



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106378239 B

(45)授权公告日 2018.07.17

(21)申请号 201610818004.X

B22D 19/00(2006.01)

(22)申请日 2016.09.12

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

CN 104707972 A, 2015.06.17, 说明书第16-18段以及附图1.

申请公布号 CN 106378239 A

CN 101827655 A, 2010.09.08, 全文.

(43)申请公布日 2017.02.08

CN 104087856 A, 2014.10.08, 全文.

(73)专利权人 山东科技大学

CN 101628330 A, 2010.01.20, 全文.

地址 266590 山东省青岛市经济技术开发区前湾港路579号山东科技大学

CN 102921925 A, 2013.02.13, 全文.

审查员 孙兰相

(72)发明人 崔洪芝 王佳峰 王灿明 魏娜  
丁磊 程贵勤 邵丹

(74)专利代理机构 济南金迪知识产权代理有限公司 37219

代理人 段毅凡

(51) Int. Cl.

B02C 17/22(2006.01)

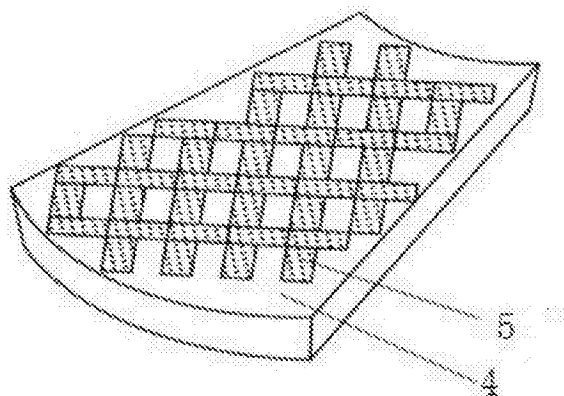
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种带有菱形耐磨格栅的球磨机衬板的制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种带有菱形耐磨格栅的球磨机衬板及其制备方法,它是在灰铸铁球磨机衬板的磨损表面,对应于衬板服役时磨损严重的位置,排布下述粉末原料的压坯,压坯呈菱形格栅排列;通过浇注时下述粉末中的原位反应合成陶瓷增强相。宏观上,这些耐磨陶瓷增强相呈菱形格栅分布,菱形格栅占整个衬板表面的面积为40%~70%;所述的粉末原料为Fe、W、B<sub>4</sub>C、Cr、C、Si粉。本发明采用熔铸原位合成技术,直接获得带有多尺度复合耐磨层的球磨机衬板。耐磨层与基体呈冶金结合,结合强度高,满足衬板承受冲击磨损的性能要求。



1. 一种带有菱形耐磨格栅的球磨机衬板的制备方法,其特征在于,它是在灰铸铁球磨机衬板的磨损表面,对应于衬板服役时磨损严重的位置,排布下述粉末原料的压坯,压坯呈菱形格栅排列;通过浇注时下述粉末中的原位反应合成陶瓷增强相;具体步骤为:

第一步:原材料准备

粉末原料为Fe、W、B<sub>4</sub>C、Cr、C、Si粉,粉末粒度: Fe、W、Cr、C、Si粉末粒径为50-75 $\mu$ m, B<sub>4</sub>C粉末粒径为7-10 $\mu$ m,原料配比按照质量百分数分别为: 55-75% Fe、10-18% Cr、10-18% W、3-5% B<sub>4</sub>C、1-2% C、1-2%Si;将反应原材料放入混料机中球磨4h,取出后备用;

第二步:预制压坯,布置衬板铸型型腔

将上述粉末在200MPa压力下,预制成一个个厚度为50 $\times$ 20 $\times$ 10mm的长方形压坯,在砂型铸造铸型腔内底部对应于衬板服役时磨损严重的位置,将一个个压坯呈菱形格栅排布,通过改变菱形格栅形状和密度,使得菱形格栅占整个衬板表面的面积为40%-70%;

第三步:熔铸原位合成耐磨衬板

将熔融的灰铸铁水,出炉温度为1320 $^{\circ}$ C-1450 $^{\circ}$ C,通过浇注口浇入耐磨衬板模具中,通过熔融灰铸铁水的流动性及其高温作用,促使底部的粉末压坯中发生原位反应:Fe+W+Cr+B<sub>4</sub>C+C+Si $\rightarrow$ WC+FeWB+Fe<sub>3</sub>C+Fe<sub>2</sub>B +Cr<sub>7</sub>C<sub>3</sub>+SiC 形成陶瓷增强相,与此同时灰铸铁水通过渗流进入压坯,成为陶瓷相的基体,在原始压坯位置获得金属-陶瓷增强复合材料,这类复合材料在灰铸铁衬板的磨损表面,总体呈菱形格栅分布;

第四步:耐磨衬板后处理

待沙箱冷却至室温后,扒出衬板铸件,处理衬板表面,打磨去掉毛刺,达到衬板表面平整。

## 一种带有菱形耐磨格栅的球磨机衬板的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种球磨机衬板表面获得耐磨层的制备方法,特别是一种用熔铸原位合成技术直接在表面获得具有高硬度、耐磨损、抗冲击性能优异,且与浇注金属结合良好的多尺度复合耐磨层的球磨机衬板的制备方法。同时,将耐磨部位做成菱形网格,既提高耐磨性能,又保持抗冲击性能,还能起到减摩作用。

### 背景技术

[0002] 球磨机是一种广泛应用于冶金、选矿、建材、化工、陶瓷等生产行业的粉磨设备。为避免球磨机筒体与物料直接冲击和磨损,在球磨机内表面都装有各种表面形状的衬板。球磨机衬板作用主要是保护筒体和传递能量给所磨物料,这就要求其具有高硬度、耐磨损以及优异的抗冲击性能。

[0003] 根据现有技术,调节材料中各种合金元素含量得到高锰钢、低中合金钢和高铬合金铸铁等作为衬板的常用材料。比如中国专利申请号201310575717.4发明了一种超锰钢球磨机衬板,存在的缺陷是:高锰钢铸件本身耐磨性能一般,在受到冲击截荷时,金属表面发生塑性变形,从而产生加工硬化,但在使用初期没有塑性变形时,因为不产生加工硬化,磨损严重,且锰容易使组织产生粗晶和裂纹倾向。中国专利申请号201410364514.5公开了一种高铬球磨机用衬板,虽然通过提高铬元素含量使衬板中的共晶碳化物增多、提高衬板耐磨性,但是碳化物形态对耐磨性的影响很大,高铬衬板铸件存在内应力也影响性能,需要通过变质处理以及后续的热处理进行改善。耐磨性和强韧性往往是矛盾的,很难使衬板耐磨性和韧性达到满足服役条件的最佳配合,不仅使工艺变得复杂增加了生产成本而且质量也难以控制。

[0004] 采用增强相涂层技术可使衬板保持高强韧性的同时显著提高表面耐磨性。比如中国专利申请号201410271228.4介绍了一种涂层技术,利用等离子喷涂在衬板表面喷涂陶瓷耐磨层。中国专利申请号201510431727.X也同样公开了喷涂涂层的制备技术,采用超音速火焰喷涂技术在衬板基体上得到耐磨层。这类涂层技术都是属于再制造技术,工艺很复杂,大大增加了生产成本,并且陶瓷耐磨层与衬板基体的结合不牢固,在衬板服役时,耐磨层会因球磨过程中的冲击而易发生脱落,不仅没有达到球磨效果,而且会因为脱落耐磨层的作用进一步损坏物料和衬板基体。

[0005] 采用熔铸工艺可使基体与增强相同时凝固并直接结合。比如中国专利申请号201510081534.6也公开介绍了通过直接浇注金属基体与预制增强相直接结合的方法,其中较困难的一点是对增强相与金属基体的选择。因为对于不同的增强相与金属基体采用熔铸工艺获得耐磨层的效果和质量会有很大差异,也存在增强相聚集、性能不均等局限。

[0006] 因此,无论是调节衬板的材料,还是采用增强相涂层技术或者采用熔铸工艺,都无法真正提高衬板的硬度、韧性和表面耐磨性。

### 发明内容

[0007] 针对上述问题,为了达到提高衬板硬度、耐磨损性能又保持其强韧性从而延长寿命的目的,本发明结合球磨机衬板工作环境及性能要求,设计一种带有菱形耐磨格栅的球磨机衬板,铸铁浇注时直接在球磨机衬板的表面获得一层菱形格栅状的耐磨层。衬板表面的耐磨层直接与浇注金属形成冶金结合,结合性能良好。菱形格栅耐磨层内部的微观组织是由多尺度陶瓷相组成,具有高的硬度,优异的耐磨损、抗冲击性能,而格栅空隙部位可以填充物料,对格栅形成韧性的包围,在衬板受到冲击时,起到缓冲、保护作用。

[0008] 为达到上述目的,本发明的带有菱形耐磨格栅的球磨机衬板,是在灰铸铁球磨机衬板的磨损表面,对应于衬板服役时磨损严重的位置,排布下述粉末原料的压坯,压坯呈菱形格栅排列;通过浇注时下述粉末中的原位反应合成陶瓷增强相。宏观上,这些耐磨陶瓷增强相呈菱形格栅分布,菱形格栅占整个衬板表面的面积为40%-70%;

[0009] 所述的粉末原料配比按照质量百分数分别为:

[0010] 55-75%Fe、10-18%Cr、10-18%W、3-5%B<sub>4</sub>C、1-2%C、1-2%Si,原位反应式为:Fe+W+Cr+B<sub>4</sub>C+C+Si→WC+FeWB+Fe<sub>3</sub>C+Fe<sub>2</sub>B+Cr<sub>7</sub>C<sub>3</sub>+SiC。

[0011] 本发明球磨机衬板的制备方法为:

[0012] 第一步:原材料准备

[0013] 粉末原料为Fe、W、B<sub>4</sub>C、Cr、C、Si粉等,粉末粒度:Fe、W、Cr、C、Si粉末粒径为50-75μm,B<sub>4</sub>C粉末粒径为7-10μm,原料配比按照质量百分数分别为:55-75%Fe、10-18%Cr、10-18%W、3-5%B<sub>4</sub>C、1-2%C、1-2%Si;将反应原材料放入混料机中球磨4h,取出后备用;

[0014] 第二步:预制压坯,布置衬板铸型型腔

[0015] 将上述粉末在200MPa压力下,预制成一个个厚度为50×20×10mm的长方形压坯,在砂型铸造铸型腔内底部对应于衬板服役时磨损严重的位置,将一个个压坯呈菱形格栅排布;改变菱形格栅形状和密度,可改变菱形格栅占整个衬板表面的面积,即耐磨硬化区域的面积,约40%-70%;

[0016] 第三步:熔铸原位合成耐磨衬板

[0017] 将熔融的灰铸铁水,出炉温度为1320℃-1450℃,通过浇注口浇入耐磨衬板模具中,通过熔融灰铸铁水的流动性及其高温作用,促使底部的粉末压坯中发生原位反应:Fe+W+Cr+B<sub>4</sub>C+C+Si→WC+FeWB+Fe<sub>3</sub>C+Fe<sub>2</sub>B+Cr<sub>7</sub>C<sub>3</sub>+SiC形成陶瓷增强相,与此同时灰铸铁水通过渗流进入压坯,成为陶瓷相的基体,在原始压坯位置获得金属-陶瓷增强复合材料,这类复合材料在灰铸铁衬板的磨损表面,总体呈菱形格栅分布;

[0018] 第四步:耐磨衬板后处理

[0019] 待沙箱冷却至室温后,扒出衬板铸件,处理衬板表面,打磨去掉毛刺,达到衬板表面平整。

[0020] 本发明的有益效果是

[0021] (1) 本发明在原始压坯位置获得金属-陶瓷增强复合材料,这类复合材料在灰铸铁衬板的磨损表面,总体呈菱形格栅分布。其中,陶瓷增强相颗粒形态大小不同,WC颗粒呈三棱柱状结构,尺寸为3-10μm;FeWB三元相尺寸较小,呈短棒状弥散分布,尺寸为0.5-4μm;另外还有Fe<sub>3</sub>C、Fe<sub>2</sub>B、Cr<sub>7</sub>C<sub>3</sub>等30~50nm的纳米级颗粒弥散分布在基体中,起到强化基体的作用。增强相是多尺度的、多形态的,通过不同尺度颗粒的复合强化,提高耐磨层自身的硬度、强度,以及耐磨格栅与周围基体材料的结合强度。菱形格栅中的硬度达到58~65HRC,对衬

板起到耐磨强化作用,而格栅间隙处的灰铸铁起到提高抗冲击和减摩作用,改变菱形格栅形状和密度,可改变菱形格栅占整个衬板表面的面积,即耐磨硬化区域的面积,约40%-70%,可以提高球磨机衬板的使用寿命3~5倍。

[0022] (2) 本发明采用熔铸原位合成技术,直接获得带有多尺度复合耐磨层的球磨机衬板。耐磨层与基体呈冶金结合,结合强度高,满足衬板承受冲击磨损的性能要求。

[0023] (3) 本发明熔铸工艺简单,在铁水的加热作用下原料粉末发生原位合成反应,直接形成陶瓷增强相;灰铸铁水通过渗流进入压坯,成为陶瓷相的基体,耐磨层与衬板体成为一体,结合牢固,耐磨层在球磨过程中即便遭到冲击也不易发生脱落,耐磨性和韧性同时得到提高;另外,金属-陶瓷复合材料同步形成,大大降低了了生产成本

[0024] (4) 界面干净,无污染,降低原料成本。这些增强相对耐磨层形成从纳米到微米的多尺度、多形态的复合强化,提高耐磨层自身的硬度、强度,以及耐磨格栅与周围基体材料的结合强度,使用过程中不易磨损、破裂。

### 附图说明

[0025] 图1是耐磨衬板浇注示意图;

[0026] 图2是耐磨层微观组织结构图;

[0027] 图3是本发明制备完成的耐磨菱形格栅衬板示意图。

[0028] 图中:1-浇注口,2-砂型,3-压坯,4-灰铸铁衬板,5-耐磨块。

### 具体实施方式

[0029] 下面结合实施例进一步说明本发明的技术方案。

[0030] 实施例一

[0031] (1) 原材料准备

[0032] 粉末原料为Fe、W、B<sub>4</sub>C、Cr、C、Si粉等,粉末粒度:Fe、W、Cr、C、Si粉末粒径为50-75μm,B<sub>4</sub>C粉末粒径为7-10μm,原料配比按照质量百分数分别为:75%Fe、10%Cr、10%W、3.0%B<sub>4</sub>C、1.0%Si、1.0%C;将反应原材料放入混料机中球磨4h,取出后备用。

[0033] (2) 预制压坯,布置衬板铸型型腔

[0034] 将上述粉末在200MPa压力下,预制成厚度为50×20×10mm的长方形压坯3,在砂型2铸造铸型腔内底部,对应于衬板服役时磨损严重的位置,见附图1。将压坯3呈菱形格栅排布,菱形格栅占整个衬板表面的面积约70%。

[0035] (3) 熔铸原位合成耐磨衬板

[0036] 将熔融的灰铸铁水,出炉温度为1320℃-1450℃,通过浇注口1浇入耐磨衬板模具中,通过熔融灰铸铁水的流动性及其高温作用,促使底部的粉末压坯3中发生原位反应:Fe+W+Cr+B<sub>4</sub>C+C+Si→WC+FeWB+Fe<sub>3</sub>C+Fe<sub>2</sub>B+Cr<sub>7</sub>C<sub>3</sub>+SiC形成陶瓷增强相,与此同时灰铸铁水通过渗流进入压坯3,成为陶瓷相的基体,见附图2。在原始压坯3位置获得金属-陶瓷增强复合材料,这类复合材料在灰铸铁衬板4的磨损表面形成耐磨块5,总体呈菱形格栅分布,见附图3。

[0037] (4) 耐磨衬板后处理

[0038] 待沙箱冷却至室温后,扒出衬板铸件,处理衬板表面,打磨去掉毛刺,达到衬板表面平整,耐磨层硬度可达到58HRC。

[0039] 实施例二

[0040] 与实施例一不同之处在于第一步原材料准备中粉末原料配比按照质量百分数分别为:55%Fe、18%Cr、18%W、5%B<sub>4</sub>C、2%C、2%Si;第二步预制压坯,布置衬板铸型型腔中,将压坯呈菱形格栅排布,菱形格栅占整个衬板表面的面积约40%;其余步骤相同,耐磨层硬度可达到65HRC。

[0041] 实施例三

[0042] 与实施例一不同之处在于第一步原材料准备中粉末原料配比按照质量百分数分别为:60%Fe、16%Cr、15%W、5%B<sub>4</sub>C、2%C、2%Si。将反应原材料放入混料机中球磨4h,取出后备用;第二步预制压坯,布置衬板铸型型腔中,将压坯呈菱形格栅排布,菱形格栅占整个衬板表面的面积约60%;其余步骤相同,耐磨层硬度可达到62HRC。

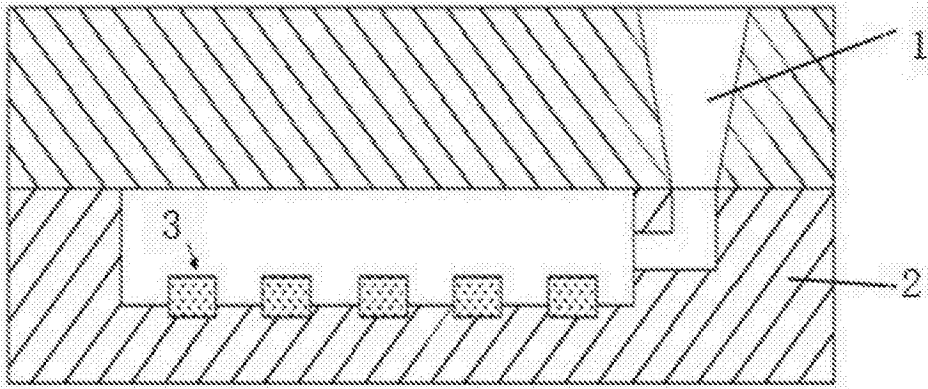


图1

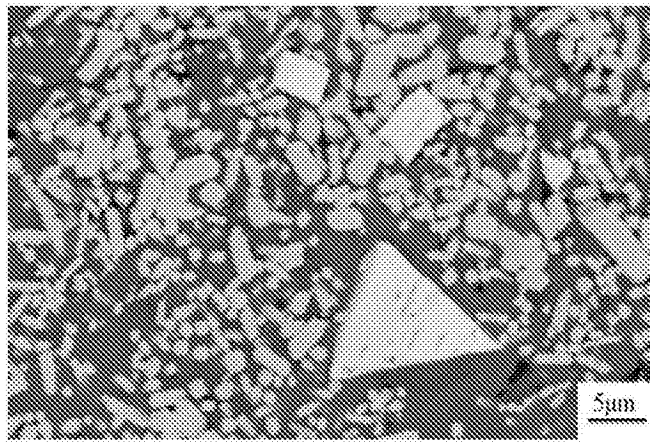


图2

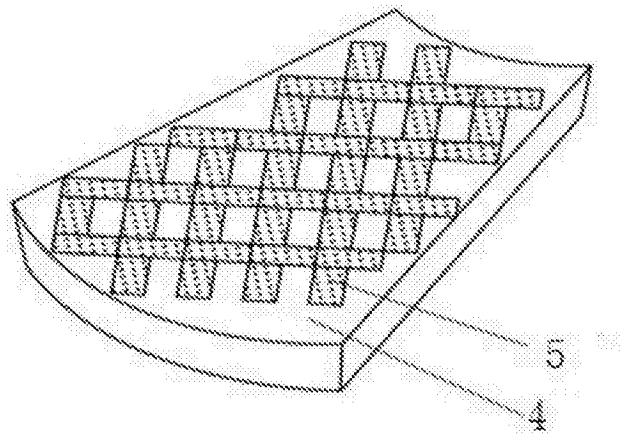


图3