



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109434264 A

(43)申请公布日 2019.03.08

(21)申请号 201811264772.0

(22)申请日 2018.10.26

(71)申请人 中国航发北京航空材料研究院
地址 100095 北京市海淀区北京市81号信箱科技发展部

(72)发明人 兰博 张国栋 张学军 袁鸿
陈由红 方爽 李凯

(74)专利代理机构 中国航空专利中心 11008
代理人 陈宏林

(51)Int.Cl.

B23K 15/00(2006.01)

B21H 1/06(2006.01)

B23P 15/00(2006.01)

B33Y 10/00(2015.01)

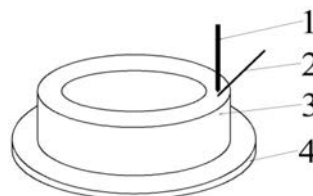
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

大尺寸金属环形件电子束熔丝增材制坯+环轧成形方法

(57)摘要

本发明是一种大尺寸金属环形件电子束熔丝增材制坯+环轧成形方法,该方法将精密环轧技术与电子束熔丝增材制造技术结合,利用轧辊对电子束增材制坯进行辗压变形,实现高性能环形件的精确快速成形。本发明制备的大尺寸金属环形件组织为细小均匀的变形组织,消除了电子束熔丝增材制坯零件的铸态组织、气孔及未熔合等缺陷,降低并改善零件内部的残余应力及分布,显著提高电子束增材制造大尺寸金属环件使用过程中性能的稳定性和可靠性。同时,该方法大幅减少环形件的成形工序、提高生产效率,降低零件生产成本。



1. 一种大尺寸金属环形件电子束熔丝增材制坯+环轧成形方法, 该大尺寸金属环形件的直径为 $\phi 1000\text{mm}\sim\phi 3000\text{mm}$, 其特征在于: 该成形方法的步骤如下:

步骤一、根据大尺寸金属环形件的形状生成带有余量的环形锭坯 (3) 的三维模型, 采用 $\phi 0.5\text{mm}\sim\phi 2.0\text{mm}$ 的焊丝 (2) 在沉积基板 (4) 上进行电子束熔丝增材制备环形锭坯 (3), 电子束熔丝堆积方向平行于环形锭坯 (3) 的轴向方向, 沉积基板 (4) 材料与丝材 (2) 为同种合金;

步骤二、成形结束后, 将环形锭坯 (3) 与沉积基板 (4) 切割分离;

步骤三、对环形锭坯 (3) 表面吹砂, 之后在环形锭坯 (3) 表面涂覆玻璃润滑剂;

步骤四: 采用卧式数控径-轴双向精密环轧机对环形锭坯 (3) 进行径-轴双向轧制, 环轧前, 环形锭坯 (3)、轧机驱动辊 (5) 及芯辊 (6) 需预热至 $250^{\circ}\text{C}\sim 350^{\circ}\text{C}$, 将热透后的环形锭坯 (3) 迅速放入轧机驱动辊 (5) 和芯辊 (6) 之间, 环形锭坯 (3) 转移放置时间小于 1.5min , 驱动辊 (5) 线速度 $0.5\text{m/s}\sim 1\text{m/s}$, 芯辊 (6) 进给速度为 $2\text{mm/s}\sim 5\text{mm/s}$, 端面轧辊 (8) 压制速度为 $0.5\text{mm/s}\sim 3\text{mm/s}$, 实现环形锭坯 (3) 轴向变形的同时并保证其端面平整, 环形锭坯 (3) 轧制变形量为 $10\%\sim 100\%$, 轧制完成后得到环形锻件 (7)。

2. 根据权利要求1所述的大尺寸金属环形件电子束熔丝增材制坯+环轧成形方法, 其特征在于: 环形锭坯 (3) 在环轧前进行墩粗预变形, 变形方向平行于环形锭坯 (3) 的轴向方向, 变形量为 $30\%\sim 100\%$ 。

大尺寸金属环形件电子束熔丝增材制坯+环轧成形方法

技术领域

[0001] 本发明是一种大尺寸金属环形件电子束熔丝增材制坯+环轧成形方法,属于增材制造技术领域。

背景技术

[0002] 航空航天、兵器装备、船舶等现代工业高端装备正向着大型化、数字化、极端恶劣条件下寿命与可靠性增长的目标快速发展,致使其镍基合金、不锈钢、钛合金等关键金属部件尺寸愈来愈大、结构日益复杂、性能要求不断提高,对制造技术也提出了更高的要求。目前,国内的大尺寸金属环形件多采用环轧制坯后再进行机械加工获得最终零件。主要加工工艺流程为:棒坯→镦粗→冲孔→环轧→热处理→机械加工。但由于大尺寸环形件所需的环形锭坯尺寸较大,受限于国内生产的棒坯尺寸规格较小,往往采用未经开坯的铸锭进行镦粗以满足构件尺寸形状要求,而且需要万吨级以上的重型锻造设备及大型锻造模具来保证环形锭坯的成形质量。虽然通过环轧或热处理工艺可使铸锭组织破碎、细化,但铸锭原始组织均存在粗大枝晶和严重偏析,且制备过程需反复加热,导致晶粒粗大,使得成形后的锻件出现组织混晶不均匀、质量一致性差等问题。此外,对镦粗后的饼坯进行冲孔使得环形锭坯锻造流线被切断,严重影响环件的综合性能,且该方法材料利用率低,工艺流程长,能源耗损大,导致零件成本居高不下。

[0003] 电子束熔丝快速成形技术是在真空环境中利用电子束熔化送进的金属丝材直接制造金属零件或近净成形毛坯的新型增材制造技术,具有生产柔性好、成型效率高、生产成本低等优点,在航空航天等领域具有广泛的应用前景。但电子束熔丝增材制造零件在特殊的条件下进行快速制造经常致材料内部存在微孔洞、未熔合和较大的残余应力,同时由于熔化道和熔池的存在,使所制备的零件表面粗糙度较高,微观组织与锻件组织有很大区别,且具有明显的方向性,严重影响零件的使用性能。

发明内容

[0004] 本发明正是针对上述国内现有的技术状况而设计提供了一种大尺寸金属环形件电子束熔丝增材制坯+环轧成形方法。其目的是综合增材制造和塑性成形具有的独特优势,即成形效率高、材料利用率高、变形抗力小,通过大变形量加工成形形状复杂和质量要求较高的大尺寸金属环形件。

[0005] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:

[0006] 该种大尺寸金属环形件电子束熔丝增材制坯+环轧成形方法,该大尺寸金属环形件的直径为 $\phi 1000\text{mm} \sim \phi 3000\text{mm}$,其特征在于:该成形方法的步骤如下:

[0007] 步骤一、根据大尺寸金属环形件的形状生成带有余量的环形锭坯3的三维模型,采用 $\phi 0.5\text{mm} \sim \phi 2.0\text{mm}$ 的焊丝2在沉积基板4上进行电子束熔丝增材制备环形锭坯3,电子束熔丝堆积方向平行于环形锭坯3的轴向方向,沉积基板4材料与丝材2为同种合金;

[0008] 步骤二、成形结束后,将环形锭坯3与沉积基板4切割分离;

[0009] 步骤三、对环形锭坯3表面吹砂,之后在环形锭坯3表面涂覆玻璃润滑剂;

[0010] 步骤四:采用卧式数控径-轴双向精密环轧机对环形锭坯3进行径-轴双向轧制,环轧前,环形锭坯3、轧机驱动辊5及芯辊6需预热至250℃~350℃,将热透后的环形锭坯3迅速放入轧机驱动辊5和芯辊6之间,环形锭坯3转移放置时间小于1.5min,驱动辊5线速度0.5m/s~1m/s,芯辊6进给速度为2mm/s~5mm/s,端面轧辊8压制速度为0.5mm/s~3mm/s,实现环形锭坯3轴向变形的同时并保证其端面平整,环形锭坯3轧制变形量为10%~100%,轧制完成后得到环形锻件7。

[0011] 进一步,环形锭坯3在环轧前进行墩粗预变形,变形方向平行于环形锭坯3的轴向方向,变形量为30%~100%,充分破碎环形锭坯3中沿电子束熔丝堆积方向生长的粗大柱状晶组织。

[0012] 本发明技术方案中,金属环件的直径为 $\phi 1000\text{mm}\sim\phi 3000\text{mm}$,尺寸比较大,通过电子束熔丝增材制造避免了环形件冲孔的问题,同时与径-轴双向精密环轧成形技术结合在一起,使环形锭坯3在驱动辊5、芯辊6及端面轧辊8的相互辗压作用下产生塑性变形,晶粒得到显著细化,同时在三向压应力作用下可有效消除电子束沉积层存在的气孔、未熔合等缺陷,改善零件内部的残余应力分布,提升增材制造环形件的疲劳寿命和可靠性,进一步扩大电子束熔丝增材制造环形件的应用范围。

[0013] 本发明方法不仅能够简化大尺寸环形件的成形工序、降低成本和提高生产效率,而且还能够有效改善增材制造环形件的尺寸精度、表面粗糙度、组织性能及残余应力分布,最终实现对大尺寸环形件的形性一体化控制。

附图说明

[0014] 图1为本发明方法中的电子束熔丝增材制造环形锭坯过程示意图

[0015] 图2为本发明方法中的环轧设备结构示意图

[0016] 图3为实施本发明方法后获得的GH4169合金环形锻件

[0017] 图4为本发明方法实施例中的GH4169合金环形锻件的微观组织形貌

[0018] 图中:1电子束枪;2焊丝;3环形锭坯;4沉积基板;5驱动辊;6芯辊;7环形锻件;8端面轧辊。

具体实施方式

[0019] 以下将结合附图和实施例进一步说明本发明的技术方案。

[0020] 参见附图1~2所示,采用本发明方法成形GH4169合金环形件的步骤如下:

[0021] 步骤一、该种环形件的直径为 $\phi 1000\text{mm}\sim\phi 3000\text{mm}$,根据该环形件的形状生成带有余量的环形锭坯3的三维模型,采用 $\phi 0.5\text{mm}\sim\phi 2.0\text{mm}$ 的焊丝2在沉积基板4上进行电子束熔丝增材制备环形锭坯3,电子束熔丝堆积方向平行于环形锭坯3的轴向方向,沉积基板4材料与丝材2为同种合金;

[0022] 步骤二、成形结束后,将环形锭坯3与沉积基板4切割分离;

[0023] 步骤三、对环形锭坯3表面吹砂,之后在环形锭坯3表面涂覆玻璃润滑剂;

[0024] 步骤四、采用卧式数控径-轴双向精密环轧机对环形锭坯3进行径-轴双向轧制,环

轧前,对环形锭坯3进行镦粗预变形,变形方向平行于环形锭坯3的轴向方向,变形量为30%~100%;

[0025] 另外,将环形锭坯3、轧机驱动辊5及芯辊6预热至250℃~350℃,然后将热透后的环形锭坯3迅速放入轧机驱动辊5和芯辊6之间,环形锭坯3转移放置时间小于1.5min,驱动辊5线速度0.5m/s~1m/s,芯辊6进给速度为2mm/s~5mm/s,端面轧辊8压制速度为0.5mm/s~3mm/s,实现环形锭坯3轴向变形的同时并保证其端面平整,环形锭坯3轧制变形量为10%~100%,轧制完成后得到环形锻件7。

[0026] 步骤五、对环形锻件7进行热处理强化。

[0027] 图3为实施本发明方法后获得的GH4169合金环形锻件,图4为本发明方法实施例中的GH4169合金环形锻件的微观组织形貌,从图中可以看出,由于径-轴双向环轧成形过程中材料经历三向压应力剧烈变形,且变形较为均匀,可有效消除电子束熔丝后的零件组织粗大、气孔及未熔合等缺陷,显著改善零件的组织性能、残余应力分布及成形质量,同时,环形件剧烈变形后可再经热处理获得均匀细小的变形组织,实现环形件几何形状、锻件组织与综合性能的同时优化,能够大幅提高零件性能的稳定性和可靠性。

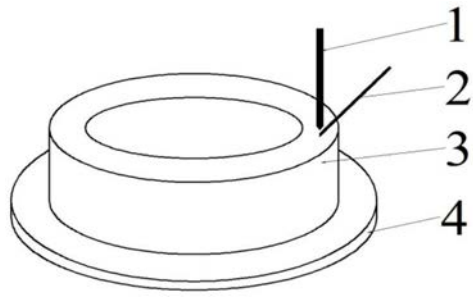


图1

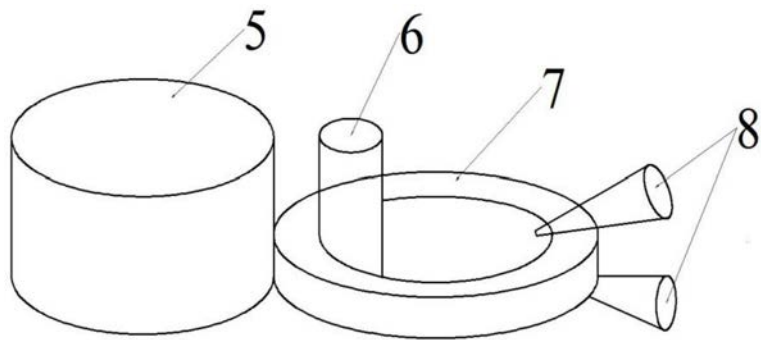


图2

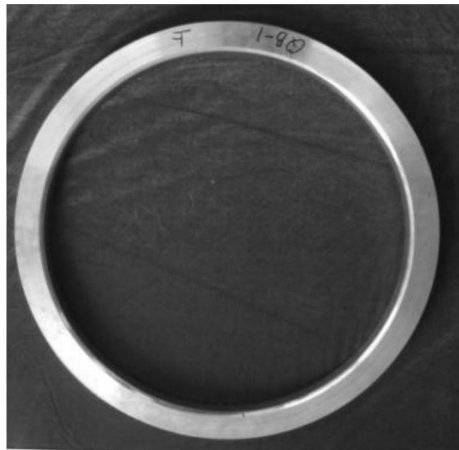


图3

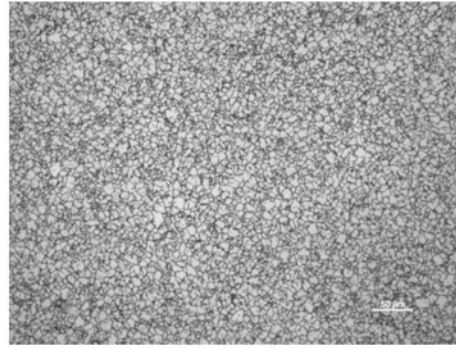


图4