(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 110640137 A
(43)申请公布日 2020.01.03

(21)申请号 201910888979.3

(22)申请日 2019.09.19

(71)申请人 燕山大学
地址 066004 河北省秦皇岛市海港区河北大街西段438号

(72)发明人 贾建波 仲晓晓 徐岩 孙威 杨志刚 彭伟劲 姜腾蛟 董添添 孟令坤 张春祥 骆俊廷

(74)专利代理机构 北京孚睿湾知识产权代理事务所(普通合伙) 11474
代理人 刘翠芹

(51)Int.Cl.
B22F 3/00(2006.01)
B22F 3/03(2006.01)
B22F 3/14(2006.01)
B22F 3/24(2006.01)

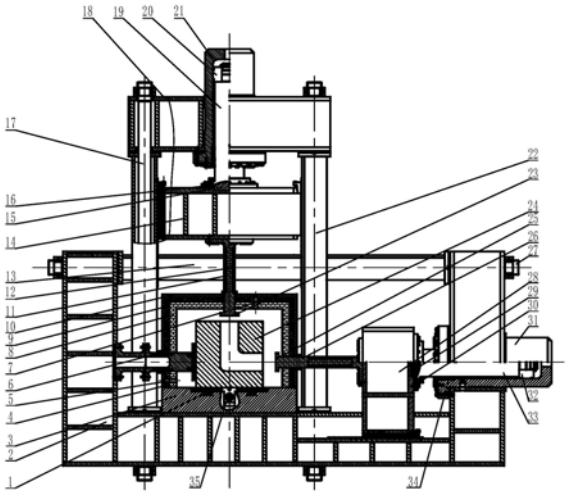
权利要求书3页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

气氛保护或真空下金属粉末烧结和原位等通道挤压液压机及挤压方法

(57)摘要

本发明提供一种气氛保护或真空下金属粉末烧结和原位等通道挤压液压机，其包括机架、上压头、侧向压头、活动工作台、炉体、气氛保护装置和液压系统，气氛保护装置与炉体连接，机架为L形框架机构，机架包括U形卧式横梁、两根横柱、第二活动横梁、四根立柱、上横梁和第一活动横梁。本发明结构简单、操作方便、烧结和等通道挤压成形一体化、具有气氛保护和抽真空功能，传统工艺的金属粉末烧结冷却取出后需转移到压力机再升温进行热等通道变形，本发明能够烧结和原位等通道挤压成形出显微组织细小和综合性能优良的块状材料，克服了传统工艺过程中粉末烧结和一次等通道挤压变形工艺间需冷却和二次加热的缺点，实现粉末烧结和后续累积变形的有效统一。



CN 110640137 A

1.一种气氛保护或真空下金属粉末烧结和原位等通道挤压液压机，其特征在于：其包括机架、上压头、侧向压头、活动工作台、炉体、气氛保护装置和液压系统，气氛保护装置与炉体连接，其配置用于提供气氛保护或真空环境；

所述机架为L形框架机构，所述机架包括U形卧式横梁、两根横柱、第二活动横梁、四根立柱、上横梁和第一活动横梁，每一根横柱上设置有一根卧式拉杆，卧式拉杆放置于立式拉杆的外侧并固定在U形卧式横梁上，第二活动横梁安装在U型卧式横梁上，构成卧式矩形框架结构，四根立柱分别穿过上横梁、第一活动横梁和U形卧式横梁构成立式框架结构，每一根立柱上分别设置有一根立式拉杆，每一根立式拉杆的第一端与上横梁连接，每一根立式拉杆的第二端固定连接在U形卧式横梁的下端，上压头借助于上压头固定轴与第一活动横梁固定连接，侧向压头借助于侧向压头固定轴与第二活动横梁固定连接，所述活动工作台连接在垫板上，所述垫板固定在U形卧式横梁上，

所述炉体包括固定炉腔和炉门，炉体从内到外依次为加热装置、保温装置和保护层，加热装置包括加热元件和耐火材料，所述加热装置能够对炉腔空间进行加热；所述保温装置由保温材料砌筑组成；所述保护层为对炉体起到保护作用的结构性材料，

所述炉腔的顶部以及两个侧部分别设置有通孔，上压头固定轴的第一端穿过顶部通孔进入炉腔内部，侧向压头固定轴的第一端和模具架各穿过两个侧部中的其中一个通孔进入炉腔内部，上压头固定轴的第二端固定在第一活动横梁上，侧向压头固定轴的第二端固定在第二活动横梁上，

所述炉体的炉壁上设有炉门，所述炉体固定在垫板上，等通道挤压的模具安装在垫板上的活动工作台的顶端，等通道挤压的模具能够随着活动工作台的运动实现移入或移出，

所述液压系统包括第一液压缸、第二液压缸以及第三液压缸，所述第一液压缸的活塞杆的自由端连接在第一活动横梁上，所述第一液压缸的缸体固定在上横梁上；第二液压缸中的活塞杆的自由端连接在第二活动横梁上，第二液压缸中的缸体固定在U形卧式横梁上；活动工作台和垫板间安装有第三液压缸，第三液压缸的活塞杆的自由端连接在活动工作台上，第三液压缸的缸体固定在垫板上，

所述第一液压缸的活塞杆的运动能够带动第一活动横梁运动，从而带动上压头固定轴和上压头运动，所述第二液压缸的活塞杆的运动能够带动第二活动横梁运动，从而带动侧向压头固定轴和侧向压头运动，第三液压缸的活塞杆运动能够实现活动工作台的移出和移入。

2.根据权利要求1所述的气氛保护或真空下金属粉末烧结和原位等通道挤压液压机，其特征在于：所述卧式横梁上设置有供所述卧式拉杆通过的通孔，所述卧式拉杆通过螺纹连接固定在U形卧式横梁的两端，上横梁、第一活动横梁和U形卧式横梁上设置有供立柱通过的通孔。

3.根据权利要求1所述的气氛保护或真空下金属粉末烧结和原位等通道挤压液压机，其特征在于：所述第一活动横梁的一端外壁周向上设有第一球面座压套，所述第一球面座压套上固定设置有第一球面座，第一液压缸的活塞杆的端部与第一球面座球面接触，第一液压缸的缸体通过螺栓固定在上横梁上；

所述第二活动横梁的一端外壁周向上设有第二球面座压套，所述第二球面座压套上固定设置有第二球面座，第二液压缸的活塞杆的端部与第二球面座球面接触，第二液压缸的

缸体通过螺栓固定在U形卧式横梁上。

4.根据权利要求1所述的气氛保护或真空下金属粉末烧结和原位等通道挤压液压机，其特征在于:所述第三液压缸的活塞杆的第一端与工作台通过螺栓连接,第三液压缸的缸体和垫板固定连接;

所述上压头固定轴、侧向压头固定轴以及模具架与炉体的连接处安装有密封装置进行密封。

5.根据权利要求1所述的气氛保护或真空下金属粉末烧结和原位等通道挤压液压机，其特征在于:所述模具架和侧向压头固定轴同轴线且分别与上压头固定轴轴线垂直相交。

6.根据权利要求5所述的气氛保护或真空下金属粉末烧结和原位等通道挤压液压机，其特征在于:所述上压头固定轴、侧向压头固定轴和模具架内部分别设置有冷却水道。

7.根据权利要求1所述的气氛保护和真空下金属粉末烧结和原位等通道挤压液压机，其特征在于:所述炉体上设置有窥视孔镜、测温装置、进气孔和出气孔,气体保护装置的导气管的第一端与进气孔连接,出气孔和气体回收装置连接,实现烧结腔内的真空保护或流动保护气体保护,整个炉腔内的工作过程能够通过窥视孔镜观察,测温装置用来测量炉内温度。

8.根据权利要求1所述的气氛保护或真空下金属粉末烧结和原位等通道挤压液压机，其特征在于:所述活动工作台的第一端设置有两排与导向槽配合的燕尾形导向装置。

9.根据权利要求1所述的气氛保护或真空下金属粉末烧结和原位等通道挤压液压机进行等通道挤压的方法,其特征在于:其包括以下步骤:

S1、第一液压缸驱动第一液压缸的活塞杆带动第一活动横梁进行运动,第一活动横梁带动上压头固定轴和上压头向上运动,直至退出模具后停止运动;第二液压缸驱动第二液压缸的活塞杆带动第二活动横梁进行运动,第二活动横梁带动侧向压头固定轴和侧向压头运动,直至退出模具后停止运动;

S2、打开炉门,第三液压缸驱动第三液压缸活塞杆带动活动工作台移出炉体,将金属粉末材料定量装入等通道挤压模具的型腔内,通过第三液压缸驱动第三液压缸活塞杆带动活动工作台移入,关闭炉门;通过第二液压缸活塞杆驱动侧向压头固定轴和侧向压头运动,直至将金属粉末完全压入凹模垂直模腔空间后停止;通过第一液压缸活塞杆驱动上压头固定轴和上压头向下运动,完成金属粉末的预压实后,同时将第一液压缸和第二液压缸的压力升至设定烧结压力;

S3、使炉体内保持真空环境,在真空环境下,或者通入流动保护气体,待保护气体将炉腔内部充填完毕后在流动保护气体环境下,进行后续烧结和等通道挤压变形;打开加热装置,打开冷却装置,将温度升至所设定的温度进行一定时间的烧结,在该一定时间内完成金属粉末的烧结;

S4、将第一液压缸压力调至等通道挤压压力,将第二液压缸压力调至背压压力,第一液压缸继续驱动上压头固定轴和上压头向下运动,对烧结材料进行等通道挤压变形,直至等通道挤压变形完成,随后卸载第一液压缸压力和第二液压缸压力,关闭加热装置,并通过第一液压缸活塞杆驱动上压头固定轴和上压头进行回程,通过第二液压缸活塞杆驱动侧向压头固定轴和侧向压头进行回程,待试样降到设定的温度时,关闭气体回收装置或停止充入流动保护气体,炉门打开,开启第三液压缸将活动工作台移出,取出变形件,完成一次等通

道挤压变形；

S5、移入活动工作台，关紧炉门，待炉体内温度降至室温后，关闭冷却装置；或者

将完成一次等通道挤压变形后的变形件放入等通道挤压模具中，移入活动工作台，关紧炉门，使炉体内保持真空环境，在真空环境下，或者通入流动保护气体，待保护气体将炉腔内部充填完毕后在流动保护气体环境下，开启加热装置，反复进行多次等通道挤压工艺后，取出变形试样，移入活动工作台，关紧炉门，待炉体内温度降至室温后，关闭冷却装置。

10.根据权利要求9所述的气氛保护或真空下金属粉末烧结和原位等通道挤压液压机进行等通道挤压的方法，其特征在于：

步骤S3和S5中，使炉体内保持真空环境具体为：打开排气孔，关闭进气孔，打开气体回收装置，使炉体内保持真空环境进行后续烧结和等通道挤压变形；或打开排气孔，打开进气孔，通入流动保护气体，待保护气体将炉腔内部充填完毕后在流动保护气体环境下进行后续烧结和等通道挤压变形。

气氛保护或真空下金属粉末烧结和原位等通道挤压液压机及挤压方法

技术领域

[0001] 本发明涉及金属粉末烧结挤压领域，尤其涉及一种气氛保护或真空下金属粉末烧结和原位等通道挤压液压机及挤压方法。

背景技术

[0002] 粉末冶金是制取金属粉末或用金属粉末作为原料，经过成形和烧结，制取金属材料、复合材料以及各种类型制品的工业技术。粉末冶金技术是一种近净成形技术，具备显著节能、省材、性能优异、产品精度高且稳定性好等一系列优点。

[0003] 烧结可实现金属粉末的固结并获得一定的致密度，但烧结坯料内部往往仍存在孔洞和缺陷，烧结材料组织往往比较粗大，需后续大塑性变形工艺进一步改善材料的致密度、细化微观组织和改善综合力学性能。目前，传统金属粉末烧结工艺流程为：金属粉末在气氛保护/真空保护条件下进行热压—形成烧结坯—冷却后取出。随后的大塑性变形工艺流程为：烧结坯料的机械加工—二次加热/多次加热—大塑性变形—冷却后取出。现在的烧结装置结构简单，使用时很容易发生加热不均匀的情况，不仅造成能源浪费，影响烧结正常进行，而且多次加热冷却易造成制品晶粒粗化，从而导致机械性能下降。气氛保护或真空下金属粉末烧结和原位等通道挤压工艺能够有效地细化烧结合金的微观组织和显著改善烧结合金的综合力学性能。随着粉末冶金技术和大塑性变形成形工艺的成熟和应用，特别是易氧化金属粉末的烧结和后续高温大塑性变形成形领域，急需更高、更专业化的金属粉末烧结设备和后续大塑性变形成形设备。然而，传统液压机只能满足一般成形过程，不能够满足易氧化金属粉末材料的气氛保护或真空环境下、烧结和原位多道次高温大塑性变形的工艺要求；烧结设备可以实现金属粉末材料的烧结，但不能实现金属粉末材料烧结完成后的多道次高温大塑性变形工艺，且粉末烧结和变形工艺之间需冷却和二次加热，不利于材料的微观组织细化和综合力学性能的改善，且二次加热容易发生加热不均匀的情况。目前，传统的液压设备或烧结设备，均不能同时满足易氧化金属粉末气氛保护或真空条件下的烧结和烧结坯料气氛保护或真空条件下的金属粉末烧结原位等通道挤压一体化的要求。

发明内容

[0004] 为了解决上述现有技术的不足，本发明提供一种气氛保护或真空下金属粉末烧结和原位等通道挤压液压机，其能够解决易氧化金属粉末气氛保护或真空条件下烧结成形过程中金属易氧化、材料综合力学性能不佳、多道次高温大塑性变形成形不能一体化等困难问题，防止粉末烧结和变形工艺之间需冷却和二次加热导致烧结材料的微观组织粗化和综合力学性能下降的缺点，从而提高生产效率、节约能源、缩短工艺流程。

[0005] 本发明提供一种气氛保护或真空下金属粉末烧结和原位等通道挤压液压机，其包括机架、上压头、侧向压头、活动工作台、炉体、气氛保护装置和液压系统，所述气氛保护装置与所述炉体连接，其配置用于提供气氛保护或真空环境；

[0006] 所述机架为L形框架机构，所述机架包括U形卧式横梁、两根横柱、第二活动横梁、四根立柱、上横梁和第一活动横梁，每一根横柱上设置有一根卧式拉杆，卧式拉杆放置于立式拉杆的外侧并固定在U形卧式横梁上，第二活动横梁安装在U型卧式横梁上，构成卧式矩形框架结构，四根立柱分别穿过上横梁、第一活动横梁和U形卧式横梁构成立式框架结构，每一根立柱上分别设置有一根立式拉杆，每一根立式拉杆的第一端与上横梁连接，每一根立式拉杆的第二端固定连接在U形卧式横梁的下端，上压头借助于上压头固定轴与第一活动横梁固定连接，侧向压头借助于侧向压头固定轴与第二活动横梁固定连接，所述活动工作台连接在垫板上，所述垫板固定在U形卧式横梁上，

[0007] 所述炉体包括固定炉腔和炉门，炉体从内到外依次为加热装置、保温装置和保护层，加热装置包括加热元件和耐火材料，所述加热装置能够对炉腔空间进行加热；所述保温装置由保温材料砌筑组成；所述保护层为对炉体起到保护作用的结构性材料，

[0008] 所述炉腔的顶部以及两个侧部分别设置有通孔，上压头固定轴的第一端穿过顶部通孔进入炉腔内部，侧向压头固定轴的第一端和模具架各穿过两个侧部中的其中一个通孔进入炉腔内部，上压头固定轴的第二端固定在第一活动横梁上，侧向压头固定轴的第二端固定在第二活动横梁上，

[0009] 所述炉体的炉壁上设有炉门，所述炉体固定在垫板上，等通道挤压的模具安装在垫板上的活动工作台的顶端，等通道挤压的模具能够随着活动工作台的运动实现移入或移出，

[0010] 所述液压系统包括第一液压缸、第二液压缸以及第三液压缸，所述第一液压缸的活塞杆的自由端连接在第一活动横梁上，所述第一液压缸的缸体固定在上横梁上；第二液压缸中的活塞杆的自由端连接在第二活动横梁上，第二液压缸中的缸体固定在U形卧式横梁上；活动工作台和垫板间安装有第三液压缸，第三液压缸的活塞杆的自由端连接在活动工作台上，第三液压缸的缸体固定在垫板上，

[0011] 所述第一液压缸的活塞杆的运动能够带动第一活动横梁运动，从而带动上压头固定轴和上压头运动，所述第二液压缸的活塞杆的运动能够带动第二活动横梁运动，从而带动侧向压头固定轴和侧向压头运动，第三液压缸的活塞杆运动能够实现活动工作台的移出和移入。

[0012] 优选地，所述卧式横梁上设置有供所述卧式拉杆通过的通孔，所述卧式拉杆通过螺纹连接固定在U形卧式横梁的两端，上横梁、第一活动横梁和U形卧式横梁上设置有供立柱通过的通孔。

[0013] 优选地，所述第一活动横梁的一端外壁周向上设有第一球面座压套，所述第一球面座压套上固定设置有第一球面座，第一液压缸的活塞杆的端部与第一球面座球面接触，第一液压缸的缸体通过螺栓固定在上横梁上；

[0014] 所述第二活动横梁的一端外壁周向上设有第二球面座压套，所述第二球面座压套上固定设置有第二球面座，第二液压缸的活塞杆的端部与第二球面座球面接触，第二液压缸的缸体通过螺栓固定在U形卧式横梁上。

[0015] 优选地，所述第三液压缸的活塞杆的第一端与工作台通过螺栓连接，第三液压缸的缸体和垫板固定连接；

[0016] 所述上压头固定轴、侧向压头固定轴以及模具架与炉体的连接处安装有密封装置

进行密封。

[0017] 优选地，所述模具架和侧向压头固定轴同轴线且分别与上压头固定轴轴线垂直相交。

[0018] 优选地，所述上压头固定轴、侧向压头固定轴和模具架内部分别设置有冷却水道。

[0019] 优选地，所述炉体上设置有窥视孔镜、测温装置、进气孔和出气孔，气体保护装置的导气管的第一端与进气孔连接，出气孔和气体回收装置连接，实现烧结腔内的真空保护或流动保护气体保护，整个炉腔内的工作过程能够通过窥视孔镜观察，测温装置用来测量炉内温度。

[0020] 优选地，所述活动工作台的第一端设置有两排与导向槽配合的燕尾形导向装置。

[0021] 优选地，本发明还提供一种等通道挤压方法，其包括以下步骤：

[0022] S1、第一液压缸驱动第一液压缸的活塞杆带动第一活动横梁进行运动，第一活动横梁带动上压头固定轴和上压头向上运动，直至退出模具后停止运动；第二液压缸驱动第二液压缸的活塞杆带动第二活动横梁进行运动，第二活动横梁带动侧向压头固定轴和侧向压头运动，直至退出模具后停止运动；

[0023] S2、打开炉门，第三液压缸驱动第三液压缸活塞杆带动活动工作台移出炉体，将金属粉末材料定量装入等通道挤压模具的型腔内，通过第三液压缸驱动第三液压缸活塞杆带动活动工作台移入，关闭炉门。通过第二液压缸活塞杆驱动侧向压头固定轴和侧向压头运动，直至将金属粉末完全压入凹模垂直模腔空间后停止；通过第一液压缸活塞杆驱动上压头固定轴和上压头向下运动，完成金属粉末的预压实后，同时将第一液压缸和第二液压缸的压力升至设定烧结压力；

[0024] S3、使炉体内保持真空环境，在真空环境下，或者通入流动保护气体，待保护气体将炉腔内部充填完毕后在流动保护气体环境下，进行后续烧结和等通道挤压变形；打开加热装置，打开冷却装置，将温度升至所设定的温度进行一定时间的烧结，在该一定时间内完成金属粉末的烧结；

[0025] S4、将第一液压缸压力调至等通道挤压压力，将第二液压缸压力调至背压压力，第一液压缸继续驱动上压头固定轴和上压头向下运动，对烧结材料进行等通道挤压变形，直至等通道挤压变形完成，随后卸载第一液压缸压力和第二液压缸压力，关闭加热装置，并通过第一液压缸活塞杆驱动上压头固定轴和上压头进行回程，通过第二液压缸活塞杆驱动侧向压头固定轴和侧向压头进行回程，待试样降到设定的温度时，关闭气体回收装置或停止充入流动保护气体，炉门打开，开启第三液压缸将活动工作台移出，取出变形件，完成一次等通道挤压变形；

[0026] S5、移入活动工作台，关紧炉门，待炉体内温度降至室温后，关闭冷却装置；或者

[0027] 将完成一次等通道挤压变形后的变形件放入等通道挤压模具中，移入活动工作台，关紧炉门，使炉体内保持真空环境，在真空环境下，或者通入流动保护气体，待保护气体将炉腔内部充填完毕后在流动保护气体环境下，开启加热装置，反复进行多次等通道挤压工艺后，取出变形试样，移入活动工作台，关紧炉门，待炉体内温度降至室温后，关闭冷却装置。

[0028] 优选地，步骤S3、S5中，使炉体内保持真空环境具体为：打开排气孔，关闭进气孔，打开气体回收装置，使炉体内保持真空环境进行后续烧结和等通道挤压变形；或打开排气

孔，打开进气孔，通入流动保护气体，待保护气体将炉腔内部充填完毕后在流动保护气体环境下进行后续烧结和等通道挤压变形。

[0029] 本发明与现有技术相比具有如下优点：

[0030] 1、本发明结构简单，操作方便，安全性能高，提高生产质量和生产效率，节约能源。

[0031] 2、本发明能够实现粉末烧结和后续累积变形的有效统一，气氛保护或真空条件能够防止粉末烧结过程中发生氧化和燃烧。

[0032] 3、传统工艺的金属粉末烧结冷却取出后需转移到压力机再升温进行热等通道变形，需冷却和二次加热，本发明能够烧结和原位等通道挤压成形出显微组织细小和综合性能优良的块状材料，克服了传统工艺过程中粉末烧结和一次等通道挤压变形工艺之间需冷却和二次加热的缺点，实现粉末烧结和后续累积变形的有效统一。

附图说明

[0033] 图1是本发明主视半剖示意图；

[0034] 图2是本发明活动工作台左视半剖示意图；

[0035] 图3是本发明左视半剖示意图；

[0036] 图4是本发明的等通道挤压工艺流程。

[0037] 图中部分附图标记如下：

[0038] 1-活动工作台、2-卧式横梁、3-垫板、4-炉体、5-排气孔、6-模具架、7-进气孔、8-加热装置、9-保温装置、10-保护层、11-冷却水道、12-上压头固定轴、13-横柱、14-第一活动横梁、15-上压头固定轴的球面座、16-第一球面座压套、17-立式拉杆、18-上横梁、19-第一液压缸的活塞杆、20-第一液压缸的活塞头、21-第一液压缸、22-立柱、23-上压头、24-等通道挤压模具、25-侧向压头、26-侧向压头固定轴、27-卧式拉杆、28-第二活动横梁、29-侧向压头固定轴的球面座、30-第二球面座压套、31-第二液压缸、32-第二液压缸的活塞头、33-第二液压缸的活塞杆、34-液压缸导套、35-第三液压缸、36-第三液压缸的活塞头、37-第三液压缸的活塞杆、38-窥视孔镜、39-测温装置、40-炉门。

具体实施方式

[0039] 以下将参考附图详细说明本发明的示例性实施例、特征和方面。附图中相同的附图标记表示功能相同或相似的元件。尽管在附图中示出了实施例的各种方面，但是除非特别指出，不必按比例绘制附图。

[0040] 本发明提供一种气氛保护或真空下金属粉末烧结和原位等通道挤压液压机，如图1至图4所示，其包括机架、上压头23、侧向压头25、活动工作台1、炉体4、气氛保护装置和液压系统，气氛保护装置与炉体4连接，其配置用于提供气氛保护或真空环境。

[0041] 机架为L形框架机构，机架包括U形卧式横梁2、两根横柱13、第二活动横梁28、四根立柱22、上横梁18和第一活动横梁14，每一根横柱13上设置有一根卧式拉杆27，卧式拉杆27放置于立式拉杆17的外侧并固定在U形卧式横梁2上，第二活动横梁28安装在U型卧式横梁2上，构成卧式矩形框架结构，四根立柱22分别穿过上横梁18、第一活动横梁14和U形卧式横梁2构成立式框架结构，每一根立柱22上分别设置有一根立式拉杆17，每一根立式拉杆17的第一端与上横梁18连接，每一根立式拉杆17的第二端固定连接在U型卧式横梁2的下端，上

压头23借助于上压头固定轴12与第一活动横梁14固定连接，上压头固定轴12固定在第一活动横梁14的下部，侧向压头25借助于侧向压头固定轴26与第二活动横梁28固定连接，侧向压头固定轴26固定在第二活动横梁28的下部。

[0042] 活动工作台1连接在垫板3上，垫板3固定在U形卧式横梁2上，垫板3上设置有导向槽，活动工作台1的第一端设置有两排与导向槽配合的燕尾形导向装置，具体应用中，导向槽为开设在垫板3上的导向用燕尾孔，导向槽的配置用于和活动工作台下面的燕尾形导向装置进行配合，实现活动工作台移出或移入的导向。

[0043] 炉体4包括固定炉腔和炉门40，炉体4从内到外依次为加热装置8、保温装置9和保护层10，加热装置8包括加热元件和耐火材料，加热装置8能够对炉腔空间进行加热；保温装置9由保温材料砌筑组成；保护层10为对炉体4起到保护作用的结构性材料。

[0044] 炉腔的顶部以及两个侧部分别设置有通孔，上压头固定轴12的第一端穿过顶部通孔进入炉腔内部，侧向压头固定轴26的第一端和模具架6各穿过两个侧部中的其中一个通孔进入炉腔内部，上压头固定轴12的第二端固定在第一活动横梁14上，侧向压头固定轴26的第二端固定在第二活动横梁28上。

[0045] 炉体4的炉壁上设有炉门40，炉门40通过销与炉体4联接，通过锁扣可以进行锁死以及保持密封，炉体4固定在垫板3上，等通道挤压的模具安装在垫板3上的活动工作台1的顶端，等通道挤压的模具能够随着活动工作台1的运动实现前后方向移入或移出。

[0046] 液压系统包括第一液压缸21、第二液压缸31以及第三液压缸35，第一液压缸的活塞头20设置在第一液压缸的缸体内。第一液压缸的活塞杆19的自由端即下端连接在第一活动横梁14上，第一液压缸21的缸体固定在上横梁18上。第二液压缸外部设置有液压缸导套34，第二液压缸的活塞头32设置在第二液压缸的缸体内。第二液压缸的活塞杆33的自由端连接在第二活动横梁28上，第二液压缸31中的缸体固定在U形卧式横梁2上；活动工作台1和垫板3间安装有第三液压缸35，第三液压缸的活塞头36设置在第三液压缸的缸体内。第三液压缸的活塞杆37的自由端连接在活动工作台1上，第三液压缸35的缸体固定在垫板3上。

[0047] 第一液压缸21的活塞杆的运动能够带动第一活动横梁14运动，从而带动上压头固定轴12和上压头23运动，第二液压缸31的活塞杆的运动能够带动第二活动横梁28运动，从而带动侧向压头固定轴26和侧向压头25运动，第三液压缸的活塞杆37运动能够实现活动工作台1的移出和移入。

[0048] 立式拉杆17的上端固定在上横梁18上，下端与第一液压缸21的缸体连接，第一液压缸21的缸体通过螺栓连接在U形卧式横梁2上，立式拉杆17能够使第一液压缸21回程。卧式拉杆27的左右两侧固定在U形卧式横梁2上，其左侧与第二液压缸31的缸体连接，第二液压缸31的缸体通过螺栓连接在U形卧式横梁2上，卧式拉杆27能够使第一液压缸21回程。

[0049] 优选地，卧式横梁2上设置有供卧式拉杆27通过的通孔，卧式拉杆27通过螺纹连接固定在U形卧式横梁2的两端，上横梁18、第一活动横梁14和U形卧式横梁2上设置有供立柱22通过的通孔。

[0050] 优选地，第一活动横梁14的一端外壁周向上设有第一球面座压套16，第一球面座15通过第一球面座压套16与第一活动横梁14固定连接，第一球面座15同时与第一液压缸的活塞杆19的端部固定，第一液压缸21的缸体通过螺栓固定在U形卧式横梁2上。

[0051] 第二活动横梁28的一端外壁周向上设有第二球面座压套30，第二球面座29通过第

二球面座压头套30与第二活动横梁28固定连接，第二球面座29同时与第二液压缸31的活塞杆的端部固定，第二液压缸31的缸体通过螺栓固定在U形卧式横梁2上。

[0052] 优选地，第三液压缸35的活塞杆的第一端与工作台通过螺栓连接，第三液压缸35的缸体和垫板3固定连接。

[0053] 优选地，上压头固定轴12、侧向压头固定轴26以及模具架6与炉体4的连接处安装有密封装置进行密封。

[0054] 优选地，模具架6和侧向压头固定轴26同轴线且分别与上压头固定轴12轴线垂直相交。

[0055] 优选地，上压头固定轴12、侧向压头固定轴26和模具架6内部分别设置有冷却水道11。

[0056] 优选地，炉体4上设置有窥视孔镜38、测温装置39、进气孔7和出气孔，气体保护装置的导气管的第一端与进气孔7连接，出气孔和气体回收装置连接，实现烧结腔内的真空保护或流动保护气体保护，整个炉腔内的工作过程能够通过窥视孔镜观察，测温装置39用来测量炉内温度。

[0057] 优选地，本发明还提供一种等通道挤压方法，其包括以下步骤：

[0058] S1、第一液压缸驱动第一液压缸的活塞杆带动第一活动横梁进行运动，第一活动横梁带动上压头固定轴和上压头向上运动，直至退出模具后停止运动；第二液压缸驱动第二液压缸的活塞杆带动第二活动横梁进行运动，第二活动横梁带动侧向压头固定轴和侧向压头运动，直至退出模具后停止运动。

[0059] S2、打开炉门，第三液压缸驱动第三液压缸活塞杆带动活动工作台移出炉体，将金属粉末材料定量装入等通道挤压模具的型腔内，通过第三液压缸驱动第三液压缸活塞杆带动活动工作台移入，关闭炉门，通过第二液压缸活塞杆驱动侧向压头固定轴和侧向压头运动，直至将金属粉末完全压入凹模垂直模腔空间后停止；通过第一液压缸活塞杆驱动上压头固定轴和上压头向下运动，完成金属粉末的预压实后，同时将第一液压缸和第二液压缸的压力升至设定烧结压力。

[0060] S3、使炉体内保持真空环境，在真空环境下，或者通入流动保护气体，待保护气体将炉腔内部充填完毕后在流动保护气体环境下，进行后续烧结和等通道挤压变形；打开加热装置，打开冷却装置，将温度升至所设定的温度进行一定时间的烧结，在该一定时间内完成金属粉末的烧结。

[0061] S4、将第一液压缸压力调至等通道挤压压力，将第二液压缸压力调至背压压力，第一液压缸继续驱动上压头固定轴和上压头向下运动，对烧结材料进行等通道挤压变形，直至等通道挤压变形完成，随后卸载第一液压缸压力和第二液压缸压力，关闭加热装置，并通过第一液压缸活塞杆驱动上压头固定轴和上压头进行回程，通过第二液压缸活塞杆驱动侧向压头固定轴和侧向压头进行回程，待试样降到设定的温度时，关闭气体回收装置或停止充入流动保护气体，炉门打开，开启第三液压缸将活动工作台移出，取出变形件，完成一次等通道挤压变形。

[0062] S5、移入活动工作台，关紧炉门，待炉体内温度降至室温后，关闭冷却装置；或者

[0063] 将完成一次等通道挤压变形后的变形件放入等通道挤压模具中，移入活动工作台，关紧炉门，使炉体内保持真空环境，在真空环境下，或者通入流动保护气体，待保护气体

将炉腔内部充填完毕后在流动保护气体环境下，开启加热装置，反复进行多次等通道挤压工艺后，取出变形试样，移入活动工作台，关紧炉门，待炉体内温度降至室温后，关闭冷却装置。

[0064] 步骤S3和S5中，使炉体内保持真空环境具体为：打开排气孔5，关闭进气孔，打开气体回收装置，使炉体内保持真空环境进行后续烧结和等通道挤压变形；或打开排气孔，打开进气孔，通入流动保护气体，待保护气体将炉腔内部充填完毕后在流动保护气体环境下进行后续烧结和等通道挤压变形。

[0065] 下面结合实施例和图4对本发明的工作过程进行进一步描述：

[0066] 首先加载第一液压缸21，第一液压缸21驱动第一液压缸的活塞杆带动第一活动横梁14进行运动，第一活动横梁14带动上压头固定轴12和上压头23向上运动，直至退出模具后停止运动；然后加载第二液压缸31，第二液压缸31驱动第二液压缸的活塞杆带动第二活动横梁进行运动，第二活动横梁带动侧向压头固定轴26和侧向压头25运动，直至退出模具后停止运动。

[0067] 打开炉门，第三液压缸35驱动第三液压缸活塞杆带动活动工作台1移出炉体，将金属粉末材料定量装入等通道挤压模具的型腔内，通过第三液压缸35驱动第三液压缸活塞杆带动活动工作台1移入炉体，关闭炉门，通过第二液压缸活塞杆驱动侧向压头25运动，直至将金属粉末完全压入凹模垂直模腔空间后停止；通过第一液压缸活塞杆驱动上压头23向下运动，完成金属粉末的预压实后，同时将第一液压缸21和第二液压缸31的压力升至设定烧结压力。设定烧结压力可以根据不同的金属粉末进行设定。

[0068] 在本实施例中，金属粉末选用AZ31镁合金、AZ91镁合金以及AZ61镁合金中的一种，在其余实施例中，也可以选用别的金属粉末，在本实施例中，设定的烧结压力为30-80MPa，在其余实施例中，可以根据需要进行设定。选用的金属粉末不同，则压力、烧结温度等参数均不相同。具体参数可以根据选用的金属粉末进行确定。

[0069] 使炉体内保持真空环境，在真空环境下，或者通入流动保护气体，待保护气体将炉腔内部充填完毕后在流动保护气体环境下，进行后续烧结和等通道挤压变形；打开加热装置8，打开冷却装置使冷却水道11通循环冷却水，将温度升至所设定的温度进行烧结。AZ31镁合金的烧结温度为350-550摄氏度，AZ91镁合金的烧结温度为350-600摄氏度，AZ61镁合金的烧结温度为300-550摄氏度。

[0070] 烧结完成后，将第一液压缸21的压力调至等通道挤压压力，将第二液压缸31的压力调至背压压力，第一液压缸21继续驱动上压头23向下运动，对烧结材料进行等通道挤压变形，直至等通道挤压变形完成，随后卸载第一液压缸21的压力和第二液压缸31的压力，关闭加热装置8，并通过第一液压缸活塞杆驱动上压头固定轴和上压头进行回程，通过第二液压缸活塞杆驱动侧向压头固定轴和侧向压头进行回程，待试样降到设定的温度时，关闭气体回收装置或停止充入流动保护气体，炉门打开，开启第三液压缸35将活动工作台1移出，取出变形件，完成一次等通道挤压变形。取出形变后的试样，进行预定淬火工艺。取出后的试样可以不进行预定淬火工艺，而是再次放入等通道挤压模具24里，进行重复的等通道挤压工艺。最后，待炉体内温度降至室温时，关闭冷却装置。

[0071] 最后应说明的是：以上所述的各实施例仅用于说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：

其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或全部技术特征进行等同替换；而这些修改或替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

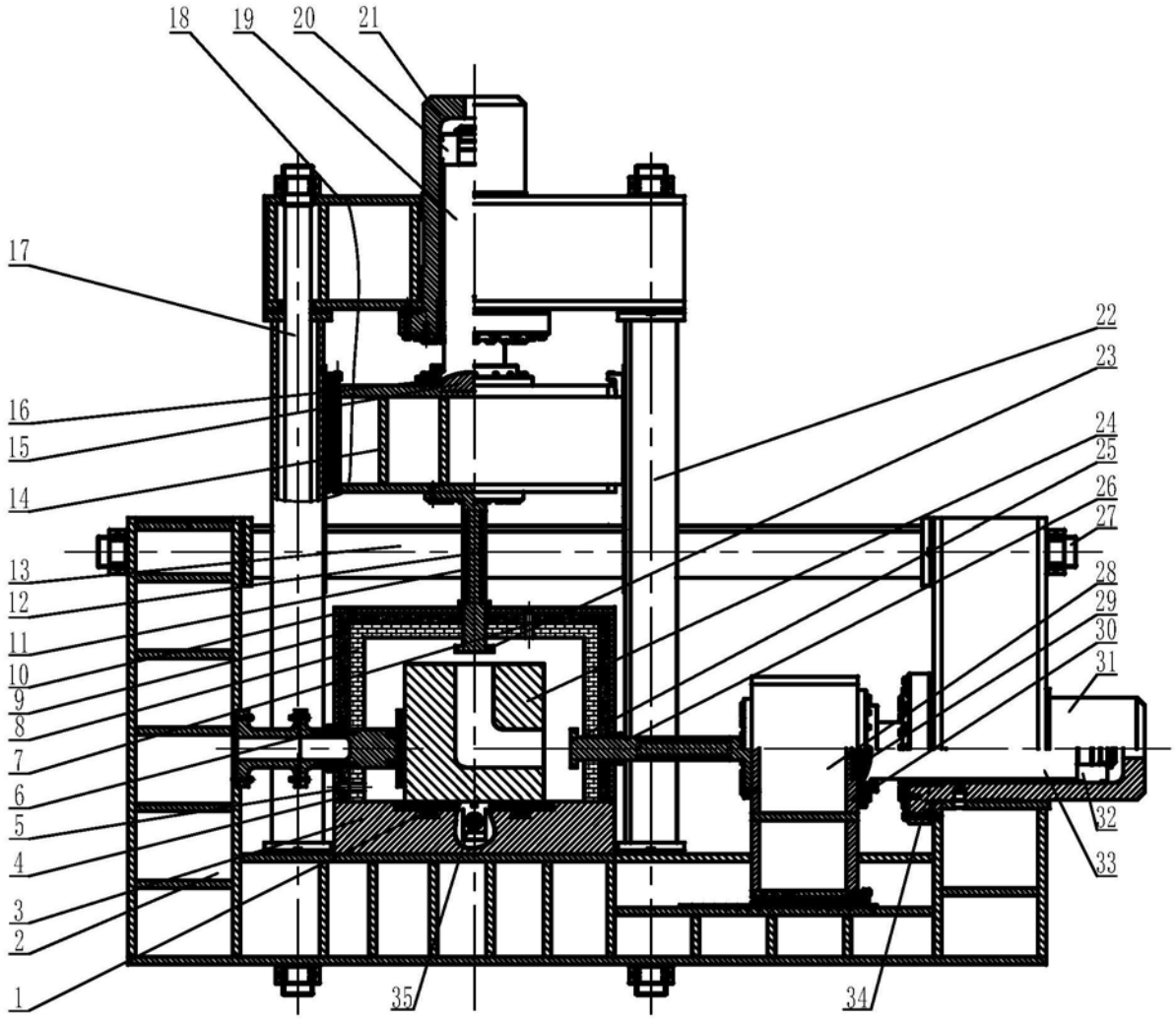

18
19
20
21
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
35
34

图1

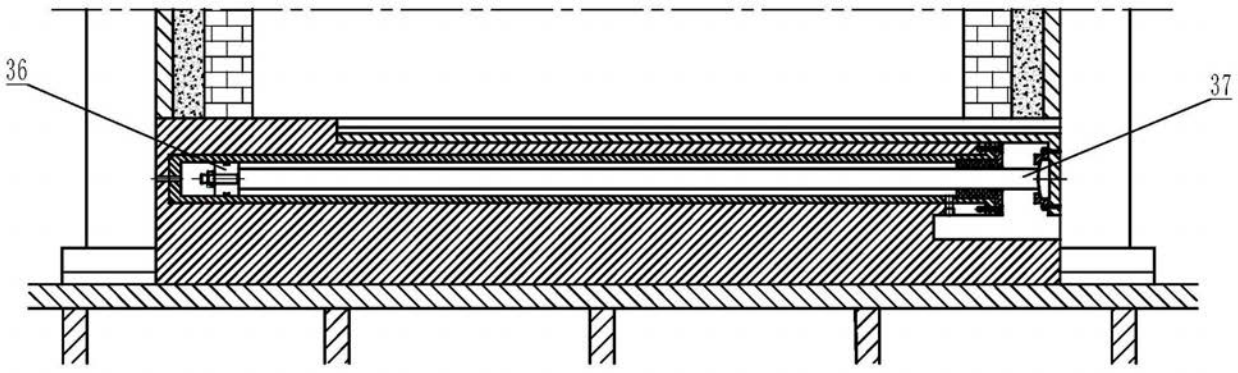

36
37

图2

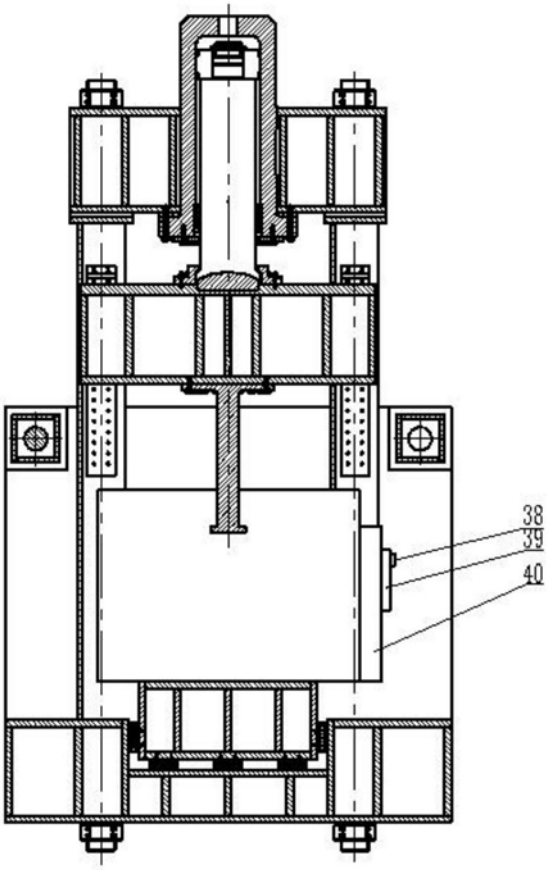


图3

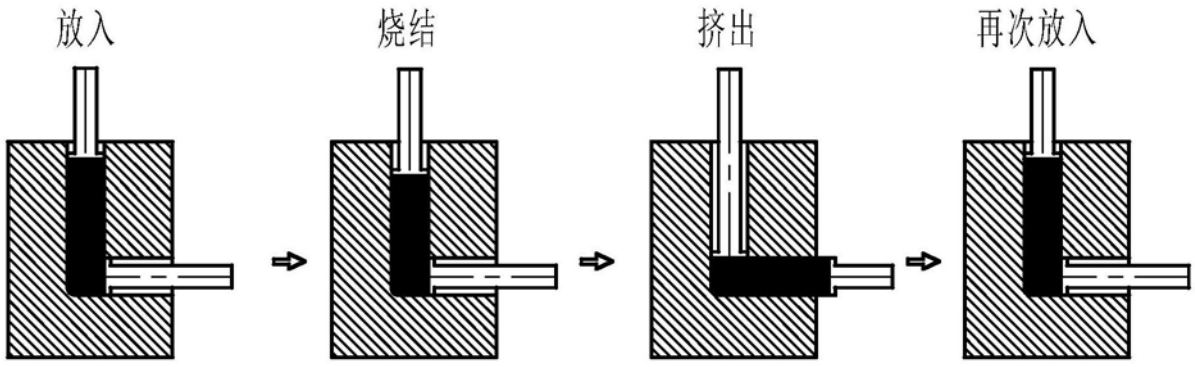


图4