



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110977248 B

(45) 授权公告日 2021.09.28

(21) 申请号 201911285219.X

B23K 35/368 (2006.01)

(22) 申请日 2019.12.13

B23K 35/30 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

B23K 35/14 (2006.01)

申请公布号 CN 110977248 A

B23K 35/40 (2006.01)

B23K 1/00 (2006.01)

(43) 申请公布日 2020.04.10

B23K 35/38 (2006.01)

(73) 专利权人 郑州机械研究所有限公司

审查员 李晓玲

地址 450001 河南省郑州市郑州高新技术

产业开发区科学大道149号

(72) 发明人 裴夤崮 秦建 张冠星 马佳

于新泉 李秀朋 李胜男

(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇专利代理事务

所(特殊普通合伙) 11463

代理人 王焕

(51) Int. Cl.

B23K 35/36 (2006.01)

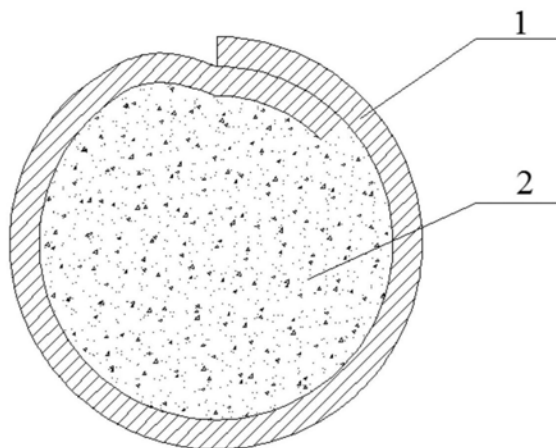
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

耐磨药芯组合物、耐磨焊丝及其制备方法与
应用

(57) 摘要

本发明涉及耐磨药芯组合物、耐磨焊丝及其
制备方法与应用。所述耐磨药芯组合物包括耐磨
材料和余量的填充材料；所述耐磨材料占所述耐
磨药芯组合物的0.6wt.%~10wt.%；所述耐磨
材料包括金刚石颗粒；所述填充材料包括过渡金
属氧化物粉末和镍基合金粉末；所述过渡金属氧
化物粉末占所述填充材料的12wt.%~65wt.%。
所述耐磨药芯组合物以金刚石颗粒为耐磨增强
材料，在用于焊接或钎涂时形成耐磨涂层；以过
渡金属氧化物用作填充材料，有利于降低金刚石
的热损伤，提高其钎焊活性，同时降低熔覆金属
的线膨胀系数。



1. 耐磨药芯组合物,其特征在于,所述耐磨药芯组合物包括耐磨材料和填充材料;
所述耐磨材料占所述耐磨药芯组合物的0.6 wt.%~10 wt.%;所述耐磨材料包括金刚石颗粒;
所述填充材料包括过渡金属氧化物粉末和镍基合金粉末;所述过渡金属氧化物粉末占所述填充材料的12 wt.%~65 wt.%;
所述过渡金属氧化物选自VB族或VIB族元素的金属氧化物中的至少一种;
所述过渡金属氧化物粉末包括氧化铌粉末和氧化钼粉末。
2. 根据权利要求1所述的耐磨药芯组合物,其特征在于,所述氧化铌粉末与所述氧化钼粉末的质量比为(6~25):(6~40)。
3. 根据权利要求2所述的耐磨药芯组合物,其特征在于,所述氧化铌粉末和所述氧化钼粉末的粒度为140目~1000目。
4. 根据权利要求1所述的耐磨药芯组合物,其特征在于,所述金刚石颗粒的粒度为140目~600目。
5. 根据权利要求4所述的耐磨药芯组合物,其特征在于,所述金刚石颗粒为经过表面活化的金刚石颗粒。
6. 根据权利要求1所述的耐磨药芯组合物,其特征在于,所述镍基合金粉末选自 $\text{BNi}_{73}\text{CrFeSiB(C)}$ 、 $\text{BNi}_{74}\text{CrFeSiB}$ 、 $\text{BNi}_{82}\text{CrSiBFe}$ 、 $\text{BNi}_{78}\text{CrSiBCuMoNb}$ 或 $\text{BNi}_{66}\text{MnSiCu}$ 中的至少一种。
7. 根据权利要求6所述的耐磨药芯组合物,其特征在于,所述镍基合金粉末为粒度 $45\mu\text{m}$ ~ $350\mu\text{m}$ 的球形或近球形。
8. 耐磨焊丝,其特征在于,以质量分数计,所述耐磨焊丝包括60 wt.%~80 wt.%的药芯和20 wt.%~40 wt.%的外皮;
所述药芯选自权利要求1所述的耐磨药芯组合物;
所述外皮的材质选自镍、铜、银、铁以及它们各自的合金中的至少一种。
9. 根据权利要求8所述的耐磨焊丝,其特征在于,所述外皮的材质为镍。
10. 根据权利要求8所述的耐磨焊丝,其特征在于,所述耐磨焊丝的直径为0.8 mm~2.0 mm。
11. 根据权利要求10所述的耐磨焊丝,其特征在于,所述外皮的厚度为0.1 mm~0.3 mm。
12. 权利要求8~11任一项所述的耐磨焊丝的制备方法,其特征在于,所述方法包括步骤:
 - a1) 将混合均匀的填充材料与金刚石颗粒混合均匀,获得耐磨药芯组合物;
 - b1) 将步骤a1)所得的耐磨药芯组合物送入由外皮材料形成的凹槽中,经过合口、多道拉拔后,形成耐磨焊丝。
13. 根据权利要求12所述的方法,其特征在于,步骤b1)中所述凹槽的横截面呈U形或弧形。
14. 根据权利要求12所述的方法,其特征在于,步骤a1)中所述金刚石颗粒为经过表面活化的金刚石颗粒;
所述表面活化的方法包括:
 - a2) 将金刚石颗粒置于 80°C ~ 90°C 的碱液中超声处理后,洗涤至 $\text{pH}=7$ 后干燥,然后置于

酸液中煮沸处理,洗涤至pH=7后再次干燥;

b2) 将经过步骤a2)处理的所述金刚石颗粒置于60℃~70℃的含有过渡金属离子的溶液中浸泡处理后,干燥。

15. 根据权利要求14所述的方法,其特征在于,步骤a2)中,所述碱液选用浓度为5 g/L~10 g/L的氢氧化钠溶液,所述酸液选用10 wt.%~30 wt.%的硝酸溶液;所述干燥的温度为60℃~80℃。

16. 根据权利要求14所述的方法,其特征在于,步骤a2)中,所述超声处理的频率为20 kHz~40 kHz,时间为20 min~30 min;所述煮沸处理的时间为10 min~30 min。

17. 根据权利要求14所述的方法,其特征在于,步骤b2)中,所述含有过渡金属离子的溶液包括钼酸铵溶液和草酸铈铵溶液;所述钼酸铵溶液的浓度为25 g/L~80 g/L,所述草酸铈铵溶液的浓度为35 g/L~60 g/L;所述浸泡的时间为30 min~40 min;所述干燥的温度为60℃~80℃。

18. 根据权利要求12所述的方法,其特征在于,步骤a1)中,填充材料采用球磨机混合,球磨机转速为200 r/min~250 r/min,球磨时间为0.5 h~2 h。

19. 根据权利要求18所述的方法,其特征在于,所述填充材料与所述球磨机中研磨球的质量比为1:1~2;所述研磨球为高铬铸铁研磨球,直径为5 mm~20 mm。

20. 根据权利要求18所述的方法,其特征在于,步骤a1)中,所述填充材料与所述金刚石颗粒采用混料机混合,所述混料机的转速为30 r/min~60 r/min,混合时间为0.5 h~1 h。

21. 权利要求1~7任一项所述的耐磨药芯组合体和权利要求8~11任一项所述的耐磨焊丝在耐磨钎涂材料方面的应用。

22. 根据权利要求21所述的应用,其特征在于,在用作耐磨钎涂材料时,采用保护气为氩气,露点低于-54℃。

耐磨药芯组合物、耐磨焊丝及其制备方法与应用

技术领域

[0001] 本发明涉及耐磨材料领域,具体而言,涉及耐磨药芯组合物、耐磨焊丝及其制备方法与应用。

背景技术

[0002] 耐磨堆焊是用焊接的方法将具有耐磨性能的材料堆敷在工件表面上的一种工艺过程,其目的不在于实现工件之间的连接,而在于使工件表面获得耐磨性好的堆敷金属层,以提高焊件的使用寿命,节省制造及维修费用,缩短修理和更换关键零部件的时间,减少停机、停产的损失,从而提高生产效率,降低生产成本。

[0003] 堆焊金属中常采用碳化物(如碳化钨、碳化铬、碳化钛等)作为硬质相,以提高堆焊金属的耐磨性。然而,金刚石作为目前已知的最硬物质,在耐磨堆焊中却鲜有采用。究其原因,金刚石在高温条件下热稳定性较差,而堆焊过程中电弧温度极高,这正是限制金刚石在耐磨堆焊领域应用最重要的原因。由碳的相图可知,金刚石在常温常压下处于亚稳态。因此,金刚石容易被氧化及在高温下发生石墨化,从而对金刚石造成热损伤,这会严重影响堆焊层金属的耐磨性。

[0004] 钎涂技术作为一种金刚石涂层制造方法已在国内外广泛应用,其采用钎料合金粉、金刚石颗粒的粉状钎涂材料或钎料合金粉、金刚石颗粒与粘结剂组成的膏状钎涂材料,相比堆焊来说加热温度稍低,在钎涂加热过程中钎料合金熔化形成毛细作用,使合金紧密包裹金刚石颗粒,金刚石颗粒与钎料合金发生冶金结合,形成耐磨金刚石涂层。但目前钎涂金刚石涂层均是采用炉中加热,生产效率低,所需周期长,不能适应在役流程工业装备快速更换金刚石涂层耐磨零部件的需要。

[0005] 有鉴于此,特提出本发明。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供耐磨药芯组合物及其耐磨焊丝。所述耐磨药芯组合物以金刚石颗粒为耐磨、增强材料,在用于焊接或钎涂时在工件表面形成耐磨涂层;以特定用量的过渡金属氧化物用作填充材料,有利于降低金刚石颗粒的热损伤,提高金刚石颗粒的钎焊活性,同时降低熔覆金属的线膨胀系数,使熔覆金属与金刚石颗粒的线膨胀系数更匹配,防止金刚石颗粒在焊接热应力作用下产生裂纹。在此基础上,耐磨焊丝的外皮通过熔滴过渡到工件表面,质软,能够形成金刚石涂层与工件之间的应力缓冲层,避免工件表面所形成的金刚石涂层开裂。

[0007] 本发明还提供了上述耐磨焊丝的制备方法,所述方法简单高效、连续性强,成本可控,周期短,有利于大规模工业推广。

[0008] 本发明还提供了上述耐磨药芯组合物和耐磨焊丝在耐磨钎涂材料方面的应用。在用于耐磨钎涂材料时,所述耐磨药芯组合物和所述耐磨焊丝能够实现在线连续钎涂,极大地提高了钎涂效率,在役流程工业装备的复杂工况环境下适应性强。

- [0009] 为了实现本发明的上述目的,特采用以下技术方案:
- [0010] 所述耐磨药芯组合物,其包括耐磨材料和填充材料;
- [0011] 所述耐磨材料占所述耐磨药芯组合物的0.6wt.%~10wt.%;所述耐磨材料包括金刚石颗粒;
- [0012] 所述填充材料包括过渡金属氧化物粉末和镍基合金粉末,其中,过渡金属氧化物粉末所占的比重为12wt.%~65wt.%。
- [0013] 可选地,所述过渡金属氧化物选自VB族或VIB族元素的金属氧化物中的至少一种。
- [0014] 可选地,所述过渡金属氧化物粉末包括氧化铈粉末和氧化钼粉末;两者的质量比为6~25:6~40。
- [0015] 可选地,所述过渡金属氧化物粉末的粒度为140目~1000目。
- [0016] 可选地,所述氧化铈粉末和所述氧化钼粉末的粒度可以选自140目、150目、180目、200目、250目、300目、350目、400目、450目、500目、550目、600目、650目、700目、750目、800目、850目、900目、950目以及1000目,任意点值之间的范围的粒度。
- [0017] 可选地,所述金刚石颗粒为经过表面活化的金刚石颗粒。
- [0018] 可选地,所述金刚石颗粒的粒度为140目~600目。
- [0019] 可选地,所述金刚石颗粒的粒度可以选自140目、150目、180目、200目、250目、300目、350目、400目、450目、500目、550目以及600目,任意点值之间的范围的粒度。
- [0020] 可选地,所述镍基合金粉末选自 $\text{BNi}_{73}\text{CrFeSiB(C)}$ 、 $\text{BNi}_{74}\text{CrFeSiB}$ 、 $\text{BNi}_{82}\text{CrSiBFe}$ 、 $\text{BNi}_{78}\text{CrSiBCuMoNb}$ 或 $\text{BNi}_{66}\text{MnSiCu}$ 中的至少一种。
- [0021] 可选地,所述镍基合金粉末为粒度 $45\mu\text{m}$ ~ $350\mu\text{m}$ 的球形或近球形。
- [0022] 本发明中,耐磨药芯组合物以金刚石颗粒为耐磨、增强材料,以过渡金属氧化物用作填充材料,尤其是氧化铈和氧化钼,在用于焊接或钎涂时,金刚石表面的盐膜吸收电弧的热量分解,产生的氨气能够降低氩气氛的氧分压,提高钎涂过程中气氛保护效果;产生的氧化钼和氧化铈,与金刚石反应形成钼和铈的金属膜,附着在金刚石层的表面,能够降低高温下金刚石颗粒热损伤的同时提高金刚石颗粒的钎焊活性。再有,碳还原氧化钼和氧化铈产生的铈和钼溶解在熔覆金属中,能够降低熔覆金属的线膨胀系数,使熔覆金属与金刚石颗粒的线膨胀系数更匹配,降低金刚石颗粒的焊接热应力,防止金刚石颗粒在焊接热应力作用下产生裂纹。另外,未反应的氧化铈和氧化钼熔化附着在钎涂层表面,会使涂层缓慢冷却,防止金刚石涂层氧化,避免冷却速度过快造成金刚石涂层开裂。
- [0023] 作为本发明的一种实施方式,所述耐磨药芯组合物包括表面活化的金刚石颗粒0.6wt.%~10wt.%、氧化铈6wt.%~25wt.%、氧化钼6wt.%~40wt.%、余量为镍基合金粉。
- [0024] 根据本发明的另一目的,提供了耐磨焊丝;以质量分数计,所述耐磨焊丝包括60wt.%~80wt.%的药芯和20wt.%~40wt.%的外皮;
- [0025] 所述药芯选自上述任一耐磨药芯组合物;
- [0026] 所述外皮的材质选自镍、铜、银、铁以及它们各自的合金中的至少一种。
- [0027] 可选地,所述外皮的材质为镍。
- [0028] 可选地,所述耐磨焊丝的直径为0.8mm~2.0mm。
- [0029] 可选地,所述耐磨焊丝的直径可以独立地选自0.8mm、0.9mm、1mm、1.2mm、1.5mm、

1.8mm、2mm,以及选自上述任意点值之间的范围的直径。

[0030] 可选地,所述外皮的厚度为0.1mm~0.3mm。

[0031] 可选地,所述外皮的厚度可以独立地选自0.1mm、0.15mm、0.2mm、0.25mm、0.3mm,以及选自上述任意点值之间的范围的厚度。

[0032] 本发明中,在用于焊接或钎涂时,纯镍外皮起弧生成大量的热,熔化纯镍外皮和药芯粉末,使其附着在工件表面,形成耐磨的金刚石涂层。在电弧作用下,纯镍外皮通过熔滴过渡到工件表面,质软,能够形成金刚石涂层与工件之间的应力缓冲层,避免金刚石涂层开裂。

[0033] 根据本发明的另一目的,提供了上述耐磨焊丝的制备方法,所述方法包括步骤:

[0034] a1) 将混合均匀的填充材料与金刚石颗粒混合均匀,获得耐磨药芯组合物;

[0035] b1) 将步骤a1) 所得的耐磨药芯组合物送入由外皮材料形成的凹槽中,经过合口、多道拉拔后,形成耐磨焊丝。

[0036] 可选地,步骤a1) 中,填充材料采用球磨机混合,球磨机转速为200r/min~250r/min,球磨时间为0.5h~2h。

[0037] 可选地,所述球磨机的球磨罐为陶瓷材质。

[0038] 可选地,所述填充材料与所述球磨机中研磨球的质量比为1:1~2;所述研磨球为高铬铸铁研磨球,直径为5mm~20mm。

[0039] 可选地,步骤a1) 中,所述填充材料与所述金刚石颗粒采用混料机混合,所述混料机的转速为30r/min~60r/min,混合时间为0.5h~1h。

[0040] 可选地,步骤b1) 中所述凹槽呈U形或弧形。

[0041] 可选地,步骤a1) 中所述金刚石颗粒为经过表面活化的金刚石颗粒。、可选地,金刚石颗粒的表面活化方法包括:

[0042] a2) 将所述金刚石颗粒置于80℃~90℃的碱液中超声处理后,洗涤至pH中性后干燥,然后置于酸液中煮沸处理,洗涤至pH中性后再次干燥;

[0043] b2) 将经过步骤a2) 处理的所述金刚石颗粒置于60℃~70℃的含有过渡金属离子的溶液中浸泡处理后,干燥。

[0044] 可选地,步骤a2) 中,所述碱液为浓度为5g/L~10g/L的氢氧化钠溶液,所述酸液为10wt.%~30wt.%的硝酸溶液;所述干燥的温度为60℃~80℃。

[0045] 可选地,步骤a2) 中,所述超声处理的频率为20kHz~40kHz,时间为20min~30min;所述煮沸处理的时间为10min~30min。

[0046] 可选地,步骤b2) 中,所述含有过渡金属离子的溶液包括钼酸铵溶液和草酸铈铵溶液。

[0047] 可选地,所述钼酸铵溶液的浓度为25g/L~80g/L,所述草酸铈铵溶液的浓度为35g/L~60g/L;所述浸泡的时间为30min~40min;所述干燥的温度为60℃~80℃。

[0048] 作为本发明的一种实施方式,所述金刚石颗粒的表面活化方法包括:

[0049] (1) 将金刚石颗粒放入5g/L~10g/L、80℃~90℃的氢氧化钠溶液中,20kHz~40kHz超声波振动20min~30min,采用去离子水清洗至pH=7,60℃~80℃烘干;

[0050] (2) 将烘干的金刚石颗粒放入质量分数为10%~30%的硝酸溶液中煮沸10min~30min,采用去离子水清洗至pH=7,60℃~80℃烘干;

[0051] (3) 将烘干的金刚石颗粒放入钼酸铵和草酸铈铵的混合溶液中浸泡30min~40min,其中钼酸铵溶液浓度为25g/L~80g/L,草酸铈铵溶液浓度为35g/L~60g/L,混合溶液温度为60℃~70℃;

[0052] (4) 将金刚石颗粒从上述混合溶液中捞出,60℃~80℃烘干,即为表面活化的金刚石颗粒。

[0053] 作为本发明的一种实施方式,所述耐磨焊丝的制备方法包括:

[0054] (1) 按配比,将氧化铈、氧化钼和镍基合金粉末放入球磨机中混合均匀,球磨罐为陶瓷材质,研磨球材质为高铬铸铁磨球,直径为5mm~20mm,粉球比例为1:2~1:1,球磨机转速为200~250r/min,球磨时间为0.5h~2.0h;

[0055] (2) 按配比,采用V型混料机将表面活化的金刚石颗粒和混合均匀的氧化铈、氧化钼、镍基合金粉混合物混合均匀,转速30~60r/min,混合时间为0.5h~1.0h;

[0056] (3) 经多道轧制后纯镍带的横截面呈U形或弧形,将前面步骤形成的药芯粉末混合物送入横截面U形或弧形槽中,经合口和多道拉拔形成该耐磨药芯焊丝及金刚石钎涂材料。

[0057] 根据本发明的另一目的,提供了上述任一耐磨药芯组合物和/或耐磨焊丝在耐磨钎涂材料方面的应用。

[0058] 在用作耐磨钎涂材料时,采用保护气为氩气,露点低于-54℃。

[0059] 可选地,以耐磨药芯组合物和/或耐磨焊丝作为钎涂材料,采用电弧作为钎涂热源,能够实现在线连续钎涂:

[0060] 金刚石表面的盐膜吸收电弧的热量分解,产生的氨气降低氩气氛围的氧分压,提高钎涂过程中气氛保护效果;产生的氧化钼和氧化铈,与金刚石反应形成钼和铈金属膜,附着在金刚石表面,能够降低高温下金刚石颗粒热损伤的同时提高金刚石颗粒的钎焊活性;碳还原氧化钼和氧化铈产生的铈和钼溶解在熔覆金属中,可以降低熔覆金属的线膨胀系数,使熔覆金属与金刚石颗粒的线膨胀系数更匹配,降低金刚石颗粒的焊接热应力,防止金刚石颗粒在焊接热应力作用下产生裂纹;未反应的氧化铈和氧化钼熔化附着在钎涂层表面,使涂层缓慢冷却,防止金刚石涂层氧化,避免冷却速度过快造成金刚石涂层开裂;在线连续钎涂,提高了钎涂效率,适应在役流程工业装备的复杂工况环境;在电弧作用下,纯镍合金外皮通过熔滴过渡到工件表面,质软,形成金刚石涂层与工件之间的应力缓冲层,避免金刚石涂层开裂。

[0061] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:

[0062] (1) 本发明提供的耐磨药芯组合物及其耐磨焊丝,以金刚石颗粒为耐磨、增强材料,以特定用量的过渡金属氧化物用作填充材料,在此基础上,耐磨焊丝的外皮通过熔滴过渡到工件表面,质软,能够形成金刚石涂层与工件之间的应力缓冲层,避免工件表面所形成的金刚石涂层开裂。

[0063] (2) 本发明提供的耐磨焊丝的制备方法,简单高效、连续性强,成本可控,周期短,有利于大规模工业推广。

[0064] (3) 本发明还提供了上述耐磨药芯组合物和耐磨焊丝在耐磨钎涂材料方面的应用,在用于耐磨钎涂材料时,能够实现在线连续钎涂,极大地提高了钎涂效率,在役流程工业装备的复杂工况环境下适应性强。

附图说明

[0065] 图1为本发明的一种实施方式中,耐磨焊丝的截面示意图;其中1-纯镍外皮,2-耐磨药芯;

[0066] 图2为本发明的一种实施方式中,耐磨焊丝用于钎涂所形成的钎涂层的SEM表面形貌照片。

具体实施方式

[0067] 下面结合实施例详述本申请,但本申请并不局限于这些实施例。如无特别说明,本申请的实施例中的原料均通过商业途径购买,实施例中未注明具体条件者,按照常规条件或制造商建议的条件进行。

[0068] 作为本发明的一种实施方式,如图1所示,本发明所述的耐磨焊丝包括纯镍外皮(1)和耐磨药芯(2),其中纯镍外皮(1)质量占比20%~40%,余量为耐磨药芯(2),耐磨药芯(2)中各组分如下:表面活化的金刚石颗粒0.5%~5.5%、氧化铌5%~15%、氧化钼5%~25%、余量为镍基合金粉。

[0069] 作为本发明的一种实施方式,耐磨焊丝中,纯镍外皮(1)厚度为0.1mm~0.3mm,焊丝直径为0.8mm~2.0mm。

[0070] 作为本发明的一种实施方式,耐磨焊丝中,耐磨药芯(2)中氧化钼和氧化铌为粉末状,粒度为140目~1000目。

[0071] 作为本发明的一种实施方式,耐磨药芯(2)中镍基粉末为 $\text{BNi}_{73}\text{CrFeSiB(C)}$ 、 $\text{BNi}_{74}\text{CrFeSiB}$ 、 $\text{BNi}_{82}\text{CrSiBFe}$ 、 $\text{BNi}_{78}\text{CrSiBCuMoNb}$ 或 $\text{BNi}_{66}\text{MnSiCu}$ 中的一种或多种,粒度为45微米~350微米,为球形或近球形。

[0072] 实施例1耐磨焊丝的制备

[0073] 1[#]耐磨焊丝

[0074] 耐磨药芯组合物包括组分:表面活化的金刚石颗粒1.5wt.%、氧化铌5wt.%、氧化钼5wt.%、余量为镍基合金粉。

[0075] 外皮:纯镍。

[0076] 金刚石颗粒的表面活化方法:

[0077] (1) 金刚石颗粒的碱液处理:

[0078] 碱液选择5g/L、90℃的氢氧化钠溶液,将金刚石颗粒置于碱液中超声处理;超声条件为:30kHz超声振动25min;

[0079] 采用去离子水清洗至pH中性,70℃烘干;

[0080] (2) 金刚石颗粒的酸液处理:

[0081] 酸液选择质量分数为20%的硝酸溶液,将步骤(1)中得到的金刚石颗粒置于酸液中煮沸20min,采用去离子水清洗至pH中性,70℃烘干;

[0082] (3) 将步骤(2)中得到的金刚石颗粒放入温度为60℃的钼酸铵和草酸铌铵的混合溶液中,浸泡40min;

[0083] 其中钼酸铵溶液浓度为40g/L,草酸铌铵溶液浓度为60g/L;

[0084] (4) 将金刚石颗粒从上述混合溶液中捞出,70℃烘干,即为表面活化的金刚石颗粒。

[0085] 耐磨药芯组合物各物料的混合：

[0086] (1) 按配比，将氧化铌、氧化钼和镍基合金粉末放入球磨机中混合均匀，球磨罐为陶瓷材质，研磨球材质为高铬铸铁磨球，直径为10mm，粉球比例为1:2，球磨机转速为200r/min，球磨时间为1h；

[0087] (2) 按配比，采用V型混料机将表面活化的金刚石颗粒和混合均匀的氧化铌、氧化钼、镍基合金粉混合物混合均匀，转速60r/min，混合时间为0.5h。

[0088] 选用宽度为14mm、厚度为0.2mm的冷轧纯镍带，经多道轧制成横截面呈U形或弧形，将耐磨药芯组合物物料送入横截面U形或弧形槽中，经合口形成O型横截面，使药芯粉包裹其中，按照常规方法逐道拉拔减径，得到 $\Phi 1.6\text{mm}$ 的耐磨焊丝，记为1[#]耐磨焊丝。其中，纯镍外皮重量占比为32%。

[0089] 耐磨焊丝的截面示意图如图1所示。

[0090] 2[#]~5[#]耐磨焊丝

[0091] 2[#]~5[#]耐磨焊丝的制备方法与1[#]耐磨焊丝大致相同，不同之处分别列于表1中：

[0092] 表1 2[#]~5[#]耐磨焊丝与1[#]耐磨焊丝的不同参数

[0093] NO.	耐磨药芯组合物	外皮
2 [#]	表面活化的金刚石颗粒 3.5 wt.%、氧化铌 12 wt.%、 氧化钼 10 wt.%、余量为镍基合金粉	宽度为 14 mm、厚度为 0.15 mm 的冷轧纯镍带
3 [#]	表面活化的金刚石颗粒 7.5 wt.%、氧化铌 8 wt.%、 氧化钼 12 wt.%、余量为镍基合金粉	与 1 [#] 耐磨焊丝相同
4 [#]	表面活化的金刚石颗粒 6.5 wt.%、氧化铌 10 wt.%、 氧化钼 15 wt.%、余量为镍基合金粉	宽度为 14 mm、厚度为 0.25 mm 的冷轧纯镍带
5 [#]	表面活化的金刚石颗粒 5.5 wt.%、氧化铌 11 wt.%、氧化 钼 14 wt.%、余量为镍基合金粉	宽度为 14 mm、厚度为 0.3 mm 的冷轧纯镍带

[0095] 所得2[#]耐磨焊丝的直径为 $\Phi 1.8\text{mm}$ ，纯镍外皮重量占比为28%。

[0096] 所得3[#]耐磨焊丝的直径为 $\Phi 1.8\text{mm}$ ，纯镍外皮重量占比为34%。

[0097] 所得4[#]耐磨焊丝的直径为 $\Phi 2\text{mm}$ ，纯镍外皮重量占比为37%。

[0098] 所得5[#]耐磨焊丝的直径为 $\Phi 2\text{mm}$ ，纯镍外皮重量占比为39%。

[0099] 本实施例中用于制备1[#]~5[#]耐磨焊丝的耐磨药芯组合物50目通过率达到100%，大于120目的粉末重量百分比小于30%。

[0100] 实验例1耐磨焊丝的钎涂层的表面形貌及钎涂应用

[0101] 以PhenomXL型扫描电子显微镜 (SEM) 表征钎涂层的表面形貌，结果如图2所示，图2

中,钎涂所得涂层表面匀称、无裂纹,金刚石颗粒埋入熔覆金属,熔覆金属对金刚石颗粒的润湿性良好,无开裂。

[0102] 以实施例1中制备得到的1[#]~5[#]耐磨焊丝,用于在10mm厚Q235钢板表面堆焊,堆焊保护气氛为氩气,露点为-55℃,堆焊工艺参数如下:焊接极性为直流反接,焊接电流为300A~480A,焊接电压为23V~35V,焊接搭接量为50%。

[0103] 以与实施例1中1[#]~5[#]耐磨焊丝用量及处理方法均相同的金刚石粉末、用量相同的镍基合金粉直接在氩气保护炉中钎涂10mm厚Q235钢板,涂层厚度为0.5mm,作为对比例D1[#]~D5[#]。

[0104] 耐磨试验:实验对象为以实施例1中制备得到的1[#]~5[#]耐磨焊丝,用于在10mm厚Q235钢板表面堆焊形成的试样,以及对比例D1[#]~D5[#]钎涂形成的试样。试样的尺寸为57mm×25.5mm×10.5mm。

[0105] 耐磨试验条件包括:试验载荷为20N,磨料为120号棕刚玉砂,橡胶轮转速为100r/min,砂流量为100g/min,磨损时间为15min;其中,金刚石涂层的磨损用失重量表示,每个实施例和对比例做5组试样,分别取平均值和标准差。测试结果如表2中所示。

[0106] 表2耐磨试验结果

试样对应的耐磨焊丝	磨损失重/mg (均值±标准差)	试样对应的对比例材料	磨损失重/mg (均值±标准差)
1 [#] 耐磨焊丝	33.1±1.3	D1 [#]	35.7±2.1
2 [#] 耐磨焊丝	28.9±3.7	D2 [#]	29.5±2.4
3 [#] 耐磨焊丝	23.5±4.6	D3 [#]	27.6±3.3
4 [#] 耐磨焊丝	21.8±2.7	D4 [#]	23.9±3.1
5 [#] 耐磨焊丝	20.3±5.2	D5 [#]	24.7±2.8

[0107] 从表2中的耐磨试验结果可以看出,本发明提供的耐磨药芯组合物和耐磨焊丝制备得到的金刚石涂层试样的磨损失重值明显低于对比例的磨损失重值,这表明,本发明提供的耐磨药芯组合物和耐磨焊丝制备得到的金刚石涂层试样的耐磨性均高于传统钎涂方法制备的金刚石涂层试样。这意味着本发明提供的耐磨药芯组合物和耐磨焊丝将具备更长的使用寿命,相比传统金刚石涂层制备方法,采用本发明提供的耐磨药芯组合物和耐磨焊丝进行钎涂将大大提高生产效率。此外,本发明提供的耐磨药芯组合物和耐磨焊丝还可适用于在役流程工业装备的复杂工况环境,这正是传统金刚石涂层制备方法无法克服的。

[0108] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,但本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

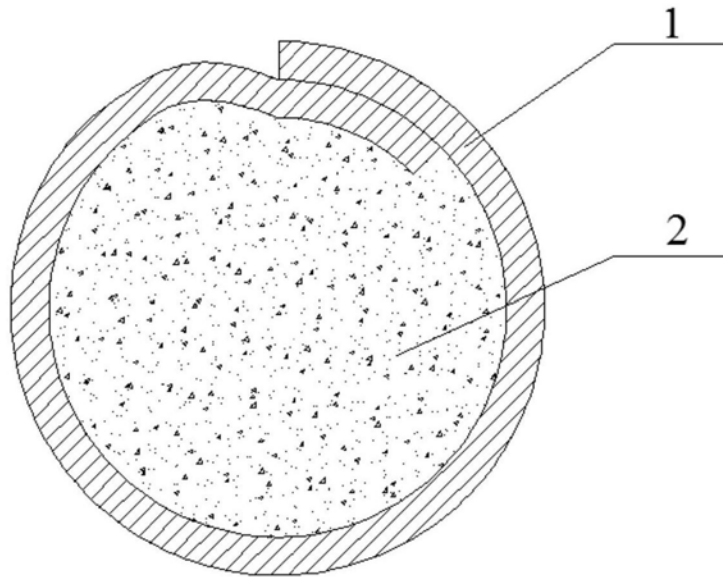


图1

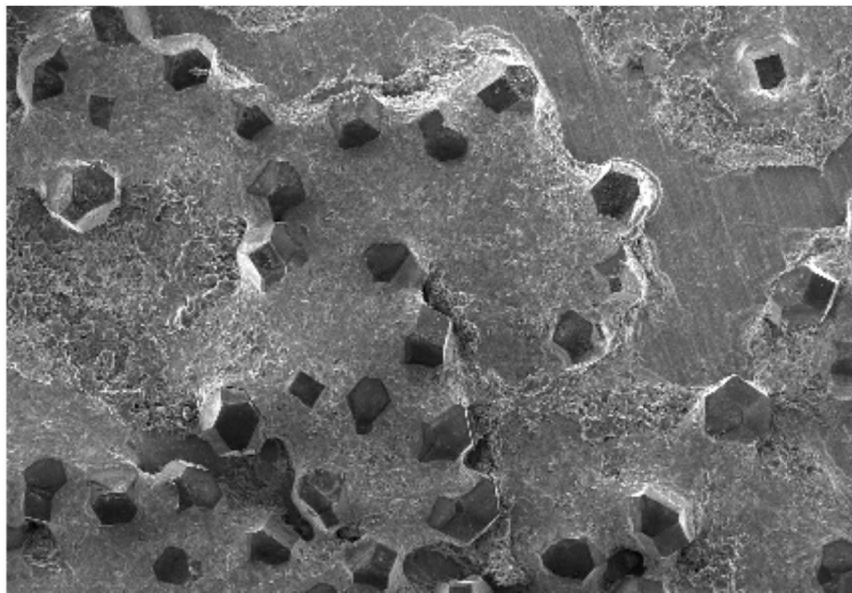


图2