



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107282671 A

(43)申请公布日 2017. 10. 24

(21)申请号 201710600861.7

(22)申请日 2017.07.21

(71)申请人 合肥工业大学

地址 230009 安徽省合肥市包河区屯溪路
193号

(72)发明人 薛克敏 周玉峰 李萍

(74)专利代理机构 安徽省合肥新安专利代理有
限责任公司 34101

代理人 何梅生

(51)Int.Cl.

B21C 23/18(2006.01)

B21J 5/00(2006.01)

B21J 5/08(2006.01)

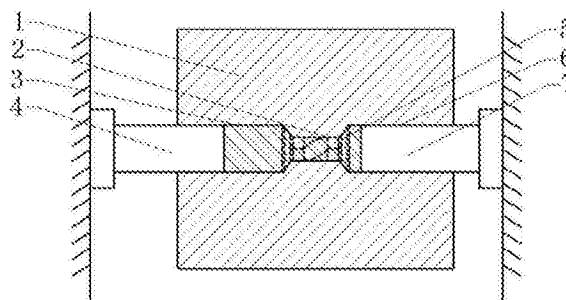
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

超细晶棒材的闭塞式变截面往复挤扭镦成形方法

(57)摘要

本发明公开了一种超细晶棒材的闭塞式变截面往复挤扭镦成形方法,基于三向液压成形机,由上滑块提供合模力,左滑块和右滑块提供两端冲头成形所需的压力;模具内腔是由第一挤压通道、中间扭转通道和第二挤压通道在同一直线上依次连接形成的“一”字通道,中间扭转通道的截面面积小于第一挤压通道和第二挤压通道的截面面积;两端冲头一一对应地位于“一”字通道的两端,利用往复移动的两端冲头形成闭塞的变截面型腔;利用两端冲头的往复移动,实现待加工坯料在“一”字通道中的往复挤扭镦工艺,经多道次成型完成超细晶棒材的制备。本发明能有效细化棒材晶粒,提高棒材的成形极限,其操作简单,适用性强,易于实现工程化应用。



1. 超细晶棒材的闭塞式变截面往复挤扭镦成形方法,其特征是:所述成形方法基于三向液压成形机,由所述三向液压成形机的上滑块为具有上下分模形式的模具提供合模力,左滑块和右滑块提供两端冲头成形所需的压力;设置模具内腔是由第一挤压通道、中间扭转通道和第二挤压通道在同一直线上依次连接形成的“一”字通道,所述中间扭转通道的截面面积小于第一挤压通道和第二挤压通道的截面面积;两端冲头一一对应地位于“一”字通道的两端,利用往复移动的两端冲头形成闭塞的变截面型腔;

设定第二挤压通道所在一端的冲头为恒压,在第一挤压通道所在一端的冲头压力作用下,待加工坯料由第一挤压通道流入中间扭转通道,经过扭转变形后流入第二挤压通道,直至待加工坯料完全从第一挤压通道流出;随后设定第一挤压通道所在一端的冲头为恒压,在第二挤压通道所在一端的冲头压力作用下,待加工坯料由第二挤压通道流入中间扭转通道,经过扭转变形后流入第一挤压通道,直至待加工坯料完全从第二挤压通道流出,得到一道次成形试样;按相同的方式经多道次成形完成超细晶棒材的制备。

2. 根据权利要求1所述的超细晶棒材的闭塞式变截面往复挤扭镦成形方法,其特征是:所述中间扭转通道是非圆形横截面的螺旋形扭转通道;螺旋形扭转通道沿轴向上各横截面的形状相同、横截面面积相等,螺旋形扭转通道与第一挤压通道和第二挤压通道呈圆弧过渡连接。

3. 根据权利要求1或2所述的超细晶棒材的闭塞式变截面往复挤扭镦成形方法,其特征是:所述第一挤压通道和第二挤压通道的横截面形状相同、尺寸相同,并且在所述变截面型腔中呈左右对称。

超细晶棒材的闭塞式变截面往复挤扭镦成形方法

技术领域

[0001] 本发明涉及材料制备加工方法技术领域,尤其涉及一种超细晶棒材的闭塞式变截面往复挤扭镦成形方法。

背景技术

[0002] 金属棒材在制造业、交通业、建筑业等行业中应用广泛,对我国国民经济的发展起着重要作用,超细晶棒材相比普通棒材具有更高的强度和塑性,其经济效益和适用范围远远超过普通棒材。目前国内生产超细晶棒材多采用反复热轧的方法,但反复热轧工艺复杂,条件控制严格,对设备要求较高,尤其大批量生产时成本较高。近年来,利用大塑性变形工艺细化晶粒以提高材料性能的方法得到了广泛的关注。对现有文献检索发现,杨思宇在《热加工工艺》(2016,45(9):121-123)上发表的《多向锻造对Mg-13Gd-4Y-0.5Zr镁合金组织及力学性能的影响》上指出,多向锻造可以细化镁合金晶粒,提高镁合金的硬度,并且道次越多,细化效果越明显。唐群华在《材料工程》(2015,43(12):45-51)上发表的《Al0.3CoCrFeNi高熵合金高压扭转过程中的组织结构演变》中提出,高压扭转可以显著细化晶粒,经过高压扭转后的金属平均晶粒尺寸可达30nm,变形后材料的硬度相对原始坯料提高了约2.5倍。但在现有的大塑性变形工艺中,多向锻造变形量有限,细化晶粒效果较差;等径角挤压所获得的材料组织不均匀,且变形过程中存在冲头偏载的问题;高压扭转细化效果好,但无法制备大尺寸超细晶材料,其工程应用受限。现有的大塑性变形工艺均不适合于超细晶棒材的制备,难以满足工业生产对超细晶棒材制备工艺的要求。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服现有制备棒材技术的缺陷,提供一种操作简单、晶粒细化效果明显、可实现大规模超细晶棒材制备的超细晶棒材的闭塞式变截面往复挤扭镦成形方法。

[0004] 本发明为解决技术问题采用如下技术方案:

[0005] 本发明超细晶棒材的闭塞式变截面往复挤扭镦成形方法的特点是:所述成形方法基于三向液压成形机,由所述三向液压成形机的上滑块为具有上下分模形式的模具提供合模力,左滑块和右滑块提供两端冲头成形所需的压力;设置模具内腔是由第一挤压通道、中间扭转通道和第二挤压通道在同一直线上依次连接形成的“一”字通道,所述中间扭转通道的截面面积小于第一挤压通道和第二挤压通道的截面面积;两端冲头一一对应地位于“一”字通道的两端,利用往复移动的两端冲头形成闭塞的变截面型腔;

[0006] 设定第二挤压通道所在一端的冲头为恒压,在第一挤压通道所在一端的冲头压力作用下,待加工坯料由第一挤压通道流入中间扭转通道,经过扭转变形后流入第二挤压通道,直至待加工坯料完全从第一挤压通道流出;随后设定第一挤压通道所在一端的冲头为恒压,在第二挤压通道所在一端的冲头压力作用下,待加工坯料由第二挤压通道流入中间扭转通道,经过扭转变形后流入第一挤压通道,直至待加工坯料完全从第二挤压通道流出,

得到一道次成形试样；按相同的方式经多道次成形完成超细晶棒材的制备。

[0007] 本发明超细晶棒材的闭塞式变截面往复挤扭镦成形方法的特点也在于：所述中间扭转通道是非圆形横截面的螺旋形扭转通道；螺旋形扭转通道沿轴向上各横截面的形状相同、横截面面积相等，螺旋形扭转通道与第一挤压通道和第二挤压通道呈圆弧过渡连接。

[0008] 本发明超细晶棒材的闭塞式变截面往复挤扭镦成形方法的特点也在于：所述第一挤压通道和第二挤压通道的横截面形状相同、尺寸相同，并且在所述变截面型腔中呈左右对称。

[0009] 与已有技术相比，本发明有益效果体现在：

[0010] 1、本发明复合了挤压变形、扭转变形和镦粗变形，实现对称结构的双冲头往复挤扭镦，有效解决了扭转变形所存在的冲头受力不均匀问题，提高材料在变形过程中的冲头受力的均匀性，延长模具寿命。

[0011] 2、本发明采用双冲头挤压，使材料在变形过程中始终处于三向压应力状态，防止裂纹的萌生和扩展，显著提高材料的变形能力和成形极限。

[0012] 3、本发明中扭转通道的横截面面积小于挤压通道横截面面积，在每道次变形过程中一次完成了挤压变形、扭转变形和镦粗变形，每道次变形量大、变形过程中静水压力大，制得棒材组织更加细小。

[0013] 4、本发明利用挤压变形、扭转变形和镦粗变形的复合，在镦粗过程中降低了棒材在经过挤压和扭转后的应变分布不均匀性，经过挤扭镦后的棒材组织更加均匀。

[0014] 5、本发明特别适用于超细晶棒材的制备，晶粒细化效果显著。试验结果表明，该成形方法所制备的超细晶棒材组织均匀、平均晶粒尺寸为100nm~1μm。模具不易损耗，操作简单，实用性好，易于工业化应用。

附图说明

[0015] 图1为本发明成形设备中模具结构示意图；

[0016] 图2a为高强铝合金变形前电镜图；

[0017] 图2b为高强铝合金经本发明方法成形后的超细晶棒材电镜图；

具体实施方式

[0018] 本实施例中制备超细晶材料的闭塞式变截面往复挤扭镦成形方法是基于三向液压成形机，由三向液压成形机的上滑块为具有上下分模形式的模具提供合模力，左滑块和右滑块提供两端冲头成形所需的压力。

[0019] 如图1所示，设置模具内腔是由第一挤压通道3、中间扭转通道2和第二挤压通道6在同一直线上依次连接形成的“一”字通道，中间扭转通道2的截面面积小于第一挤压通道3和第二挤压通道6的截面面积；两端冲头一一对应地位于“一”字通道的两端，图1中所示为两端冲头中的第一冲头4位于第一挤压通道3所在一端，第二冲头7位于第二挤压通道6所在一端，图1中同时示出了具有上下分模形式的模具的底模1，以及制备中的待加工坯料5，利用往复移动的两端冲头形成闭塞的变截面型腔。

[0020] 设定第二挤压通道6所在一端的第二冲头7为恒压，在第一挤压通道3所在一端的第一冲头4压力作用下，待加工坯料5由第一挤压通道3流入中间扭转通道2，经过扭转变形

后流入第二挤压通道6,直至待加工坯料完全从第一挤压通道流出;随后设定第一挤压通道所在一端的第一冲头4为恒压,在第二挤压通道所在一端的第二冲头7压力作用下,待加工坯料5由第二挤压通道6流入中间扭转通道2,经过扭转变形后流入第一挤压通道3,直至待加工坯料5完全从第二挤压通道流出,得到一道次成形试样;按相同的方式经多道次成形完成超细晶棒材的制备。

[0021] 具体实施中,中间扭转通道2是非圆形横截面的螺旋形扭转通道,具体设置中间扭转通道2的横截面为方形更易于加工;螺旋形扭转通道沿轴向上各横截面的形状相同、横截面面积相等,螺旋形扭转通道与第一挤压通道3和第二挤压通道6呈圆弧过渡连接。

[0022] 本实施例中的第一挤压通道3和第二挤压通道6的横截面形状相同、尺寸相同,并且在变截面型腔中呈左右对称。

[0023] 本实施例中超细晶棒材的闭塞式变截面往复挤扭镦成形方法是按如下步骤进行:

[0024] 步骤1、预热模具,将加热后的待加工坯料5放入第一挤压通道3中,上下合模,形成闭塞型腔,完成放料合模;

[0025] 步骤2、由第一冲头对待加工坯料5施加挤压力,待加工坯料5由第一挤压通道3流入中间扭转通道2,经过扭转变形后流入第二挤压通道6,此时的第二冲头7施加恒压,使待加工坯料5发生镦粗变形;当待加工坯料5完全从第一挤压通道3中流出后,转而由第二冲头7向待加工坯料5施加挤压力,同时由第一冲头4施加恒定压力,直至待加工坯料5完全从第二挤压通道6中流出后得到一道次成形试样;

[0026] 步骤3、重复步骤2实现待加工坯料的多道次成形,经卸压开模获得多道次成形棒材。

[0027] 步骤4、将第一冲头4和第二冲头7在两端退回,上滑块归位,卸压开模,得到多道次成形后棒材。

[0028] 采用本实施例中成形方法以高强铝合金作为待加工坯料进行实验,以高强铝合金为材质,采用横截面直径为 $\Phi 30$,长度为80mm的圆柱体作为待加工坯料,第一挤压通道和第二挤压通道的横截面是内径为30mm的圆,挤压比为3,中间扭转通道的横截面为方形,扭转角度为 90° ,即螺旋形扭转通道在两端的端面相互呈 90° 的角度,实验过程如下:

[0029] 首先,将第一冲头、第二冲头、模具以及待加工坯料预热至 350°C ,将预热后的待加工坯料置于第一挤压通道内,上滑块下行,闭合模具,并施加300t的合模力;

[0030] 将第二冲头伸入第二挤压通道,直至与第二挤压通道的底部相抵触,第一冲头以2mm/s的速度进入第一挤压通道,经过15mm的导向长度后,第一冲头继续运动,待加工坯料在挤压力的作用下进入中间扭转通道,金属经过中间扭转通道后流入第二挤压通道与第二冲头相接触,此时设置第二冲头的恒定压力为50t,第一冲头继续运动,第一挤压通道中的待加工坯料在第一冲头和第二冲头的作用下开始发生镦粗变形直至充满第二通道;当第一冲头与第一挤压通道的底部相抵触时停止挤压;随后,第二冲头开始施压挤压力,同时对第一冲头施加恒定压力50t,当第二冲头与第二挤压通道的底部相抵触时,待加工坯料即完成一道次闭塞式变截面往复挤扭镦。

[0031] 图2a所示为变形前材料电镜图,经过三道次挤扭镦后,得到组织较均匀,平均晶粒尺寸约为350nm的高强铝合金超细晶棒材,其电镜图如图2b所示。

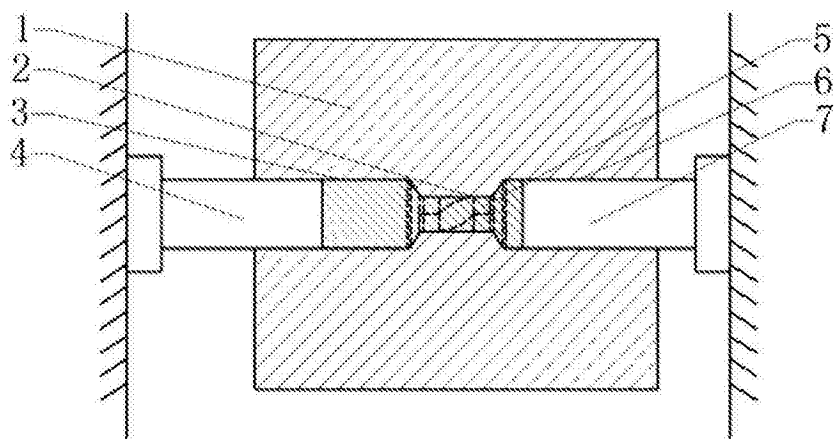


图1

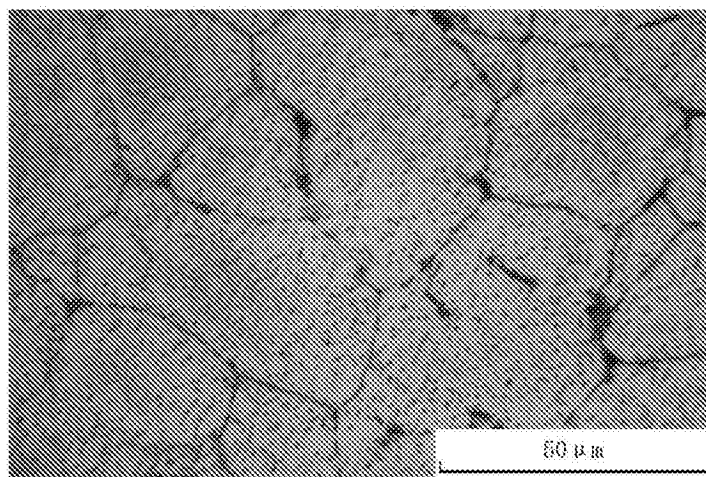


图2a

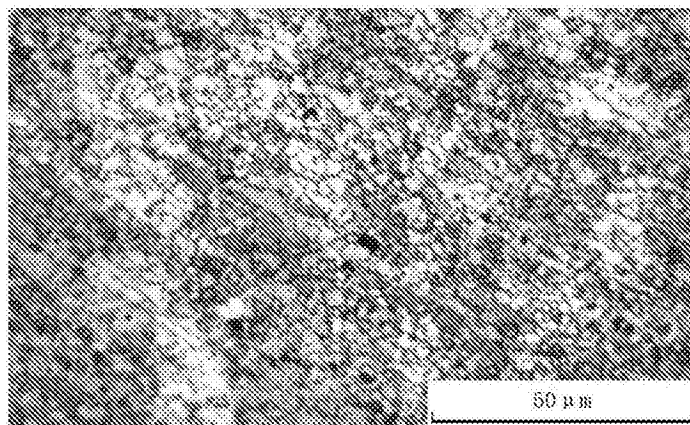


图2b