



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103418941 A

(43) 申请公布日 2013.12.04

(21) 申请号 201310325278.1

(22) 申请日 2013.07.30

(71) 申请人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园 100 号

(72) 发明人 蒋志强 成小乐 蒋业华 冯锡兰

符寒光 魏永强 刘建伟

(74) 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理

有限公司 11203

代理人 张慧

(51) Int. Cl.

B23K 35/368 (2006.01)

B23K 35/40 (2006.01)

权利要求书1页 说明书7页

(54) 发明名称

用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝及其制造方法

(57) 摘要

用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝及其制造方法,其特征是该焊丝由外皮低碳钢带和粉芯材料两部分组成。其中粉芯材料包括高碳铬铁粉、氮化铬铁粉、硼铁粉、钛铁粉、稀土硅铁粉、硅钙钡合金粉、含钠物质粉和含钾物质粉,各种合金粉末占粉芯材料的质量百分比如下:高碳铬铁粉 55~61%、氮化铬铁粉 18~20%、硼铁粉 12~15%、钛铁粉 4~5%、稀土硅铁粉 1.0~1.5%、硅钙钡合金粉 1.0~1.5%、含钠物质粉 1.0~1.5%、含钾物质粉 1.5~2.0%。粉芯材料占焊丝总质量的 25~30%。本发明焊丝具有不含价格昂贵的合金元素,成本低廉,易于批量生产等特点。

1. 用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝,其特征在于,由外皮低碳钢带和粉芯材料两部分组成,其中粉芯材料包括高碳铬铁粉、氮化铬铁粉、硼铁粉、钛铁粉、稀土硅铁粉、硅钙钡合金粉、含钠物质粉和含钾物质粉,各种合金粉末占粉芯材料的质量百分比如下:高碳铬铁粉 55 ~ 61%、氮化铬铁粉 18 ~ 20%、硼铁粉 12 ~ 15%、钛铁粉 4 ~ 5%、稀土硅铁粉 1.0 ~ 1.5%、硅钙钡合金粉 1.0 ~ 1.5%、含钠物质粉 1.0 ~ 1.5%、含钾物质粉 1.5 ~ 2.0%;粉芯材料占焊丝总质量的 25 ~ 30%。

2. 按照权利要求 1 的用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝,其特征在于,高碳铬铁粉的化学成分质量分数为:62.0 ~ 68.0%的 Cr,7.0 ~ 8.5%的 C,2.0 ~ 3.5%的 Si,余量为 Fe。

3. 按照权利要求 1 的用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝,其特征在于,氮化铬铁粉的化学成分质量分数为:60 ~ 63%Cr, 5.0 ~ 6.5%N, $C \leq 0.1\%$, $Si \leq 2.5\%$, $P \leq 0.03\%$, $S \leq 0.04\%$, 余量为 Fe。

4. 按照权利要求 1 的用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝,其特征在于,硼铁粉的化学成分质量分数为:19.0 ~ 21.0%B, $\leq 0.5\%C$, $\leq 2\%Si$, $\leq 0.5\%Al$, $\leq 0.01\%S$, $\leq 0.1\%P$, 余量为 Fe。

5. 按照权利要求 1 的用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝,其特征在于,钛铁粉的化学成分质量分数为:25 ~ 35%Ti, $\leq 8.0\%Al$, $\leq 4.5\%Si$, $\leq 0.10\%C$, $\leq 0.05\%P$, $\leq 2.5\%Mn$, $\leq 0.03\%S$, 余量为 Fe。

6. 按照权利要求 1 的用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝,其特征在于,稀土硅铁粉的化学成分质量分数为:27.0 ~ 30.0%RE, 38.0 ~ 42.0%Si, $< 3.0\%Mn$, $< 5.0\%Ca$, $< 3.0\%Ti$, 余量为 Fe。

7. 按照权利要求 1 的用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝,其特征在于,硅钙钡合金粉的化学成分质量分数为:40 ~ 45%的 Si、10 ~ 12%的 Ca、10 ~ 12%的 Ba、 $\leq 0.8\%$ 的 C、 $\leq 0.04\%$ 的 P、 $\leq 0.06\%$ 的 S, 余量为 Fe。

8. 按照权利要求 1 的用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝,其特征在于,含钾物质粉为经 350°C 焙烧过的 $KMnO_4$ 。

9. 按照权利要求 1 的用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝,其特征在于,含钠物质粉为 NaOH 和 C 经 950°C 热还原反应后的产物,其中 NaOH 和 C 的摩尔比为 3:1。

10. 制备权利要求 1-9 所述的任一种用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝的方法,其特征在于,包括以下步骤:

①先将 40 ~ 100 目的高碳铬铁粉、氮化铬铁粉、硼铁粉、钛铁粉、稀土硅铁粉、硅钙钡合金粉、含钠物质粉和含钾物质粉混合均匀,然后置于箱式电阻炉,加热至 200 ~ 250°C,保温 2 ~ 4h。各种合金粉末占粉芯材料的质量百分比如下:高碳铬铁粉 55 ~ 61%、氮化铬铁粉 18 ~ 20%、硼铁粉 12 ~ 15%、钛铁粉 4 ~ 5%、稀土硅铁粉 1.0 ~ 1.5%、硅钙钡合金粉 1.0 ~ 1.5%、含钠物质粉 1.0 ~ 1.5%、含钾物质粉 1.5 ~ 2.0%。

②将上述粉芯材料放入在药芯焊丝成形机上已轧成“U”形的低碳钢薄钢带内,然后在药芯焊丝成形机上闭合成“O”形,继续经过药芯焊丝成形机上的轧丝机减径至 $\Phi 4.4 \sim 4.8\text{mm}$,再在药芯焊丝成形机上的拉丝机上经过减径拔模将其拉拔减径至 $\Phi 3.5 \sim 3.8\text{mm}$,得到本发明焊丝,粉芯材料占焊丝总质量的 25 ~ 30%。

用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明公开了一种焊丝及其制备方法,特别涉及一种用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝及其制造方法,属于表面处理技术领域。

背景技术

[0002] 在冶金、矿山、建材及军事等各个工业部门中,许多工件及设备由于磨损而迅速失效,从而造成材料及人力的浪费,给国民经济造成巨大损失,易磨件寿命低已成为发展生产的严重障碍。为了提高材料的耐磨性能,中国发明专利 CN102847933A 公开了一种高炉风口套内衬用的高温耐磨材料,由下述重量配比的原料制成:纳米铜粉 40 ~ 60%、纳米钨粉 36 ~ 56%、铁粉 0.2 ~ 0.6%、铬粉 4 ~ 6%。通过高温、高压,及高温、高压下的时效作用,使金属塑性变形、熔化和扩散,从而获得钨铜高温耐耐磨材料。该发明制备的材料具有良好的导热性能、高温强度和高温耐磨性能,并且能与纯铜基体实现冶金结合,可用于制备面耐磨性能好、使用寿命长的高炉风口套内衬,可以大大提高高炉风口套的耐磨性能和使用寿命。中国发明专利 CN102618794A 还公开了一种铬钒钛金属耐磨材料及生产工艺,耐磨材料含有高碳或低碳微合金化的材料,金相以石墨球、奥氏体、针状铁素体、少量马氏体、晶内大量碳化物、晶界少量碳化物的材料,可强化基体组织,通过合理的运用钒钛,尤其是钛,使碳化物大量分布在晶内,强化基体组织,可充分发挥材料的各项组织特性,延长材料的使用寿,其生产工艺包括配料、熔炼、调成分、球化、浇铸、热处理,最后进行时效处理、抛光,得到以球状石墨+奥氏体+针状铁素体+少量马氏体+碳化物的组织,电镜照片上可以看到 Ti 分布在基体中,且含量最多的地方均含有 Ti 和 V 两个元素,说明 Ti 和 V 可能是共生, Cr 在铸件中分布均匀,该发明生产工艺简单,成本低,市场前景好。中国发明专利 CN102061422A 还公开了一种制备铁 / 硫化钼硫化亚铁复相耐磨材料的方法,其特征在于含有以下工艺流程:1) 采用市场供应的原料:铁、硫铁合金、钼铁合金;2) 原料配比:按生成 5 ~ 10% 硫化钼和 5 ~ 10% 硫化亚铁的化学计量比配料;3) 熔炼与浇铸:按步骤 2) 原料配比,先将铁放入合金熔炼炉中,随炉升温到 1600℃,待铁完全熔化后,加入铁钼合金,过 5 分钟加入硫铁合金,并电磁搅拌 6 分钟后在 1500℃ 浇注;4) 热处理工艺:按照“室温 → 600℃,保温 2 小时 → 900℃,保温 2 小时”的工艺进行热处理,然后将铸锭取出在水中淬火,最后将该处理好的铁 / 硫化钼硫化亚铁铸件加工成各种耐磨材料产品。中国发明专利 CN102296194A 还公开了一种内生长硅增强锌基耐磨材料制备方法,其特征在于,包括如下步骤:A 1、先对坩埚电阻炉进行清炉,并预热坩埚及熔炼工具到约 280℃—320℃,在熔炼工具及坩埚表面涂刷保护涂料;A 2、清理和预热炉料,配料:所述配料包括合金配料、精炼剂、复合变质剂、熔剂、除渣剂;合金配料:按照重量百分比:40% 金属铝,1.5%—6.0% 硅,2.5% 金属铜,0.02% 金属镁,其余是金属锌;A 3、装料入炉,装料的顺序为:依次加入步骤 A 2 配备的金属铝、金属铜、硅、金属锌、金属镁;A 4、炉料装好之后,加热升温熔化;待炉料全部熔化后,除渣并搅拌合金液;A 5、温度达到 680℃ 时,保温 1—3 分钟,用钟罩将预热到 200℃ 的熔剂加入,并立即用钟罩将熔剂压入熔池的下半部,缓慢回转和移动 3—5 分

钟；A 6、升温到 710 — 730℃，用占炉料总质量 0.3% — 0.5% 的 C 2 C 1 6 精炼剂，分 2 — 3 次用钟罩压入合金液内进行精炼 10 — 15 分钟，缓慢在炉内绕圈；A 7、精炼结束后，在 730℃ 时，用占炉料总质量的 3% — 4% 的复合变质剂进行变质处理，变质时间 20 分钟；变质完成后，加入除渣剂并进行搅拌，然后静置 5 — 10 分钟；A 8、温度达到 700℃ — 750℃ 时扒渣出炉，进行浇注零件或坯料。

[0003] 但是，耐磨部件仅在磨损面发生磨损，以上开发的整体耐磨材料，普遍存在生产成本高，推广应用困难等不足。在耐磨部件的磨损部位，采用堆焊方法修复，恢复磨损部件磨损部位的尺寸，是延长磨损部件寿命的重要手段，已获得了广泛应用。耐磨堆焊焊接技术主要应用于水泥工业、钢铁工业、电力工业、采矿及挖泥工业，其中水泥工业主要修复的备件有辊压机挤压辊、风机叶片及衬板、溜槽及漏斗衬板、破碎机锤头、锤盘、立磨磨辊及磨盘、挖掘机斗齿、颚板、破碎机板锤、立窑塔篦齿及搅拌机叶片等；钢铁厂主要修复的备件有溜槽及漏斗衬板、风机叶轮、推进器齿板、阀门、防磨板、高炉料钟、导位板、轧辊、高温模及刃具等；电力工业主要修复的备件有溜槽衬板、破碎机衬板、破碎机板锤、粉碎机辊的衬板、排气风机叶片、排气风机衬板及磨煤辊；采矿及挖泥业主要修复的备件有溜槽及漏斗衬板、制砖机绞刀、风机叶片衬板、轮斗挖掘机铲斗、推土机铲斗磨损部件、球磨机衬板、轮斗挖掘机轮斗及铲斗铲齿等。中国发明专利 CN1739906 公开了一种耐磨耐热抗冲击的堆焊管状焊丝，采用 H08A 型号的钢带压轧成 U 型，添加按照配方比例混合的碳化铬，钼粉，铌粉，石墨，碳化钨，钒铁制成，该发明突破了以往管状药芯焊丝的因直径和充粉量的矛盾，尽少的使用石墨用碳化铬过渡需要的碳，使之粉料在焊丝轧制中粉量均匀，大大减少了漂浮，其焊后在常温下耐磨性能相当于 45# 钢的 30 倍以上，高温下耐磨性能可达到铸铁的 10 倍以上。堆焊层抗裂性能明显优于其他同类焊丝。在高中等冲击下焊后不出现剥落，高温 900 度硬度不衰减，多层焊亦无剥落。其寿用提高 8-12 倍，焊接时工件不必预热，不要求缓冷，降低劳动强度，降低成本。中国发明专利 CN102672363A 还公开了一种耐磨焊丝及其处理工艺，耐磨焊丝具有金纳米碳化物膜，纳米碳化物膜为一层或多层，所述纳米碳化物为碳化钨、碳化钛、碳化钼中的一种或其中任意的组合；处理工艺，是通过环绕焊丝，在张力为 2-30N 下，不断地更新和移动纱线，并使纱线始终与焊丝在整个圆周内接触。该发明耐磨焊丝具备良好焊缝成形能力的同时，具有较高的耐磨性，能够充分保证焊接质量，提高焊接生产率，并降低焊接缺陷率。中国发明专利 CN102275050A 还公开了一种用于 800℃ 以上的高温耐磨焊丝，其特征是：所述焊丝的化学组成包括 C：2 ~ 6%、Mn：1 ~ 3%、Si：1 ~ 6%、Cr：26 ~ 35%、N：0.05 ~ 0.6%，余量为 Fe 和不可避免的杂质元素，单位质量百分数。代替 Fe 的一部分，所述焊丝的化学组成还包括 Mo：0 ~ 3%、W：0 ~ 3%、Nb：0 ~ 3% 中的一种或多种的元素；单位质量百分数。该发明所述的用于 800℃ 以上的高温耐磨焊丝利用了 Si 元素的特点，采用了大量的硅和氮和少量的钨、钼、铌来固化在高温使用的奥氏体不锈钢，具有高温耐磨性能，是一种高硅含量的焊丝材料，可在 800℃ 以上的环境下使用，且节约了成本。中国发明专利 CN103203567A 还公开了一种耐磨带金属芯焊丝，属于焊接材料、表面处理材料技术领域。所述焊丝采用碳钢钢带包裹合金粉末制成，合金粉末包含如下重量百分比的成分：铬：5-10%；镍：2-6%；锰：1-7%；钼：1-10%；硅：1-5%；稀土：0.5-2%；碳：1-5%；余量为铁及微量杂质。利用本发明提供的焊丝进行焊接，所形成的耐磨带（层）表面硬度高，摩擦系数低，表面均匀、致密、平整、光滑，无残渣；与基体熔合好，不易剥落且无龟裂，可重复喷焊。可

应用于各种新旧钻杆、各种机械易磨损件,特别是矿山机械等等。中国发明专利 CN1152491 还公开了一种轧辊堆焊焊条,采用 H 08 A 钢做焊芯,焊条药皮为低氢型渣系,药皮由高碳铬铁 8 ~ 10%,钼铁 3 ~ 5%,金属钨 0.5 ~ 1.5%,高碳锰铁 1 ~ 3%,碳酸锂 0 ~ 1%,羧甲基纤维素 1 ~ 2% 等组成(配比按重量百分比)。本焊条适用于 9 C r 2、9 C r S i、9 C r V、9 C r 2 M o、9 C r W、9 C r 2 M o V 等轧辊钢的堆焊,也可用于其它碳钢和合金钢的堆焊,常温下堆焊层硬度 H R c \geq 60,焊前不预热,焊后不必再进行热处理,堆焊层无裂纹,焊态下可直接使用。中国发明专利 CN103042314A 还公开了一种含锆强化型堆焊药芯焊丝,其特征是在钢带内填充的合金粉末的成分及重量配比,使焊丝及堆焊层的化学成分范围如下: C 0.6 ~ 1.8%, Si 1.0 ~ 2.5%, Mn 0.5 ~ 1.5%, Cr 5 ~ 10%, Zr 3 ~ 10%, Mo 0 ~ 1.5%, Ti 0 ~ 0.5%, Nb 0 ~ 0.5%。中国发明专利 CN102909487A 还公开了铸管管模堆焊焊丝,其特征在于:该铸管管模堆焊焊丝成分按重量百分比为:碳 0.03-0.08%;锰 0.5-2.5%;硅 0.05-0.2%;铬 1-5%;镍 1-4%;钼 0.2-1.5%;钴 0.1-1.0%;钨 0-0.5%;钒 0-0.4%;稀土 0.1-1.5%;铌 0-0.5%;铁余量。该发明的优点是:具有优良的堆焊工艺性能,脱渣好,成型好,堆焊致密,其机械性能高,抗压强度 \geq 700,延伸率 \geq 18,断面收率 \geq 55%,冲击 \geq 120J,堆焊后的模具性能接近新模具的性能,而成本不到新模具的 30%,以满足堆焊层耐热,耐冷,耐磨损的要求。中国发明专利 CN102463421A 还公开了一种耐磨耐冲击自保护堆焊药芯焊丝,属于材料加工工程中的焊接领域,该发明主要应用于堆焊修复耐岩石、泥沙、矿物料等强烈冲击、磨损的机械零件,如铲车斗齿、破碎机锤头、挖泥机叶片、凿岩机凿齿等。其特征在于,所述的药芯成分质量百分含量范围如下:碳化铬:10 ~ 50%,金属锰:1 ~ 4%;低硅铁:1 ~ 4%;钼铁:8 ~ 14%;钒铁:25 ~ 35%;钛铁:2 ~ 6%;铌铁:5 ~ 8%;氟硅酸钠:2 ~ 5%;金红石:3 ~ 6%;锆英石:2 ~ 5%;氟化钠:1 ~ 3%。该发明所要解决的问题,就是提供一种能抗四级风力焊接,能遭受严重冲击、强烈磨损,从而极大延长矿山机械零部件寿命的自保护堆焊药芯焊丝。

[0004] 但是,目前所开发的各种焊丝,普遍含有较多价格昂贵的镍、钼、铌、钒等合金元素,导致焊丝生产成本高,推广应用困难。

发明内容

[0005] 本发明针对现有焊丝生产中存在的问题,以廉价的硼、铬、氮、钛为主要元素,在此基础上,加入少量钾、钠、稀土、硅、钙、钡等元素,发明一种性价比高的焊丝,可用于耐磨部件磨损部位的修复。

[0006] 本发明的目的可以通过以下措施来实现:

[0007] 本发明用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝由外皮低碳钢带和粉芯材料两部分组成。其中粉芯材料包括高碳铬铁粉、氮化铬铁粉、硼铁粉、钛铁粉、稀土硅铁粉、硅钙钡合金粉、含钠物质粉和含钾物质粉,各种合金粉末占粉芯材料的质量百分比如下:高碳铬铁粉 55 ~ 61%、氮化铬铁粉 18 ~ 20%、硼铁粉 12 ~ 15%、钛铁粉 4 ~ 5%、稀土硅铁粉 1.0 ~ 1.5%、硅钙钡合金粉 1.0 ~ 1.5%、含钠物质粉 1.0 ~ 1.5%、含钾物质粉 1.5 ~ 2.0%。粉芯材料占焊丝总质量的 25 ~ 30%。

[0008] 上述本发明用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝的具体制造流程包括如下:

[0009] ①先将 40 ~ 100 目的高碳铬铁粉、氮化铬铁粉、硼铁粉、钛铁粉、稀土硅铁粉、硅钙

钡合金粉、含钠物质粉和含钾物质粉混合均匀,然后置于箱式电阻炉,加热至 200 ~ 250℃,保温 2 ~ 4h。各种合金粉末占粉芯材料的质量百分比如下:高碳铬铁粉 55 ~ 61%、氮化铬铁粉 18 ~ 20%、硼铁粉 12 ~ 15%、钛铁粉 4 ~ 5%、稀土硅铁粉 1.0 ~ 1.5%、硅钙钡合金粉 1.0 ~ 1.5%、含钠物质粉 1.0 ~ 1.5%、含钾物质粉 1.5 ~ 2.0%。

[0010] ②将上述粉芯材料放入在药芯焊丝成形机上已轧成“U”形的低碳钢薄钢带内,然后在药芯焊丝成形机上闭合成“O”形,继续经过药芯焊丝成形机上的轧丝机减径至 $\Phi 4.4 \sim 4.8\text{mm}$,再在药芯焊丝成形机上的拉丝机上经过减径拔模将其拉拔减径至 $\Phi 3.5 \sim 3.8\text{mm}$,得到本发明焊丝,粉芯材料占焊丝总质量的 25 ~ 30%。

[0011] 如上所述的高碳铬铁粉的化学成分质量分数为:62.0 ~ 68.0%的 Cr,7.0 ~ 8.5%的 C,2.0 ~ 3.5%的 Si,余量为 Fe。

[0012] 如上所述的氮化铬铁粉的化学成分质量分数为:60 ~ 63%Cr,5.0 ~ 6.5%N,C $\leq 0.1\%$,Si $\leq 2.5\%$,P $\leq 0.03\%$,S $\leq 0.04\%$,余量为 Fe。

[0013] 如上所述的硼铁粉的化学成分质量分数为:19.0 ~ 21.0%B, $\leq 0.5\%$ C, $\leq 2\%$ Si, $\leq 0.5\%$ Al, $\leq 0.01\%$ S, $\leq 0.1\%$ P,余量为 Fe。

[0014] 如上所述的钛铁粉的化学成分质量分数为:25 ~ 35%Ti, $\leq 8.0\%$ Al, $\leq 4.5\%$ Si, $\leq 0.10\%$ C, $\leq 0.05\%$ P, $\leq 2.5\%$ Mn, $\leq 0.03\%$ S,余量为 Fe。

[0015] 如上所述的稀土硅铁粉的化学成分质量分数为:27.0 ~ 30.0%RE,38.0 ~ 42.0%Si, $< 3.0\%$ Mn, $< 5.0\%$ Ca, $< 3.0\%$ Ti,余量为 Fe。

[0016] 如上所述的硅钙钡合金粉的化学成分质量分数为:40 ~ 45%的 Si、10 ~ 12%的 Ca、10 ~ 12%的 Ba、 $\leq 0.8\%$ 的 C、 $\leq 0.04\%$ 的 P、 $\leq 0.06\%$ 的 S,余量为 Fe。

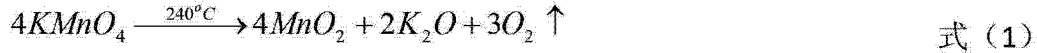
[0017] 上述用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝,粉芯材料包括高碳铬铁粉、氮化铬铁粉、硼铁粉、钛铁粉、稀土硅铁粉、硅钙钡合金粉、含钠物质粉和含钾物质粉。其中加入高碳铬铁粉的主要目的是,当焊丝用于修复耐磨部件磨损部位时,在高温作用下,焊丝发生熔化,熔池凝固过程中,可结晶析出高硬度的 M_7C_3 型碳化物,有利于提高修复层的硬度,并改善其耐磨性。而加入氮化铬铁粉、硼铁粉和钛铁粉的主要目的是,当焊丝用于修复耐磨部件磨损部位时,在高温作用下,焊丝发生熔化,熔池凝固过程中,可结晶析出高硬度的 BN 和他 TiB_2 颗粒,均匀分布于修复层中,有利于提高修复层的硬度,并改善其耐磨性。加入稀土硅铁粉和硅钙钡合金粉的主要目的是,当焊丝用于修复耐磨部件磨损部位时,在高温作用下,焊丝发生熔化,熔池凝固过程中,稀土具有脱硫、除气的作用,同时稀土与液态金属反应生成的细小粒子,加速凝固的形核作用,表面活性稀土元素在流动的晶体表面形成吸附原子薄膜,降低流动离子的速度,稀土元素的这些特性能细化修复层的晶粒,限制树枝晶偏析,提高机械性能和耐磨性。熔池凝固过程中,钙和钡除具有除气除渣作用外,还可改善夹杂物的形态和分布,提高修复层的强韧性,防止修复层使用中出现开裂和剥落。

[0018] 此外,在焊丝中还加入了适量含钠物质粉和含钾物质粉。钾和钠降低焊接熔池的初晶结晶温度和共晶结晶温度 8 ~ 15℃,初晶结晶温度和共晶结晶温度的下降,有助于熔池金属熔液在液相线和共晶区过冷,而合金的结晶过冷度增大,会使形核率增加,因此,钾、钠使初晶奥氏体晶核增多,初晶奥氏体细化。初晶奥氏体的细化导致共晶反应时残留金属熔液相互被隔开的趋势增强,进而导致共晶组织的细化。此外,钾、钠在共晶结晶时选择性地吸附在共晶碳化物择优生长方向的表面上,形成吸附薄膜,阻碍金属熔液中的铁、铬等原

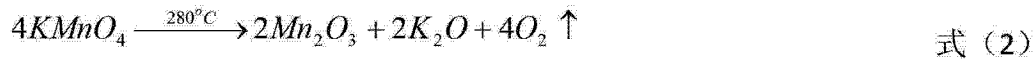
子长入共晶碳化物晶体,降低了共晶碳化物 [010] 择优方向的长大速度,导致 [010] 方向长大减慢,而 [001]、[100] 方向长大速度增大,导致共晶碳化物变成球状。值得注意的是,钾、钠非常活泼,极易氧化和挥发,比重小,不易直接加入焊丝中,而且纯的钾、钠价格高,直接加入焊丝经济上也不合理。

[0019] 本发明的含钾物质粉为经 350℃ 焙烧过的 KMnO_4 。加入焊丝之前, KMnO_4 经过 350℃ 焙烧,由于 KMnO_4 不稳定,在焙烧过程中会发生如下反应:

[0020]



[0021]

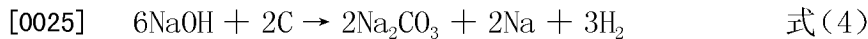


[0022] 因此,加入到焊丝中含钾物质的主要成分其实是 MnO_2 、 Mn_2O_3 和 K_2O 三种物质,而 K_2O 在焊接熔池高温作用下,又会发生如下反应:

[0023]



[0024] 本发明的含钠物质粉为 NaOH 和 C 经 950℃ 热还原反应后的产物,其中 NaOH 和 C 的摩尔比为 3:1。其主要反应式为:



[0026] 钾、钠加入量过少,对堆焊修复层的组织和性能影响不明显,加入量过多,使堆焊修复层组织中夹杂物数量增多,反而损害堆焊修复层的强度和韧性,合适的含钠物质粉加入量为 1.0 ~ 1.5%、含钾物质粉加入量为 1.5 ~ 2.0%。

[0027] 本发明与现有技术相比具有以下优点:

[0028] 1) 本发明用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝,以廉价的硼、铬、氮、钛为主要元素,在此基础上,加入少量钾、钠、稀土、硅、钙、钡等元素,不含价格昂贵的钼、镍、铌、钒等合金元素,具有生产成本低的优势。

[0029] 2) 本发明用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝生产工艺简便,便于实现批量生产。

[0030] 3) 采用本发明焊丝堆焊修复耐磨部件磨损部位,可以提高耐磨部件的耐磨性,实现耐磨部件的延寿。

具体实施方式

[0031] 下面结合实施例对本发明作进一步详述:

[0032] 实施例 1:

[0033] 用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝由外皮低碳钢带和粉芯材料两部分组成。其中粉芯材料包括高碳铬铁粉、氮化铬铁粉、硼铁粉、钛铁粉、稀土硅铁粉、硅钙钡合金粉、含钠物质粉和含钾物质粉,用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝的具体制造流程如下:

[0034] ① 先将 40 ~ 100 目的高碳铬铁粉(化学成分质量分数为:62.0 ~ 68.0% 的 Cr , 7.0 ~ 8.5% 的 C , 2.0 ~ 3.5% 的 Si , 余量为 Fe)、氮化铬铁粉(化学成分质量分数为:60 ~ 63% Cr , 5.0 ~ 6.5% N , $\text{C} \leq 0.1\%$, $\text{Si} \leq 2.5\%$, $\text{P} \leq 0.03\%$, $\text{S} \leq 0.04\%$, 余量为 Fe)、硼铁粉(化

学成分质量分数为 :19.0 ~ 21.0%B, $\leq 0.5\%C$, $\leq 2\%Si$, $\leq 0.5\%Al$, $\leq 0.01\%S$, $\leq 0.1\%P$, 余量为 Fe)、钛铁粉(化学成分质量分数为 :25 ~ 35%Ti, $\leq 8.0\%Al$, $\leq 4.5\%Si$, $\leq 0.10\%C$, $\leq 0.05\%P$, $\leq 2.5\%Mn$, $\leq 0.03\%S$, 余量为 Fe)、稀土硅铁粉(化学成分质量分数为 :27.0 ~ 30.0%RE, 38.0 ~ 42.0%Si, $<3.0\%Mn$, $<5.0\%Ca$, $<3.0\%Ti$, 余量为 Fe)、硅钙钡合金粉(化学成分质量分数为 :40 ~ 45%的 Si、10 ~ 12%的 Ca、10 ~ 12%的 Ba、 $\leq 0.8\%$ 的 C、 $\leq 0.04\%$ 的 P、 $\leq 0.06\%$ 的 S, 余量为 Fe)、含钠物质粉(NaOH 和 C 摩尔比 3 :1, 经 950°C 热还原反应后的产物)和含钾物质粉(经 350°C 焙烧过的 $KMnO_4$)混合均匀, 然后置于箱式电阻炉, 加热至 200°C, 保温 4h。各种合金粉末占粉芯材料的质量百分比如下 :高碳铬铁粉 57.5%、氮化铬铁粉 18%、硼铁粉 15%、钛铁粉 4%、稀土硅铁粉 1.5%、硅钙钡合金粉 1.0%、含钠物质粉 1.5%、含钾物质粉 1.5%。

[0035] ②将上述粉芯材料放入在天津三英焊业有限公司生产的 YHZ - 1 型药芯焊丝成形机上已轧成“U”形的 H08A 低碳钢薄钢带内, 然后在药芯焊丝成形机上闭合成“O”形, 继续经过药芯焊丝成形机上的轧丝机减径至 $\Phi 4.4mm$, 再在药芯焊丝成形机上的拉丝机上经过减径拔模将其拉拔减径至 $\Phi 3.5mm$, 得到本发明焊丝, 粉芯材料占焊丝总质量的 25%。

[0036] 实施例 2 :

[0037] 用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝由外皮低碳钢带和粉芯材料两部分组成。其中粉芯材料包括高碳铬铁粉、氮化铬铁粉、硼铁粉、钛铁粉、稀土硅铁粉、硅钙钡合金粉、含钠物质粉和含钾物质粉, 用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝的具体制造流程如下 :

[0038] ①先将 40 ~ 100 目的高碳铬铁粉(化学成分质量分数为 :62.0 ~ 68.0%的 Cr, 7.0 ~ 8.5%的 C, 2.0 ~ 3.5%的 Si, 余量为 Fe)、氮化铬铁粉(化学成分质量分数为 :60 ~ 63%Cr, 5.0 ~ 6.5%N, $C \leq 0.1\%$, $Si \leq 2.5\%$, $P \leq 0.03\%$, $S \leq 0.04\%$, 余量为 Fe)、硼铁粉(化学成分质量分数为 :19.0 ~ 21.0%B, $\leq 0.5\%C$, $\leq 2\%Si$, $\leq 0.5\%Al$, $\leq 0.01\%S$, $\leq 0.1\%P$, 余量为 Fe)、钛铁粉(化学成分质量分数为 :25 ~ 35%Ti, $\leq 8.0\%Al$, $\leq 4.5\%Si$, $\leq 0.10\%C$, $\leq 0.05\%P$, $\leq 2.5\%Mn$, $\leq 0.03\%S$, 余量为 Fe)、稀土硅铁粉(化学成分质量分数为 :27.0 ~ 30.0%RE, 38.0 ~ 42.0%Si, $<3.0\%Mn$, $<5.0\%Ca$, $<3.0\%Ti$, 余量为 Fe)、硅钙钡合金粉(化学成分质量分数为 :40 ~ 45%的 Si、10 ~ 12%的 Ca、10 ~ 12%的 Ba、 $\leq 0.8\%$ 的 C、 $\leq 0.04\%$ 的 P、 $\leq 0.06\%$ 的 S, 余量为 Fe)、含钠物质粉(NaOH 和 C 摩尔比 3 :1, 经 950°C 热还原反应后的产物)和含钾物质粉(经 350°C 焙烧过的 $KMnO_4$)混合均匀, 然后置于箱式电阻炉, 加热至 250°C, 保温 2h。各种合金粉末占粉芯材料的质量百分比如下 :高碳铬铁粉 56.5%、氮化铬铁粉 20%、硼铁粉 13%、钛铁粉 5%、稀土硅铁粉 1.0%、硅钙钡合金粉 1.5%、含钠物质粉 1.0%、含钾物质粉 2.0%。

[0039] ②将上述粉芯材料放入在天津三英焊业有限公司生产的 YHZ - 1 型药芯焊丝成形机上已轧成“U”形的 H08A 低碳钢薄钢带内, 然后在药芯焊丝成形机上闭合成“O”形, 继续经过药芯焊丝成形机上的轧丝机减径至 $\Phi 4.8mm$, 再在药芯焊丝成形机上的拉丝机上经过减径拔模将其拉拔减径至 $\Phi 3.8mm$, 得到本发明焊丝, 粉芯材料占焊丝总质量的 30%。

[0040] 实施例 3 :

[0041] 用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝由外皮低碳钢带和粉芯材料两部分组成。其中粉芯材料包括高碳铬铁粉、氮化铬铁粉、硼铁粉、钛铁粉、稀土硅铁粉、硅钙钡合金粉、含钠物质粉和含钾物质粉, 用于耐磨部件磨损部位修复的焊丝的具体制造流程如下 :

[0042] ①先将 40 ~ 100 目的高碳铬铁粉(化学成分质量分数为 :62.0 ~ 68.0% 的 Cr, 7.0 ~ 8.5% 的 C, 2.0 ~ 3.5% 的 Si, 余量为 Fe)、氮化铬铁粉(化学成分质量分数为 :60 ~ 63%Cr, 5.0 ~ 6.5%N, C ≤ 0.1%, Si ≤ 2.5%, P ≤ 0.03%, S ≤ 0.04%, 余量为 Fe)、硼铁粉(化学成分质量分数为 :19.0 ~ 21.0%B, ≤ 0.5%C, ≤ 2%Si, ≤ 0.5%Al, ≤ 0.01%S, ≤ 0.1%P, 余量为 Fe)、钛铁粉(化学成分质量分数为 :25 ~ 35%Ti, ≤ 8.0%Al, ≤ 4.5%Si, ≤ 0.10%C, ≤ 0.05%P, ≤ 2.5%Mn, ≤ 0.03%S, 余量为 Fe)、稀土硅铁粉(化学成分质量分数为 :27.0 ~ 30.0%RE, 38.0 ~ 42.0%Si, <3.0%Mn, <5.0%Ca, <3.0%Ti, 余量为 Fe)、硅钙钡合金粉(化学成分质量分数为 :40 ~ 45% 的 Si、10 ~ 12% 的 Ca、10 ~ 12% 的 Ba、≤ 0.8% 的 C、≤ 0.04% 的 P、≤ 0.06% 的 S, 余量为 Fe)、含钠物质粉(NaOH 和 C 摩尔比 3 : 1, 经 950℃ 热还原反应后的产物)和含钾物质粉(经 350℃ 焙烧过的 KMnO_4)混合均匀, 然后置于箱式电阻炉, 加热至 230℃, 保温 3h。各种合金粉末占粉芯材料的质量百分比如下 :高碳铬铁粉 57.1%、氮化铬铁粉 19%、硼铁粉 14%、钛铁粉 4.5%、稀土硅铁粉 1.2%、硅钙钡合金粉 1.2%、含钠物质粉 1.2%、含钾物质粉 1.8%。

[0043] ②将上述粉芯材料放入在天津三英焊业有限公司生产的 YHZ - 1 型药芯焊丝成形机上已轧成“U”形的 H08A 低碳钢薄钢带内, 然后在药芯焊丝成形机上闭合成“O”形, 继续经过药芯焊丝成形机上的轧丝机减径至 $\Phi 4.5\text{mm}$, 再在药芯焊丝成形机上的拉丝机上经过减径拔模将其拉拔减径至 $\Phi 3.6\text{mm}$, 得到本发明焊丝, 粉芯材料占焊丝总质量的 27.5%。

[0044] 将本发明焊丝堆焊风机叶片、破碎机板锤和高炉溜槽衬板等耐磨部件的磨损部位, 堆焊修复层无裂纹、气孔等缺陷出现, 堆焊修复层外观美观, 堆焊修复层硬度高, 耐磨性好, 可以提高耐磨部件的耐磨性, 实现耐磨部件的延寿。