套圈 4 加压，使凸模芯 5 从成形件中退出；再从凹模座 2 取下盖板 4、导向套圈 3，最后取出成形零件毛坯 6；

[0043] (7)热处理：对零件毛坯 6 进行如下热处理，具体的热处理工艺由零件毛坯 6 的材料

类型确定；

[0044] (8)精加工：按零件图要求对零件毛坯 6 进行切削加工，获得形状、尺寸与力学性能均满足要求的零件。

[0045] 实施例 2

[0046] 直线段长 33mm、外径为 115mm，第二锥为 28 度，壁厚均为 5mm、总长为 215mm 的双锥形 2A12 铝合金零件的热塑性流变成形工艺如下：

[0047] (1)坯料 1：先将双锥形 2A12 铝合金零件图转化为内、外表面加工余量分别为 1.0mm、0.8mm 的成形毛坯图，由该毛坯件的重量、形状，确定所用坯料 1 的形状和尺寸，最后选用 2A12 铝合金管料外径为 80mm、壁厚 10mm、长度为 120mm，一端的外侧倒角为 4×28°、另一端的内侧倒角为 4×28°，总长为 120mm 的（所有尺寸公差≤ 0.10mm）成形坯料 1；

[0048] (2)模块预热：将工作面已喷刷涂料的凹模座 2、导向套圈 3、盖板 4、凸模芯 5 放入加热炉中预热，加热温度为 490℃ ±3℃，保温 60min；

[0049] (3)合模：将内外表面刷有涂料的坯料 1 按外侧倒角端向下的方向放入预热后的凹模座 2 内，再将导向套圈 3、盖板 4 依次置于凹模座 2 上端面上，最后将凸模芯 5 放于导向套圈 3 内，完成合模过程；

[0050] (4)模具加热：将已合模的模具放入炉中加热，加热温度为 480℃ ±3℃，保温 40min；

[0051] (5)压制成形：保温完成后，将模具移到四柱油压机工作台面上，先用压边滑块压紧导向套圈 3，再用与压机动滑块相连的压头将凸模芯 5 在导向套圈 3 的引导下压入凹模座 2 中，凸模芯 5 达到一定位置后保压 13 秒后完成成形过程；

[0052] (6)脱模：先用压机顶缸顶起模具，再用撑杆支撑住模具后退回顶缸，然后用压边滑块对导向套圈 3 加压，使凸模芯 5 从成形件中退出；再从凹模座 2 取下盖板 4、导向套圈 3，最后取出成形零件毛坯 6；

[0053] (7)热处理：对零件毛坯 6 进行如下热处理，具体的热处理工艺由零件毛坯 6 的材料类型确定；

[0054] (8)精加工：按零件图要求对零件毛坯 6 进行切削加工，获得形状、尺寸与力学性能均满足要求的零件。

[0055] 实施例 3

[0056] 最大外径 80mm、壁厚 5mm、第一锥为 40 度、第二锥为 9 度、总 145mm 的双锥形 2A12 铝合金零件的热塑性流变成形工艺如下：

[0057] (1)坯料 1：先将双锥形 2A12 铝合金零件图转化为内、外表面加工余量分别为 1.0mm、0.8mm 的成形毛坯图，由该毛坯件的重量、形状，确定所用坯料 1 的形状和尺寸，最后选用 2A12 铝合金管料外径为 80mm、壁厚 10mm、长度为 120mm，一端的外侧倒角为 4×28°、另一端的内侧倒角为 4×28°，总长为 120mm 的（所有尺寸公差≤ 0.10mm）成形坯料 1；

[0058] (2)模块预热：将工作面已喷刷涂料的凹模座 2、导向套圈 3、盖板 4、凸模芯 5 放入加热炉中预热，加热温度为 430℃，保温 40min；

[0059] (3)合模：将内外表面刷有涂料的坯料 1 按外侧倒角端向下的方向放入预热后的凹模座 2 内，再将导向套圈 3、盖板 4 依次置于凹模座 2 上端面上，最后将凸模芯 5 放于导向套圈 3 内，完成合模过程；

[0060] (4)模具加热：将已合模的模具放入炉中加热，加热温度为430℃，保温20min；

[0061] (5)压制成形：保温完成后，将模具移到四柱油压机工作台面上，先用压边滑块压紧导向套圈3，再用与压机动滑块相连的压头将凸模芯5在导向套圈3的引导下压入凹模座2中，凸模芯5达到一定位置后保压8秒后完成成形过程；

[0062] (6)脱模：先用压机顶缸顶起模具，再用撑杆支撑住模具后退回顶缸，然后用压边滑块对导向套圈3加压，使凸模芯5从成形件中退出；再从凹模座2取下盖板4、导向套圈3，最后取出成形零件毛坯6；

[0063] (7)热处理：对零件毛坯6进行如下热处理，具体的热处理工艺由零件毛坯6的材料类型确定；

[0064] (8)精加工：按零件图要求对零件毛坯6进行切削加工，获得形状、尺寸与力学性能均满足要求的零件。

[0065] 实施例4

[0066] 最大外径80mm、壁厚5mm、第一锥为40度、第二锥为9度、总145mm的双锥形2A12铝合金零件的热塑性流变成形工艺如下：

[0067] (1)坯料1：先将双锥形2A12铝合金零件图转化为内、外表面加工余量分别为1.0mm、0.8mm的成形毛坯图，由该毛坯件的重量、形状，确定所用坯料1的形状和尺寸，最后选用2A12铝合金管料外径为80mm、壁厚10mm、长度为120mm，一端的外侧倒角为4×28°、另一端的内侧倒角为4×28°，总长为120mm的（所有尺寸公差≤0.10mm）成形坯料1；

[0068] (2)模块预热：将工作面已喷刷涂料的凹模座2、导向套圈3、盖板4、凸模芯5放入加热炉中预热，加热温度为500℃，保温80min；

[0069] (3)合模：将内外表面刷有涂料的坯料1按外侧倒角端向下的方向放入预热后的凹模座2内，再将导向套圈3、盖板4依次置于凹模座2上端面上，最后将凸模芯5放于导向套圈3内，完成合模过程；

[0070] (4)模具加热：将已合模的模具放入炉中加热，加热温度为500℃，保温60min；

[0071] (5)压制成形：保温完成后，将模具移到四柱油压机工作台面上，先用压边滑块压紧导向套圈3，再用与压机动滑块相连的压头将凸模芯5在导向套圈3的引导下压入凹模座2中，凸模芯5达到一定位置后保压15秒后完成成形过程；

[0072] (6)脱模：先用压机顶缸顶起模具，再用撑杆支撑住模具后退回顶缸，然后用压边滑块对导向套圈3加压，使凸模芯5从成形件中退出；再从凹模座2取下盖板4、导向套圈3，最后取出成形零件毛坯6；

[0073] (7)热处理：对零件毛坯6进行如下热处理，具体的热处理工艺由零件毛坯6的材料类型确定；

[0074] (8)精加工：按零件图要求对零件毛坯6进行切削加工，获得形状、尺寸与力学性能均满足要求的零件。

[0075] 实施例5

[0076] 直线段长33mm、外径为115mm，第二锥为28度，壁厚均为5mm、总长为215mm的双锥形2A12铝合金零件的热塑性流变成形工艺如下：

[0077] (1)坯料1：先将双锥形2A12铝合金零件图转化为内、外表面加工余量分别为1.0mm、0.8mm的成形毛坯图，由该毛坯件的重量、形状，确定所用坯料1的形状和尺寸，最后

选用 2A12 铝合金管料外径为 80mm、壁厚 10mm、长度为 120mm，一端的外侧倒角为 4×28°、另一端的内侧倒角为 4×28°，总长为 120mm 的（所有尺寸公差≤ 0.10mm）成形坯料 1；

[0078] (2)模块预热：将工作面已喷刷涂料的凹模座 2、导向套圈 3、盖板 4、凸模芯 5 放入加热炉中预热，加热温度为 460℃ ±3℃，保温 60min；

[0079] (3)合模：将内外表面刷有涂料的坯料 1 按外侧倒角端向下的方向放入预热后的凹模座 2 内，再将导向套圈 3、盖板 4 依次置于凹模座 2 上端面上，最后将凸模芯 5 放于导向套圈 3 内，完成合模过程；

[0080] (4)模具加热：将已合模的模具放入炉中加热，加热温度为 480℃ ±3℃，保温 40min；

[0081] (5)压制成形：保温完成后，将模具移到四柱油压机工作台面上，先用压边滑块压紧导向套圈 3，再用与压机动滑块相连的压头将凸模芯 5 在导向套圈 3 的引导下压入凹模座 2 中，凸模芯 5 达到一定位置后保压 13 秒后完成成形过程；

[0082] (6)脱模：先用压机顶缸顶起模具，再用撑杆支撑住模具后退回顶缸，然后用压边滑块对导向套圈 3 加压，使凸模芯 5 从成形件中退出；再从凹模座 2 取下盖板 4、导向套圈 3，最后取出成形零件毛坯 6；

[0083] (7)热处理：对零件毛坯 6 进行如下热处理，具体的热处理工艺由零件毛坯 6 的材料类型确定；

[0084] (8)精加工：按零件图要求对零件毛坯 6 进行切削加工，获得形状、尺寸与力学性能均满足要求的零件。

[0085] 本发明通过选用合适的原材料形状与尺寸，用 1 套模具即可成形出双锥形薄壁毛坯件，再经少量的机械切削加工，获得双锥形薄壁零件。本发明的模具结构简单易行；比切削加工法节省金属材料达到 80％以上，还节省了大量的机械切削加工工时，简化了生产工艺。

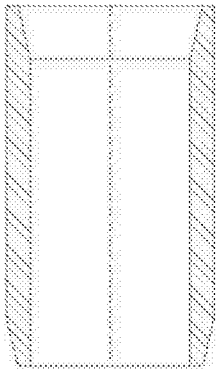


图 1

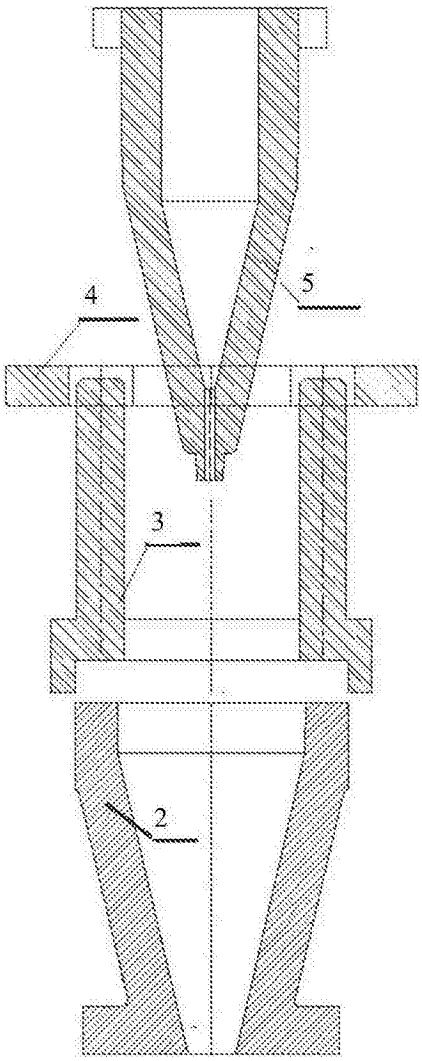


图 2

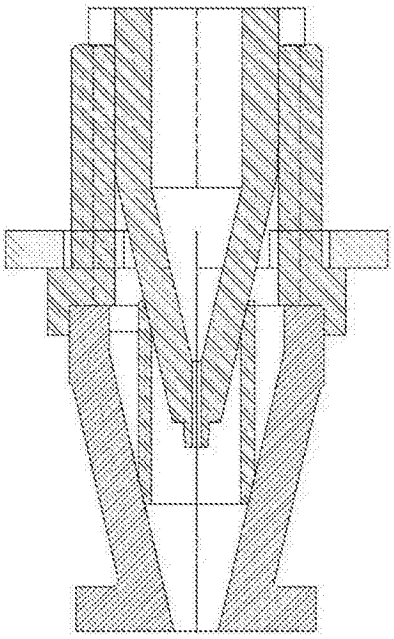


图 3

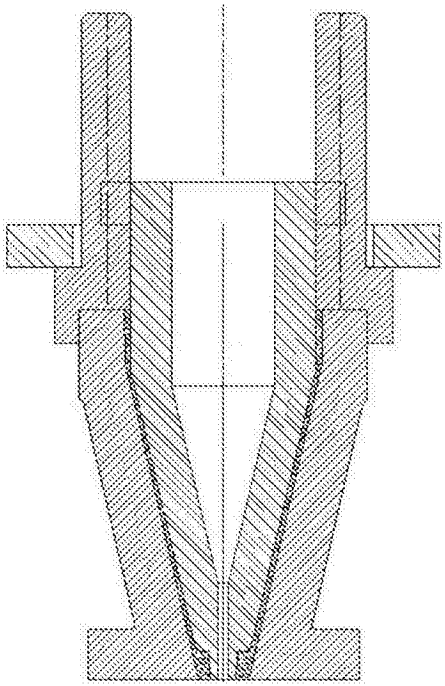


图 4