



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106811673 B

(45)授权公告日 2019.02.26

(21)申请号 201611225047.3	<i>G22C 38/42</i> (2006.01)
(22)申请日 2016.12.27	<i>G22C 38/06</i> (2006.01)
(65)同一申请的已公布的文献号	<i>G22C 38/54</i> (2006.01)
申请公布号 CN 106811673 A	<i>G22C 38/50</i> (2006.01)
(43)申请公布日 2017.06.09	<i>G22C 38/48</i> (2006.01)
(73)专利权人 芜湖牧羿自动化科技有限公司	<i>G22C 38/44</i> (2006.01)
地址 241200 安徽省芜湖市繁昌县经济开	<i>G22C 38/46</i> (2006.01)
发区倍思创业科技园	<i>G22C 33/06</i> (2006.01)
(72)发明人 谢光辉	<i>G22C 33/08</i> (2006.01)
(74)专利代理机构 合肥市长远专利代理事务所	<i>G21D 1/18</i> (2006.01)
(普通合伙) 34119	<i>G23C 24/10</i> (2006.01)
代理人 崇鑫 刘希慧	<i>G22C 30/00</i> (2006.01)
(51)Int.Cl.	<i>G22C 19/05</i> (2006.01)
<i>G22C 37/10</i> (2006.01)	<i>G21D 5/00</i> (2006.01)
<i>G22C 37/08</i> (2006.01)	<i>G21D 6/04</i> (2006.01)
<i>G22C 38/02</i> (2006.01)	<i>B02C 17/20</i> (2006.01)
<i>G22C 38/04</i> (2006.01)	

审查员 王金永

权利要求书2页 说明书6页

(54)发明名称

一种耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球及其制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球及其制备方法,该耐磨球包括熔覆层与耐磨球基体,耐磨球基体包括以下成分:C、Si、Mn、Cr、Ni、Cu、Al、Ca、B、Ti、Zr、Nb、Mo、V、La、P、Fe及不可避免的杂质。在制备过程中,采用等离子熔覆技术和激光熔覆技术,在耐磨球基体表面覆上两层熔覆层,结合冷处理与低温回火技术得到所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球。本发明提出的一种耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球,该耐磨球具有强度高、硬度大、抗氧化性与耐腐蚀性好、磨耗低、使用寿命长等优点。

1. 一种耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球,其特征在于,包括熔覆层与耐磨球基体,耐磨球基体按质量分数包括以下成分:C:1.8~2.4%、Si:0.4~0.7%、Mn:0.6~1.1%、Cr:16~18%、Ni:0.35~0.55%、Cu:0.22~0.42%、Al:0.1~0.3%、Ca:0.1~0.25%、B:0.05~0.2%、Ti:0.08~0.3%、Zr:0.05~0.1%、Nb:0.015~0.025%、Mo:0.3~0.6%、V:0.05~0.1%、La:0.02~0.05%、P $\leq$ 0.015%,其余为Fe及不可避免的杂质;

所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球的制备方法,包括以下步骤:

S1、将废钢、锰铁合金置于中频感应炉中进行熔炼,再加入稀土合金、生铁、铬铁合金、钒铁合金和钨铁合金,经脱氧、扒渣、浇注,得到耐磨球胚体;

S2、将耐磨球胚体淬火处理,然后空冷至室温后进行低温回火得到耐磨球基体;

S3、将耐磨球基体经等离子熔覆、激光熔覆后得到初级耐磨球;

S4、将初级耐磨球经低温回火后冷处理,再经低温回火后得到所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球;

在S3中,具体步骤如下:将等离子熔覆粉末与粘结剂混合均匀后制成膏状,然后涂覆在经打磨清洗后的耐磨球基体表面,在110~130℃下烘干,放入等离子装置中进行等离子熔覆;所述等离子熔覆工艺参数具体如下:离子气体流量为1~4L/min,保护气体为氩气且氩气流量为6~8L/min,转移弧电压为28~35V,转移电流为60~120A,喷距为12~18mm,功率为1.2~1.7kW,扫描速度为5~8mm/s,等离子弧光斑直径为2~3mm,等离子熔覆层厚度为1.5~2.5mm;然后用激光熔覆技术将Ni基合金粉末熔覆在S3等离子熔覆后的耐磨球基体上,得到初级耐磨球;所述激光熔覆技术工艺参数为:同步送粉,单道扫描,氩气保护激光池,光斑直径为2.2~2.8mm,扫描速度为5.4~6.2mm/s,功率为1.25~1.32kW,激光熔覆层厚度为1~1.8mm;

等离子熔覆粉末的粒径为50~90 $\mu$ m,其按质量分数包括以下成分:Ni:15~22%、Cr:20~30%、Mn:8~15%、W:1~2%、Co:10~18%、B:2.2~3%,其余为Fe;

Ni基合金粉末的粒径为400~800nm,其按质量分数包括以下成分:C:1.8~2.2%、Cr:16~20%、W:1.2~1.8%、Fe:10~15%、Nb:0.8~1.5%、B:1.2~2.3%、Mn:3.5~5.2%、Si:0.15~0.3%、Sc:0.01~0.1%,其余为Ni;

在S4中,具体步骤如下:将初级耐磨球升温至200~260℃,保温1~2h,冷却至室温后放入冰水中10~25min,除去其表面水分后降温至-30~-20℃,保温20~40min,再降温至-45~-35℃,保温20~35min,然后降温至-60~-50℃,保温45~60min,升至室温,经20~30min升温至340~380℃,保温2~3h,空冷至室温,然后升温至220~280℃,保温3~4h,水冷至室温,得到所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球。

2. 根据权利要求1所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球,其特征在于,包括熔覆层与耐磨球基体,耐磨球基体按质量分数包括以下成分:C:2.2~2.4%、Si:0.5~0.6%、Mn:0.8~1%、Cr:16%、Ni:0.4~0.5%、Cu:0.3~0.36%、Al:0.15~0.25%、Ca:0.15~0.2%、B:0.1~0.15%、Ti:0.18~0.25%、Zr:0.06~0.08%、Nb:0.025%、Mo:0.4~0.5%、V:0.06~0.08%、La:0.03~0.04%、P $\leq$ 0.015%,其余为Fe及不可避免的杂质。

3. 根据权利要求1所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球,其特征在于,在S1中,具体步骤如下:将废钢、锰铁合金置于中频感应炉中进行熔炼,升温至1410~1440℃,保温25~40min,再加入稀土合金、生铁、铬铁合金、钒铁合金和钨铁合金,升温至1460~1480℃,保温40~

60min,经脱氧、扒渣、浇注,得到耐磨球胚体。

4.根据权利要求1所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球,其特征在于,在S3中,粘结剂为水玻璃、硝酸纤维素、醋酸纤维素和聚乙烯醇中的一种或多种。

5.根据权利要求1所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球,其特征在于,在S4中,具体步骤如下:将初级耐磨球升温至230~250℃,保温1.3~1.7h,冷却至室温后放入冰水中15~20min,除去其表面水分后降温至-28~-24℃,保温25~35min,再降温至-42~-37℃,保温25~30min,然后降温至-57~-54℃,保温50~55min,升至室温,经23~26min升温至350~370℃,保温2.2~2.7h,空冷至室温,然后升温至240~260℃,保温3.2~3.4h,水冷至室温,得到所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球。

## 一种耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及耐磨材料技术领域,尤其涉及一种耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 球磨机是水泥、电力、选矿、建材等行业中广泛应用的粉磨设备,耐磨球作为球磨机中的粉碎介质,用于粉碎球磨机中的物料,其广泛用于水泥、电力、选矿、建材等行业。近年来,随着我国工业的迅速发展,耐磨球的消耗量很大。由于耐磨球工作环境复杂,容易对其造成腐蚀与氧化,造成其性能降低,因此改善耐磨球性能,降低耐磨球磨耗,提高其使用寿命,将会产生很大的经济效益。

### 发明内容

[0003] 基于背景技术存在的技术问题,本发明提出了一种耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球及其制备方法,该耐磨球具有强度高、硬度大、抗氧化性与耐腐蚀性好、磨耗低、使用寿命长等优点。

[0004] 本发明提出的一种耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球,包括熔覆层与耐磨球基体,耐磨球基体按质量分数包括以下成分:C:1.8~2.6%、Si:0.4~0.7%、Mn:0.6~1.1%、Cr:13~18%、Ni:0.35~0.55%、Cu:0.22~0.42%、Al:0.1~0.3%、Ca:0.1~0.25%、B:0.05~0.2%、Ti:0.08~0.3%、Zr:0.05~0.1%、Nb:0.015~0.04%、Mo:0.3~0.6%、V:0.05~0.1%、La:0.02~0.05%、P $\leq$ 0.015%,其余为Fe及不可避免的杂质。

[0005] 优选地,耐磨球基体按质量分数包括以下成分:C:2.2~2.4%、Si:0.5~0.6%、Mn:0.8~1%、Cr:14~16%、Ni:0.4~0.5%、Cu:0.3~0.36%、Al:0.15~0.25%、Ca:0.15~0.2%、B:0.1~0.15%、Ti:0.18~0.25%、Zr:0.06~0.08%、Nb:0.025~0.035%、Mo:0.4~0.5%、V:0.06~0.08%、La:0.03~0.04%、P $\leq$ 0.015%,其余为Fe及不可避免的杂质。

[0006] 本发明还提出了一种耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球的制备方法,包括以下步骤:

[0007] S1、将废钢、锰铁合金置于中频感应炉中进行熔炼,再加入稀土合金、生铁、铬铁合金、钒铁合金和钨铁合金,经脱氧、扒渣、浇注,得到耐磨球胚体;

[0008] S2、将耐磨球胚体淬火处理,然后空冷至室温后进行低温回火得到耐磨球基体;

[0009] S3、将耐磨球基体经等离子熔覆、激光熔覆后得到初级耐磨球;

[0010] S4、将初级耐磨球经低温回火后冷处理,再经低温回火后得到所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球。

[0011] 优选地,所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球的球径为40-120mm。

[0012] 优选地,在S1中,具体步骤如下:将废钢、锰铁合金置于中频感应炉中进行熔炼,升温至1410~1440℃,保温25~40min,再加入稀土合金、生铁、铬铁合金、钒铁合金和钨铁合金,升温至1460~1480℃,保温40~60min,经脱氧、扒渣、浇注,得到耐磨球胚体。

[0013] 优选地,在S3中,具体步骤如下:将等离子熔覆粉末与粘结剂混合均匀后制成膏状,然后涂覆在经打磨清洗后的耐磨球基体表面,在110~130℃下烘干,放入等离子装置中进行等离子熔覆;所述等离子熔覆工艺参数具体如下:离子气体流量为1~4L/min,保护气体为氩气且氩气流量为6~8L/min,转移弧电压为28~35V,转移电流为60~120A,喷距为12~18mm,功率为1.2~1.7kW,扫描速度为5~8mm/s,等离子弧光斑直径为2~3mm,等离子熔覆层厚度为1.5~2.5mm;然后用激光熔覆技术将Ni基合金粉末熔覆在S3等离子熔覆后的耐磨球基体上,得到初级耐磨球;所述激光熔覆技术工艺参数为:同步送粉,单道扫描,氩气保护激光池,光斑直径为2.2~2.8mm,扫描速度为5.4~6.2mm/s,功率为1.25~1.32kW,激光熔覆层厚度为1~1.8mm。

[0014] 优选地,在S3中,粘结剂为水玻璃、硝酸纤维素、醋酸纤维素和聚乙烯醇中的一种或多种。

[0015] 优选地,在S3中,等离子熔覆粉末的粒径为50~90 $\mu\text{m}$ ,其按质量分数包括以下成分:Ni:15~22%、Cr:20~30%、Mn:8~15%、W:1~2%、Co:10~18%、B:2.2~3%,其余为Fe。

[0016] 优选地,在S3中,Ni基合金粉末的粒径为400~800nm,其按质量分数包括以下成分:C:1.8~2.2%、Cr:16~20%、W:1.2~1.8%、Fe:10~15%、Nb:0.8~1.5%、B:1.2~2.3%、Mn:3.5~5.2%、Si:0.15~0.3%、Sc:0.01~0.1%,其余为Ni。

[0017] 优选地,在S4中,具体步骤如下:将初级耐磨球升温至200~260℃,保温1~2h,冷却至室温后放入冰水中10~25min,除去其表面水分后降温至-30~-20℃,保温20~40min,再降温至-45~-35℃,保温20~35min,然后降温至-60~-50℃,保温45~60min,升至室温,经20~30min升温至340~380℃,保温2~3h,空冷至室温,然后升温至220~280℃,保温3~4h,水冷至室温,得到所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球。

[0018] 优选地,在S4中,具体步骤如下:将初级耐磨球升温至230~250℃,保温1.3~1.7h,冷却至室温后放入冰水中15~20min,除去其表面水分后降温至-28~-24℃,保温25~35min,再降温至-42~-37℃,保温25~30min,然后降温至-57~-54℃,保温50~55min,升至室温,经23~26min升温至350~370℃,保温2.2~2.7h,空冷至室温,然后升温至240~260℃,保温3.2~3.4h,水冷至室温,得到所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球。

[0019] 本发明中通过控制C、Cr、Si、Mn的含量,为耐磨球基体具有良好的强度、硬度、抗氧化性、韧性、耐磨性奠定了基础;V、Mo、La、Ti、Zr配合,使耐磨球基体内部组织致密,细化组织晶粒,避免晶间腐蚀,提高了耐磨球基体耐腐蚀性与抗氧化性,同时提高耐磨球基体的强度、硬度、韧性等力学性能;在制备过程中,对耐磨球胚体进行热处理,然后在耐磨球基体表面进行等离子熔覆和激光熔覆,等离子熔覆层选用Fe基合金粉末作为过渡层,其中,Ni、Cr、Mn、W、Co、B配合,提高耐磨球基体表层的强度、硬度与冲击韧性,由于与耐磨球基体同是以Fe、Cr为主要元素,在等离子熔覆时两者进行冶金结合,具有良好的结合强度,通过合理选择等离子熔覆工艺参数,使等离子熔覆层中组织晶粒细化,与耐磨球基体达到良好的冶金结合,激光熔覆过程中选用Ni基合金粉末,其中,Ni、Nb、Si、Sc配合,使激光熔覆层具有优异的耐腐蚀性与抗氧化性,Cr、W、B与C配合形成微小的碳化物,提高激光熔覆层的硬度、韧性与耐磨性,通过合理选择等离子熔覆层粉末和激光熔覆层粉末的成分和含量,且合理设置等离子熔覆和激光熔覆的工艺参数,使熔覆层与耐磨球基体具有较高的结合强度与韧性,

提高了耐磨球表面的平整度,同时使耐磨球的硬度与韧性得到同步提高;镀层后将初级耐磨球置于冰水中进行预冷处理,然后进行冷处理,其中冷处理采用多级降温的方式,避免初级耐磨球因温度下降过快造成内外温差过大而导致的开裂与起皮等现象,同时逐步提高初级耐磨球表面熔覆层的位错密度,提高了耐磨球基体、等离子熔覆层与激光熔覆层的结合强度,细化了组织晶粒,使初级耐磨球中残留的奥氏体转变为马氏体,提高耐磨球整体的耐腐蚀性、抗氧化性与力学性能,再经低温回火消除耐磨球中的残留应力,对耐磨球各项性能进一步强化。本发明通过合理设定温度和时间及各成分含量,实现成分设计所需达到的性能,使得熔覆层与耐磨球基体保持良好的冶金结合,没有出现裂纹、孔洞等现象,综合提高了耐磨球强度、硬度、韧性、抗冲击性等力学性能,同时使得耐磨球具有良好的抗腐蚀性能、抗氧化性、耐磨性能,降低了耐磨球的磨耗,大大增加了耐磨球的使用寿命。本发明提出的耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球,其具有强度高、硬度大、抗氧化性与耐腐蚀性好、磨耗低、使用寿命长等优点。

[0020] 对所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球进行性能测试,测试结果如下:硬度值达65~68HRC,抗压强度为540~600MPa,屈服强度为320~350MPa,冲击韧性 $\geq 10.5\text{J}/\text{cm}^2$ ,平均球耗为40~50g/t,破碎率为0.035~0.05%,寿命约为普通耐磨球的8~9倍,具有十分显著的经济效益。

### 具体实施方式

[0021] 下面,通过具体实施例对本发明的技术方案进行详细说明。

#### [0022] 实施例1

[0023] 本发明提出的一种耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球,包括熔覆层与耐磨球基体,耐磨球基体按质量分数包括以下成分:C:1.8%、Si:0.7%、Mn:0.6%、Cr:18%、Ni:0.35%、Cu:0.42%、Al:0.1%、Ca:0.25%、B:0.05%、Ti:0.08%、Zr:0.1%、Nb:0.015%、Mo:0.6%、V:0.05%、La:0.05%、P $\leq 0.015\%$ ,其余为Fe及不可避免的杂质。

[0024] 本发明还提出了一种耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球的制备方法,包括以下步骤:

[0025] S1、将废钢、锰铁合金置于中频感应炉中进行熔炼,再加入稀土合金、生铁、铬铁合金、钒铁合金和钨铁合金,经脱氧、扒渣、浇注,得到耐磨球胚体;

[0026] S2、将耐磨球胚体淬火处理,然后空冷至室温后进行低温回火得到耐磨球基体;

[0027] S3、将耐磨球基体经等离子熔覆、激光熔覆后得到初级耐磨球;

[0028] S4、将初级耐磨球经低温回火后冷处理,再经低温回火后得到所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球。

#### [0029] 实施例2

[0030] 本发明提出的一种耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球,包括熔覆层与耐磨球基体,耐磨球基体按质量分数包括以下成分:C:2.6%、Si:0.4%、Mn:1.1%、Cr:13%、Ni:0.55%、Cu:0.22%、Al:0.3%、Ca:0.1%、B:0.2%、Ti:0.3%、Zr:0.05%、Nb:0.04%、Mo:0.3%、V:0.1%、La:0.02%、P $\leq 0.015\%$ ,其余为Fe及不可避免的杂质。

[0031] 本发明还提出了一种耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球的制备方法,包括以下步骤:

[0032] S1、将废钢、锰铁合金置于中频感应炉中进行熔炼,再加入稀土合金、生铁、铬铁合金、钒铁合金和钨铁合金,经脱氧、扒渣、浇注,得到耐磨球胚体;

[0033] S2、将耐磨球胚体淬火处理,然后空冷至室温后进行低温回火得到耐磨球基体;

[0034] S3、将耐磨球基体经等离子熔覆、激光熔覆后得到初级耐磨球;

[0035] S4、将初级耐磨球经低温回火后冷处理,再经低温回火后得到所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球。

[0036] 实施例3

[0037] 本发明提出的一种耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球,包括熔覆层与耐磨球基体,耐磨球基体按质量分数包括以下成分:C:2.2%、Si:0.55%、Mn:0.8%、Cr:15.5%、Ni:0.45%、Cu:0.32%、Al:0.2%、Ca:0.18%、B:0.12%、Ti:0.2%、Zr:0.08%、Nb:0.03%、Mo:0.45%、V:0.08%、La:0.04%、P $\leq$ 0.015%,其余为Fe及不可避免的杂质。

[0038] 本发明还提出了一种耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球的制备方法,包括以下步骤:

[0039] S1、将废钢、锰铁合金置于中频感应炉中进行熔炼,升温至1425℃,保温32min,再加入稀土合金、生铁、铬铁合金、钒铁合金和钨铁合金,升温至1470℃,保温50min,经脱氧、扒渣、浇注,得到耐磨球胚体;

[0040] S2、将耐磨球胚体淬火处理,然后空冷至室温后进行低温回火得到耐磨球基体;

[0041] S3、将等离子熔覆粉末与粘结剂混合均匀后制成膏状,然后涂覆在经打磨清洗后的耐磨球基体表面,在120℃下烘干,放入等离子装置中进行等离子熔覆;所述等离子熔覆工艺参数具体如下:离子气体流量为2.5L/min,保护气体为氩气且氩气流量为7L/min,转移弧电压为30V,转移电流为90A,喷距为15mm,功率为1.5kW,扫描速度为6.5mm/s,等离子弧光斑直径为2.5mm,等离子熔覆层厚度为2mm;然后用激光熔覆技术将Ni基合金粉末熔覆在S3等离子熔覆后的耐磨球基体上,得到初级耐磨球;所述激光熔覆技术工艺参数为:同步送粉,单道扫描,氩气保护激光池,光斑直径为2.5mm,扫描速度为5.8mm/s,功率为1.28kW,激光熔覆层厚度为1.5mm;

[0042] S4、将初级耐磨球升温至240℃,保温1.5h,冷却至室温后放入冰水中18min,除去其表面水分后降温至-26℃,保温30min,再降温至-40℃,保温28min,然后降温至-55℃,保温52min,升至室温,经24min升温至360℃,保温2.4h,空冷至室温,然后升温至250℃,保温3.3h,水冷至室温,得到所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球。

[0043] 其中,所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球的球径为80mm;

[0044] 在S3中,粘结剂为醋酸纤维素;

[0045] 在S3中,等离子熔覆粉末的粒径为70 $\mu$ m,其按质量分数包括以下成分:Ni:18%、Cr:25%、Mn:12%、W:1.5%、Co:14%、B:2.6%,其余为Fe;

[0046] 在S3中,Ni基合金粉末的粒径为600nm,其按质量分数包括以下成分:C:2%、Cr:18%、W:1.5%、Fe:12.5%、Nb:1.15%、B:1.8%、Mn:4.5%、Si:0.22%、Sc:0.05%,其余为Ni。

[0047] 实施例4

[0048] 本发明提出的一种耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球,包括熔覆层与耐磨球基体,耐磨球基体按质量分数包括以下成分:C:1.95%、Si:0.62%、Mn:0.75%、Cr:16.6%、Ni:0.41%、Cu:0.37%、Al:0.12%、Ca:0.22%、B:0.08%、Ti:0.12%、Zr:0.09%、Nb:0.02%、Mo:0.55%、V:0.06%、La:0.045%、P $\leq$ 0.015%,其余为Fe及不可避免的杂质。

[0049] 本发明还提出了一种耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球的制备方法,包括以下步骤:

[0050] S1、将废钢、锰铁合金置于中频感应炉中进行熔炼,升温至1410℃,保温 40min,再加入稀土合金、生铁、铬铁合金、钒铁合金和钨铁合金,升温至1460℃,保温60min,经脱氧、扒渣、浇注,得到耐磨球胚体;

[0051] S2、将耐磨球胚体淬火处理,然后空冷至室温后进行低温回火得到耐磨球基体;

[0052] S3、将等离子熔覆粉末与粘结剂混合均匀后制成膏状,然后涂覆在经打磨清洗后的耐磨球基体表面,在110℃下烘干,放入等离子装置中进行等离子熔覆;所述等离子熔覆工艺参数具体如下:离子气体流量为1L/min,保护气体为氩气且氩气流量为6L/min,转移弧电压为28V,转移电流为60A,喷距为12mm,功率为1.2kW,扫描速度为5mm/s,等离子弧光斑直径为2mm,等离子熔覆层厚度为1.5mm;然后用激光熔覆技术将Ni基合金粉末熔覆在S3等离子熔覆后的耐磨球基体上,得到初级耐磨球;所述激光熔覆技术工艺参数为:同步送粉,单道扫描,氩气保护激光池,光斑直径为2.2mm,扫描速度为5.4mm/s,功率为1.25kW,激光熔覆层厚度为1mm;

[0053] S4、将初级耐磨球升温至200℃,保温2h,冷却至室温后放入冰水中10min,除去其表面水分后降温至-20℃,保温40min,再降温至-35℃,保温35min,然后降温至-50℃,保温60min,升至室温,经20min升温至340℃,保温3h,空冷至室温,然后升温至220℃,保温4h,水冷至室温,得到所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球。

[0054] 其中,所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球的球径为40mm;

[0055] 在S3中,粘结剂为硝酸纤维素、醋酸纤维素与聚乙烯醇按重量比为1:1:1 组成;

[0056] 在S3中,等离子熔覆粉末的粒径为50μm,其按质量分数包括以下成分: Ni:15%、Cr:30%、Mn:8%、W:2%、Co:10%、B:3%,其余为Fe;

[0057] 在S3中,Ni基合金粉末的粒径为400nm,其按质量分数包括以下成分:C:1.8%、Cr:20%、W:1.2%、Fe:15%、Nb:0.8%、B:2.3%、Mn:3.5%、Si:0.3%、Sc:0.01%,其余为Ni。

[0058] 实施例5

[0059] 本发明提出的一种耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球,包括熔覆层与耐磨球基体,耐磨球基体按质量分数包括以下成分:C:2.45%、Si:0.48%、Mn:0.95%、Cr: 14.5%、Ni:0.52%、Cu:0.28%、Al:0.24%、Ca:0.12%、B:0.15%、Ti:0.23%、Zr:0.06%、Nb:0.032%、Mo:0.42%、V:0.08%、La:0.035%、P≤0.015%,其余为Fe及不可避免的杂质。

[0060] 本发明还提出了一种耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球的制备方法,包括以下步骤:

[0061] S1、将废钢、锰铁合金置于中频感应炉中进行熔炼,升温至1440℃,保温 25min,再加入稀土合金、生铁、铬铁合金、钒铁合金和钨铁合金,升温至1480℃,保温40min,经脱氧、扒渣、浇注,得到耐磨球胚体;

[0062] S2、将耐磨球胚体淬火处理,然后空冷至室温后进行低温回火得到耐磨球基体;

[0063] S3、将等离子熔覆粉末与粘结剂混合均匀后制成膏状,然后涂覆在经打磨清洗后的耐磨球基体表面,在130℃下烘干,放入等离子装置中进行等离子熔覆;所述等离子熔覆工艺参数具体如下:离子气体流量为4L/min,保护气体为氩气且氩气流量为8L/min,转移弧电压为35V,转移电流为120A,喷距为18mm,功率为1.7k W,扫描速度为8mm/s,等离子弧光斑直径为3mm,等离子熔覆层厚度为2.5mm;然后用激光熔覆技术将Ni基合金粉末熔覆在S3等离子熔覆后的耐磨球基体上,得到初级耐磨球;所述激光熔覆技术工艺参数为:同步送粉,单道扫描,氩气保护激光池,光斑直径为2.8mm,扫描速度为6.2mm/s,功率为1.32k W,



激光熔覆层厚度为1.8mm;

[0064] S4、将初级耐磨球升温至260℃,保温2h,冷却至室温后放入冰水中25min,除去其表面水分后降温至-30℃,保温20min,再降温至-45℃,保温20min,然后降温至-60℃,保温45min,升至室温,经30min升温至380℃,保温2h,空冷至室温,然后升温至280℃,保温3h,水冷至室温,得到所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球。

[0065] 其中,所述耐腐蚀抗氧化低磨耗耐磨球的球径为120mm;

[0066] 在S3中,粘结剂为水玻璃、硝酸纤维素与醋酸纤维素按重量比为2:1:1组成;

[0067] 在S3中,等离子熔覆粉末的粒径为90 $\mu$ m,其按质量分数包括以下成分: Ni:22%、Cr:20%、Mn:15%、W:1%、Co:18%、B:2.2%,其余为Fe;

[0068] 在S3中,Ni基合金粉末的粒径为800nm,其按质量分数包括以下成分:C: 2.2%、Cr:16%、W:1.8%、Fe:10%、Nb:1.5%、B:1.2%、Mn:5.2%、Si:0.15%、Sc:0.1%,其余为Ni。

[0069] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,根据本发明的技术方案及其发明构思加以等同替换或改变,都应涵盖在本发明的保护范围之内。