



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104109814 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 04

(21) 申请号 201410389404. 4

(22) 申请日 2014. 08. 08

(73) 专利权人 鞍钢蒂森克虏伯汽车钢有限公司

地址 116600 辽宁省大连市开发区钢铁路
68 号

(72) 发明人 郑连辉 佟皓男 蔡传博 善良

(74) 专利代理机构 鞍山嘉讯科技专利事务所
21224

代理人 张群

(51) Int. Cl.

G22C 38/38(2006. 01)

G22C 38/26(2006. 01)

G21D 8/02(2006. 01)

审查员 王仁娟

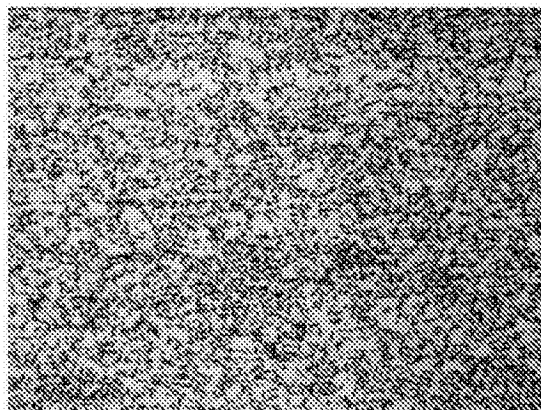
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种具有翻边特性冷轧热镀锌双相钢板及制造方法

(57) 摘要

本发明涉及一种具有翻边特性冷轧热镀锌双相钢板及制造方法,其化学成分重量百分比分别为:C0.06%~0.095%、Si0.3%~0.6%、Mn1.4%~1.8%、 $0 < P \leq 0.02\%$ 、 $0 < S \leq 0.01\%$ 、Al0.02%~0.05%、Cr0.35~0.55%、Nb0.02~0.04%、 $0 < N \leq 0.005\%$,其余为Fe。通过加入Nb元素及控制热轧精轧温度和卷曲温度,细化奥氏体晶粒,使奥氏体弥散地分布在铁素体基体中;限制碳含量,在连续热镀锌退火炉内采用高温退火,增加退火后奥氏体数量,在淬火后得到低碳马氏体中组织,降低马氏体的硬度,降低了马氏体和铁素体两相硬度差。



1. 一种具有翻边特性冷轧热镀锌双相钢板,其特征在于,其化学成分重量百分比分别为:C 0.06%~0.095%、Si 0.3%~0.6%、Mn 1.4%~1.8%、 $0 < P \leq 0.02\%$ 、 $0 < S \leq 0.01\%$ 、Al 0.02%~0.05%、Cr 0.35~0.55%、Nb 0.02~0.04%、 $0 < N \leq 0.005\%$,其余为Fe和不可避免的杂质;所述的一种具有翻边特性冷轧热镀锌双相钢板的制造方法,包括以下步骤:炉冶炼、炉外精炼、连铸、热连轧、冷酸连轧、退火、热浸镀,热连轧时,将板坯加热到1200~1300℃,保温120-180min,精轧开轧温度为1000~1100℃,终轧温度为890~950℃,卷取温度560~650℃;

热轧卷板经酸洗后冷轧成冷轧薄板,冷轧压下率为60~80%,冷轧卷板厚度为0.8~2.5mm;

在连续热镀锌线退火时,加热段末段钢带的温度为780℃~840℃,保温段温度为780~840℃,保温时间为30~90s,在热镀锌退火炉加热段进行预氧化处理,预氧化的方法是向退火炉内吹入氮气和空气混合气,使退火炉内露点达到-15~-20℃,增加了炉内氧的分压,实现Si、Mn元素的内氧化,抑制Si、Mn元素偏析到带钢表面形成氧化物薄膜,降低带钢的镀锌性能;退火后采用炉内冷却,将钢板从均热温度冷却到460-520℃,冷却速率为16~60℃/s;

热浸镀时,锌池温度为450~470℃,镀锌时间为2~5s,镀锌结束后,对热镀锌产品,经过镀后冷却到260~300℃,冷却速率为9~25℃/s,然后水冷至40℃以下;对于热镀锌合金化产品,带钢经过感应加热炉,加热到400-500℃,加热时间为5-20秒,使锌层由纯锌层转变成锌铁合金层,然后进行炉外冷却,冷却到260~300℃,冷却速率为9~25℃/s,然后水冷至40℃以下。

2. 根据权利要求1所述的一种具有翻边特性冷轧热镀锌双相钢板,其特征在于,成分按质量百分比进一步含有:C 0.065%~0.085%、Si 0.4%~0.55%、Mn 1.55%~1.65%、 $< P \leq 0.018\%$ 、 $0 < S \leq 0.01\%$ 、Al 0.03%~0.05%、Cr 0.35~0.55%、Nb 0.03~0.04%、 $0 < N \leq 0.005\%$,余量为Fe和不可避免的杂质。

一种具有翻边特性冷轧热镀锌双相钢板及制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及汽车用冷轧高强度薄板技术领域,尤其涉及一种具有翻边特性冷轧热镀锌双相钢板及制造方法。

背景技术

[0002] 近年来,随着人们对轿车冲撞安全性和耐蚀性要求的不断提高,汽车用钢板向高强度和全镀层方向发展,促使了高强 IF 钢,烘烤硬化钢、相变诱导塑性钢和双相钢等热镀锌高强钢在汽车车体上的应用。同时,为降低温室效应,保护地球环境,强化对 CO₂排放量的限制,有助于低燃料消耗的汽车车体轻量化成为现代汽车工业的一个重要研究课题。

[0003] 由于冷轧热镀锌双相钢具有屈强比低,初始加工硬化率高,良好的强度和延性匹配、较好的烘烤硬化性能以及较高的碰撞能量吸收能力等特点,满足了汽车车体轻量化、冲撞安全性和耐锈蚀性等要求,正在被广泛地应用。热镀锌双相钢的成形零件也由简单成形逐渐开始向复杂成形转变,这就要求热镀锌双相钢具有较高的成形性。从目前热镀锌双相钢成形特点来看,主要包括拉延成形和翻边成形。从目前各个汽车加工配套厂和主机厂反映来看,对于某些具有较大翻边特性的零件,出现翻边开裂的现象比较普遍,已经成为目前行业难题。对于普通热镀锌双相钢来说,基体内相结构主要是由马氏体(硬相)和铁素体(软相)组成,两相的硬度差异较大,扩孔率较差,引起翻边性能较差。

发明内容

[0004] 为克服现有技术的不足,本发明的目的是提供一种具有翻边特性冷轧热镀锌双相钢板及制造方法,能在连续热镀锌生产线上生产屈服强度大于 340MPa,抗拉强度为 590 ~ 750MPa,断裂延伸率大于 21%,扩孔率大于 40%的具有良好翻边特性冷轧热镀锌双相钢板。

[0005] 为实现上述目的,本发明通过以下技术方案实现:

[0006] 一种具有翻边特性冷轧热镀锌双相钢板,其化学成分重量百分比分别为:C 0.06%~0.095%、Si 0.3%~0.6%、Mn 1.4%~1.8%、 $0 < P \leq 0.02\%$ 、 $0 < S \leq 0.01\%$ 、Al 0.02%~0.05%、Cr 0.35~0.55%、Nb 0.02~0.04%、 $0 < N \leq 0.005\%$,其余为 Fe 和不可避免的杂质。

[0007] 成分按质量百分比进一步含有:C 0.065%~0.085%、Si 0.4%~0.55%、Mn 1.55%~1.65%、 $< P \leq 0.018\%$ 、 $0 < S \leq 0.01\%$ 、Al 0.03%~0.05%、Cr 0.35~0.55%、Nb 0.03~0.04%、 $0 < N \leq 0.005\%$,余量为 Fe 和不可避免的杂质。

[0008] 一种具有翻边特性冷轧热镀锌双相钢板的制造方法,包括以下步骤:炉冶炼、炉外精炼、连铸、热连轧、冷酸连轧、退火、热浸镀,热连轧时,将板坯加热到 1200~1300℃,保温 120-180min,精轧开轧温度为 1000~1100℃,终轧温度为 890~950℃,卷取温度 560~650℃;

[0009] 热轧卷板经酸洗后冷轧成冷轧薄板,冷轧压下率为 60~80%,冷轧卷板厚度为

0.8 ~ 2.5mm ;

[0010] 在连续热镀锌线退火时,加热段末段钢带的温度为 780℃ ~ 840℃,保温段温度为 780 ~ 840℃,保温时间为 30 ~ 90s,在热镀锌退火炉加热段进行预氧化处理,预氧化的方法是向退火炉内吹入氮气和空气混合气,使退火炉内露点达到 -15 ~ -20℃,增加了炉内氧的分压,实现 Si、Mn 元素的内氧化,抑制 Si、Mn 元素偏析到带钢表面形成氧化物薄膜,降低带钢的镀锌性能;退火后采用炉内冷却,将钢板从均热温度冷却到 460-520℃,冷却速率为 16 ~ 60℃ /s ;

[0011] 热浸镀时,锌池温度为 450 ~ 470℃,镀锌时间为 2 ~ 5s,镀锌结束后,对热镀锌产品,经过镀后冷却到 260 ~ 300℃,冷却速率为 9 ~ 25℃ /s,然后水冷至 40℃ 以下;对于热镀锌合金化产品,带钢经过感应加热炉,加热到 400-500℃,加热时间为 5-20 秒,使锌层由纯锌层转变成锌铁合金层,然后进行炉外冷却,冷却到 260 ~ 300℃,冷却速率为 9 ~ 25℃ /s,然后水冷至 40℃ 以下。

[0012] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0013] 通过加入 Nb 元素,同时通过控制热轧精轧温度和卷曲温度,细化奥氏体晶粒,并且使奥氏体弥散地分布在铁素体基体中;在连续热镀锌线经过退火和冷却得到细小弥散地分布在铁素体基体上的马氏体组织,避免了马氏体带形成,如图 3 所示。

[0014] 通过限制碳含量在 0.06% ~ 0.095% 之间,并在连续热镀锌退火炉内采用高温退火,来增加退火后奥氏体数量,降低奥氏体中碳含量,从而降低淬火后马氏体相的硬度,达到降低了马氏体和铁素体两相硬度差的目的,另一方面 Nb 元素可进一步提高铁素体基体强度,也起到降低马氏体和铁素体两相硬度差的目的,改善双相钢的扩孔率。

[0015] 最终得到屈服强度大于 340MPa,抗拉强度大于 590-750Mpa,断裂延伸率大于 21%,扩孔率大于 40% (GB/T 15825.4-2008),具有较好的翻边成形性能热镀锌双相钢。

附图说明

[0016] 图 1 为连续退火镀锌工艺示意图。

[0017] 图 2 为热轧板的显微组织金相图。

[0018] 图 3 为冷轧热镀锌钢板金相图。

具体实施方式

[0019] 下面结合说明书附图对本发明进行详细地描述,但是应该指出本发明的实施不限于以下的实施方式。

[0020] 见图 1- 图 3,一种具有翻边特性冷轧热镀锌双相钢板,其化学成分重量百分比分别为:C 0.06% ~ 0.095%、Si 0.3% ~ 0.6%、Mn 1.4% ~ 1.8%、 $0 < P \leq 0.02\%$ 、 $0 < S \leq 0.01\%$ 、Al 0.02% ~ 0.05%、Cr 0.35 ~ 0.55%、Nb 0.02 ~ 0.04%、 $0 < N \leq 0.005\%$,其余为 Fe 和不可避免的杂质。

[0021] 优选的,成分按质量百分比含有:

[0022] C 0.065% ~ 0.085%、Si 0.4% ~ 0.55%、Mn 1.55% ~ 1.65%、 $< P \leq 0.018\%$ 、 $0 < S \leq 0.01\%$ 、Al 0.03% ~ 0.05%、Cr 0.35 ~ 0.55%、Nb 0.03 ~ 0.04%、 $0 < N \leq 0.005\%$,余量为 Fe 和不可避免的杂质。

[0023] 本发明钢种成分控制原理如下：

[0024] C：是最有效的强化元素，是形成马氏体的主要元素，直接影响临界区处理后双相钢中马氏体体积分数和马氏体中的碳含量，并决定了双相钢的硬度和马氏体的精细结构。含碳量过高，能够增加马氏体数量和马氏体硬度，增加马氏体与铁素体基体的硬度差，增加镀锌钢板翻边成形开裂的风险，为了实现降低马氏体硬度但又能满足其强度要求必要的含碳量，本发明中碳含量控制在 0.06%~0.095%。

[0025] Si：是强化铁素体的元素，促使碳向奥氏体偏聚，对铁素体中固溶碳有清除和净化作用，Si 能够提高体内位错密度，有助于提高双相钢的均匀延性。但 Si 含量过高会降低带钢的镀锌性能，本发明 Si 控制在 0.3%~0.6%。

[0026] Mn：属于扩大奥氏体相区，稳定奥氏体的元素，可以有效提高奥氏体岛的淬透性，因而可以降低临界区加热后获得双相钢组织和性能所必须的冷却速率，并起到固溶强化和细化铁素体晶粒的作用，可显著推迟珠光体转变和贝氏体转变。但是高锰含量容易引起渗碳体、珠光体、贝氏体为主的带状组织，同时影响基板的可镀性和焊接性。本发明 Mn 含量控制在 1.4%~1.8%。

[0027] Cr：中强碳化物形成元素，显著提高钢的淬透性，能强烈推迟珠光体转变和贝氏体转变，增大奥氏体的过冷能力，从而细化组织，起到强化效果。本发明 Cr 的含量控制在 0.35%~0.55%。

[0028] Al：Al 在双相钢中所起的作用与 Si 相似，同时 Al 还可以形成 AlN 析出，起到一定的细化晶粒作用。Al 是主要的脱氧剂，不宜过低，但过多簇状氧化铝内夹杂物增多，使钢的延展性变差，又会影响炼钢和连铸生产，本发明中 Al 含量控制在 0.02%~0.05%。

[0029] Nb：在热轧过程中析出碳化物，推迟奥氏体再结晶，抑制晶粒长大，从而达到细化晶粒的作用，使冷轧热镀锌双相钢奥氏体晶粒细小和均匀。在热镀锌退火过程中使细小的奥氏体含碳量增加，增加淬透性。在同时增加强度的情况下，屈服强度比抗拉强度增加的幅度更大，能够缩小两相（铁素体和马氏体）的硬度差，从而改善镀锌后带钢的扩孔率和折弯性能。

[0030] N：是劣化钢的耐常温时效性元素，尽量减少其含量，本发明中 N 含量控制在 0.005% 以下。

[0031] P, S：为钢中的有害元素。P 易在晶界上偏聚引起脆化，使耐冲击性变差，并对焊接不利。S 在钢中易形成 MnS 等夹杂物，热引起热脆，并且 S 对焊接性影响较大。本发明中 P, S 含量分别控制在 0.018% 和 0.012% 以下。

[0032] 一种具有翻边特性冷轧热镀锌双相钢板制造方法，首先上述成分转炉冶炼，炉外精炼后浇铸成 170~230mm 厚的板坯，再进行热连轧、冷酸连轧；在连续镀锌线上退火镀锌，从均热温度冷却到 460~520℃ 进行热浸镀，完成浸镀后，对热镀锌产品，经过镀后冷却到 260~300℃，冷却速率为 9~25℃/s，然后水冷至 40℃ 以下；对于热镀锌合金化产品，镀锌结束后，带钢经过感应加热炉，加热到 400~500℃，保温时间 5~20 秒，使锌层由纯锌层转变成锌铁合金层，然后进行炉外冷却，冷却到 260~300℃，冷却速率为 9~25℃/s，然后水冷至 40℃ 以下。

[0033] 热连轧时，将板坯加热到 1200~1300℃，保温 120~180min，精轧开轧温度为 1000~1100℃，终轧温度为 890~950℃，卷取温度 550~650℃，得到显微组织为铁素体

和珠光体的热轧卷板。热轧卷板厚度为 2.0 ~ 6.5mm。

[0034] 热轧卷板经酸洗后冷轧成冷轧薄板,冷轧压下率为 60 ~ 80%,冷轧卷板厚度为 0.8 ~ 2.5mm。

[0035] 在连续镀锌线上退火时,加热段末段钢带的温度为 780 ~ 840℃,保温段温度为 780 ~ 840℃,均热时间为 30 ~ 90s,炉内保护气体露点温度为 -15 ~ -20℃。

[0036] 退火后采用炉内冷却,将钢板从均热温度冷却到 460-520℃,冷却速率为 16 ~ 60℃/s,镀锌时锌池温度为 450 ~ 470℃,镀锌时间为 2 ~ 5s,镀锌结束后,对于热镀锌产品,进行炉外冷却,冷却到 260 ~ 300℃,冷却速率为 9 ~ 25℃/s,然后水冷至 40℃以下。对于热镀锌合金化产品,镀锌结束后,带钢经过感应加热炉,加热到 400-500℃,保温时间 5-20 秒,使锌层由纯锌层转变成锌铁合金层,然后进行炉外冷却,冷却到 260 ~ 300℃,冷却速率为 9 ~ 25℃/s,然后水冷至 40℃以下。

[0037] 本发明选择上述各特征中工艺参数的原因如下:

[0038] 将厚度为 170 ~ 230mm 的板坯加热,均热温度控制在 1200 ~ 1300℃之间,均热时间为 120-180min,是为了防止温度过高导致板坯的过烧和过热,并使板坯的组织成分均匀化。

[0039] 精轧开轧温度控制在 1000 ~ 1100℃之间,是为了精轧的前几个机架实现再结晶区轧制,降低前几个机架大压下量下的轧制负荷。

[0040] 终轧温度控制在 890 ~ 950℃之间,是为了获得细小的热轧组织,尤其是细化奥氏体晶粒。同时 Ar3 以上的高温终轧有利于组织均匀性,防止出现严重的带状组织。

[0041] 卷取温度控制在 550 ~ 650℃之间,会析出细小的颗粒,这些颗粒通过钉轧作用,能够有效细化微观组织,这为以后得到均匀分布的马氏体组织提供准备。

[0042] 热轧卷板后酸洗后冷轧压下率控制在 60 ~ 80%之间,是为充分发挥冷轧机轧制能力。冷轧压下率低于 60%,冷轧效率低,冷轧压下率高于 80%,加工硬化加强,冷轧变形抗力增加,易造成冷轧机组负荷超限。另外,此压下率下钢组织中的珠光体团间距减小和珠光体被破碎得较充分,为镀锌退火过程中的晶粒细化提供条件。

[0043] 连续热镀锌退火线加热段带钢温度为 780-840℃,可以得到约为 30%的奥氏体组织,如果温度设置的过高,会进一步增加奥氏体的数量,会引起奥氏体内碳含量过低,降低奥氏体的淬透性,从而降低该钢的强度,如果温度设置低,虽然能够使奥氏体获得足够的含碳量,但会增加基体内铁素体含量,会降低该钢种的屈服强度,增加了该钢种马氏体和铁素体硬度差异,从而降低它的扩孔性。

[0044] 炉内加热段保护气体露点控制在 -15 ~ -20℃之间,是因为加热段露点控制在 -15 ~ -20℃是为了实现 Si, Mn 等元素的内氧化,避免其扩散到带钢表面形成氧化物,降低带钢的可镀性。

[0045] 退火后采用炉内冷却,将钢板从均热温度冷却到 460-520℃,冷却速率为 16 ~ 60℃/s,一方面因为镀锌做准备,另一方面从均热温度冷却到该温度下,在冷却过程中,部分铁素体从含碳量较低奥氏体中析出,同时碳向其余奥氏体中扩散,最终大约有 20%左右的奥氏体存在。

[0046] 镀锌时锌池温度为 450 ~ 470℃,镀锌时间为 2 ~ 5s,镀锌温度过高会使铁元素扩散到锌层中,不利于锌层控制,对于热镀锌产品,使带钢产生轻微合金化缺陷,影响带钢表

面美观度。

[0047] 带钢经镀后冷却,温度控制 260 ~ 300℃,冷却速率为 9 ~ 23℃ /s,在这部分主要发生奥氏体向马氏体转变,大概马氏体 10% -15%的马氏体组织。

[0048] 然后水冷至 40℃以下,主要是保证带钢在随后的光整工艺表面质量。

[0049] 实施例钢板的成分见表 1,热轧工艺参数见表 2,退火镀锌工艺参数和镀锌后钢板的力学性能见表 3,连续退火镀锌工艺见图 1,热轧板显微组织见图 2,冷轧热镀锌钢板的显微组织见图 3。

[0050] 表 1 实施例钢的化学成分(质量分数)%

[0051]

实施 例	C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	N
1	0.078	0.39	1.6	0.0018	0.005	0.035	0.42	0.0030
2	0.08	0.4	1.62	0.0013	0.003	0.04	0.4	0.0021
3	0.08	0.5	1.58	0.0015	0.004	0.036	0.5	0.0028
4	0.85	0.48	1.65	0.0017	0.006	0.035	0.45	0.0027

[0052] 表 2 实施例钢的热轧工艺参数

[0053]

实施 例	加热温度 ℃	精轧开轧温度 ℃	终轧温度 ℃	卷取温度 ℃
1	1210	1035	930	610
2	1230	1045	912	640
3	1265	1030	900	630
4	1220	1077	935	625

[0054] 表 3 退火镀锌工艺参数和镀锌后钢板的力学性能和扩孔率

[0055]

实施 例	加热 区末 段温 度/℃	均热 温度/ ℃	均热 时间 /s	炉内 冷却 2速 率/℃ /s	锌池 温度/ ℃	镀锌 时间 /s	终冷 速率/ ℃/s	露点/ ℃	R _{p0.2} /MPa	R _m /MPa	A ₅₀ %	n_value	扩孔 率%
1	815	830	80	24	458	3	15	-15	385	609	24.32	0.162	45
2	810	820	80	23	458	3	15	-18	357	601	28.00	0.174	45
3	815	800	80	22	455	3	15	-17	385	617	26.57	0.170	50
4	820	820	80	23	455	3	15	-18	391	631	26.20	0.166	47

[0056] 按本发明设计的化学成分,经冶炼连铸,依照设定的热轧工艺控轧控冷,得到厚度为 2.0 ~ 6.5mm,板形良好的热轧板,热轧板组织由铁素体和珠光体组成。热轧板经酸洗冷轧成 0.5 ~ 2.5mm 的基板,然后在连续退火镀锌线上进行退火镀锌,最终得到的钢板显微

组织由铁素体和马氏体组成,其抗拉强度为 590 ~ 750MPa,强度和延性匹配良好,具有大于 40%的扩孔率,可镀性优良。

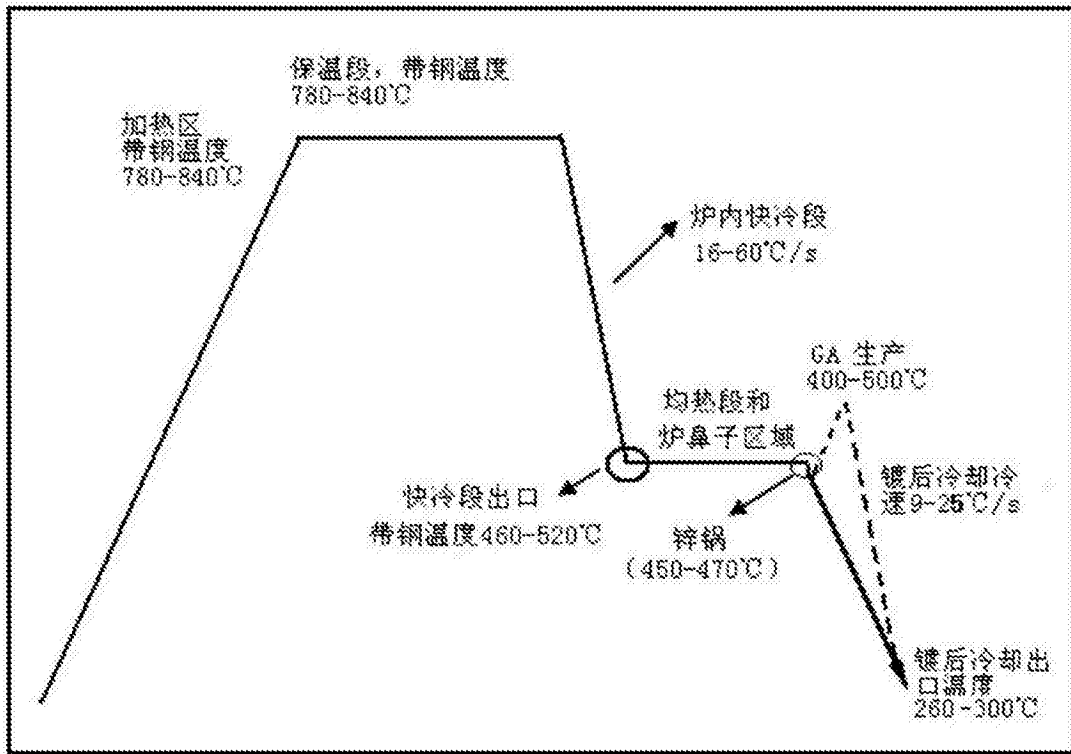


图 1

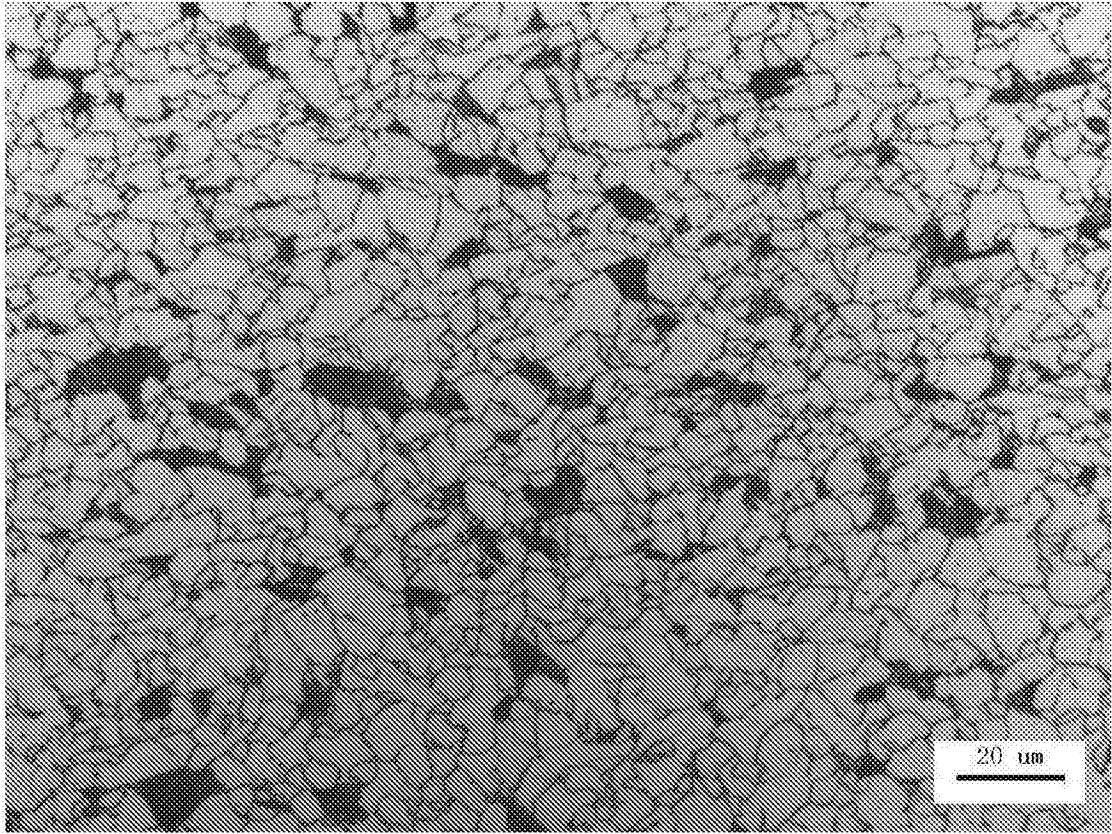


图 2

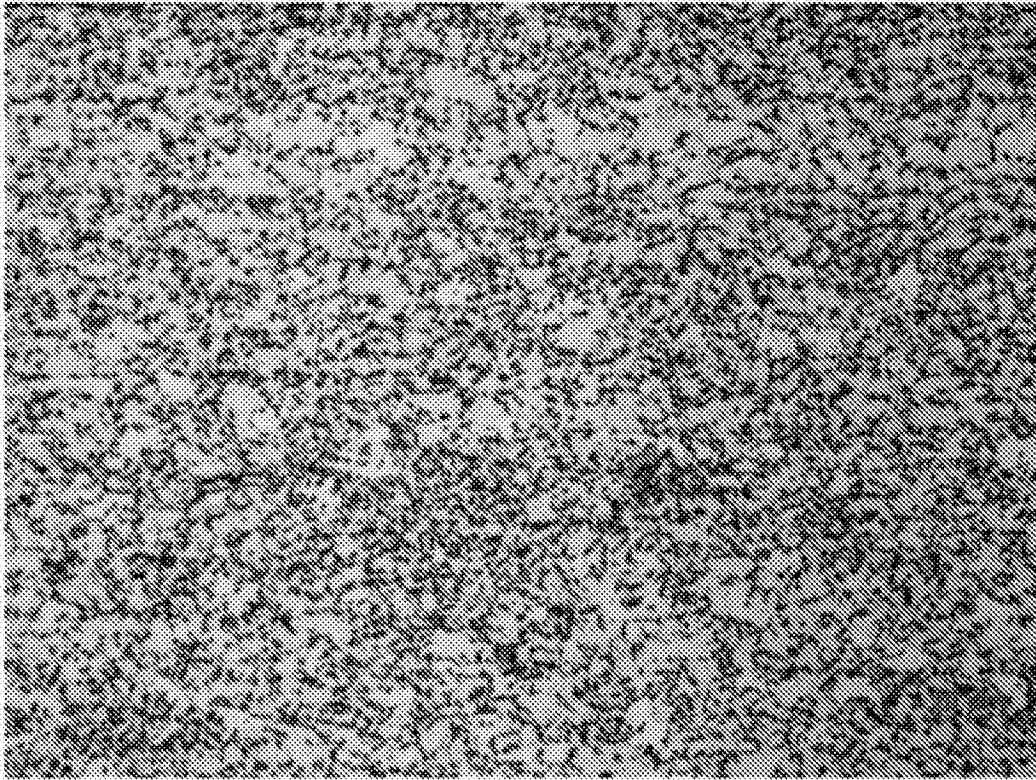


图 3