



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106367661 A

(43)申请公布日 2017.02.01

(21)申请号 201610832506.8

(22)申请日 2016.09.20

(71)申请人 机械科学研究总院先进制造技术研究  
中心

地址 100083 北京市海淀区学清路18号

申请人 山东隆基机械股份有限公司

(72)发明人 张展展 陈蕴博 张海燕 张洋  
左玲立 祁晔思 刘晓萍 魏毅

(51)Int.Cl.

G22C 33/02(2006.01)

B22F 9/04(2006.01)

B22F 3/105(2006.01)

B22D 19/08(2006.01)

权利要求书1页 说明书3页

(54)发明名称

一种颗粒增强铁基表面复合材料的制备方法

(57)摘要

本发明涉及一种适于制备颗粒增强铁基表面复合材料的方法,属于金属基复合材料领域。本发明采用合适的陶瓷颗粒、放电等离子烧结工艺、浇注工艺以及热处理工艺,制备得到陶瓷颗粒增强铁基复合材料。复合层与基材以及陶瓷颗粒与基体均结合良好,加入陶瓷颗粒很大程度上提高了材料的耐磨性能。

1. 放电等离子烧结-铸造法制备铁基表面复合材料,其特征在于通过外加或原位合成的方法向基体中加入陶瓷颗粒,通过放电等离子烧结与铸造的方法制备颗粒增强铁基复合材料。

2. 根据权利要求1所述的颗粒增强铁基复合材料,其特征是:陶瓷颗粒或可原位成的颗粒与含Fe的金属粉加入粉末总量的6~10%的无水乙醇后进行机械合金球磨,球磨速率150~300转/分,球磨时间4~18小时;在真空烘干箱中,经100℃烘干;将混匀粉末装入石墨模具中并放入放电等离子烧结腔内对粉末进行压力烧结,制备得到陶瓷颗粒金属基复合材料耐磨层。

3. 根据权利要求2所述的陶瓷颗粒金属基复合材料,其特征是:复合材料耐磨层依次固定在铸件需要耐磨的表面,加热至140~300℃,将熔融的中、碳钢或灰铸铁或球磨铸铁或高铬铸铁浇入铸型,浇注温度1400~1550℃,浇注时熔体的热量直接将陶瓷颗粒金属基复合材料烧结在铸件上,冷却凝固。

4. 根据权利要求3所述的铁基表面复合材料,其特征是:将复合材料850℃~1050℃保温20 min~60min,空冷;回火工艺150℃~500℃保温0.5h~2空冷。

5. 根据权利要求2所述的陶瓷颗粒粉与合金粉,其特征是:粒度都为 $\geq 200$ 目,其中陶瓷粉为碳化钨粉或碳化钛粉或碳化钒粉或可原位合成碳化物颗粒组分的粉末或涂镍的三氧化二铝粉或二氧化锆粉;所用的金属粉成分为纯Fe粉或合金粉(其中Cu:1~3%(重量),Ni:1~30%(重量),Mo:0~10%(重量),Cr:1~3%(重量),C:3~5%(重量),Fe余量的)。

6. 根据权利要求2所述的球磨粉末,其特征是:粉末烘干后放入石墨模具中,称取球磨粉末30~80g,石墨模具尺寸为 $\Phi 10\sim 30$ mm;球磨粉末放入石墨模具时,在粉末与石墨模具之间用光滑的碳纸隔开,便于脱模。

7. 根据权利要求2所述的等离子烧结,其特征是:烧结的轴向压力为20~50MPa,抽真空后,升温至900~1200℃,升温速度30~120℃/min。

## 一种颗粒增强铁基表面复合材料的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于金属基复合材料领域,具体涉及一种适于制备铁基表面复合材料的方法。

### 背景技术

[0002] 根据结构件的工作条件,受摩擦表面运动速度所加压力及其产生的塑性变形介质性质的影响而形成诸多磨损特征。且其耐磨性主要取决于硬度、材料晶体结构和晶体互溶性以及强韧性、塑性等因素。因此工程上使用的各种零部件要求复合材料应满足表面高的耐磨性和心部良好的塑性、韧性的特点,这样既充分发挥了复合材料表面优异的耐磨性,也使复合材料遭受冲击时不易产生整体失效,实现了增强颗粒与基体间的性能优势互补,最终提高材料的使用寿命。

[0003] 提高制件耐磨性能的方法颇多,近期发展的诸多耐磨材料如:中国发明专利CN104439192公开本发明了一种蜂窝状陶瓷-金属复合材料立磨磨辊制备方法。首先制备蜂窝状多孔陶瓷-金属复合材料耐磨镶块,并对其进行处理,然后在镶嵌孔、镶嵌柱上外表面涂耐火涂料,将耐磨镶块嵌入镶嵌孔中使耐磨镶块牢固拼接一起,放入立磨磨辊砂型中,然后浇铸熔炼好金属液,待完全凝固后形成复合材料立磨磨辊,复合材料立磨磨辊进行整体热处理制备得到蜂窝状陶瓷-金属复合材料立磨磨辊。这种方法制备工艺复杂,如果蜂窝状预制体存在闭孔,在后续浇注金属液时,金属液很难深入闭孔间隙,最终形成孔隙影响材料的性能。中国发明专利CN1273152A公开发明了一种将陶瓷颗粒铁基复合材料制成压坯并固定于铸件表面,利用铸件浇注的高温水货铁水的热量直接将压坯烧结在铸件母体上。这种铸造方法很好的将粉末冶金与铸造相结合,但是压坯中存在孔隙,在随后的浇注过程中,虽有热量对压坯烧结,但无法使其完全致密,最终无法保证材料的耐磨性。又如中国发明专利CN104249504A本发明公开了一种复合耐磨衬板,提出了一种制造复合耐磨衬板的耐磨合金成份组配及复合耐磨衬板的制备方法,其中耐磨层采用的耐磨合金由单加或复加 Cr、C、Si、Mn、S、P、Mo、Ni、Cu、Re等元素和铁基材料组成,而该复合耐磨衬板的制备方法,主要是耐磨层和基层的材质分炉熔炼,然后再浇铸成型,该结构的复合耐磨板耐磨性好,使用该方法制造的复合耐磨衬板复合层之间粘合度高,大大提高复合耐磨衬板的使用寿命。这些方法主要是通过提高耐磨层中的合金元素含量来调高材料的耐磨性能,增加了原材料成本;由于耐磨层与基层链接在一起,在后续热处理过程中很难调控二者之间的关系,难以达到表面具备高的耐磨性,基体又具备良好的韧性。

### 发明内容

[0004] 为解决制备技术存在的问题和不足,本发明首次提供了一种耐磨工作表面由新颖陶瓷颗粒金属基复合材料和基材金属相匹配的制备方法,其特征在于包括如下步骤:

步骤1:放电等离子烧结-铸造法制备铁基表面复合材料,其特征在于通过外加或原位合成的方法向基体中加入陶瓷颗粒,通过放电等离子烧结与铸造相结合的方法制备颗粒增

强铁基复合材料。

[0005] 步骤2:将上述陶瓷颗粒或可原位成的颗粒与金属粉并加入粉末总量的6~10%的无水乙醇后进行机械合金球磨,球磨速率150~300转/分,球磨时间4~18小时。在真空烘干箱中,经100℃烘干。

[0006] 步骤3:将上述混匀粉末装入石墨模具中并放入放电等离子烧结腔内对粉末进行压力烧结,等离子烧结的轴向压力为20~50MPa,抽真空后,升温至900~1200℃,升温速度30~120℃/min,制备得到陶瓷颗粒金属基复合材料耐磨层。

[0007] 步骤4:将具有上述耐磨制件固定在铸件需要耐磨的表面,加热至140~300℃,将工业常用的中、碳钢或灰铸铁或球磨铸铁或高铬铸铁溶液浇入铸型,浇注温度为1400~1550℃。浇注时熔体的热量直接将陶瓷颗粒金属基复合材料烧结在铸件上,冷却凝固。

[0008] 步骤6:热处理工艺为:淬火工艺为850℃~1050℃保温20 min~60min,空冷;回火工艺为150℃~500℃保温0.5h~2,空冷。

[0009] 步骤7:步骤2中陶瓷颗粒粉与金属粉的粒度都为 $\geq 200$ 目,其中陶瓷粉为碳化钨粉或碳化钛粉或碳化钒粉或可原位合成碳化物颗粒组分的粉末或涂镍的三氧化二铝粉或氧化锆粉。

[0010] 步骤8:步骤5中所用的金属粉成分为纯Fe粉或合金粉(其中Cu:1~3%(重量),Ni:1~30%(重量),Mo:0~10%(重量),Cr:1~3%(重量),C:3~5%(重量),Fe余量的)。

[0011] 步骤9:步骤5中球磨粉末烘干后放入石墨模具中,其中球磨粉末30~80g,石墨模具尺寸为 $\Phi 10\sim 30$ mm。球磨粉末放入石墨模具时,在粉末与石墨模具之间用光滑的碳纸隔开,便于脱模。

[0012] 本发明与已有技术相比,有以下优点:

1.由于本方法预先通过放电等离子烧结制备的陶瓷颗粒增强铁基复合材料且致密度高达 $\geq 99\%$ 以上,克服了铸渗和铸造烧结方法的缺点,陶瓷颗粒体积分数高,颗粒分布均匀,表面质量好,厚度分布均匀。

[0013] 陶瓷颗粒增强铁基复合材料耐磨层和基材的制备是相互独立的,向铸型中浇入基材溶液时,铸型中预先放置的耐磨层性能几乎不受其影响。

[0014] 磨损量显著降低6%~40%。

[0015] 具体实施实例

#### 实施例1

本实施实例利用W与C原位合成WC颗粒,其中选用的W粉的尺寸为25 $\mu$ m,其主要成分为WC以及少量W<sub>2</sub>C,加入量为40 wt%,硬度约为2110HV;基体成分为含C约1wt%,Cu含量约为1.5 wt %,其余为Fe。

[0016] 本实施实例的WC颗粒增强铁基复合材料的制备方法如下:

将尺寸都为25 $\mu$ m的W粉、纯Fe粉、Cu粉、C粉混合,并加入8%的无水乙醇,放入球磨机中进行进一步混匀。然后在真空烘干箱中烘干,得到混合粉末。将混匀粉末放入石墨模具中并置入放电等离子烧结设备中进行致密化烧结,得到致密度达到99.9%以上的25vol%WC颗粒增强铁基复合材料。将WC颗粒增强铁基复合材料加工成所需形状并固定于模具需耐磨位置,在150℃温度下预热,浇入质量为其10倍的45钢液,浇注温度约为1460℃。对铸造后WC颗粒增强铁基复合材料进行热处理,工艺为900℃ $\times$ 20min-空冷-200℃ $\times$ 1h-空冷。

[0017] 采用销-盘摩擦磨损试验方式对热处理后的WC颗粒增强铁基复合材料与马氏体耐磨钢磨损性能进行对比,发现室温条件相同压力下(80N)10h磨损,Wc颗粒增强铁基复合材料的磨损量仅为马氏体耐磨钢的6%。

#### [0018] 实施例2

本实施实例本实施实例选用的WC颗粒的尺寸为25 $\mu$ m,其主要成分为WC以及少量W<sub>2</sub>C,加入量为40 wt%,硬度约为2120HV;基体成分为含C约1wt%,Cu含量约为1.5 wt %,其余为Fe。

[0019] 本实施实例的WC颗粒增强铁基复合材料的制备方法如下:

将尺寸都为25 $\mu$ m的WC颗粒、纯Fe粉、Cu粉、C粉混合,并加入8%的无水乙醇,放入球磨机中进行进一步混匀。然后在真空烘干箱中烘干,得到混合粉末。将混匀粉末放入石墨模具中并置入放电等离子烧结设备中进行致密化烧结,得到致密度达到99.9%以上的25vol%WC颗粒增强铁基复合材料。将WC颗粒增强铁基复合材料加工成所需形状并固定于模具需耐磨位置,在150 $^{\circ}$ C温度下预热,浇入质量为其10倍的45钢液,浇注温度约为1450 $^{\circ}$ C。对铸造后WC颗粒增强铁基复合材料进行热处理,工艺为900 $^{\circ}$ C $\times$ 20min-空冷-200 $^{\circ}$ C $\times$ 1h-空冷。

[0020] 采用销-盘摩擦磨损试验方式对热处理后的WC颗粒增强铁基复合材料与马氏体耐磨钢磨损性能进行对比,发现室温条件相同压力下(80N)10h磨损,Wc颗粒增强铁基复合材料的磨损量仅为马氏体耐磨钢的15%。

#### [0021] 实例3

本实施实例选用的WC颗粒的尺寸为0~50 $\mu$ m,其主要成分为WC以及少量W<sub>2</sub>C,加入量为40 wt%,硬度约为2130HV;基体成分为含C约1wt%,Cu含量约为1.5 wt %,Cr约2 wt %其余为Fe。

[0022] 本实施实例的WC颗粒增强铁基复合材料的制备方法如下:

将尺寸都为25 $\mu$ m的WC颗粒、纯Fe粉、Cu粉、C粉、Cr粉混合,并加入8%的无水乙醇,放入球磨机中进行进一步混匀。然后在真空烘干箱中烘干,得到混合粉末。将混匀粉末放入石墨模具中并置入放电等离子烧结设备中进行致密化烧结,得到致密度达到99.9%以上的11vol%WC颗粒增强铁基复合材料。将WC颗粒增强铁基复合材料加工成所需形状并固定于模具需耐磨位置,在150 $^{\circ}$ C温度下预热,浇入质量为其10倍的45钢液,浇注温度约为1450 $^{\circ}$ C。对铸造后WC颗粒增强铁基复合材料进行热处理,工艺为900 $^{\circ}$ C $\times$ 20min-空冷-200 $^{\circ}$ C $\times$ 1h-空冷。

[0023] 采用销-盘摩擦磨损试验方式对热处理后的WC颗粒增强铁基复合材料与马氏体耐磨钢磨损性能进行对比,发现室温条件相同压力下(80N)10h磨损,Wc颗粒增强铁基复合材料的磨损量仅为马氏体耐磨钢的4%。