



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103757532 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 30

(21) 申请号 201410035381. 7

(22) 申请日 2014. 01. 24

(71) 申请人 宝山钢铁股份有限公司

地址 201900 上海市宝山区富锦路 885 号

(72) 发明人 王秀芳 方园 张丰 杨晓萍

(74) 专利代理机构 上海开祺知识产权代理有限公司 31114

代理人 竺明

(51) Int. Cl.

C22C 38/04 (2006. 01)

C21D 8/02 (2006. 01)

B65D 63/02 (2006. 01)

权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

抗拉强度 $\geq 980\text{MPa}$ 的薄带连铸经济性高强捆带及其制造方法

(57) 摘要

抗拉强度 $\geq 980\text{MPa}$ 的薄带连铸经济性高强捆带及其制造方法,其包括如下步骤:1) 采用双辊连铸工艺铸造厚度为1.0-2.4mm的铸带,其化学成分重量百分比为:C0.28-0.38%, Si0.25-0.35%, Mn1.5-1.8%, $P \leq 0.015\%$, $S \leq 0.01\%$, $N \leq 0.012\%$,其余为Fe和不可避免杂质;2) 铸带冷却;3) 铸带在线热轧;4) 热轧带冷却;5) 卷取。本发明通过薄带连铸经济性工艺生产的高强捆带,抗拉强度 $\geq 980\text{MPa}$,延伸率 $\geq 10\%$ 。

1. 抗拉强度 $\geq 980\text{MPa}$ 的薄带连铸经济性高强捆带,其化学成分重量百分比为:C0.28-0.38%,Si0.25-0.35%,Mn1.5-1.8%, $P \leq 0.015\%$, $S \leq 0.01\%$, $N \leq 0.012\%$,其余为Fe和不可避免的杂质;钢带显微组织为回火马氏体, α 基体上弥散分布直径为纳米量级的渗碳体颗粒或短棒;其抗拉强度 $\geq 980\text{MPa}$,延伸率 $\geq 10\%$ 。

2. 抗拉强度 $\geq 980\text{MPa}$ 的薄带连铸经济性高强捆带制造方法,包括如下步骤:

1) 采用双辊薄带连铸工艺铸造厚度为1.0-2.4mm的铸带,其化学成分重量百分比为:C0.28-0.38%,Si0.25-0.35%,Mn1.5-1.8%, $P \leq 0.015\%$, $S \leq 0.01\%$, $N \leq 0.012\%$,其余为Fe和不可避免的杂质;

2) 对铸带进行冷却,冷却速率为 $20-80^\circ\text{C}/\text{s}$;

3) 对铸带进行在线热轧,终轧温度为 $800-900^\circ\text{C}$,热轧压下率为10-50%,热轧后钢带的厚度 $\leq 1.2\text{mm}$;

4) 对热轧钢带进行冷却,冷却速率为 $20-50^\circ\text{C}/\text{s}$;

5) 对热轧钢带进行卷取,卷取温度为 $390-440^\circ\text{C}$;热轧钢带显微组织为回火马氏体, α 基体上弥散分布直径为纳米量级的渗碳体颗粒或短棒;其抗拉强度 $\geq 980\text{MPa}$,延伸率 $\geq 10\%$ 。

3. 如权利要求2所述的抗拉强度 $\geq 980\text{MPa}$ 的薄带连铸经济性高强捆带制造方法,其特征在于:所述步骤2)中,铸带冷却速率为 $30-60^\circ\text{C}/\text{s}$ 。

4. 如权利要求2所述的抗拉强度 $\geq 980\text{MPa}$ 的薄带连铸经济性高强捆带制造方法,其特征在于:可以根据需要增加步骤6)对钢带进行发蓝、涂漆或镀锌等后续处理。

抗拉强度 $\geq 980\text{MPa}$ 的薄带连铸经济性高强捆带及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及高强度钢捆带制造方法,尤其涉及一种抗拉强度 $\geq 980\text{MPa}$ 的薄带连铸经济性高强度钢捆带及其制造方法。

背景技术

[0002] 钢捆带是钢的一种薄带状深加工产品,主要用来捆扎钢材、有色金属、轻纺制品、建材、纸卷(板)和羊毛等货物。为了保证货物安全装卸和运输,要求捆带具有较高的抗拉强度和一定的延伸率。此外,由于捆带长期于室外环境中使用,还要求具有一定的抗腐蚀性。

[0003] 钢捆带按照强度划分,可分为低强、中强、高强和超高强四类。其中的高强捆带,主要用于在钢铁企业中捆扎热轧钢卷、圆钢、型钢、钢管、线材以及管线钢等产品,其需求量很大。

[0004] 随着冶金行业的飞速发展,高质量、高强度等级的钢铁产品生产量越来越大,钢卷的卷径也在增大,单卷达到 30 吨,甚至 40 吨,对于捆带强度的要求不断提高,用量也在不断增大。因此,采用低成本工艺生产的高强度钢捆带具有非常广阔的市场前景。

[0005] 但是,由于高强度钢捆带要求同时具有较高的强度和延伸率,因此生产难度较大。目前,高强度钢捆带的生产工艺主要有三种:

[0006] 一、冷轧后进行回复退火处理的工艺。

[0007] 工艺通常包括如下步骤:1)利用传统连铸+板坯再加热+热连轧工艺生产热轧带;2)通过冷轧将热轧带减薄到高强捆带所需要的厚度;3)对冷轧带进行发蓝退火处理。

[0008] 热轧钢带经冷轧后强度得到大幅提高,但延伸率降得很低。通过回复退火处理后,钢带强度有所降低,但延伸率得到提高,从而使钢带达到一定的强塑性匹配,同时在钢带表面形成一层蓝色氧化膜,起到抗氧化的作用。钢带的最终显微组织通常为冷加工回复退火铁素体基体和遍布基体的弥散碳化物。此工艺操作简单、成本低廉、能源消耗少、环境污染小。

[0009] 由于捆带的抗拉强度和延伸率首先是受热轧原料性能的影响,再通过冷轧压力率和退火处理工艺来调节。由于受到市场供货热轧原料性能和规格限制,以及退火工艺参数调整范围的制约,利用冷轧后进行回复退火处理工艺生产的钢捆带,其抗拉强度很难突破 980MPa 和 12%。该工艺看似简单,可要以之生产抗拉强度和延伸率有较好匹配的高强捆带,难度较大。

[0010] 中国专利 02109635.X 公开了“一种高强度包装钢带及热处理工艺”,其采用成分为 $\text{C}0.22\text{--}0.29\%$, $\text{Si}0.015\%$, $\text{Mn}1.30\text{--}1.50\%$, $\text{P} \leq 0.015\%$, $\text{S} \leq 0.010\%$, $\text{Al}0.015\%$, $\text{Nb}0.012\%$, 余量为 Fe 的热轧板原料,冷轧后进行电加热发蓝退火处理,退火炉温度为 $550\text{--}650^\circ\text{C}$,钢带运行速度为 $2.5\text{--}3.5\text{m/min}$ (其速度与炉温和炉体长度成正比)。利用该专利生产的钢捆带抗拉强度达到 920MPa ,延伸率达到 11%。

[0011] 中国专利 200410031162.8 公开了“高强度包装钢带及其制造工艺”，其采用成分为 C0.25-0.28%，Si0.02-0.06%，Mn1.30-1.50%，P0.01-0.02%，S0.001-0.012%，Als0.03-0.06%，余量为 Fe 的热轧板原料，热轧板厚度为 1.8-3.75mm，经 68-83% 冷轧后，得到厚度为 0.3-1.2mm 钢带，利用连续式加热炉进行退火处理，钢带加热温度为 450-550℃。利用该专利生产的钢捆带抗拉强度 $\geq 930\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 8\%$ 。

[0012] 中国专利 201210232927.9 公开了“高强度发蓝钢带的生产方法”，其采用成分为 C0.19-0.21%，Mn1.62-1.71%，Si0.02-0.028%，P0.014-0.018%，S0.0042-0.006%，Als0.033-0.05%，余量为 Fe 的成分设计，经过冶炼、连铸、热轧、冷轧、发蓝退火等工艺步骤进行钢捆带生产。冷轧压下率为 70%，发蓝退火温度为 580-700℃，发蓝时间为 100-160s。利用该专利生产的钢捆带抗拉强度为 950-960MPa，延伸率为 11.5-12%。

[0013] 二、冷轧后进行铅浴等温淬火处理的工艺。

[0014] 该工艺通常包括如下步骤：1) 利用传统连铸+板坯再加热+热连轧工艺生产热轧带；2) 通过冷轧将热轧带减薄到高强捆带所需要的厚度；3) 对冷轧后的钢带进行加热奥氏体化；4) 铅浴等温淬火。

[0015] 通过铅浴等温淬火，获得贝氏体组织，从而获得钢带所要的强度和塑性。利用该工艺生产的最大问题是生产设备结构复杂，价格昂贵，设备成本高；铅浴冷却能力有限，需要足够的时间完成奥氏体向贝氏体转变，生产效率低；会造成严重的环境污染；生产成本高。一些国家已开始限制使用。而且，虽然利用该工艺生产的钢捆带强度较高，但延伸率较低，在使用过程中容易发生脆断。

[0016] 美国专利 US6814817 公开了“Steel Strap Composition”，其将成分为 C0.30-0.36%，Mn0.90-1.25%，Si0.75-1.10% 的冷轧钢带，首先预热到 370-510℃，然后加热到 815-900℃ 进行奥氏化，再进行 370-510℃ 铅浴等温淬火处理。利用该工艺生产的钢捆带抗拉强度 $\geq 1170\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 6.5\%$ 。

[0017] 中国专利 200810200449.7 公开“一种包装用钢带的热处理方法”，采用成分为 C0.29-0.35%，Si0.15-0.35%，Mn1.20-1.55%，P0.030%，S0.030%，余量为 Fe 的热轧板，冷轧后首先在铅浴中预热到 355-365℃，预热时间 6.75-9s，然后加热到 $860 \pm 20^\circ\text{C}$ ，保温 30-40s 进行奥氏体化，再进行 355-365℃ 铅浴等温淬火处理，等温淬火时间为 21-28s。利用该工艺生产的钢捆带抗拉强度 $\geq 1350\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 6\%$ 。

[0018] 三、冷轧后进行两相区淬火处理的工艺。

[0019] 该工艺通常包括如下步骤：1) 利用传统连铸+板坯再加热+热连轧工艺生产热轧带；2) 通过冷轧将热轧带减薄到高强捆带所需要的厚度；3) 将冷轧后的钢带加热到铁素体和奥氏体两相区；4) 快速淬火。

[0020] 通过两相区淬火，获得的显微组织为马氏体+冷加工回复退火铁素体基体和遍布基体的弥散碳化物，从而获得钢带所要的强度和塑性。利用该工艺生产的钢捆带，强度和延伸率均较高。但是该工艺需要结构复杂的电磁感应快速加热设备和强力水冷设备，设备成本高；生产过程较复杂，生产成本较高；而且薄板在两相区淬火后板形往往不够理想。

[0021] 美国专利 US6635127 公开了“Steel strapping and method of making”，其采用成分为 $C \leq 0.2\%$ ， $Mn \leq 2.0\%$ ， $Si 0.2-0.4\%$ ， $Ti 0.025-0.045\%$ ， $V 0.05-0.07\%$ ， $Cr \leq 0.25\%$ ， $Ni \leq 0.30\%$ ， $Mo \leq 0.10\%$ ， $Cu \leq 0.20\%$ ， $Al \leq 0.08\%$ ， $Nb \leq 0.005\%$ ， $N \leq 0.005\%$ ， $P \leq 0.035\%$ ，

$S \leq 0.02\%$, 余量为 Fe 的钢坯经热轧、冷轧后, 快速感应加热到 750°C , 保温 2s, 然后快淬到室温。利用该工艺生产的钢捆带抗拉强度为 970-1070MPa, 延伸率为 10-14%。

[0022] 中国专利 200910046229.8 公开了“抗拉强度高于 1100MPa 的高强度捆带钢及其制造方法”, 其采用 $C: 0.25-0.35\%$, $Mn: 1.24-2.0\%$, $Si \leq 0.45\%$, $S \leq 0.04\%$, $P \leq 0.04\%$ 的成分设计, 经过冶炼、连铸、热轧、冷轧、铁素体+奥氏体两相区淬火、回火等工艺步骤进行钢捆带生产。淬火温度为 $730-790^{\circ}\text{C}$, 淬火速度 $\geq 100^{\circ}\text{C}/\text{s}$, 回火温度为 $430-530^{\circ}\text{C}$ 。利用该工艺生产的钢捆带抗拉强度 $\geq 1100\text{MPa}$, 延伸率 $\geq 10\%$ 。

[0023] 上述生产高强捆带的方法, 各有优点, 同时也存在各自的问题。还有一个共同问题就是, 工艺路径长, 工艺复杂, 导致其生产效率很低, 生产成本很高。虽然“冷轧后进行回复退火处理的工艺”相对简单, 但由于强化和减薄的要求, 也必须通过冷轧加工这一步骤, 当然, 其他两种工艺也包括这一步骤。

[0024] 可以通过优化工艺路径来降低捆带生产成本, 例如, 热轧带的生产可以采用一些新兴的短流程技术, 如薄板坯连铸连轧, 薄带连铸等。其中, 薄带连铸技术是冶金及材料研究领域内的一项前沿技术, 它的出现为钢铁工业带来一场革命, 它改变了传统冶金工业中热轧钢带的生产过程, 将连续铸造、轧制、甚至热处理等整合为一体, 使生产的薄带坯经过一道次在线热轧就一次性形成薄钢带, 大大简化了生产工序, 缩短了生产周期。设备投资也相应减少, 产品成本显著降低。

[0025] 有关薄带连铸产品及其制造工艺的专利, 主要集中在低碳钢及低碳微合金钢产品及其制造工艺, 产品表面质量改进等方面, 如中国专利 201080008606.X “热轧薄铸造钢带产品及其制造方法”, 中国专利 201080017436.1 “高强度薄铸钢带产品及其制备方法”, 中国专利 200880109715.3 “微裂纹得到减少的薄铸钢带”等等。

[0026] 通过上述薄带连铸专利制造的钢带, 均不是为高强捆带生产而设计, 目前尚未见到利用薄带连铸工艺生产高强捆带的先例。

发明内容

[0027] 本发明的目的在于提供一种抗拉强度 $\geq 980\text{MPa}$ 的薄带连铸经济性高强捆带及其制造方法, 通过合理的成分设计和工艺设计, 以解决现有技术存在的工艺路径长、环境污染严重、生产效率低、生产成本高的问题。

[0028] 为达到上述目的, 本发明采用如下技术方案:

[0029] 本发明采用 C、Si、Mn 为主的简单化学成分设计, 不添加贵重的合金元素和微合金元素。通过合理的工艺设计, 利用薄带连铸+在线热轧工艺直接生产出高强捆带, 将利用现有技术生产高强捆带的三个或四个步骤, 简化为一步来完成。

[0030] 具体的, 本发明的抗拉强度 $\geq 980\text{MPa}$ 的薄带连铸经济性高强捆带, 其化学成分重量百分比为: $C: 0.28-0.38\%$, $Si: 0.25-0.35\%$, $Mn: 1.5-1.8\%$, $P \leq 0.015\%$, $S \leq 0.01\%$, $N \leq 0.012\%$, 其余为 Fe 和不可避免的杂质; 钢带显微组织为回火马氏体, α 基体上弥散分布直径为纳米量级的渗碳体颗粒或短棒; 其抗拉强度 $\geq 980\text{MPa}$, 延伸率 $\geq 10\%$

[0031] 在本发明的化学成分设计中:

[0032] C: C 是钢中最经济、最基本的强化元素, 通过固溶强化和析出强化来提高钢的强度。C 会溶于铁素体中形成间隙固溶体, 但在室温下它在铁素体中的溶解度十分有限, 因此

其固溶强化作用受到限制,主要以渗碳体形式析出,作为珠光体或贝氏体的组成部分。在本发明工艺条件下,热轧带冷却结束时奥氏体相变为马氏体,C以过饱和形式存在于 α 相中,之后随着马氏体回火进行,C再以碳化物的形式析出。碳化物含量与C含量密切相关,当C含量增加时,碳化物含量增加,钢的强度、硬度随之提高,而塑性、韧性相应降低。首先因此C含量不能过高,本发明采用的C含量范围是0.28-0.38%。

[0033] Si:Si在钢中起固溶强化作用。Si含量合适时,不仅使钢的强度得到提高,而且对塑性影响不大。本发明采用的Si含量范围是0.25-0.35%。

[0034] Mn:Mn是价格最便宜的合金元素之一,它在钢中具有相当大的固溶度,通过固溶强化提高钢的强度,而且其含量合适时,对钢的塑性基本无损害,是在降低C含量情况下提高钢的强度最主要的强化元素。本发明采用的Mn含量范围是1.5-1.8%。

[0035] P:P在 α -Fe中溶解度很大。与其他元素相比,P在 α -Fe中所引起的固溶强化效果较大。但当含P量较高时,随着钢的强度提高,其塑性明显降低。特别是钢中P出现偏析情况下,将引起较大的冷脆性。在本发明中,P是作为杂质元素来控制,其含量 $\leq 0.015\%$ 。

[0036] S:S在Fe中的溶解度极小,钢中的S大都化合为FeS,其危害是在进行热加工时会引起钢的热脆性,降低钢的延展性和韧性,在轧制时造成裂纹。在本发明中,S是作为杂质元素来控制,其含量 $\leq 0.01\%$ 。

[0037] N:与C元素类似,N元素可通过间隙固溶提高钢的强度,但是,N的间隙固溶对钢的塑性和韧性有较大危害,因此N含量不能过高。本发明采用的N含量 $\leq 0.012\%$ 。

[0038] 本发明的抗拉强度 $\geq 980\text{MPa}$ 的薄带连铸经济性高强捆带制造方法,包括如下步骤:

[0039] 1) 采用双辊薄带连铸工艺铸造厚度为1.0-2.4mm的铸带,其化学成分重量百分比为:C0.28-0.38%,Si0.25-0.35%,Mn1.5-1.8%, $P \leq 0.015\%$, $S \leq 0.01\%$, $N \leq 0.012\%$,其余为Fe和不可避免的杂质;

[0040] 2) 对铸带进行冷却,冷却速率为 $20-80^\circ\text{C}/\text{s}$;

[0041] 3) 对铸带进行在线热轧,终轧温度为 $800-900^\circ\text{C}$,热轧压下率为10-50%,热轧后钢带的厚度 $\leq 1.2\text{mm}$;

[0042] 4) 对热轧带进行冷却,冷却速率为 $20-50^\circ\text{C}/\text{s}$;

[0043] 5) 对热轧带进行卷取,卷取温度为 $390-440^\circ\text{C}$;热轧带显微组织为回火马氏体, α 基体上弥散分布着直径为纳米量级的渗碳体呈颗粒或短棒。

[0044] 进一步,所述步骤2)中,铸带冷却速率为 $30-60^\circ\text{C}/\text{s}$ 。

[0045] 另外,本发明所述制造方法中,还可以根据需要增加步骤6)对钢带进行发蓝、涂漆或镀锌等后续处理。

[0046] 通过以上技术方案得到的高强捆带,其抗拉强度 $\geq 980\text{MPa}$,延伸率 $\geq 10\%$ 。

[0047] 在本发明的制造工艺中:

[0048] 1) 薄带连铸

[0049] 钢水被引入到一对相对旋转且内部水冷的结晶辊和侧封板形成的熔池之内,经过快速凝固后直接浇铸出厚度为1.0-2.4mm的铸带。该厚度规格值通过高强捆带成品厚度,以及后续设计的在线热轧压下率反算得出。

[0050] 2) 铸带冷却

[0051] 铸带从结晶辊连铸出来后,经过密闭室,在密闭室内进行冷却。为了保持铸带内部和表面质量,同时防止奥氏体晶粒在高温下长大过快,控制铸带的冷却速率为 20-80℃/s。优选的,铸带的冷却速率为 30-60℃/s。铸带冷却采用气冷方式,冷却气体的压力、流量和气喷嘴位置可以调节和控制。冷却气体可以是氩气、氮气、氦气等惰性气体,或者是几种气体的混和气体。通过控制冷却气体的类型、压力、流量,以及喷嘴到铸带之间的距离等,实现对铸带冷却速率的控制。

[0052] 3) 铸带在线热轧、冷却和卷取

[0053] 通过在线热轧,将热轧带减薄至高强捆带所需的厚度规格。为此本发明控制热轧压下率为 10-50%,通过热轧,将钢带厚度减薄到 1.2mm 及其以下。

[0054] 通过薄带连铸工艺获得的铸带,奥氏体晶粒尺寸粗大,可达到七八百微米甚至毫米量级。粗大的奥氏体晶粒会增大钢带淬透性,从而使钢带在较小的冷却速率和较高的卷取温度下即可获得马氏体组织。一旦热轧后奥氏体发生再结晶,奥氏体晶粒细化,就会大大降低钢带淬透性。那就需要较高的冷却速率和较低的卷取温度才能获得马氏体组织。

[0055] 为使奥氏体热轧后不发生再结晶,从而使钢带在较小的冷却速率和较高的卷取温度下获得马氏体组织,本发明控制终轧温度为 800-900℃,冷却速率为 20-50℃/s,卷取温度为 390-440℃。热轧带冷却采用气雾冷却、层流冷却或者喷淋冷却等方式进行。冷却水的流量、流速,以及出水口位置等可以调节,从而实现热轧带冷却速率的控制。

[0056] 之所以要在较高的卷取温度下获得马氏体,是希望钢带卷取后马氏体在较高的温度下发生回火反应。如果卷取温度较低,钢带卷取后马氏体在低温下发生回火,会引起低温回火脆性,从而降低材料的塑性;或者卷取温度太低马氏体不发生回火反应,钢带延伸率会很低。由此获得的钢带性能很难满足高强捆带性能设计要求。

[0057] 钢带发生回火后,得到回火马氏体,α 基体上弥散分布着直径为纳米量级的渗碳体颗粒或短棒。钢带抗拉强度 ≥ 980MPa,延伸率 ≥ 8%。

[0058] 4) 涂漆或镀锌等后续处理

[0059] 可以根据高强捆带的使用目的和使用环境等,对钢带进行发蓝、涂漆、涂蜡或镀锌等后续处理。

[0060] 与现有技术相比,本发明的不同之处在于:

[0061] 现有技术生产高强捆带的工艺是:传统连铸+热连轧+冷轧+发蓝退火或铅浴等温淬火或两相区淬火,对应钢带的显微组织分别是:冷加工回复退火铁素体基体+弥散分布碳化物,贝氏体,马氏体+冷加工回复退火铁素体基体和遍布基体的弥散碳化物。本发明生产高强捆带的工艺是:薄带连铸+在线热轧工艺,钢带的显微组织为回火马氏体。本发明采用了完全不同于现有技术的工艺路径来生产高强捆带,本发明所生产高强捆带的强化机制也与现有技术完全不同。

[0062] 本发明的有益效果:

[0063] 与现有技术相比,本发明具有以下优点和积极效果:

[0064] 1) 本发明采用薄带连铸+在线热轧经济性工艺直接生产出高强捆带,将利用现有技术生产高强捆带的三个或四个步骤,简化为一步来完成。

[0065] 2) 通过本发明的薄带连铸+在线热轧经济性工艺生产的高强捆带,其性能与利用现有技术生产的高强捆带相当。

[0066] 3) 本发明生产高强捆带的技术, 流程超短、工艺操作简单、能源消耗少、排放少、环境污染小, 成本低廉。解决了现有技术存在的工艺路径长、环境污染严重、生产效率低、生产成本高的问题。

附图说明

[0067] 图 1 为本发明实施例 1 中薄带连铸热轧带的显微组织。

[0068] 图 2 为本发明实施例 1 中薄带连铸热轧带显微组织中的渗碳体形貌。

具体实施方式

[0069] 下面结合实施例和附图对本发明做进一步说明。

[0070] 本发明实施例 1-5 的钢水均采用电炉冶炼得到, 具体化学成分如表 1 所示。薄带连铸后得到的铸带厚度, 铸带冷却速率, 热轧终轧温度, 热轧压下率, 热轧带厚度, 热轧带冷却速率, 卷取温度, 以及高强捆带的拉伸性能见表 2。

[0071] 表 1 实施例 1-5 的钢水化学成分 (wt. %)

[0072]

实施例	C	Si	Mn	P	S	N
1	0.38	0.25	1.77	0.012	0.005	0.012
2	0.36	0.31	1.80	0.011	0.006	0.0085
3	0.28	0.35	1.68	0.009	0.004	0.0042
4	0.29	0.29	1.52	0.015	0.010	0.0056
5	0.35	0.33	1.64	0.014	0.003	0.0063

[0073]

[0074] 表 2 实施例 1-5 的工艺参数及热轧带和高强捆带拉伸性能

[0075]

实施 例	铸带 厚度 mm	铸带 冷却速率 °C/s	终轧 温度 °C	热轧 压下率 %	热轧带 厚度 mm	热轧带 冷却速率 °C/s	卷取 温度 °C	捆带 抗拉强度 MPa	捆带 延伸率 %
1	2.40	43	900	50	1.2	20	440	1000	11
2	1.00	32	860	10	0.9	36	410	980	10
3	1.85	80	800	35	1.2	48	390	1060	12
4	1.14	61	850	30	0.8	40	420	1050	11
5	1.67	20	870	40	1.0	28	435	1100	10

[0076] 图 1 所示为本发明实施例 1 中薄带连铸热轧带的显微组织, 由回火马氏体构成。图

2 为实施例 1 中薄带连铸热轧带显微组织中的渗碳体形貌, 渗碳体为颗粒状或短棒状, 直径在纳米量级。从而使高强捆带具有优良的强塑性匹配。

[0077] 从表 2 可以看出, 本发明高强捆带的抗拉强度 $\geq 980\text{MPa}$, 延伸率 $\geq 10\%$ 。

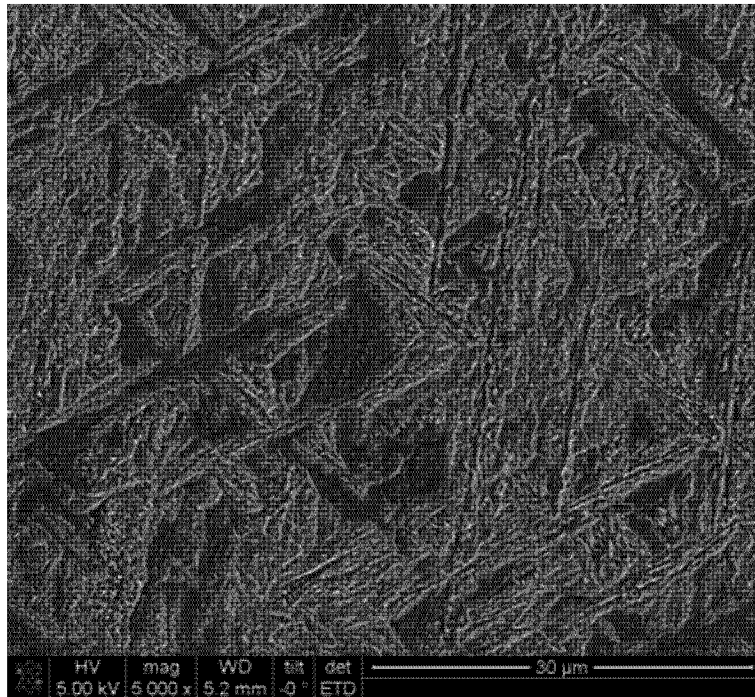


图 1

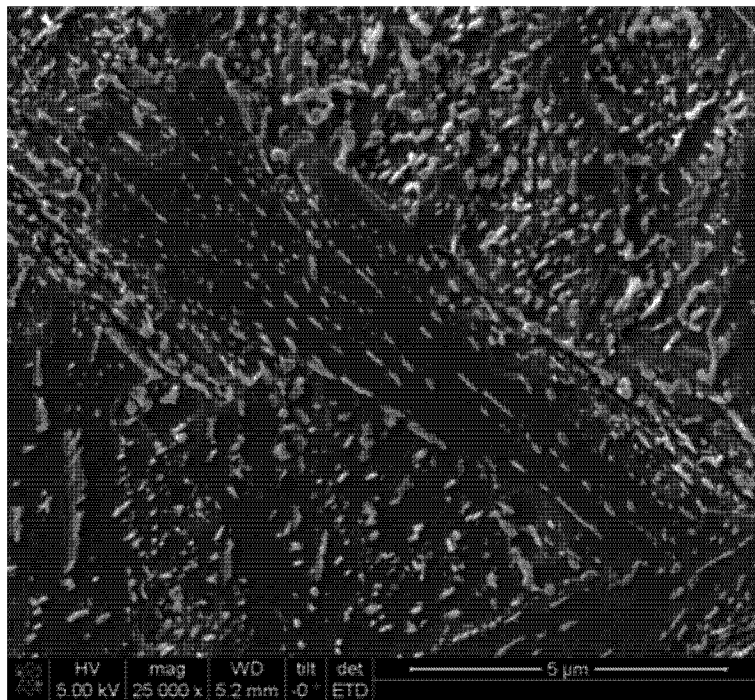


图 2