

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利
(解密公告)

(45) 授权公告日 :2011-03-30

(21) 申请号 200710081268.2

(22) 申请日 2007-05-09

(54) 发明或实用新型名称 一种 TiAl 基合金热锻用复合包套

(73) 专利权人 中南大学

地址 湖南省长沙市岳麓区麓山南路 932 号

(72) 发明人 黄劲松 刘咏 刘彬 张伟 何晓宇 张永红 贺跃辉 黄伯云

(74) 专利代理机构 中南大学专利中心

代理人 龚灿凡

(51) Int. Cl. C22F1/18;C22C14/00

法律状态 终止

专业领域 先进材料与制造

所属军工集团 大专院校

一级技术分类 材料

二级技术分类 复合材料

三级技术分类 基合金热锻用的复合包套

四级技术分类

[0001] TiAl基合金热锻用复合包套,本发明采用碳钢作为内包套,用铁丝紧密严实地将硅酸铝纤维板或硅酸铝纤维卷纸外包套扎在碳钢内包套的外面,钛铝合金锭与碳钢内包套之间填充氧化铝粉。内包套的壁厚为TiAl基合金锻坯直径的 $1/3-1/5$ 。本发明解决了单纯采用碳钢包套对TiAl基合金进行热锻变形时锻件的热量散失问题,使TiAl基合金在热锻变形时处于一个准绝热状态,有利于TiAl基合金锻件的变形加工。同时可以减少锻件的边部与心部的温度差别,减少温度梯度,能起到降低TiAl基合金锻件开裂的风险的作用。

1.一种TiAl基合金热锻用复合包套,其特征在于:在钛铝合金锭与碳钢内包套之间填充氧化铝粉,氧化铝粉厚度为1-3mm,用硅酸铝纤维板或硅酸铝纤维卷纸外包套紧贴在空心碳钢内包套的外面,硅酸铝纤维板或硅酸铝纤维卷纸外侧再由耐高温氧化的金属网加固。

一种TiAl基合金热锻用复合包套

[0001] 技术领域:本发明涉及一种TiAl基合金热锻用的复合包套。

[0002] 背景技术:TiAl基合金被认为是一种在航空、航天、先进坦克、火力发电机等领域有着广阔应用前景的高温结构材料。TiAl基合金具有比钛合金更高的耐热温度,比镍基高温合金更小的密度(约为镍基高温合金的一半),在军工用高温合金材料中具有尤其突出的优点。但是,TiAl基合金的工业化应用仍面临着困难,其中最大的问题是如何制备出大尺寸的具有均匀、细小显微组织的TiAl基合金坯料。

[0003] TiAl基合金的制备主要有粉末冶金法和铸造法。采用粉末冶金技术可使合金的微观组织细小而均匀,降低合金元素的偏析,有可能简化工艺。采用粉末冶金技术的主要优点是可以制备形状复杂的小零件,能实现无切削成形,从而降低成本。虽然粉末冶金TiAl基合金具有一系列的优势,但在某些方面也还存在着不足,如:(1)TiAl基合金性能对杂质极为敏感,而粉末颗粒无论是元素粉还是预合金粉都具有较大的比表面,极易吸附气体分子或杂质。(2)TiAl基预合金粉很脆,难于成形,且粉末TiAl基合金的全致密化和组织均匀性问题也不易解决。钛铝预合金粉用冷等静压的方法几乎无法成形。传统的加成形剂的方法在钛铝预合金粉成形中不能采用,因为加入成形剂后,会造成钛铝基合金中的杂质及氧含量增加,这会进一步增加钛铝基合金的脆性,降低其塑性。加成形剂会进一步降低钛铝基合金的加工及工艺性能,增大其应用的难度。钛铝预合金粉的成形一般是采用热成形的方法,比如:热等静压、准等静压、约束烧结等方法。采用传统粉末冶金技术很难制备出全致密的产品。通常只有结合热等静压或者热机械处理等方法才能使材料达到全致密,这无疑将进一步提高成本。采用元素粉末冶金方法制备TiAl合金还存在合金化问题,由于元素Ti粉和Al在烧结过程中会发生剧烈化学反应,两种元素之间会互相扩散,但由于钛与铝各自的扩散速率相差很大,会导致严重的偏扩散,由此会带来一系列的问题,如:产生孔隙、膨胀、变形,界面结合强度不高造成合金的力学性能低。

[0004] 通常,TiAl基合金的铸锭组织由粗大的晶粒组成。粗大的晶粒使TiAl基合金的脆性进一步加剧,所以粗大的铸态TiAl基合金需经过热机械处理以细化其显微组织。TiAl基合金热机械处理包括等温锻造、包套热挤压和包套常规锻造等方法。TiAl基合金的等温锻造工艺因为TiAl基合金的塑性差而使变形速率很低,所以TiAl基合金的等温锻造工艺存在着效率低的缺点。另一方面,TiAl基合金的等温锻造工艺也还存在着较高的开裂风险,这也会使成本提高,而且在制备大尺寸板材时困难进一步加大。TiAl基合金的包套热挤压虽然效率较高且开裂的风险低等优点,但其产品的形状受到一定的限制,易于制备管、棒、线等产品而难于制备板材。而其它技术如特殊轧制技术、铸轧技术等由于工艺复杂、成本高或工艺不成熟等原因,在制备大尺寸TiAl基合金板材的应用上尚有大量工作要做。

[0005] 包套锻压因其能在普通液压机上实现,且外加的包套可以抵消锻造过程产生的二次拉应力,能避免锻坯的开裂,已成为了一项非常有效且成本低廉的TiAl基合金热机械处理技术。TiAl基合金的包套热锻在制备TiAl基合金板材上具有独特的优势。TiAl基合金的包套锻造工艺国内由中南大学在上世纪90年代中期最先采用并取得了较好的结果。如黄伯云,贺跃辉,曲选辉等在1996年中国有色金属学报发表的“快速变形法细化TiAl晶粒”。随后

国内包括北京科技大学、西北有色金属研究院等在内的研究单位开展了相关的试验研究。不过该方法也还存在着一定的局限性,因为尺寸越大,操作过程中金属包套锻件在空气中停留的时间越长,金属包套锻坯所散失的热量越多,锻坯的表面与心部的温度差越大,也就是说锻坯由心及表的温度梯度越大,会增大锻件的开裂风险,同时锻件越大,变形功及变形情况也越复杂,包套保护锻坯不开裂的作用也起越小,锻坯也就越容易开裂。目前我国所能制备的锻饼直径还未超过380mm,有工业应用价值的大尺寸锻坯制备在当前依然还是一个世界性的难题。

[0006] 2006年中南大学采用高温合金包套的方法,已成功突破热锻变形时高径比不超过1.5的限制,使锻压高径比达到1.5~3。此成果已经申报了国防专利(申请号:200710080674.7),但此专利技术的成材率还不高,仅为30%左右。随后在2007年2月采用双层合金包套的方法,成功地将成材率提高到90%以上。此成果也已经申报了国防专利(申请号:200710080883.1),但其生产成本由于外包套采用金属,原材料及机加工成本都较高,占了整个包套成本的30%左右。另外一方面,由于金属包套的热量散失问题没有解决,锻坯的成材率的提高也到了一个瓶颈,无法进一步提高,必须采取措施予以解决。

发明内容:

[0007] 本发明的目的在于为TiAl基合金热锻提供一种复合包套。本发明中在钛铝合金锭与碳钢内包套之间填充1-3mm厚的氧化铝粉,硅酸铝纤维板或硅酸铝纤维卷纸外包套紧贴在空心碳钢内包套的外面,其外侧再由耐高温氧化的金属网加固,厚度与碳钢内包套的壁厚基本相同。

[0008] 填充在钛铝合金锭与碳钢内包套之间的1-3mm厚的氧化铝粉既可以减少钛铝锭的热量损失,又可以防止碳钢内包套与钛铝锭在高温下发生化学反应,生成低熔点的化合物。由于碳钢内包套可以有效保护锻件,使锻件在整个锻压过程中始终受到碳钢内包套的作用力而处于一个准三向压应力状态。这是一个很利于TiAl基合金锻坯变形的条件,可以大大减少锻件开裂的风险。碳钢内包套还有减少锻件热量损失的作用,这可以减少锻件的温度梯度,也有减少锻件开裂的风险的作用。碳钢内包套的外面是紧密包裹的硅酸铝纤维板或硅酸铝纤维卷纸,硅酸铝纤维是优良的耐热和隔热材料,可以使锻件在出炉、上锻机、锻压的整个过程中处于准绝热状态,其开裂的风险更是可以大大减少。同时硅酸铝纤维板或硅酸铝纤维卷纸在锻压的过程中,还起到固体润滑剂的作用,也可以改良TiAl基合金的变形情况。

附图说明

[0009] 图1为本发明TiAl基合金热锻采用的复合包套结构示意图。

[0010] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步的详细说明。

具体实施方式

[0011] 实施例1:Ti-47Al-2Cr-0.2Mo(摩尔分数,%)合金,采用真空自耗电弧炉熔炼法制备,铸锭直径为 d_{262} mm。铸锭经热等静压和均匀化处理以后,用线切割方法切取尺寸为 d_{42} mm \times 62mm的圆柱体坯料。合金坯料的包套采用复合包套,填充在钛铝合金锭5与碳钢内

包套3之间的氧化铝粉4厚为1mm,碳钢内包套3的壁厚为14mm,硅酸铝纤维板或多层硅酸铝纤维卷纸2厚度为13mm。将铁丝手编成网,用铁丝网1将硅酸铝纤维板或多层硅酸铝纤维卷纸2紧紧地捆扎在碳钢内包套3的外面。所制备的锻饼表面完整,包套的成本比双层合金成本降低31%。

[0012] 实施例2:Ti-47Al-2Cr-0.2Mo(摩尔分数,%)合金,采用真空自耗电弧炉熔炼法制备,铸锭直径为 $d262\text{mm}$ 。铸锭经热等静压和均匀化处理以后,用线切割方法切取尺寸为 $d42\text{mm}\times 62\text{mm}$ 的圆柱体坯料。合金坯料的包套采用复合包套,填充在钛铝合金锭5与碳钢内包套3之间的氧化铝粉4厚为1.5mm,碳钢内包套3的壁厚为11mm,硅酸铝纤维板2的厚度为12mm。将铁丝和不锈钢丝一起手工编成网,用所编成的金属网将硅酸铝纤维板或多层硅酸铝纤维卷纸2紧紧地捆扎在碳钢内包套3的外面。所制备的锻饼表面完整,包套的成本比双层合金成本降低30%。

[0013] 实施例3:Ti-47Al-2Cr-0.2Mo(摩尔分数,%)合金,采用真空自耗电弧炉熔炼法制备,铸锭直径为 $d262\text{mm}$ 。铸锭经热等静压和均匀化处理以后,用线切割方法切取尺寸为 $d62\text{mm}\times 60\text{mm}$ 的圆柱体坯料。合金坯料的包套采用复合包套,填充在钛铝合金锭5与碳钢内包套3之间的氧化铝粉4厚为3mm,碳钢内包套3的壁厚为11mm,硅酸铝纤维板或硅酸铝纤维卷纸2的厚度为11mm。将铁丝手编成网,用铁丝网1将硅酸铝纤维板或多层硅酸铝纤维卷纸2紧紧地捆扎在碳钢内包套3的外面。所制备的锻饼表面完整,包套的成本比双层合金成本降低29%。

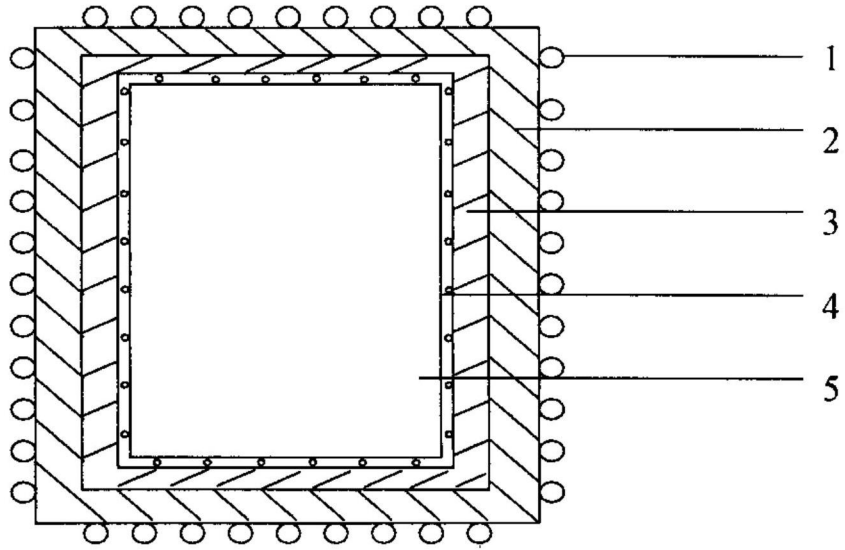


图1