



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112536544 B

(45) 授权公告日 2024.09.13

(21) 申请号 202010984482.4
 (22) 申请日 2020.09.18
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 112536544 A
 (43) 申请公布日 2021.03.23
 (30) 优先权数据
 16/577,907 2019.09.20 US
 (73) 专利权人 林肯环球股份有限公司
 地址 美国加利福尼亚州
 (72) 发明人 斯特凡诺·索伦蒂诺
 (74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262
 专利代理师 张瑞 杨明钊

(51) Int. Cl.
 B23K 35/30 (2006.01)
 C22C 38/02 (2006.01)
 C22C 38/04 (2006.01)
 C22C 38/42 (2006.01)
 C22C 38/44 (2006.01)
 C22C 38/48 (2006.01)
 C22C 38/52 (2006.01)
 C22C 38/54 (2006.01)

(56) 对比文件
 JP 2000301377 A, 2000.10.31
 JP S6313692 A, 1988.01.20
 审查员 周之金

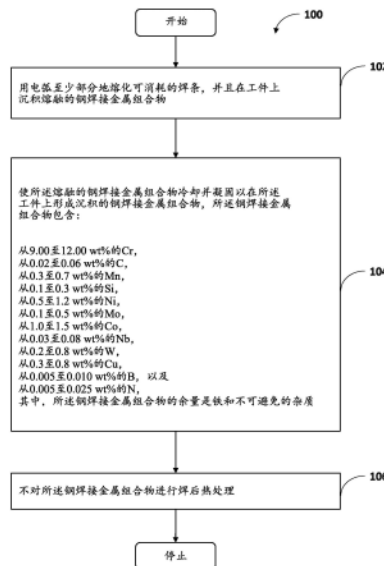
权利要求书2页 说明书9页 附图1页

(54) 发明名称

用于薄壁钢构件的电弧焊的高铬抗蠕变焊接金属

(57) 摘要

钢焊接金属组合物可以包含从9.00至12.00wt%的铬、从0.02至0.06wt%的碳、从0.3至0.7wt%的锰、从0.1至0.3wt%的硅、从0.5至1.2wt%的镍、从0.1至0.5wt%的钼、从1.0至1.5wt%的钴、从0.03至0.08wt%的铌、从0.2至0.8wt%的钨、从0.3至0.8wt%的铜、从0.005至0.010wt%的硼、以及从0.005至0.025wt%的氮；其中，所述钢焊接金属组合物的余量是铁和不可避免的杂质。还描述了在不使用焊后热处理的情况下通过电弧焊工艺将所述钢焊接金属组合物沉积在工件上的方法。还描述了生产高铬抗蠕变钢焊接金属组合物的可消耗的电弧焊焊条。



1. 一种钢焊接金属组合物,其由以下成分组成:

从11.00至12.00wt%的Cr,

从0.02至0.06wt%的C,

从0.3至0.7wt%的Mn,

从0.1至0.3wt%的Si,

从0.5至1.2wt%的Ni,

从0.1至0.5wt%的Mo,

从1.0至1.5wt%的Co,

从0.03至0.08wt%的Nb,

从0.2至0.4wt%的W,

从0.3至0.8wt%的Cu,

从0.005至0.010wt%的B,

从0.005至0.025wt%的N,

其中,所述钢焊接金属组合物的余量是铁和不可避免的杂质,并且

其中,所述组合物在55MPa在650°C的温度具有至少2500小时的单轴抗蠕变性。

2. 如权利要求1所述的钢焊接金属组合物,其中,Cr的含量是11wt%。

3. 如权利要求1所述的钢焊接金属组合物,其中,Mn的含量是从0.4至0.6wt%。

4. 如权利要求1所述的钢焊接金属组合物,其中,Ni的含量是从0.8至1.0wt%。

5. 如权利要求1所述的钢焊接金属组合物,其中,Mo的含量是从0.2至0.4wt%。

6. 如权利要求1所述的钢焊接金属组合物,其中,Co的含量是从1.1至1.3wt%。

7. 如权利要求1所述的钢焊接金属组合物,其中,Nb的含量是从0.04至0.07wt%。

8. 如权利要求1所述的钢焊接金属组合物,其中,W的含量是从0.3至0.4wt%。

9. 如权利要求1所述的钢焊接金属组合物,其中,Cu的含量是从0.4至0.7wt%。

10. 如权利要求1所述的钢焊接金属组合物,其中,B的含量是从0.006至0.009wt%。

11. 如权利要求1所述的钢焊接金属组合物,其中,所述组合物具有低碳未回火的马氏体微观组织。

12. 如权利要求1所述的钢焊接金属组合物,其中,所述组合物在20°C具有至少27J的冲击韧性和/或具有不超过360的维氏硬度。

13. 一种用于SMAW (MMA) 方法的可消耗的电弧焊带焊皮焊条,其包括:

钢金属芯,以及

外涂层,所述外涂层包含金属粉末、铁合金、氧化物、造渣剂、粘合剂、助挤剂、助熔成分、发气剂和脱氧剂,

其存在量使得所述焊条产生如权利要求1所述的钢焊接金属组合物。

14. 一种用于FCAW方法的可消耗的电弧焊丝状焊条,其包括:

外部钢金属护套,以及

被所述护套包围的芯,所述芯包含金属粉末、铁合金、氧化物、造渣剂、粘合剂、助熔成分、发气剂和脱氧剂,

其存在量使得所述丝状焊条产生如权利要求1所述的钢焊接金属组合物。

15. 一种用于GMAW和/或GTAW方法的可消耗的电弧焊焊丝或焊棒,其由具有如权利要求

1所述的组合物的钢制成。

16. 一种用于SAW方法的与烧结焊剂组合使用的可消耗的电弧焊丝状焊条,其包括:
实心或焊剂芯钢金属焊丝,以及
烧结焊剂,所述烧结焊剂包含硅酸盐、氧化物、碳酸盐、萤石、金属粉末、铁合金,
其存在量使得所述焊条产生如权利要求1所述的钢焊接金属组合物。

17. 一种通过电弧焊工艺将钢焊接金属组合物沉积在工件上的方法,所述方法包括:

a) 用电弧至少部分地熔化可消耗的焊条,并且在工件上沉积熔融的钢焊接金属组合物;以及,

b) 使所述熔融的钢焊接金属组合物冷却并凝固以在所述工件上形成沉积的钢焊接金属组合物,所述钢焊接金属组合物由以下成分组成:

从11.00至12.00wt%的Cr,

从0.02至0.06wt%的C,

从0.3至0.7wt%的Mn,

从0.1至0.3wt%的Si,

从0.5至1.2wt%的Ni,

从0.1至0.5wt%的Mo,

从1.0至1.5wt%的Co,

从0.03至0.08wt%的Nb,

从0.2至0.4wt%的W,

从0.3至0.8wt%的Cu,

从0.005至0.010wt%的B,

从0.005至0.025wt%的N,

其中,所述钢焊接金属组合物的余量是铁和不可避免的杂质,

其中,所述组合物在55MPa在650°C的温度具有至少2500小时的单轴抗蠕变性,并且

其中,不对所述钢焊接金属组合物进行焊后热处理。

18. 如权利要求17所述的方法,其中,所述沉积的钢焊接金属组合物具有马氏体微观组织。

用于薄壁钢构件的电弧焊的高铬抗蠕变焊接金属

技术领域

[0001] 提供了高铬抗蠕变钢焊接金属组合物。还提供了在不使用焊后热处理 (PWHT) 的情况下通过电弧焊工艺将高铬抗蠕变钢焊接金属组合物沉积在工件上的方法。还提供了生产高铬抗蠕变钢焊接金属组合物的可消耗的电弧焊焊条。

背景技术

[0002] 马氏体高铬钢材料广泛用于发电工业或化学及石油化学工业。特别地, 贝氏体和马氏体Cr钢被用于薄壁锅炉膜壁。这些组件承受高工作温度和伴随的应力。高铬钢的构造和维修广泛使用电弧焊, 然后进行焊后热处理 (PWHT), 以恢复焊接接头的足够延展性和冲击强度。焊接接头必须与母钢的抗氧化性/抗腐蚀性和蠕变强度相匹配。另外, 大型焊接结构(如锅炉膜壁)的PWHT非常不切实际、昂贵且耗时。

[0003] 具有约9wt%的铬含量的钢组合物已被广泛用于高温应用。然而, 这些组合物受制于在高于620°C的温度下在蒸汽气氛中抗氧化性不足, 这显著地限制了它们的应用温度范围。尤其是在具有传热作用的锅炉组件中, 氧化皮起到绝热体的作用, 从而提高了金属的温度并且因此降低了相应组件的寿命。此外, 如果氧化皮在操作期间剥落, 则将对后面的蒸汽输送组件造成腐蚀损坏。剥落的氧化皮可能引起堵塞, 阻碍蒸汽流动, 经常导致局部过热和灾难性故障。

[0004] 提高的铬含量(即, 含有超过9wt%的铬)对于良好的抗蒸汽氧化性至关重要。目前认为铬含量约为11%-12%可使工作温度最高达650°C, 这显著提高了发电厂的效率。然而, 这种铬含量增加了Z相形成的驱动力。Z相是复合氮化物, 它会迅速变粗从而消耗周围的强化MX析出物, 主要有助于9%-12%Cr钢的蠕变强度(M为: 铌或钒, 并且X为: 碳或氮)。提高的铬含量还提高了碳化铬析出物的粗化率。MX和碳化铬析出物两者的微观组织稳定作用的损失是造成马氏体(具有Cr>11%)高铬耐热钢种的长期蠕变断裂强度下降的原因。

[0005] 高温材料的蠕变行为和蠕变特性的下降限制了被设计用于在高温下在应力下长时间操作的组件和结构的寿命。蠕变是材料在外加载荷下随时间变化的变形, 最经常发生在高温下。材料中的结构变化通常会加速蠕变, 这进而加速晶间蠕变损伤的出现率。蠕变在不减弱的情况下以断裂终止, 并对组件寿命具有显著影响。

[0006] 鉴于马氏体钢组合物中铬含量的限制, 所述组合物可用于焊接要求高工作温度、抗氧化性和抗腐蚀性、以及蠕变强度的钢构件, 需要用于动力工程应用中的薄壁焊接结构的高铬钢。此外, 这种高Cr钢应适合在焊接状态条件下使用(避免PWHT)。

发明内容

[0007] 提供了在没有焊后热处理 (PWHT) 的情况下使用的高铬抗蠕变钢焊接金属组合物。还提供了通过电弧焊工艺将高铬抗蠕变钢焊接金属组合物沉积在工件上的方法。

[0008] 在一个实施例中, 钢焊接金属组合物包含从9.00至12.00wt%的铬(Cr)、从0.02至0.06wt%的碳(C)、从0.3至0.7wt%的锰(Mn)、从0.1至0.3wt%的硅(Si)、从0.5至1.2wt%

的镍(Ni)、从0.1至0.5wt%的钼(Mo)、从1.0至1.5wt%的钴(Co)、从0.03至0.08wt%的铌(Nb)、从0.2至0.8wt%的钨(W)、从0.3至0.8wt%的铜(Cu)、从0.005至0.010wt%的硼(B)、以及从0.005至0.025wt%的氮(N);其中钢焊接金属组合物的余量是铁(Fe)和不可避免的杂质。

[0009] 在另一个实施例中,通过电弧焊工艺将钢焊接金属组合物沉积在工件上的方法包括:a)用电弧至少部分地熔化可消耗的焊条,并且在工件上沉积熔融的钢焊接金属组合物;以及b)使所述熔融的钢焊接金属组合物冷却并凝固以在工件上形成沉积的钢焊接金属组合物,所述钢焊接金属组合物包含从9.00至12.00wt%的Cr、从0.02至0.06wt%的C、从0.3至0.7wt%的Mn、从0.1至0.3wt%的Si、从0.5至1.2wt%的Ni、从0.1至0.5wt%的Mo、从1.0至1.5wt%的Co、从0.03至0.08wt%的Nb、从0.2至0.8wt%的W、从0.3至0.8wt%的Cu、从0.005至0.010wt%的B以及从0.005至0.025wt%的N;其中,所述钢焊接金属组合物的余量是Fe和不可避免的杂质,并且其中,不对所述钢焊接金属组合物进行PWHT。

附图说明

[0010] 本发明的某些实施例可以在某些零件和零件布置方面采取实体形式,其优选实施例将在说明书中进行详细描述并且在形成本说明书的一部分的附图中进行展示,并且其中:

[0011] 图1是通过电弧焊工艺将钢焊接金属组合物沉积在工件上的方法的示例性、非限制性实施例的流程图。

具体实施方式

[0012] 本发明的一个实施例可以包括待通过不同的耗材沉积的钢焊接金属组合物。可以使用各种焊接方法来沉积耗材,如有保护的金属电弧焊(SMAW)、埋弧焊(SAW)、气体钨极电弧焊(GTAW)、气体金属电弧焊(GMAW)、药芯焊丝电弧焊(FCAW)方法及其组合。钢焊接金属组合物包含铁(Fe)、铬(Cr)、碳(C)、锰(Mn)、硅(Si)、镍(Ni)、钼(Mo)、钴(Co)、铌(Nb)、钨(W)、铜(Cu)、硼(B)、氮(N)以及潜在的附加元素。

[0013] 本发明的另一个实施例可以包括钢焊接金属组合物,所述组合物在超长的持续时间下展现出良好的蠕变特性并且旨在用于高的使用温度和薄构件。在一个实施例中,所述组合物进一步展现出优异的抗氧化性和抗腐蚀性,包括强度、韧性等。在一个实施例中,所述钢焊接金属组合物旨在用于在没有焊后热处理(PWHT)的情况下使用。所述钢焊接金属组合物可以包含在抗蠕变的具有高铬含量的焊接结构,例如薄壁构件中,并且可以用于所述结构在高温下进行连续使用的发电工业或化学及石油化学工业中。

[0014] 提供了本文描述的定义和方法以更好地定义本发明的实施例并指导本领域普通技术人员实施所述实施例。除非另有说明,否则相关领域的普通技术人员应根据常规用法理解术语。

[0015] 除非另外指明,否则在本说明书和相关权利要求中使用的所有表示成分的量、反应条件等的数字在所有情况下均应理解为由术语“约”修饰。因此,除非有相反的指示,否则以下说明书和所附权利要求书中列出的数值参数是近似值,其可以根据本发明的实施例试图获得的希望特性而变化。至少,并且不试图限制将等同原则应用于权利要求的范围,每个

数值参数至少应根据所报告的有效位的个数并通过应用一般舍入方法进行解释。

[0016] 在一些实施例中,除非另外特别说明,否则在描述特定实施例的上下文中(尤其是在以下权利要求中的某些的上下文中)使用的术语“一个/一种(a/an)”和“所述(the)”以及类似的引用可以被解释为涵盖单数和复数两者。在一些实施例中,如本文(包括权利要求书)所使用的术语“或”用于意指“和/或”,除非明确指出仅指代替代选择或替代选择是互斥的。

[0017] 术语“包含”、“具有”和“包括”是开放式连接动词。这些动词中的一个或多个的任何形式或时态,如“包含(comprises)”、“包含(comprising)”、“具有(has)”、“具有(having)”、“包括(includes)”和“包括(including)”也是开放式的。例如,“包含”、“具有”或“包括”一个或多个步骤的任何方法不限于仅具有那些一个或多个步骤,并且还可以覆盖其他未列出的步骤。类似地,“包含”、“具有”或“包括”一个或多个特征的任何组合物或装置不限于仅具有那些一个或多个实施例,并且可以覆盖其他未列出的实施例。

[0018] 除非本文另外指出或另外与上下文明显矛盾,否则本文描述的所有方法可以以任何合适的顺序进行。关于本文的某些实施例提供的任何和所有实例或示例性语言(例如“如”)的使用仅旨在更好地阐明本发明,并且不对以其他方式要求保护的本发明的范围构成限制。说明书中的任何语言都不应解释为指示任何未要求保护的要素对于实施本发明是必不可少的。

[0019] 本文披露的可替代的要素或实施例的分组不应解释为限制。每个组成员可以单独地或以与所述组的其他成员或本文出现的其他要素的任何组合被提及和要求保护。出于方便或专利性的原因,组中的一个或多个成员可以包含在组中或从组中删除。当任何这样的包含或删除发生时,说明书在本文中被认为包含经改变的组,从而满足所附权利要求中使用的所有马库什组的书面描述。

[0020] 已经详细地描述了实施例,将显而易见的是,在不脱离所附权利要求中限定的实施例的范围的情况下,修改、变化和等效实施例是可能的。此外,应当理解,实施例中的所有实例都作为非限制性实例提供。

[0021] 参考所附说明书和权利要求书,实施例的附加特征或要素将变得更好理解。

[0022] 钢焊接金属组合物

[0023] 铬:

[0024] 铬是通过稳定马氏体来提高钢的蠕变断裂强度的必需元素,并且还添加铬使钢具有令人满意的抗热腐蚀(氧化)性水平。铬也是形成碳化物并溶解在基体中的主要成分,因为它是形成稳定的氧化皮以保持抗高温氧化性的必需元素。在某些实施例中,钢焊接金属组合物的铬含量可以从9.00至12.00wt%。在电弧焊中以实际实用的任何冷却速率从熔融态冷却时,这种含量导致钢的马氏体组织。

[0025] 碳:

[0026] 碳是必需强化元素并且可与Cr、Mo、V、Ta、N和Nb结合形成碳化物/碳氮化物相。随着碳含量的增加,高温使用的适用性降低。此外,大量的碳增加了碳化物/碳氮化物的体积分数,降低了钢的延展性并且将硬度增加到不希望的水平,从而降低了可成形性和可焊性。过低水平的碳导致具有低强度的软的未回火的马氏体。在某些实施例中,钢焊接金属组合物的碳含量可以从0.02至0.06wt%。

[0027] 锰:

[0028] 锰是有效的脱氧元素。它改善了热成形性并有助于在熔融期间除去如磷和硫等杂质。它结合硫并减少铁素体的形成。在某些实施例中,钢焊接金属组合物的锰含量可以从0.3至0.7wt%。

[0029] 硅:

[0030] 硅是脱氧剂,用于改善可焊性并提高抗蒸汽氧化性。高水平的硅会降低高温强度,并且特别是蠕变断裂强度。硅还优选在晶界处偏析,这降低了韧性。在某些实施例中,钢焊接金属组合物的硅含量可以从0.1至0.3wt%。

[0031] 镍:

[0032] 镍稳定马氏体组织并抑制铁素体的形成。它提高了韧性,然而,较高的镍含量可能降低抗蠕变性。此外,镍含量的增加对成本有显著影响。在某些实施例中,钢焊接金属组合物的镍含量可以从0.5至1.2wt%。

[0033] 钼:

[0034] 钼是固溶体强化的原因并且也提高了蠕变断裂强度。钼也是铁素体稳定元素。钼的添加必须小心控制。在高温环境下的使用寿命期间,高含量的钼可能损害韧性并导致铁素体含量增加。此外,高浓度的钼可能难以有效地均匀化,这进一步抑制了获得化学位置控制的能力。在某些实施例中,钢焊接金属组合物的钼含量可以从0.1至0.5wt%。

[0035] 钴:

[0036] 钴是钢中的奥氏体稳定元素,并且可用于限制在低温下有害 δ 铁素体的保留。它通过固溶体强化提高蠕变断裂强度。低水平的钴具有增强抗回火软化的作用。相反,由于高温操作期间金属间相的析出增加,大量的钴可能引起脆化。高浓度的Co可能很难均匀化,这抑制了获得化学位置控制的能力。在某些实施例中,钢焊接金属组合物的钴含量可以从1.0至1.5wt%。

[0037] 铌:

[0038] 铌与碳(和氮)结合形成细小的析出物,如NbC,所述析出物有效提高蠕变断裂强度。此外,富铌的析出物细化了钢晶粒组织,并有助于防止奥氏体热处理期间奥氏体晶粒过度粗化。如果添加的铌量太少,则析出物的体积分数低并且所述效果最小。但是,增加铌含量可能抑制其他氮化物的析出,减少对抗蠕变断裂性有效的钒析出物并消耗基体中的碳,从而降低马氏体板条数密度以及其他碳化物析出物(如 $M_{23}C_6$)的数密度并降低长期抗蠕变断裂性。此外,高铌含量可以促进一次碳化物的形成,其尺寸可能过大,从而促进使用中的微观组织损坏。高浓度的铌也可能很难均匀化,这抑制了获得化学位置控制的能力。少量添加的铌可以溶解在氮化钒中,因此提高了氮化钒的稳定性。在某些实施例中,钢焊接金属组合物的铌含量可以从0.03至0.08wt%。

[0039] 钨:

[0040] 钨是溶液增强剂。钨掺入碳化物中并有助于提高蠕变强度和长期稳定性。但是,这种元素昂贵,并且高量可能导致炼钢和铸造过程期间的强烈偏析,并且可能导致金属间相的形成,这导致显著的脆化。在某些实施例中,钢焊接金属组合物的钨含量可以从0.2至0.8wt%。

[0041] 铜:

[0042] 铜是奥氏体稳定剂,并且可以被添加以在淬火之后有效地稳定马氏体组织。铜抑制有害的 δ 铁素体,并可以有利地通过置换提供基体强化,以及以富铜FCC相形式的析出物强化。在某些实施例中,钢焊接金属组合物的铜含量可以从0.3至0.8wt%。

[0043] 硼:

[0044] 硼通过抑制碳化物的粗化来稳定碳化物析出物。硼还会在边界处偏析,增强了边界并提高了在高温下的抗蠕变性。大量的硼需要较高的奥氏体化温度用来将硼充分分散在钢中,这进而导致晶粒尺寸增加,从而通过形成粗氮化硼相而降低机械特性,如延展性和韧性。另外,大量的硼对热加工性产生不利影响。在某些实施例中,钢焊接金属组合物的硼含量可以从0.005至0.010wt%。

[0045] 以上描述了钢焊接金属组合物的组分,并且剩余部分或余量包括铁和不可避免的杂质。不可避免的杂质可以包括根据条件(包括原材料、资源和制造设备)而被允许截留在焊接金属中的元素(例如,P、S等)。

[0046] 在一个实施例中,钢焊接金属组合物可以包含约11wt%的Cr并且在高于620°C并且最高达650°C下具有优异的氧化和腐蚀特性,超过具有标称2.25wt%Cr(ASME T23, T24)和9wt%类型(ASME T91)的用于膜壁管的钢,其限于在最高达580°C-620°C下使用。另外,在某些实施例中,钢焊接金属组合物具有超过现有含铬马氏体钢的短期静态拉伸特性。此外,在另一个实施例中,钢焊接金属组合物被设计为在没有PWHT的情况下在薄钢管(例如,小口径空心管)上使用,并且具有与焊接薄钢管相同或相似的蠕变强度以及抗氧化性和抗腐蚀性。钢焊接金属组合物具有高的淬透性,并且因此,对焊接参数变化的响应最小,由此与T23和T24等级相比,得到改善的可焊性。

[0047] 在另一个实施例中,钢焊接金属组合物可以包含从约10.50至约11.50wt%的Cr、从约0.03至约0.05wt%的C、从约0.4至约0.6wt%的Mn、从约0.15至约0.25wt%的Si、从约0.8至约1.0wt%的Ni、从约0.2至约0.4wt%的Mo、从约1.1至约1.4wt%的Co、从约0.04至约0.07wt%的Nb、从约0.3至0.7wt%的W、从约0.4至约0.7wt%的Cu、从约0.006至约0.009wt%的B、以及从约0.005至0.025wt%的N;其中,钢焊接金属组合物的余量是铁和不可避免的杂质。

[0048] 在另一个实施例中,钢焊接金属组合物可以包含从约10.75至约11.25wt%的Cr、从约0.035至约0.045wt%的C、从约0.45至约0.55wt%的Mn、从约0.15至约0.25wt%的Si、从约0.85至约0.95wt%的Ni、从约0.25至约0.35wt%的Mo、从约1.2至约1.35wt%的Co、从约0.04至约0.06wt%的Nb、从约0.4至约0.6wt%的W、从约0.5至约0.65wt%的Cu、从约0.007至约0.009wt%的B、以及从约0.005至0.025wt%的N;其中,钢焊接金属组合物的余量是铁和不可避免的杂质。

[0049] 在另一个实施例中,钢焊接金属组合物可以包含11.0wt%的铬、0.04wt%的碳、0.5wt%的锰、0.2wt%的硅、0.9wt%的镍、0.3wt%的钼、1.3wt%的钴、0.05wt%的铌、0.5wt%的钨、0.6wt%的铜、0.008wt%的硼以及0.0230wt%的氮;其中,钢焊接金属组合物的余量是铁和不可避免的杂质。

[0050] 在另一个实施例中,钢焊接金属组合物具有低碳未回火的马氏体微观组织。

[0051] 此外,在另一个实施例中,钢焊接金属组合物在高温下是抗蠕变的。特别地,在一个实施例中,钢焊接金属组合物在650°C的温度下的单轴蠕变强度为:在100MPa下至少300

小时、在90MPa下至少600小时、在70MPa下至少1500小时、以及在55MPa下至少2500小时。

[0052] 更特别地,在某些实施例中,钢焊接金属组合物在650°C的温度下的单轴蠕变强度为:在100MPa下至少330小时、在90MPa下至少610小时、在70MPa下至少1600小时、以及在55MPa下至少2800小时。

[0053] 更特别地,在某些实施例中,钢焊接金属组合物在650°C的温度下的单轴蠕变强度为:在100MPa下336小时、在90MPa下619小时、在70MPa下1609小时、以及在55MPa下至少2879小时。因此,在某些实施例中,焊接金属组合物的抗蠕变性等于或超过仅包含2.25wt%的Cr的现有组合物。

[0054] 在一个实施例中,沉积的钢焊接金属组合物在620°C的温度下可以具有至少5000小时的单轴抗蠕变性。更特别地,沉积的钢焊接金属组合物在620°C的温度下可以具有至少10000小时的单轴抗蠕变性。

[0055] 在一个实施例中,钢焊接金属组合物在20°C下的冲击韧性为至少27J。因此,在一个实施例中,钢焊接金属组合物的冲击韧性超过了ANSI、ASME、EPRI、EN、TUV规范、标准和推荐做法中设定的适用要求。

[0056] 在另一个实施例中,钢焊接金属组合物具有不超过360VHN的维氏硬度。

[0057] 沉积钢焊接金属组合物的方法

[0058] 在一个实施例中,如图1所示,提供了一种通过电弧焊工艺将钢焊接金属组合物沉积在工件上的方法100。在一个实施例中,所述方法包括步骤102:用电弧至少部分地熔化可消耗的焊条,并且在工件上沉积熔融的钢焊接金属组合物;以及步骤104:使所述熔融的钢焊接金属组合物冷却并凝固以在工件上形成沉积的钢焊接金属组合物,所述钢焊接金属组合物包含:从约10.50至约11.50wt%的Cr、从约0.03至约0.05wt%的C、从约0.4至约0.6wt%的Mn、从约0.15至约0.25wt%的Si、从约0.8至约1.0wt%的Ni、从约0.2至约0.4wt%的Mo、从约1.1至约1.3wt%的Co、从约0.04至约0.07wt%的Nb、从约0.3至0.7wt%的W、从约0.4至约0.7wt%的Cu、从约0.006至约0.009wt%的B、以及从约0.005至0.025wt%的N;其中,钢焊接金属组合物的余量是铁和不可避免的杂质;并且其中,不对钢焊接金属组合物进行焊后热处理(PWHT) 106。

[0059] 在另一个实施例中,提供了一种通过电弧焊工艺将钢焊接金属组合物沉积在工件上的方法。在一个实施例中,所述方法包括用电弧至少部分地熔化可消耗的焊条,并且在工件上沉积熔融的钢焊接金属组合物;以及使所述熔融的钢焊接金属组合物冷却并凝固以在所述工件上形成沉积的钢焊接金属组合物,所述钢焊接金属组合物包含:从约10.75至约11.25wt%的Cr、从约0.035至约0.045wt%的C、从约0.45至约0.55wt%的Mn、从约0.15至约0.25wt%的Si、从约0.85至约0.95wt%的Ni、从约0.25至约0.35wt%的Mo、从约1.2至约1.35wt%的Co、从约0.04至约0.06wt%的Nb、从约0.4至约0.6wt%的W、从约0.5至约0.65wt%的Cu、从约0.007至约0.009wt%的B、以及从约0.005至0.025wt%的N;其中,钢焊接金属组合物的余量是铁和不可避免的杂质;并且其中,不对钢焊接金属组合物进行PWHT。

[0060] 在一个实施例中,提供了一种通过电弧焊工艺将钢焊接金属组合物沉积在工件上的方法。在一个实施例中,所述方法包括用电弧至少部分地熔化可消耗的焊条,并且在工件上沉积熔融的钢焊接金属组合物;以及使所述熔融的钢焊接金属组合物冷却并凝固以在所述工件上形成沉积的钢焊接金属组合物,所述钢焊接金属组合物包含:11.0wt%的铬、

0.04wt%的碳、0.5wt%的锰、0.2wt%的硅、0.9wt%的镍、0.3wt%的钼、1.3wt%的钴、0.05wt%的铌、0.5wt%的钨、0.6wt%的铜、0.008wt%的硼、以及0.0230wt%的氮；其中，钢焊接金属组合物的余量是铁和不可避免的杂质；并且其中，不对钢焊接金属组合物进行PWHT。

[0061] 在某些实施例中，本公开的方法还可包括选择工件。在根据某些实施例的方法中，沉积的钢焊接金属组合物具有马氏体微观组织。

[0062] 此外，在根据某些实施例的方法中，钢焊接金属组合物在650°C的温度下的单轴蠕变强度为：在100MPa下至少300小时、在90MPa下至少600小时、在70MPa下至少1500小时、以及在55MPa下至少2500小时。

[0063] 更特别地，在根据某些实施例的方法中，钢焊接金属组合物在650°C的温度下的单轴蠕变强度为：在100MPa下至少330小时、在90MPa下至少610小时、在70MPa下至少1600小时、以及在55MPa下至少2800小时。

[0064] 更特别地，在根据某些实施例的方法中，钢焊接金属组合物在650°C的温度下的单轴蠕变强度为：在100MPa下336小时、在90MPa下619小时、在70MPa下1609小时、以及在55MPa下至少2879小时。

[0065] 在根据某些实施例的方法中，沉积的钢焊接金属组合物在620°C的温度下可以具有至少5000小时的单轴抗蠕变性。更特别地，在根据一个实施例的方法中，沉积的钢焊接金属组合物在620°C的温度下可以具有至少10000小时的单轴抗蠕变性。

[0066] 在根据某些实施例的方法中，钢焊接金属组合物在20°C下具有至少27J的冲击韧性。

[0067] 在根据某些实施例的方法中，钢焊接金属组合物具有不超过360VHN的维氏硬度。

[0068] 沉积钢焊接金属组合物的方法可以包括任何电弧焊方法。例如，可以使用有保护的金属电弧焊(SMAW)、埋弧焊(SAW)、气体钨极电弧焊(GTAW)、气体金属电弧焊(GMAW)、药芯焊丝电弧焊(FCAW)方法及其组合。

[0069] 可以根据本领域中已知的方法适当地控制焊接条件和焊接材料组分。

[0070] 在一个实施例中，在上述条件下沉积的钢焊接金属组合物在超长持续时间和高的使用温度下展现出有益的蠕变特性，以及其他有益特性，包括冲击韧性、抗氧化性、抗腐蚀性、强度、以及硬度。另外，可以在不使用PWHT的情况下实现包括这种焊接金属的焊接结构。

[0071] 可消耗的电弧焊焊条

[0072] 在一个实施例中，提供了一种用于SMAW(MMA)方法的可消耗的电弧焊带焊皮焊条。可消耗的电弧焊带焊皮焊条包括：钢金属芯和包含以下项的外涂层：金属粉末、铁合金、氧化物、造渣剂、粘合剂、助挤剂、助熔成分、发气剂和脱氧剂，其存在量使得焊条产生钢焊接金属组合物，所述组合物包含：从约10.75至约11.25wt%的Cr、从约0.035至约0.045wt%的C、从约0.45至约0.55wt%的Mn、从约0.15至约0.25wt%的Si、从约0.85至约0.95wt%的Ni、从约0.25至约0.35wt%的Mo、从约1.2至约1.35wt%的Co、从约0.04至约0.06wt%的Nb、从约0.4至约0.6wt%的W、从约0.5至约0.65wt%的Cu、从约0.007至约0.009wt%的B、以及从约0.005至0.025wt%的N；其中，钢焊接金属组合物的余量是铁和不可避免的杂质。

[0073] 在另一个实施例中，提供了一种用于FCAW方法的可消耗的电弧焊丝状焊条。可消耗的电弧焊丝状焊条包括：外部钢金属护套和被所述护套包围的芯，所述芯包含金属粉末、

铁合金、氧化物、造渣剂、粘合剂、助熔成分、发气剂和脱氧剂,其存在量使得丝状焊条产生钢焊接金属组合物,所述组合物包含:从约10.75至约11.25wt%的Cr、从约0.035至约0.045wt%的C、从约0.45至约0.55wt%的Mn、从约0.15至约0.25wt%的Si、从约0.85至约0.95wt%的Ni、从约0.25至约0.35wt%的Mo、从约1.2至约1.35wt%的Co、从约0.04至约0.06wt%的Nb、从约0.4至约0.6wt%的W、从约0.5至约0.65wt%的Cu、从约0.007至约0.009wt%的B、以及从约0.005至0.025wt%的N;其中,钢焊接金属组合物的余量是铁和不可避免的杂质。

[0074] 在另一个实施例中,一种用于GMAW方法的可消耗的电弧焊丝状焊条,其由具有包含以下项的组合物的钢制成:从约10.75至约11.25wt%的Cr、从约0.035至约0.045wt%的C、从约0.45至约0.55wt%的Mn、从约0.15至约0.25wt%的Si、从约0.85至约0.95wt%的Ni、从约0.25至约0.35wt%的Mo、从约1.2至约1.35wt%的Co、从约0.04至约0.06wt%的Nb、从约0.4至约0.6wt%的W、从约0.5至约0.65wt%的Cu、从约0.007至约0.009wt%的B、以及从约0.005至0.025wt%的N;其中,钢焊接金属组合物的余量是铁和不可避免的杂质。

[0075] 在另一个实施例中,一种用于GTAW方法的可消耗的电弧焊焊丝或焊棒,其由具有包含以下项的组合物的钢制成:从约10.75至约11.25wt%的Cr、从约0.035至约0.045wt%的C、从约0.45至约0.55wt%的Mn、从约0.15至约0.25wt%的Si、从约0.85至约0.95wt%的Ni、从约0.25至约0.35wt%的Mo、从约1.2至约1.35wt%的Co、从约0.04至约0.06wt%的Nb、从约0.4至约0.6wt%的W、从约0.5至约0.65wt%的Cu、从约0.007至约0.009wt%的B、以及从约0.005至0.025wt%的N;其中,钢焊接金属组合物的余量是铁和不可避免的杂质。

[0076] 在另一个实施例中,提供了一种用于SAW方法的与烧结焊剂组合使用的可消耗的电弧焊丝状焊条。可消耗的电弧焊丝状焊条和焊剂组合包括:实心或焊剂芯钢金属焊丝,以及含有硅酸盐、氧化物、碳酸盐、萤石、金属粉末、铁合金的烧结焊剂,其存在量使得丝状焊条和焊剂组合产生钢焊接金属组合物,所述组合物包含:从约10.75至约11.25wt%的Cr、从约0.035至约0.045wt%的C、从约0.45至约0.55wt%的Mn、从约0.15至约0.25wt%的Si、从约0.85至约0.95wt%的Ni、从约0.25至约0.35wt%的Mo、从约1.2至约1.35wt%的Co、从约0.04至约0.06wt%的Nb、从约0.4至约0.6wt%的W、从约0.5至约0.65wt%的Cu、从约0.007至约0.009wt%的B、以及从约0.005至0.025wt%的N;其中,钢焊接金属组合物的余量是铁和不可避免的杂质。

[0077] 本文已经提出了一个或多个示例性实施例。为了清楚起见,在本申请中没有描述或示出实际实现方式的所有特征。应当理解,在结合本发明特征的实际实施例的开发中,必须做出许多特定于实现方式的决定来实现开发者的目标,如遵守系统相关的、商业相关的、政府相关的以及其他约束,所述目标根据实现方式并随时间变化。尽管开发者的努力可能是耗时的,但是对于本领域的普通技术人员来说,这种努力将是常规工作。

[0078] 尽管本文以措辞“包括”各种组分或步骤来描述方法,但是所述方法也可以“基本上由各种组分和步骤组成”或“由各种组分和步骤组成”。

[0079] 为了便于更好地理解本发明的实施例,给出了具有优选的或代表性的特征的以下实例。绝不应该将以下实例理解为限制或限定实施例的范围。

[0080] 实例

[0081] 提供以下非限制性实例来进一步说明本发明的实施例。本领域技术人员应理解,

以下实例中披露的技术代表诸位发明人已经发现在实践本发明的实施例中很好地起作用的方法,并且因此可以被认为构成了用于其实践的模式实例。然而,根据本发明的实施例,本领域技术人员应当理解,可以在不脱离实施例的精神和范围的情况下对所披露的特定实施例进行许多改变,并且仍获得相似或类似的结果。

[0082] 实例1

[0083] 焊接金属的化学组成示于表1中(量以wt%给出)。

[0084] 表1

| C | Si | Mn | Cr | Mo | Nb | Cu | Co | Ni | W | B | N |
|------|-----|-----|----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-------|--------|
| 0.04 | 0.2 | 0.5 | 11 | 0.3 | 0.05 | 0.6 | 1.2 | 0.9 | 0.5 | 0.008 | 0.0230 |

[0086] 剩余部分:铁和不可避免的杂质。

[0087] 使用直径为4mm的低氢棒状焊条和250°C的预热/层间温度,通过SMAW方法将组合物熔融并沉积在满足AWS 5.5标准几何形状的工件上。

[0088] 使沉积的熔融组合物冷却并在工件上凝固。不进行PWHT。

[0089] 焊接金属组合物具有以下特性:

[0090] 组合物的组织(没有PWHT):低碳未回火的马氏体。

[0091] 在各种应力条件下的单轴蠕变强度

| | | | | |
|------------|-----|-----|------|------|
| 温度(°C) | 650 | 650 | 650 | 650 |
| 应力(MPa) | 100 | 90 | 70 | 55 |
| 单轴蠕变强度(小时) | 336 | 619 | 1609 | 2879 |

[0093] 在20°C下,钢焊接金属组合物的冲击韧性测量为>27J(超过ANSI、ASME、EPRI、EN、TUV规范、标准和推荐做法中设定的适用要求)。

[0094] 钢焊接金属组合物的维氏硬度<360VHN。

[0095] 以上披露的特定实施例仅仅是说明性的,因为可以以受益于本文的传授内容的对本领域技术人员而言显而易见的不同的但等效的方式来修改和实践这些实施例。此外,除了下面的权利要求书中所描述的以外,不旨在限制本文所示的构造或设计的细节。因此,显然可以改变、组合或修改以上披露的特定说明性实施例,并且所有此类变型都被认为在本发明的范围和精神内。本文说明性地披露的实施例可以在本文未具体披露的任何要素和/或本文披露的任何任选的要素不存在的情况下适当地实践。此外,权利要求书中的术语具有其简单、通常的含义,除非专利权所有人另外明确和清楚地定义。

[0096] 导致本发明的工作已获得欧盟煤炭和钢铁研究基金(RFCS)研究计划的资助,拨款协议为RFSR-CT-2014-00032。

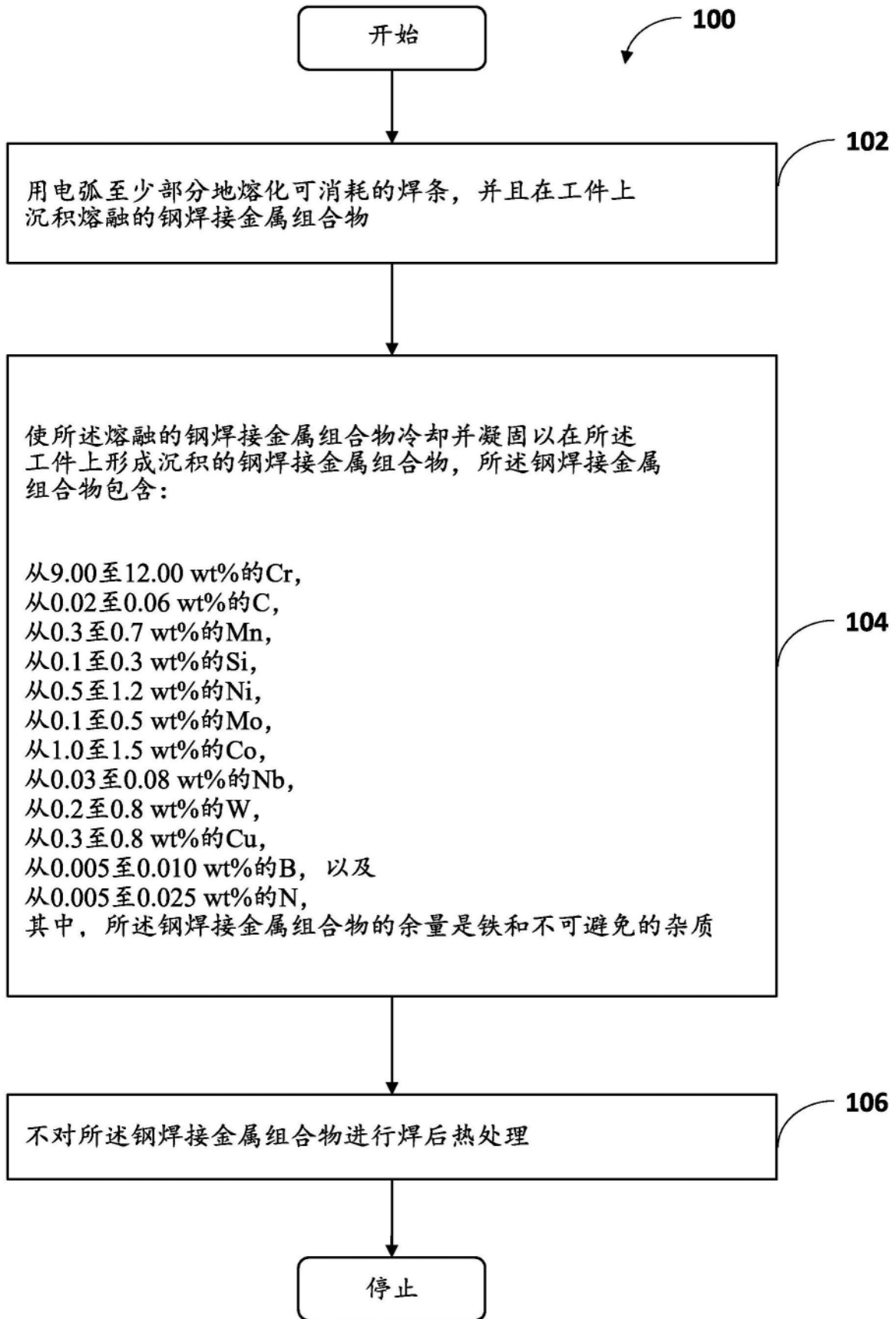


图1