



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113042559 A

(43) 申请公布日 2021.06.29

(21) 申请号 202110279603.X

(22) 申请日 2021.03.16

(71) 申请人 中北大学

地址 030051 山西省太原市学院路3号

(72) 发明人 张治民 徐文龙 于建民 李国俊

王强 郝红元

(74) 专利代理机构 厦门市天富勤知识产权代理

事务所(普通合伙) 35244

代理人 唐绍烈

(51) Int. Cl.

B21C 23/03 (2006.01)

B21C 25/02 (2006.01)

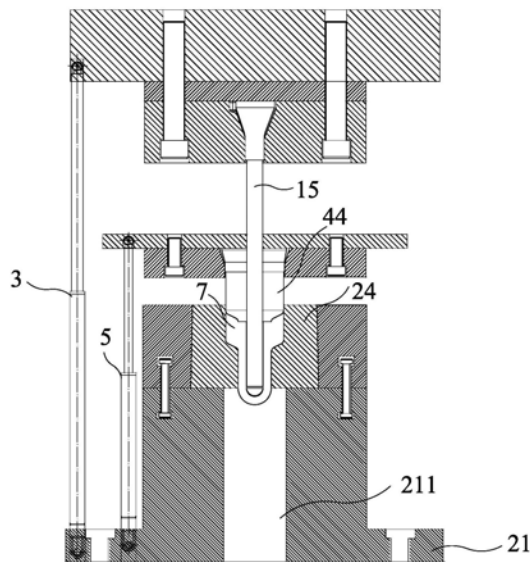
权利要求书1页 说明书4页 附图7页

(54) 发明名称

大高径比筒体变薄引伸挤压复合成形方法

(57) 摘要

本发明公开大高径比筒体变薄引伸挤压复合成形方法,包含:步骤一,下料,圆柱形坯料置入挤压腔内,步骤二,反挤压凸模开始向下运动,正挤压凸模开始向下运动,正挤压凸模先进入挤压腔内,与坯料上表面接触后停止,限制坯料上移;接着,反挤压凸模向下运动,从坯料中间挤压,当坯料中部金属充满顶杆的凹槽后,坯料开始向上流动,直到坯料上部与正挤压凸模下表面接触,坯料开始横向流动,逐渐填充内型腔,反挤压凸模停止,步骤三,拆除顶杆和下模组件,反挤压凸模沿贯通孔内壁向下引伸,正挤压凸模下表面与转折腔底部内壁接触合并,最后得到大高径比筒体成形件。本案通过一道工序完成三个工艺,解决传统加工尺寸受限、成本高、效率低的问题。



1. 大高径比筒体变薄引伸挤压复合成形方法,其特征在于:包含以下步骤:

步骤一,成形前准备:下料,将棒料加工成圆柱形坯料,并均匀化保温,然后,将大高径比筒体变薄引伸挤压复合成形模具装配、加热保温、取出,所述大高径比筒体变薄引伸挤压复合成形模具包括上模组件、反挤压凸模、下模组件、凹模、第一伸缩缸、中模组件、正挤压凸模、第二伸缩缸和顶杆;所述中模组件位于所述上模组件和下模组件之间,所述反挤压凸模固定于上模组件的下部,所述正挤压凸模固定于中模组件的下部,且所述中模组件和正挤压凸模同轴开设贯通孔供反挤压凸模穿过,所述凹模固定于下模组件的上部,所述第一伸缩缸和第二伸缩缸均包括固定端和伸缩端,第一伸缩缸和第二伸缩缸的固定端固定在所述下模组件上,第一伸缩缸的伸缩端连接所述上模组件以带动上模组件和反挤压凸模上下移动,第二伸缩缸的伸缩端连接所述中模组件以带动中模组件和正挤压凸模上下移动,所述凹模设有内型腔,内型腔由上至下依次分为挤压腔、转折腔和引伸腔,所述挤压腔供坯料放置,引伸腔的直径小于挤压腔的直径,反挤压凸模和引伸腔位于同一轴线上,反挤压凸模半径和引伸腔半径之差为待成形筒体壁厚,引伸腔底部开设出料口,下模组件对应出料口的位置开设出料通道,下模组件上安装所述顶杆,顶杆贯穿在出料通道内,顶杆上部与所述凹模相抵,顶杆上表面在对应引伸腔的下方形成凹槽;所述转折腔收拢过渡连接在挤压腔和引伸腔之间,正挤压凸模直径与挤压腔直径相同,正挤压凸模下表面形状与转折腔形状相配合,圆柱形坯料置入挤压腔内;

步骤二,反挤压成形:先对坯料进行反挤压工艺,在第一伸缩缸的收缩运动下,上模组件向下运动带动反挤压凸模开始向下运动,在第二伸缩缸的收缩运动下,中模组件向下运动带动正挤压凸模开始向下运动,由于反挤压凸模与正挤压凸模分别由第一伸缩缸和第二伸缩缸分别控制,所以,反挤压凸模和正挤压凸模的运动速度可以是不一样的,首先正挤压凸模先进入挤压腔内,与坯料上表面接触后停止,限制坯料上移;接着,反挤压凸模向下运动,从坯料中间挤压,使坯料中部金属向下流动,当坯料中部金属充满顶杆的凹槽后,因为顶杆限制坯料流动,故坯料开始向上流动,直到坯料上部与正挤压凸模下表面接触,坯料开始横向流动,逐渐填充内型腔,填充完毕,反挤压工艺完成,反挤压凸模停止;

步骤三,正挤压、引伸复合成形:反挤压工艺完成后,拆除顶杆和下模组件,第一伸缩缸和第二伸缩缸继续启动,带动反挤压凸模和正挤压凸模同时向下运动,正挤压凸模沿着反挤压凸模和挤压腔内壁向下运动,同时,反挤压凸模沿贯通孔内壁向下引伸,实现正挤压与引伸复合成形加工,直到正挤压凸模下表面与转折腔底部内壁接触合并,从而可以将坯料彻底挤到引伸腔及引伸腔以下的出料通道中,而反挤压凸模始终不贯穿坯料,使得坯料底端为闭合结构,逐渐完成筒体底端的最终成形,复合成形工艺完成;

步骤四,拆除模具,最后得到整体截面呈“U”型的大高径比筒体成形件。

## 大高径比筒体变薄引伸挤压复合成形方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于金属复合材料的加工设备技术领域,具体涉及一种大高径比筒体变薄引伸、挤压复合成形方法。

### 背景技术

[0002] 目前,传统反挤压的孔深较短,一般合金钢的内孔高径比在3左右,传统反挤压高径比太大,冲头容易失稳。传统正挤压虽然可以将坯料的盲孔高径比增大,但芯模的高径比也不能太大,否则芯模会失稳。成形材料均匀性、力学性能还有待优化。传统的正反挤压的方法,均不能满足具有一定高径比的筒体构件成形,也不能保证其质量。尽管采用一次反挤压+变薄引伸的工艺,则对于大高径比的构件,受变薄引伸系数的影响,需多次引伸才能成形。成本增加的同时,会使由于变形道次的增加,成形软化抵消前面的强化效果。生产效率较低。

[0003] 引伸和挤压是合金零件的常用成形方法。在零件的生产中,常以引伸工艺生产壁厚较均匀的合金筒类零件,而挤压工艺则用来成形壁厚有变化要求的零件。传统的生产工艺及设备,一般只能在一个工序内完成一种成形工艺,当需要用多个工艺来加工零件时,增加工序意味着增加另外的设备及模具,零件的生产周期随之增加,在增加生产成本的同时大大降低了生产效率。因此,当需要通过引伸与挤压工艺来生产一个合金零件时,传统的工艺设备不能在单一的设备上同时进行正挤压、反挤压、引伸三个工艺,严重阻碍了这一类产品成本的下降与效率的提升。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供大高径比筒体变薄引伸挤压复合成形方法,克服现有技术的不足,通过一道工序完成三个工艺的大高径比筒体变薄引伸,解决传统挤压复合成形加工尺寸受限、成本高、效率低的问题。

[0005] 为达成上述目的,本发明的解决方案为:大高径比筒体变薄引伸挤压复合成形方法,包含以下步骤:

[0006] 步骤一,成形前准备:下料,将棒料加工成圆柱形坯料,并均匀化保温,然后,将大高径比筒体变薄引伸挤压复合成形模具装配、加热保温、取出,所述大高径比筒体变薄引伸挤压复合成形模具包括上模组件、反挤压凸模、下模组件、凹模、第一伸缩缸、中模组件、正挤压凸模、第二伸缩缸和顶杆;所述中模组件位于所述上模组件和下模组件之间,所述反挤压凸模固定于上模组件的下部,所述正挤压凸模固定于中模组件的下部,且所述中模组件和正挤压凸模同轴开设贯通孔供反挤压凸模穿过,所述凹模固定于下模组件的上部,所述第一伸缩缸和第二伸缩缸均包括固定端和伸缩端,第一伸缩缸和第二伸缩缸的固定端固定在所述下模组件上,第一伸缩缸的伸缩端连接所述上模组件以带动上模组件和反挤压凸模上下移动,第二伸缩缸的伸缩端连接所述中模组件以带动中模组件和正挤压凸模上下移动,所述凹模设有内型腔,内型腔由上至下依次分为挤压腔、转折腔和引伸腔,所述挤压腔

供坯料放置,引伸腔的直径小于挤压腔的直径,反挤压凸模和引伸腔位于同一轴线上,反挤压凸模半径和引伸腔半径之差为待成形筒体壁厚,引伸腔底部开设出料口,下模组件对应出料口的位置开设出料通道,下模组件上安装所述顶杆,顶杆贯穿在出料通道内,顶杆上部与所述凹模相抵,顶杆上表面在对应引伸腔的下方形成凹槽;所述转折腔收拢过渡连接在挤压腔和引伸腔之间,正挤压凸模直径与挤压腔直径相同,正挤压凸模下表面形状与转折腔形状相配合,圆柱形坯料置入挤压腔内;

[0007] 步骤二,反挤压成形:先对坯料进行反挤压工艺,在第一伸缩缸的收缩运动下,上模组件向下运动带动反挤压凸模开始向下运动,在第二伸缩缸的收缩运动下,中模组件向下运动带动正挤压凸模开始向下运动,由于反挤压凸模与正挤压凸模分别由第一伸缩缸和第二伸缩缸分别控制,所以,反挤压凸模和正挤压凸模的运动速度可以是不一样的,首先正挤压凸模先进入挤压腔内,与坯料上表面接触后停止,限制坯料上移;接着,反挤压凸模向下运动,从坯料中间挤压,使坯料中部金属向下流动,当坯料中部金属充满顶杆的凹槽后,因为顶杆限制坯料流动,故坯料开始向上流动,直到坯料上部与正挤压凸模下表面接触,坯料开始横向流动,逐渐填充内型腔,填充完毕,反挤压工艺完成,反挤压凸模停止;

[0008] 步骤三,正挤压、引伸复合成形:反挤压工艺完成后,拆除顶杆和下模组件,第一伸缩缸和第二伸缩缸继续启动,带动反挤压凸模和正挤压凸模同时向下运动,正挤压凸模沿着反挤压凸模和挤压腔内壁向下运动,同时,反挤压凸模沿贯通孔内壁向下引伸,实现正挤压与引伸复合成形加工,直到正挤压凸模下表面与转折腔底部内壁接触合并,从而可以将坯料彻底挤到引伸腔及引伸腔以下的出料通道中,而反挤压凸模始终不贯穿坯料,使得坯料底端为闭合结构,逐渐完成筒体底端的最终成形,复合成形工艺完成;

[0009] 步骤四,拆除模具,最后得到整体截面呈“U”型的大高径比筒体成形件。

[0010] 采用上述方案后,本发明的有益效果在于:

[0011] 本发明能够通过反挤压、正挤压、引伸三个过程对复合材料进行复合,最终得到的成形件均匀性、界面结合力、力学性能优异,本发明生产操作方便、成本低、效率高、应用领域广,适合大部分零件的生产,特别是能够生产出大高径比的成形件,如筒体等,解决大高径比零件在传统工艺方面无法生产、生产难的弊端。

## 附图说明

[0012] 图1是本发明的整体结构示意图(放置坯料);

[0013] 图2是本发明反挤压成形的结构示意图;

[0014] 图3是本发明拆除顶杆及下模组件的结构示意图;

[0015] 图4是本发明正挤压、引伸复合成形过程的结构示意图;

[0016] 图5是本发明正挤压、引伸复合成形完成的结构示意图;

[0017] 图6是本发明反挤压凸模的结构示意图;

[0018] 图7是本发明正挤压凸模的结构示意图;

[0019] 图8是本发明凹模的结构示意图;

[0020] 图9是本发明顶杆的结构示意图;

[0021] 图10是本发明最终得到的筒体成形件的结构示意图。

[0022] 标号说明:

[0023] 上模组件1、上模座11、缓冲板12、反挤压凸模固定板13、上模螺栓14、反挤压凸模15、下模组件2、下模座21、出料通道211、顶杆安装座22、“倒T型”槽221、下模螺栓23、凹模24、内型腔241、挤压腔2411、转折腔2412、引伸腔2413、出料口2414、第一伸缩缸3、中模组件4、中模座41、正挤压凸模固定板42、中模螺栓43、正挤压凸模44、贯通孔441、第二伸缩缸5、顶杆6、凹槽61、坯料7。

### 具体实施方式

[0024] 以下结合附图1至图10及具体实施例对本发明做详细的说明。

[0025] 本发明涉及一种大高径比筒体变薄引伸挤压复合成形模具,如图1所示,大高径比筒体变薄引伸挤压复合成形方法,包括上模组件1、反挤压凸模15、下模组件2、凹模24、第一伸缩缸3、中模组件4、正挤压凸模44、第二伸缩缸5和顶杆6;所述中模组件4位于所述上模组件1和下模组件2之间,所述反挤压凸模15固定于上模组件1的下部,所述正挤压凸模44固定于中模组件4的下部,结合图7、图8,且所述中模组件4和正挤压凸模44同轴开设贯通孔441供反挤压凸模15穿过,所述凹模24固定于下模组件2的上部,所述第一伸缩缸3和第二伸缩缸5均包括固定端和伸缩端,第一伸缩缸3和第二伸缩缸5的固定端固定在所述下模组件2上,第一伸缩缸3的伸缩端连接所述上模组件1以带动上模组件1和反挤压凸模15上下移动,第二伸缩缸5的伸缩端连接所述中模组件4以带动中模组件4和正挤压凸模44上下移动,

[0026] 所述凹模24设有内型腔241,图8所示的是凹模24的结构示意图,内型腔241由上至下依次分为挤压腔2411、转折腔2412和引伸腔2413,所述挤压腔2411供坯料7放置,引伸腔2413的直径小于挤压腔2411的直径,反挤压凸模15和引伸腔2413位于同一轴线上,反挤压凸模15半径和引伸腔2413半径之差为待成形筒体壁厚,引伸腔2413底部开设出料口2414,下模组件2对应出料口2414的位置开设出料通道211,下模组件2上安装所述顶杆6,顶杆6贯穿在出料通道211内,顶杆6上部与所述凹模24相抵,顶杆6上表面在对应引伸腔2413的下方形成凹槽61;所述转折腔2412收拢过渡连接在挤压腔2411和引伸腔2413之间,正挤压凸模44直径与挤压腔2411直径相同,正挤压凸模44下表面形状也呈收拢状,与转折腔2412形状相配合。

[0027] 所述上模组件1包括上模座11、缓冲板12、反挤压凸模固定板13和上模螺栓14,所述缓冲板12和反挤压凸模固定板13通过上模螺栓14装配在上模座11下部,所述缓冲板12夹设在反挤压凸模15和上模座11之间,用来吸收反作用力,所述第一伸缩缸3的伸缩端连接所述上模座11,所述反挤压凸模15安装固定于所述反挤压凸模固定板13,本案所述上模组件1的结构包括但不限于此,本实施例仅仅采用的是结构较为简单的一种,同理下述的中模组件4和下模组件2。

[0028] 所述中模组件4包括中模座41、正挤压凸模固定板42和中模螺栓43,所述正挤压凸模固定板42通过中模螺栓43装配在中模座41下部,所述第二伸缩缸5的伸缩端连接所述中模座41,所述正挤压凸模44安装固定于所述正挤压凸模固定板42。

[0029] 所述下模组件2包括下模座21、顶杆安装座22和下模螺栓23,所述凹模24安装固定于所述下模座21上部,所述第一伸缩缸3和第二伸缩缸5的固定端固定在所述下模座21上,所述顶杆安装座22通过下模螺栓23装配在下模座21下部,所述顶杆安装座22供所述顶杆6安装。

[0030] 为方便安装以及增加顶杆6的稳固性,所述顶杆6呈“倒T型”,如图9所示,所述顶杆安装座22对应所述出料通道211的位置开设“倒T型”槽221供顶杆6配合置入。

[0031] 所述第一伸缩缸3和第二伸缩缸5均可以选用液压伸缩缸。

[0032] 本发明提供了一种大高径比筒体变薄引伸挤压复合成形方法,包含以下步骤:

[0033] 步骤一,成形前准备:下料,将棒料加工成圆柱形坯料7,并均匀化保温,然后将上述大高径比筒体变薄引伸挤压复合成形方法装配、加热保温、取出,如图1所示,圆柱形坯料7置入挤压腔2411内;

[0034] 步骤二,反挤压成形:如图2所示,先对坯料7进行反挤压工艺,在第一伸缩缸3的收缩运动下,上模组件1向下运动带动反挤压凸模15开始向下运动,在第二伸缩缸5的收缩运动下,中模组件4向下运动带动正挤压凸模44开始向下运动,由于反挤压凸模15与正挤压凸模44分别由第一伸缩缸3和第二伸缩缸5分别控制,所以,反挤压凸模15和正挤压凸模44的运动速度可以是不一样的,首先正挤压凸模44先进入挤压腔2411内,与坯料7上表面接触后停止,限制坯料7上移;接着,反挤压凸模15向下运动,从坯料7中间挤压,使坯料7中部金属向下流动,当坯料7中部金属充满顶杆6的凹槽61后,因为顶杆6限制坯料7流动,故坯料7开始向上流动,直到坯料7上部与正挤压凸模44下表面接触,坯料7开始横向流动,逐渐填充内型腔241,填充完毕,反挤压工艺完成,反挤压凸模15停止;

[0035] 步骤三,正挤压、引伸复合成形:如图3所示,反挤压工艺完成后,拆除顶杆6和下模组件2,如图4所示,第一伸缩缸3和第二伸缩缸5继续启动,带动反挤压凸模15和正挤压凸模44同时向下运动,正挤压凸模44沿着反挤压凸模15和挤压腔2411内壁向下运动,同时,反挤压凸模15沿贯通孔441内壁向下引伸,实现正挤压与引伸复合成形加工,直到正挤压凸模44下表面与转折腔2412底部内壁接触合并,从而可以将坯料7彻底挤到引伸腔2413及引伸腔2413以下的出料通道211中,而反挤压凸模15始终不贯穿坯料7,使得坯料7底端为闭合结构,逐渐完成筒体底端的最终成形,复合成形工艺完成,

[0036] 在外面环形正挤压的同时,里面正挤压凸模44始终保持轴向向下的引伸力,将原来单纯正挤压时材料的双向压应力变为径向压应力和轴向拉应力;此外,成形过程中正挤压凸模向下的主动力,变坯料内壁的被动摩擦为主动摩擦,可以极大地减小成形力,

[0037] 正挤压所用的正挤压凸模44下表面不是平面,是带有与转折腔2412底部内壁一样的形状,这样,在正挤压过程中,能够将死区位置的金属全部挤出变形区,然后借助反挤压凸模的轴向运动,将坯料7全部挤出转折腔2412,方便出料,便于实现工程化、自动化,

[0038] 由于在正挤压过程中始终有反挤压凸模15的主动力并且与坯料7完全贴合,在实现无壁厚差挤压的同时,可以保证挤压件的同轴度,免去后续因为工件变形弯曲而机加的工序;

[0039] 步骤四,拆除模具,最后得到如图10所示的大高径比筒体成形件。本发明所述筒体底端为闭合结构,整体截面呈“U”型。

[0040] 本发明可以通过控制第一伸缩缸3和第二伸缩缸5的收缩速度来控制坯料7的挤压比,实现成形的精细化操作。

[0041] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并非对本案设计的限制,凡依本案的设计关键所做的等同变化,均落入本案的保护范围。

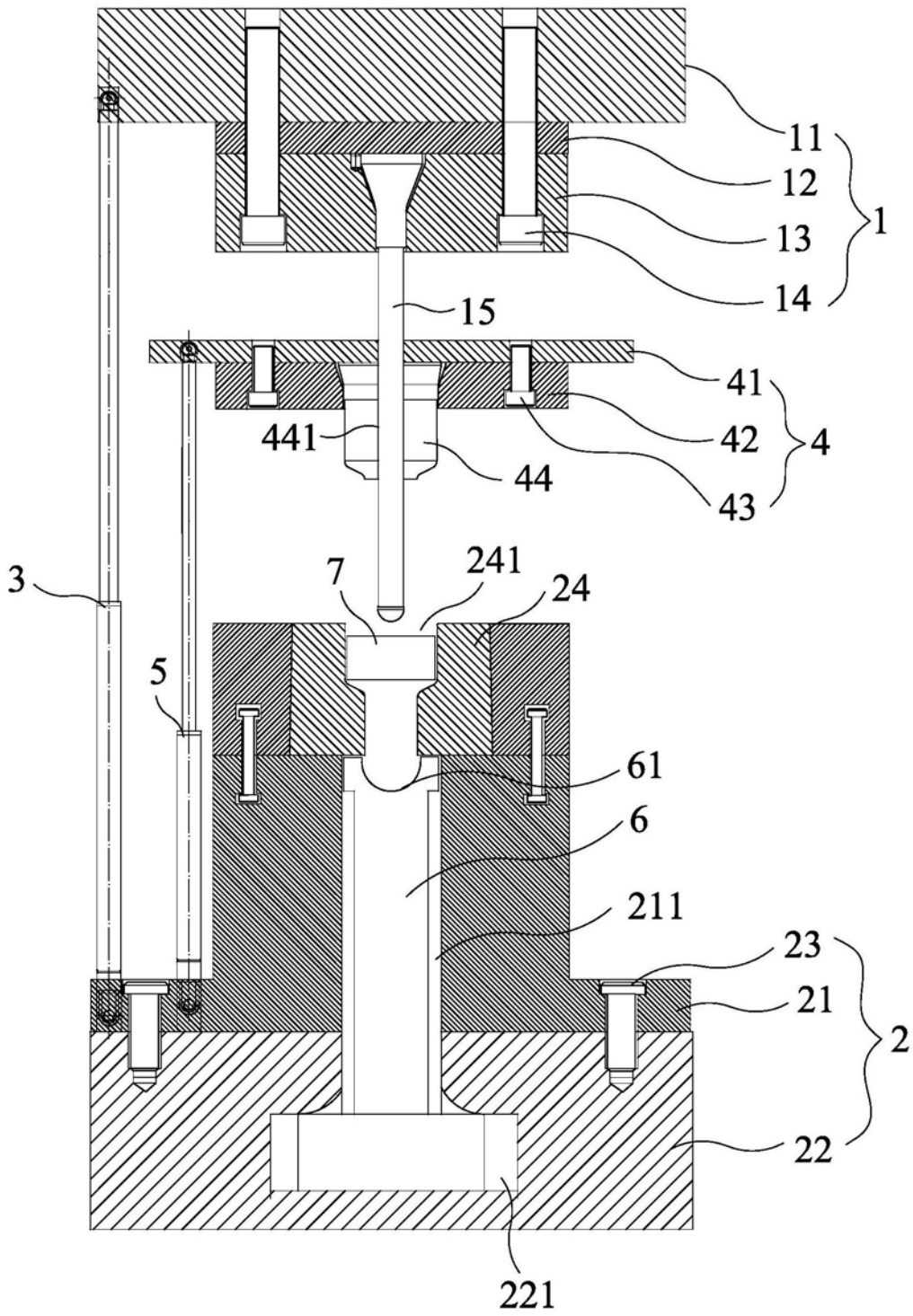


图1

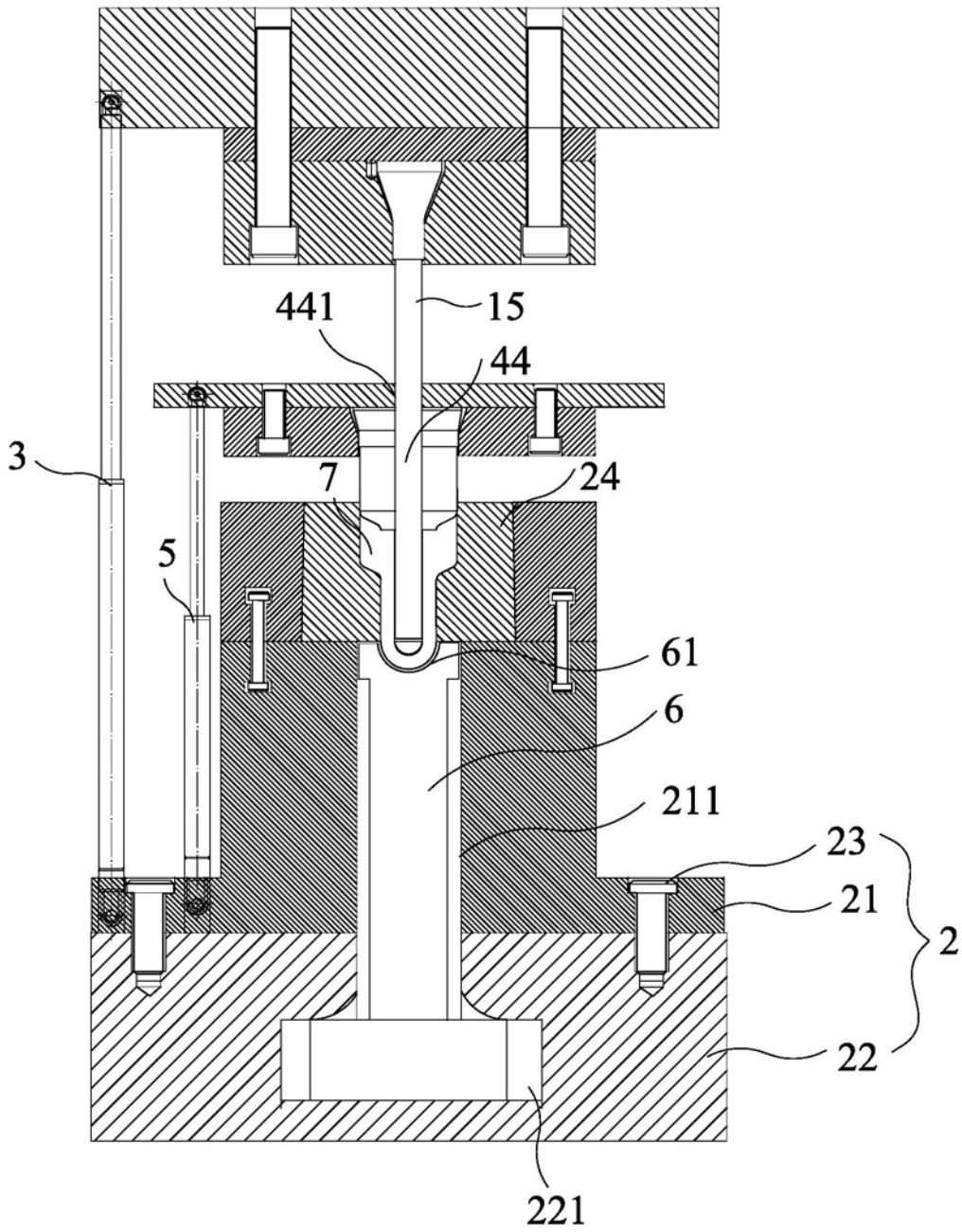


图2



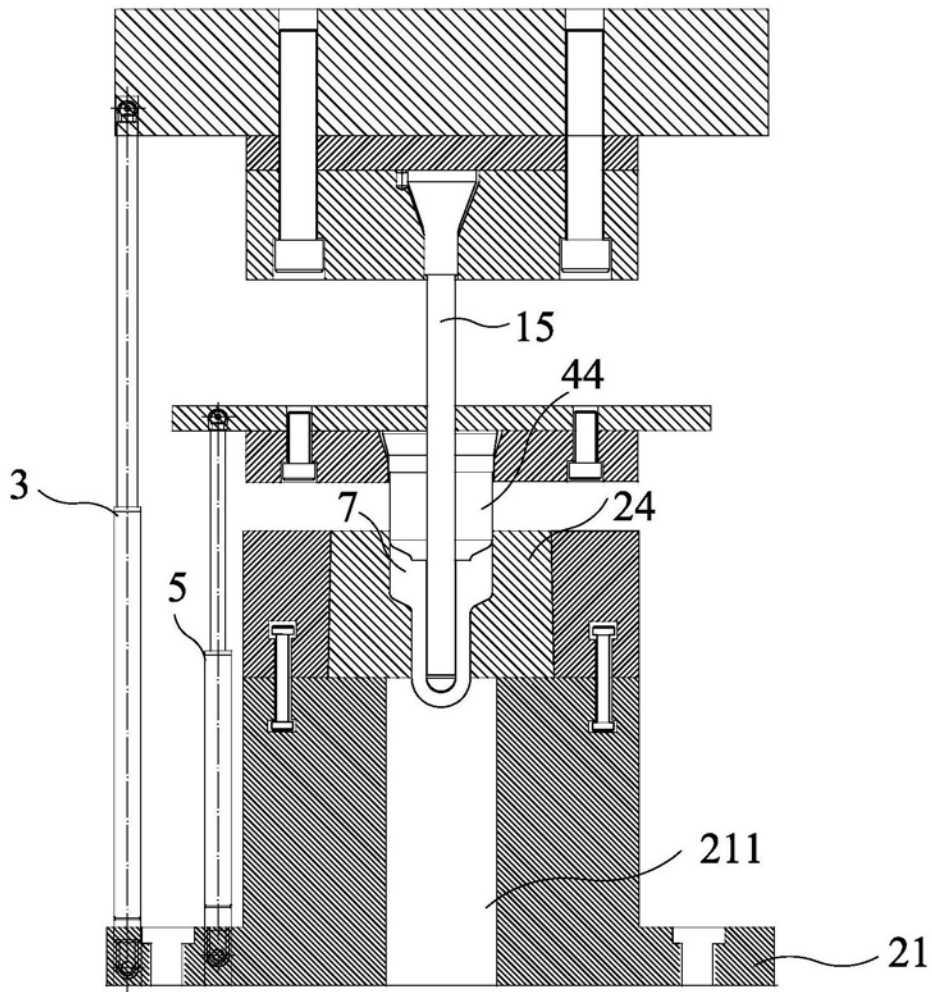


图3

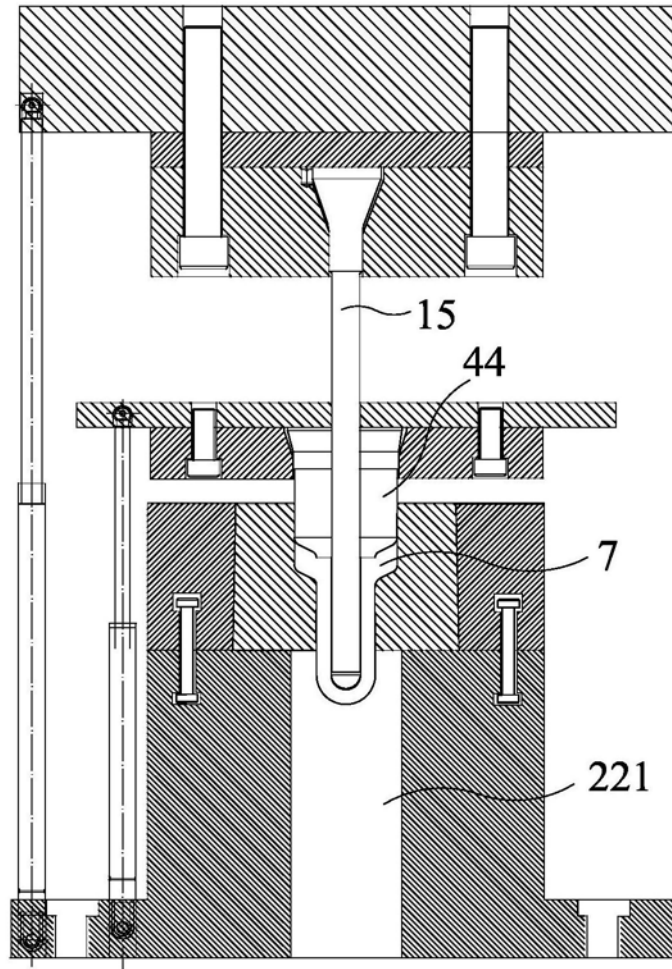


图4

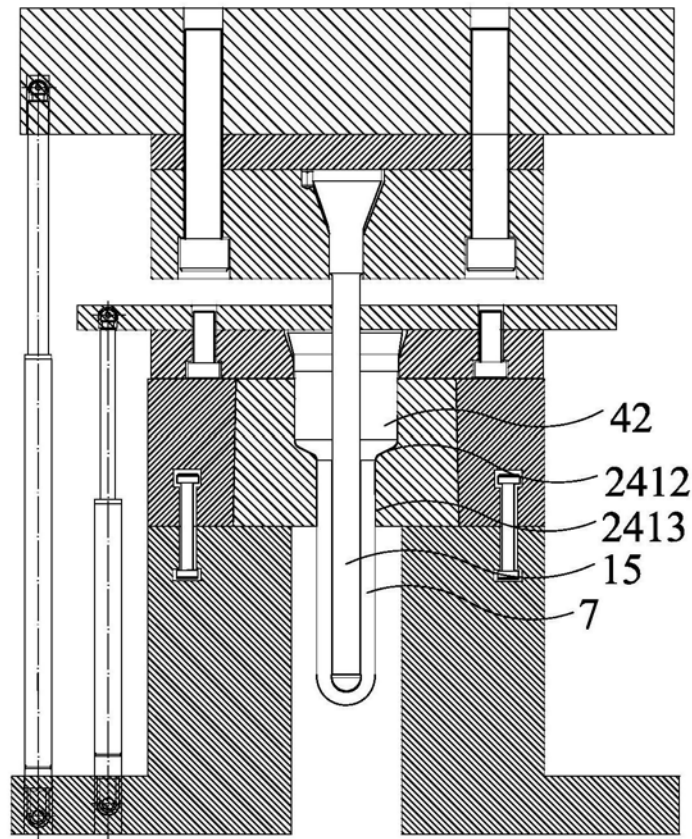


图5

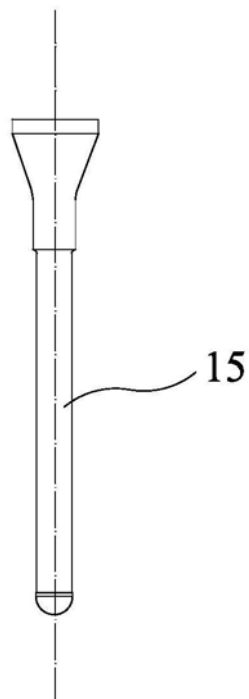


图6

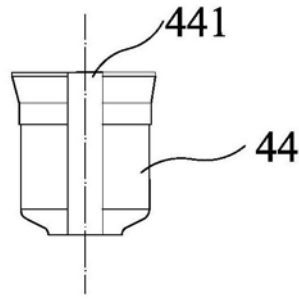


图7

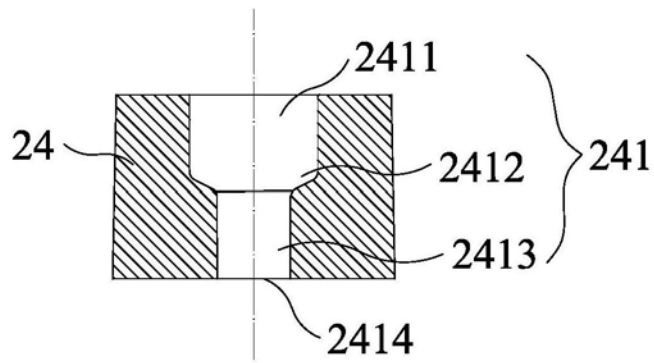


图8

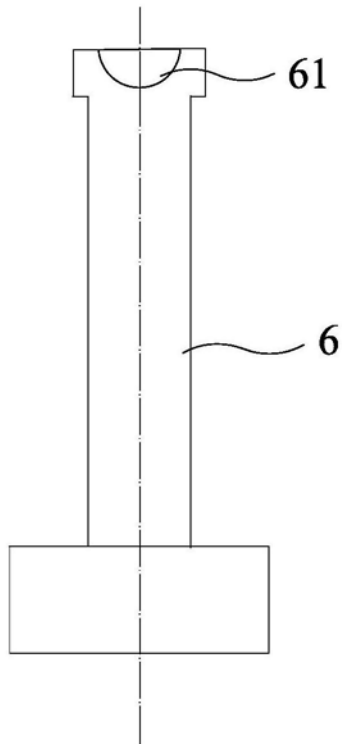


图9

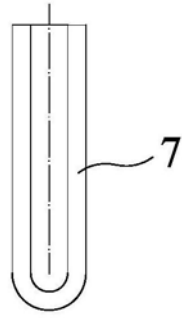


图10