



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105543714 B

(45)授权公告日 2017.06.13

(21)申请号 201510993001.5

C21D 8/02(2006.01)

(22)申请日 2015.12.25

B22D 11/06(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 樊佳欣

申请公布号 CN 105543714 A

(43)申请公布日 2016.05.04

(73)专利权人 东北大学

地址 110819 辽宁省沈阳市和平区文化路3号巷11号

(72)发明人 刘振宇 赵岩 高飞 郝燕森

刘鑫 李成刚 曹光明 王国栋

(74)专利代理机构 沈阳东大知识产权代理有限公司

21109

代理人 梁焱

(51)Int.Cl.

C22C 38/58(2006.01)

权利要求书1页 说明书11页 附图4页

(54)发明名称

一种双相不锈钢薄带及其近终成形制备方法

(57)摘要

一种双相不锈钢薄带及其近终成形制备方法,属于钢铁合金材料技术领域。双相不锈钢薄带,成分按照质量百分比为:C:0.0001~0.03%;Cr:18~22%;Mn:5~7%;N:0.3~0.45%;Ni:0.0001~0.1%;余量为铁和其他不可避免的杂质。制备方法为:(1)在氮气下熔炼;(2)钢水随着结晶辊的转动导出形成铸带,水冷至室温;(3)热轧1~2道次,水冷至室温;(4)将热轧不锈钢薄带酸洗;(5)将不锈钢薄带进行冷轧;(6)固溶退火得成品。本发明值得的双相不锈钢薄带,具有优良的腐蚀性能;初始铸态组织得到细化,有利于后续加工中获得良好的性能;本发明的制备方法,抑制元素的偏析,有利于合金元素在经过后续轧制、固溶退火后更加均匀分布;成本低,生产流程简单易操作。

1. 一种双相不锈钢薄带的近终成形制备方法,其特征在于,具体包括以下步骤:

步骤1,熔炼:

在氮气的气氛下,熔炼炉的压力为1.0~1.1atm,按双相不锈钢薄带的成分配比,先熔炼电解铬、电解锰和纯铁,待熔化后再加入Fe (CrN) 合金,熔炼得到钢水浇铸到中间包;

步骤2,薄带连铸:

中间包中的钢水流入熔池,钢水随着结晶辊的转动导出形成铸带,结晶辊的转速为20~40m/min;铸带出辊以后迅速水冷至室温,得到的铸带宽度为100~150mm,厚度为1.8~2.5mm;

步骤3,热轧:

将铸带热轧1~2道次,开轧温度为1000~1100℃,热轧总压下量在25~40%,终轧温度为900~1000℃,热轧后水冷至室温,得到厚度为1.3~1.8mm的热轧不锈钢薄带;

步骤4,酸洗:

将热轧不锈钢薄带酸洗;

步骤5,冷轧:

将酸洗后的热轧不锈钢薄带,进行冷轧,冷轧总压下量60~70%,得到厚度为0.45~0.55mm的冷轧不锈钢薄带;

步骤6,固溶退火:

将冷轧不锈钢薄带,在900~1100℃保温200~450s,水冷至室温,得到双相不锈钢薄带,其成分按照质量百分比为:C:0.0001~0.03%;Cr:18~22%;Mn:5~7%;N:0.3~0.45%;Ni:0.0001~0.1%;余量为铁和其他不可避免的杂质,薄带的厚度为0.45~0.55mm;双相不锈钢薄带的奥氏体的体积含量为45~65%,室温时拉伸断裂强度800~1100MPa,屈服强度500~600MPa,断后延伸率45%~65%。

2. 根据权利要求1所述的双相不锈钢薄带的近终成形制备方法,其特征在于,所述的电解铬、电解锰和纯铁的熔炼温度为1460~1510℃。

一种双相不锈钢薄带及其近终成形制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于钢铁合金材料技术领域,特别涉及一种双相不锈钢薄带及其近终成形制备方法。

背景技术

[0002] 双相不锈钢在使用状态下的显微组织由各占约50%的铁素体和奥氏体相组成,因此兼有奥氏体不锈钢和铁素体不锈钢的特点。大力开发节约型双相不锈钢,替代304甚至316L等奥氏体不锈钢以达到节约资源与降低成本的目的。与传统双相不锈钢相比,“以Mn+N代Ni”的双相不锈钢因N含量较高,在浇铸成铸锭时容易产生气孔缺陷,影响成材率,造成资源的极大浪费。与常规双相不锈钢相比,节约型双相不锈钢因C、N含量更高且Mo元素含量更低,高温奥氏体固溶的间隙原子含量升高而具有更高的硬度,而高温铁素体中合金元素含量降低使高温硬度降低,因而热变形过程中两相的变形协调性更差,热变形过程中更易发生开裂,严重阻碍了大规模工业化生产。

[0003] 氮和镍同为强烈奥氏体形成及稳定元素,且氮的镍当量是镍的30倍,对于“以Mn、N代Ni”同时又保证奥氏体含量及稳定性是至关重要的。氮不仅能代替镍以降低成本,而且可以减小金属间相析出的敏感性,在不锈钢的间隙固溶强化及提高耐点蚀和缝隙腐蚀方面有极大优势。因此,适当提高双相不锈钢中的氮含量是实现其经济节约型和保证高性能的重要手段。

[0004] 双辊薄带连铸装置以两个反向旋转的冷却辊为结晶器,用液态金属直接生产薄带材;具有铸-轧结合的坯料生产特点,是真正的短流程、近终成形加工工艺,金属组织致密,消除了缩孔和疏松;在成形过程中避开了合金热塑性差的材料缺陷,通过凝固过程中的亚快速冷却(冷却速度可以达到 10^4 °C/s)控制显微组织,有助于组织细化和抑制成分偏析,为后续轧制提供合格的薄带坯,简化热轧工序,缩短生产流程,降低能源消耗,减小轧制难度,可以快速达到极薄规格,减少甚至消除边裂缺陷。

[0005] 经检索,专利CN103060717A公开了一种节铬型具有相变增塑效应的双相不锈钢及其制备方法,该双相不锈钢的成分及质量百分比: $0 < C \leq 0.06\%$, $S \leq 0.008\%$, $P \leq 0.01\%$, Cr:13.0~17.5%, Mn:5~17%, Ni:0.1~3.0%, Al或Si:0.5~2.5%, B:0.001~0.01%, 稀土Ce或Y:0.005~0.20,余量为铁,该工艺采用传统常规的制备方法,即合金熔炼→浇铸成铸锭→热锻→轧制。缺点为:在浇铸过程中,未能固溶的N容易在铸锭中造成气孔缺陷,影响成材率;在热锻及轧制过程中易造成边裂,影响板材的使用;合金成分中含有稀土元素,在提高性能的同时也增加了部分成本。

[0006] 专利CN103987867A公开了一种节约型双相不锈钢及其制备方法,采用薄带连铸的方法,减小出现气孔缺陷的几率,在随后的轧制过程中也易降低出现边裂的风险,其成分为:以重量计,0.04%或更少的C;0.2~3.0%或更少的Si;2~4%的Mn;19~23%的Cr;0.3~2.5%的Ni;0.2~0.3%的N;0.5~2.5%的Cu;余量为铁和其他不可避免的杂质。该双相不锈钢中仍然有相当含量的Ni等贵重元素,N含量也在0.3%以下,虽然延伸率达到55%以

上,但强度均在850MPa以下,未能充分发挥锰氮合金化在提高性能和降低成本方面的重要优势。

发明内容

[0007] 针对现有合金成分设计以及冶炼浇铸方面存在的问题,本发明提供一种GPa级高性能节约型双相不锈钢薄带及其近终成形制备方法,该方法是一种利用双辊薄带连铸技术制备具有TRIP效应的高强塑积节约型双相不锈钢薄带的方法。

[0008] 本发明双相不锈钢薄带,成分按照质量百分比为:C:0.0001~0.03%;Cr:18~22%;Mn:5~7%;N:0.3~0.45%;Ni:0.0001~0.1%;余量为铁和其他不可避免的杂质。

[0009] 本发明双相不锈钢薄带中几乎不含Ni,通过锰氮合金化,将N含量提高到0.3%以上,保证奥氏体相的比例及其稳定性。

[0010] 本发明双相不锈钢薄带的近终成形制备方法,先获得无边裂、板型良好的1.8~2.5mm的薄带,再经后续的热轧,酸洗,冷轧过程,得到板厚约为0.45~0.55mm的表面质量好、无边裂的冷轧薄板,通过优化的固溶退火工艺,可以进一步均匀组织,且获得适宜的奥氏体含量及适当的奥氏体稳定性,使其在塑性变形过程中发生TRIP效应,提高综合力学性能,得到极高的强塑积,具体包括以下步骤:

[0011] 步骤1,熔炼:

[0012] 在氮气的气氛下,熔炼炉的压力为1.0~1.1atm,按双相不锈钢薄带的成分配比,先熔炼电解铬、电解锰和纯铁,待熔化后再加入Fe(CrN)合金,熔炼得到钢水浇铸到中间包;

[0013] 步骤2,薄带连铸:

[0014] 中间包中的钢水流入熔池,钢水随着结晶辊的转动导出形成铸带,结晶辊的转速为20~40m/min;铸带出辊以后迅速水冷至室温,得到的铸带宽度为100~150mm,厚度为1.8~2.5mm;

[0015] 步骤3,热轧:

[0016] 将铸带热轧1~2道次,开轧温度为1000~1100℃,热轧总压下量在25~40%,终轧温度为900~1000℃,热轧后水冷至室温,得到厚度为1.3~1.8mm的热轧不锈钢薄带;

[0017] 步骤4,酸洗:

[0018] 将热轧不锈钢薄带酸洗;

[0019] 步骤5,冷轧:

[0020] 将酸洗后的热轧不锈钢薄带,进行冷轧,冷轧总压下量60~70%,得到厚度为0.45~0.55mm的冷轧不锈钢薄带;

[0021] 步骤6,固溶退火:

[0022] 将冷轧不锈钢薄带,在900~1100℃保温200~450s,水冷至室温,得到双相不锈钢薄带。

[0023] 其中:

[0024] 步骤1中,熔炼时在氮气的气氛下进行,加压抑制锰和氮的挥发,提高锰和氮的收得率;电解铬、电解锰和纯铁的熔炼温度为1460~1510℃;

[0025] 钢水由中间包流入熔池的过程,熔池内钢水固化时,超出氮的饱和溶解度的气体随结晶辊的转动而排放到外部,不会因气体的析出而在凝固组织中形成气孔,消除了传统

工艺中高氮含量易造成的气孔和缩孔缺陷。

[0026] 步骤2中,熔池为结晶辊和侧封板形成的空腔;钢带出辊以后迅速水冷以细化晶粒和抑制脆性相析出;

[0027] 步骤3中,水冷以抑制可能出现脆性相析出;

[0028] 步骤4中,酸洗过程为将热轧不锈钢薄带经硝酸、氢氟酸混酸酸洗,清除表面氧化层,提高表面质量,为冷轧提供合格原料;酸洗中酸的质量比为:浓度65~68% HNO_3 :浓度40~42% HF : H_2O =4:1:25。

[0029] 步骤5得到的冷轧不锈钢薄带,表面质量良好,无边裂;

[0030] 步骤6制得的双相不锈钢薄带的奥氏体的体积含量为45~65%,两相比例通过控制固溶温度来实现。

[0031] 本发明制备的双相不锈钢薄带固溶处理温度为900~1100 $^{\circ}\text{C}$,室温时拉伸断裂强度800~1100MPa,屈服强度500~600MPa,断后延伸率45%~65%。

[0032] 与现有技术相比,本发明有益效果为:

[0033] (1) 本发明的双相不锈钢薄带,含有较高的氮含量($\geq 0.3\%$),由于氮在铁素体相中的溶解度很低,根据经验,当氮含量超过0.2%时在双相不锈钢的铸坯中就极易出现气孔和缩孔缺陷,采用双辊薄带连铸技术可以很好地解决该类缺陷,提高成材率。一方面,在薄带连铸过程中,亚快速凝固能够保证快速通过铁素体单相区,进入双相区由于奥氏体相固溶氮的能力较强,能够保证氮的快速吸收;另一方面,超出氮的饱和溶解度极限的部分可以通过结晶辊排放到外部,消除气孔和缩孔缺陷。

[0034] (2) 通过“以Mn、N代Ni”降低成本,将双相不锈钢中的氮含量提高至0.3%以上,既能达到节约Ni资源的目的,又能保证双相不锈钢中奥氏体相的含量和稳定性,获得极为优异的综合力学性能,同时因为氮能提高双相不锈钢耐点蚀和缝隙腐蚀的能力,可以保证优良的腐蚀性能。

[0035] (3) 采用双辊薄带连铸技术生产高氮高性能节约型双相不锈钢薄带,简化生产流程,避免传统工艺中热轧时因双相不锈钢热塑性差而造成的边裂缺陷,为后续的冷轧工艺提供合格的原料。

[0036] (4) 双辊薄带连铸亚快速凝固效应可以细化初始铸态组织,有利于在后续的加工工艺中细化晶粒,获得更加优良的性能;亚快速凝固效应还可以抑制元素的偏析,有利于合金元素在经过后续轧制、固溶退火后更加均匀分布。

[0037] (5) 本发明制备的双相不锈钢薄带的近终成形制备方法,成本低,经济节约,制备出的薄带具有高性能且具有良好冷热加工性能。

附图说明

[0038] 图1本发明实施例1的双相不锈钢薄带的近终成形制备方法中薄带连铸制备的装置示意图,其中,1:钢包,2:中间包,3:熔池,4:结晶辊,5:铸带;

[0039] 图2本发明实施例1的双相不锈钢薄带的近终成形制备方法中薄带连铸获得的铸带;

[0040] 图3本发明实施例1的双相不锈钢薄带的近终成形制备方法中薄带连铸获得的铸带的光学显微组织图;

[0041] 图4本发明实施例1的双相不锈钢薄带的近终成形制备方法中经冷轧后获得的冷轧不锈钢薄带；

[0042] 图5本发明实施例1的双相不锈钢薄带的近终成形制备方法中经固溶处理后获得的双相不锈钢薄带的光学显微组织图；

[0043] 图6本发明实施例1的双相不锈钢薄带的近终成形制备方法经固溶处理后获得的双相不锈钢薄带的拉伸力学性能曲线；

[0044] 图7本发明实施例1的双相不锈钢薄带的近终成形制备方法经固溶处理后获得的双相不锈钢薄带中铁素体与奥氏体两相的比例；

[0045] 图8常规工艺制备节约型双相不锈钢薄带时铸锭中出现的气孔和缩孔缺陷；

[0046] 图9常规工艺制备节约型双相不锈钢薄带的铸坯经开坯轧制和热轧之后出现的边裂缺陷。

具体实施方式

[0047] 以下实施例中,采用的双辊薄带连铸机为专利CN103551532A公开的薄带连铸机;观测显微组织采用的是Leica光学显微镜。

[0048] 实施例1

[0049] 本发明双相不锈钢薄带,成分按照质量百分比为:C=0.018%;Cr=18.9%;Ni=0.052%;Mn=6.3%;N=0.38%;余量为铁和其他不可避免的杂质。

[0050] 双相不锈钢薄带的近终成形制备方法,具体包括以下步骤:

[0051] 步骤1,熔炼:

[0052] 在氮气的气氛下,熔炼炉的压力为1.0atm,按双相不锈钢薄带的成分配比,在1475℃先熔炼电解铬、电解锰和纯铁,待熔化后再加入Fe(CrN)合金,熔炼得到钢水浇铸到中间包,其中,熔炼时在氮气气氛下进行,加压抑制锰和氮的挥发,提高锰和氮的收得率;

[0053] 步骤2,薄带连铸:

[0054] 中间包中的钢水流入熔池,钢水随着结晶辊的转动导出形成铸带,结晶辊的转速为30m/min;铸带出辊以后迅速水冷至室温,以细化晶粒和抑制脆性相析出,得到的铸带宽度为100mm,厚度为2.2mm;

[0055] 其中,熔池为熔池为结晶辊和侧封板形成的空腔;钢水由中间包流入熔池的过程,熔池内钢水固化时,超出氮气的饱和溶解度的气体随结晶辊的转动而排放到外部,不会因气体的析出而在凝固组织中形成气孔,消除了传统工艺中高氮含量易造成的气孔和缩孔缺陷。

[0056] 步骤3,热轧:

[0057] 将铸带热轧2道次,将铸带在加热炉内加热,1050℃保温3min,开轧温度为1050℃,热轧总压下量在30%,终轧温度为980℃,热轧后水冷至室温,以抑制可能出现的脆性相析出,得到厚度为1.54mm的热轧不锈钢薄带;

[0058] 步骤4,酸洗:

[0059] 将热轧不锈钢薄带经硝酸、氢氟酸混酸酸洗,酸洗中酸的比例 $\text{HNO}_3:\text{HF}:\text{H}_2\text{O}=4:1:25$,清除表面氧化层,提高表面质量,为冷轧提供合格原料;

[0060] 步骤5,冷轧:

[0061] 将酸洗后的热轧不锈钢薄带,进行冷轧,冷轧总压下量68%,得到厚度为0.5mm的冷轧不锈钢薄带;

[0062] 步骤6,固溶退火:

[0063] 将冷轧不锈钢薄带,在1050℃保温300s,水冷至室温,以抑制脆性相析出,得到具有TRIP效应的双相不锈钢薄带。

[0064] 步骤6制得的双相不锈钢薄带的铁素体和奥氏体的含量分别为46%和54%,两相比例通过控制固溶温度来实现。

[0065] 本实施例的双相不锈钢薄带的近终成形制备方法中薄带连铸的装置示意图见图1;经步骤2薄带连铸得到的铸带见图2;铸带的光学显微组织见图3;经步骤5制备的冷轧双相不锈钢薄带见图4,如图可见表面质量良好,无边裂;经步骤6后,获得的双相不锈钢薄带,其点蚀当量(PREN值)为24,光学显微组织如图5所示;其室温拉伸断裂强度达到1000MPa,屈服强度510MPa,断后延伸率达到65%,强塑积可达65GPa%,拉伸力学性能曲线如图6所示。

[0066] 实施例2

[0067] 双相不锈钢薄带,成分按照质量百分比为:C=0.021%;Cr=19.6%;Ni=0.045%;Mn=5.6%;N=0.31%;余量为铁和其他不可避免的杂质。

[0068] 双相不锈钢薄带的近终成形制备方法,具体包括以下步骤:

[0069] 步骤1,熔炼:

[0070] 在氮气的气氛下,熔炼炉的压力为1.0atm,按双相不锈钢薄带的成分配比,在1500℃先熔炼电解铬、电解锰和纯铁,待熔化后再加入Fe(CrN)合金,熔炼得到钢水浇铸到中间包,其中,熔炼时在氮气气氛下进行,加压抑制锰和氮的挥发,提高锰和氮的收得率;

[0071] 步骤2,薄带连铸:

[0072] 中间包中的钢水流入熔池,,钢水随着结晶辊的转动导出形成铸带,结晶辊的转速为25m/min;铸带出辊以后迅速水冷至室温,以细化晶粒和抑制脆性相析出,得到的铸带宽度为100mm,厚度为2.0mm;

[0073] 其中,熔池为熔池为结晶辊和侧封板形成的空腔;钢水由中间包流入熔池的过程,熔池内钢水固化时,超出氮气的饱和溶解度的气体随结晶辊的转动而排放到外部,不会因气体的析出而在凝固组织中形成气孔,消除了传统工艺中高氮含量易造成的气孔和缩孔缺陷。

[0074] 步骤3,热轧:

[0075] 将铸带热轧2道次,将铸带在加热炉内加热,1050℃保温3min,开轧温度为1050℃,热轧总压下量在30%,终轧温度为970℃,热轧后水冷至室温,以抑制可能出现的脆性相析出,得到厚度为1.4mm的热轧不锈钢薄带;

[0076] 步骤4,酸洗:

[0077] 将热轧不锈钢薄带经硝酸、氢氟酸混酸酸洗,酸洗中酸的比例 $\text{HNO}_3:\text{HF}:\text{H}_2\text{O}=4:1:25$,清除表面氧化层,提高表面质量,为冷轧提供合格原料;

[0078] 步骤5,冷轧:

[0079] 将酸洗后的热轧不锈钢薄带,进行冷轧,冷轧总压下量68%,得到厚度为0.45mm的冷轧不锈钢薄带;

[0080] 步骤6,固溶退火:

[0081] 将冷轧不锈钢薄带,在1000℃保温350s,水冷至室温,以抑制脆性相析出,得到具有TRIP效应的双相不锈钢薄带。

[0082] 步骤6制得的双相不锈钢薄带铁素体与奥氏体的比例为48%和52%,两相比例通过控制固溶温度来实现。

[0083] 本实施例的双相不锈钢薄带,其点蚀当量(PREN值)为23.3;室温拉伸断裂强度达到930MPa,屈服强度为500MPa,断后延伸率达到54%,强塑积可达50GPa%。

[0084] 实施例3

[0085] 双相不锈钢薄带,成分按照质量百分比为:C=0.014%;Cr=20.3%;Ni=0.032%;Mn=6.8%;N=0.45%;余量为铁和其他不可避免的杂质。

[0086] 双相不锈钢薄带的近终成形制备方法,具体包括以下步骤:

[0087] 步骤1,熔炼:

[0088] 在氮气的气氛下,熔炼炉的压力为1.0atm,按双相不锈钢薄带的成分配比,在1470℃先熔炼电解铬、电解锰和纯铁,待熔化后再加入Fe(CrN)合金,熔炼得到钢水浇铸到中间包,其中,熔炼时在氮气气氛下进行,加压抑制锰和氮的挥发,提高锰和氮的收得率;

[0089] 步骤2,薄带连铸:

[0090] 中间包中的钢水流入熔池,钢水随着结晶辊的转动导出形成铸带,结晶辊的转速为30m/min;铸带出辊以后迅速水冷至室温,以细化晶粒和抑制脆性相析出,得到的铸带宽度为100mm,厚度为2.5mm;

[0091] 其中,熔池为熔池为结晶辊和侧封板形成的空腔;钢水由中间包流入熔池的过程,熔池内钢水固化时,超出氮气的饱和溶解度的气体随结晶辊的转动而排放到外部,不会因气体的析出而在凝固组织中形成气孔,消除了传统工艺中高氮含量易造成的气孔和缩孔缺陷。

[0092] 步骤3,热轧:

[0093] 将铸带热轧2道次,将铸带在加热炉内加热,1050℃保温3min,开轧温度为1050℃,热轧总压下量在40%,终轧温度为920℃,热轧后水冷至室温,以抑制可能出现的脆性相析出,得到厚度为1.5mm的热轧不锈钢薄带;

[0094] 步骤4,酸洗:

[0095] 将热轧不锈钢薄带经硝酸、氢氟酸混酸酸洗,酸洗中酸的比例 $\text{HNO}_3:\text{HF}:\text{H}_2\text{O}=4:1:25$,清除表面氧化层,提高表面质量,为冷轧提供合格原料;

[0096] 步骤5,冷轧:

[0097] 将酸洗后的热轧不锈钢薄带,进行冷轧,冷轧总压下量63%,得到厚度为0.55mm的冷轧不锈钢薄带;

[0098] 步骤6,固溶退火:

[0099] 将冷轧不锈钢薄带,在1050℃保温300s,水冷至室温,以抑制脆性相析出,得到具有TRIP效应的双相不锈钢薄带。

[0100] 步骤6制得的双相不锈钢薄带铁素体与奥氏体的比例为40%和60%,两相比例通过控制固溶温度来实现。

[0101] 本实施例的双相不锈钢薄带,其点蚀当量(PREN值)为27;室温拉伸断裂强度达到900MPa,屈服强度540MPa,断后延伸率达到51%,强塑积可达46GPa%。

[0102] 实施例4

[0103] 双相不锈钢薄带,成分按照质量百分比为:C=0.023%;Cr=18.1%;Ni=0.023%;Mn=6.1%;N=0.35%;余量为铁和其他不可避免的杂质。

[0104] 双相不锈钢薄带的近终成形制备方法,具体包括以下步骤:

[0105] 步骤1,熔炼:

[0106] 在氮气的气氛下,熔炼炉的压力为1.0atm,按双相不锈钢薄带的成分配比,在1490℃先熔炼电解铬、电解锰和纯铁,待熔化后再加入Fe (CrN) 合金,熔炼得到钢水浇铸到中间包,其中,熔炼时在氮气气氛下进行,加压抑制锰和氮的挥发,提高锰和氮的收得率;

[0107] 步骤2,薄带连铸:

[0108] 中间包中的钢水流入熔池,钢水随着结晶辊的转动导出形成铸带,结晶辊的转速为30m/min;铸带出辊以后迅速水冷至室温,以细化晶粒和抑制脆性相析出,得到的铸带宽度为100mm,厚度为2.4mm;

[0109] 其中,熔池为熔池为结晶辊和侧封板形成的空腔;钢水由中间包流入熔池的过程,熔池内钢水固化时,超出氮气的饱和溶解度的气体随结晶辊的转动而排放到外部,不会因气体的析出而在凝固组织中形成气孔,消除了传统工艺中高氮含量易造成的气孔和缩孔缺陷。

[0110] 步骤3,热轧:

[0111] 将铸带热轧1道次,将铸带在加热炉内加热,1050℃保温3min,开轧温度为1050℃,热轧总压下量在25%,终轧温度为1000℃,热轧后水冷至室温,以抑制可能出现的脆性相析出,得到厚度为1.8mm的热轧不锈钢薄带;

[0112] 步骤4,酸洗:

[0113] 将热轧不锈钢薄带经硝酸、氢氟酸混酸酸洗,酸洗中酸的比例 $\text{HNO}_3:\text{HF}:\text{H}_2\text{O}=4:1:25$,清除表面氧化层,提高表面质量,为冷轧提供合格原料;

[0114] 步骤5,冷轧:

[0115] 将酸洗后的热轧不锈钢薄带,进行冷轧,冷轧总压下量67%,得到厚度为0.5mm的冷轧不锈钢薄带;

[0116] 步骤6,固溶退火:

[0117] 将冷轧不锈钢薄带,在1050℃保温300s,水冷至室温,以抑制脆性相析出,得到具有TRIP效应的双相不锈钢薄带。

[0118] 步骤6制得的双相不锈钢薄带铁素体与奥氏体的比例为45%和55%,两相比例通过控制固溶温度来实现。

[0119] 本实施例的双相不锈钢薄带,其点蚀当量(PREN值)为22.5;室温拉伸断裂强度达到980MPa,屈服强度520MPa,断后延伸率达到56%,强塑积可达55GPa%。

[0120] 实施例5

[0121] 双相不锈钢薄带,成分按照质量百分比为:C=0.016%;Cr=21.1%;Ni=0.01%;Mn=5.2%;N=0.32%;余量为铁和其他不可避免的杂质。

[0122] 双相不锈钢薄带的近终成形制备方法,具体包括以下步骤:

[0123] 步骤1,熔炼:

[0124] 在氮气的气氛下,熔炼炉的压力为1.0atm,按双相不锈钢薄带的成分配比,在1465

℃先熔炼电解铬、电解锰和纯铁，待熔化后再加入Fe (CrN) 合金，熔炼得到钢水浇铸到中间包，其中，熔炼时在氮气气氛下进行，加压抑制锰和氮的挥发，提高锰和氮的收得率；

[0125] 步骤2，薄带连铸：

[0126] 中间包中的钢水流入熔池，钢水随着结晶辊的转动导出形成铸带，结晶辊的转速为32m/min；铸带出辊以后迅速水冷至室温，以细化晶粒和抑制脆性相析出，得到的铸带宽度为100mm，厚度为2.0mm；

[0127] 其中，熔池为熔池为结晶辊和侧封板形成的空腔；钢水由中间包流入熔池的过程，熔池内钢水固化时，超出氮气的饱和溶解度的气体随结晶辊的转动而排放到外部，不会因气体的析出而在凝固组织中形成气孔，消除了传统工艺中高氮含量易造成的气孔和缩孔缺陷。

[0128] 步骤3，热轧：

[0129] 将铸带热轧1道次，将铸带在加热炉内加热，1020℃保温3min，开轧温度为1020℃，热轧总压下量在27%，终轧温度为980℃，热轧后水冷至室温，以抑制可能出现的脆性相析出，得到厚度为1.3mm的热轧不锈钢薄带；

[0130] 步骤4，酸洗：

[0131] 将热轧不锈钢薄带经硝酸、氢氟酸混酸酸洗，酸洗中酸的比例 $\text{HNO}_3:\text{HF}:\text{H}_2\text{O}=4:1:25$ ，清除表面氧化层，提高表面质量，为冷轧提供合格原料；

[0132] 步骤5，冷轧：

[0133] 将酸洗后的热轧不锈钢薄带，进行冷轧，冷轧总压下量62%，得到厚度为0.5mm的冷轧不锈钢薄带；

[0134] 步骤6，固溶退火：

[0135] 将冷轧不锈钢薄带，在1100℃保温200s，水冷至室温，以抑制脆性相析出，得到具有TRIP效应的双相不锈钢薄带。

[0136] 步骤6制得的双相不锈钢薄带铁素体与奥氏体的比例为51%和49%，两相比例通过控制固溶温度来实现。

[0137] 本实施例的双相不锈钢薄带，其点蚀当量(PREN值)为25.5；室温拉伸断裂强度达到910MPa，屈服强度505MPa，断后延伸率达到62%，强塑积可达56.4GPa%。

[0138] 实施例6

[0139] 双相不锈钢薄带，成分按照质量百分比为： $\text{C}=0.018\%$ ； $\text{Cr}=18.9\%$ ； $\text{Ni}=0.052\%$ ； $\text{Mn}=6.3\%$ ； $\text{N}=0.38\%$ ；余量为铁和其他不可避免的杂质。

[0140] 双相不锈钢薄带的近终成形制备方法，具体包括以下步骤：

[0141] 步骤1，熔炼：

[0142] 在氮气的气氛下，熔炼炉的压力为1.0atm，按双相不锈钢薄带的成分配比，在1475℃先熔炼电解铬、电解锰和纯铁，待熔化后再加入Fe (CrN) 合金，熔炼得到钢水浇铸到中间包，其中，熔炼时在氮气气氛下进行，加压抑制锰和氮的挥发，提高锰和氮的收得率；

[0143] 步骤2，薄带连铸：

[0144] 中间包中的钢水流入熔池，钢水随着结晶辊的转动导出形成铸带，结晶辊的转速为30m/min；铸带出辊以后迅速水冷至室温，以细化晶粒和抑制脆性相析出，得到的铸带宽度为100mm，厚度为2.2mm；

[0145] 其中,熔池为熔池为结晶辊和侧封板形成的空腔;钢水由中间包流入熔池的过程,熔池内钢水固化时,超出氮气的饱和溶解度的气体随结晶辊的转动而排放到外部,不会因气体的析出而在凝固组织中形成气孔,消除了传统工艺中高氮含量易造成的气孔和缩孔缺陷。

[0146] 步骤3,热轧:

[0147] 将铸带热轧2道次,将铸带在加热炉内加热,1050℃保温3min,开轧温度为1050℃,热轧总压下量在30%,终轧温度为980℃,热轧后水冷至室温,以抑制可能出现的脆性相析出,得到厚度为1.54mm的热轧不锈钢薄带;

[0148] 步骤4,酸洗:

[0149] 将热轧不锈钢薄带经硝酸、氢氟酸混酸酸洗,酸洗中酸的比例 $\text{HNO}_3:\text{HF}:\text{H}_2\text{O}=4:1:25$,清除表面氧化层,提高表面质量,为冷轧提供合格原料;

[0150] 步骤5,冷轧:

[0151] 将酸洗后的热轧不锈钢薄带,进行冷轧,冷轧总压下量68%,得到厚度为0.5mm的冷轧不锈钢薄带;

[0152] 步骤6,固溶退火:

[0153] 将冷轧不锈钢薄带,在900℃保温450s,水冷至室温,以抑制脆性相析出,得到具有TRIP效应的双相不锈钢薄带。

[0154] 步骤6制得的双相不锈钢薄带铁素体与奥氏体的比例为42%和58%,两相比例通过控制固溶温度来实现。

[0155] 本实施例的双相不锈钢薄带,其点蚀当量(PREN值)为24;室温拉伸断裂强度达到1070MPa,屈服强度590MPa,断后延伸率达到56%,强塑积可达59.9GPa%。

[0156] 实施例7

[0157] 双相不锈钢薄带,成分按照质量百分比为:C=0.015%;Cr=19.5%;Ni=0.07%;Mn=6.0%;N=0.36%;余量为铁和其他不可避免的杂质。

[0158] 双相不锈钢薄带的近终成形制备方法,具体包括以下步骤:

[0159] 步骤1,熔炼:

[0160] 在氮气的气氛下,熔炼炉的压力为1.0atm,按双相不锈钢薄带的成分配比,在1505℃先熔炼电解铬、电解锰和纯铁,待熔化后再加入Fe(CrN)合金,熔炼得到钢水浇铸到中间包,其中,熔炼时在氮气气氛下进行,加压抑制锰和氮的挥发,提高锰和氮的收得率;

[0161] 步骤2,薄带连铸:

[0162] 中间包中的钢水流入熔池,钢水随着结晶辊的转动导出形成铸带,结晶辊的转速为35m/min;铸带出辊以后迅速水冷至室温,以细化晶粒和抑制脆性相析出,得到的铸带宽度为100mm,厚度为2.0mm;

[0163] 其中,熔池为熔池为结晶辊和侧封板形成的空腔;钢水由中间包流入熔池的过程,熔池内钢水固化时,超出氮气的饱和溶解度的气体随结晶辊的转动而排放到外部,不会因气体的析出而在凝固组织中形成气孔,消除了传统工艺中高氮含量易造成的气孔和缩孔缺陷。

[0164] 步骤3,热轧:

[0165] 将铸带热轧2道次,将铸带在加热炉内加热,1000℃保温3min,开轧温度为1000℃,

热轧总压下量在30%，终轧温度为900℃，热轧后水冷至室温，以抑制可能出现的脆性相析出，得到厚度为1.4mm的热轧不锈钢薄带；

[0166] 步骤4，酸洗：

[0167] 将热轧不锈钢薄带经硝酸、氢氟酸混酸酸洗，酸洗中酸的比例 $\text{HNO}_3:\text{HF}:\text{H}_2\text{O}=4:1:25$ ，清除表面氧化层，提高表面质量，为冷轧提供合格原料；

[0168] 步骤5，冷轧：

[0169] 将酸洗后的热轧不锈钢薄带，进行冷轧，冷轧总压下量64%，得到厚度为0.5mm的冷轧不锈钢薄带；

[0170] 步骤6，固溶退火：

[0171] 将冷轧不锈钢薄带，在1070℃保温250s，水冷至室温，以抑制脆性相析出，得到具有TRIP效应的双相不锈钢薄带。

[0172] 步骤6制得的双相不锈钢薄带铁素体与奥氏体的比例为44%和56%，两相比例通过控制固溶温度来实现。

[0173] 本实施例的双相不锈钢薄带，其点蚀当量(PREN值)为24.3；室温拉伸断裂强度达到995MPa，屈服强度530MPa，断后延伸率达到60%，强塑积可达59.7GPa%。

[0174] 实施例8

[0175] 双相不锈钢薄带，成分按照质量百分比为： $\text{C}=0.03\%$ ； $\text{Cr}=21.7\%$ ； $\text{Ni}=0.03\%$ ； $\text{Mn}=5.5\%$ ； $\text{N}=0.31\%$ ；余量为铁和其他不可避免的杂质。

[0176] 双相不锈钢薄带的近终成形制备方法，具体包括以下步骤：

[0177] 步骤1，熔炼：

[0178] 在氮气的气氛下，熔炼炉的压力为1.0atm，按双相不锈钢薄带的成分配比，在1465℃先熔炼电解铬、电解锰和纯铁，待熔化后再加入Fe(CrN)合金，熔炼得到钢水浇铸到中间包，其中，熔炼时在氮气气氛下进行，加压抑制锰和氮的挥发，提高锰和氮的收得率；

[0179] 步骤2，薄带连铸：

[0180] 中间包中的钢水流入熔池，钢水随着结晶辊的转动导出形成铸带，结晶辊的转速为35m/min；铸带出辊以后迅速水冷至室温，以细化晶粒和抑制脆性相析出，得到的铸带宽度为100mm，厚度为2.3mm；

[0181] 其中，熔池为熔池为结晶辊和侧封板形成的空腔；钢水由中间包流入熔池的过程，熔池内钢水固化时，超出氮气的饱和溶解度的气体随结晶辊的转动而排放到外部，不会因气体的析出而在凝固组织中形成气孔，消除了传统工艺中高氮含量易造成的气孔和缩孔缺陷。

[0182] 步骤3，热轧：

[0183] 将铸带热轧2道次，将铸带在加热炉内加热，1100℃保温3min，开轧温度为1100℃，热轧总压下量在39%，终轧温度为1000℃，热轧后水冷至室温，以抑制可能出现的脆性相析出，得到厚度为1.4mm的热轧不锈钢薄带；

[0184] 步骤4，酸洗：

[0185] 将热轧不锈钢薄带经硝酸、氢氟酸混酸酸洗，酸洗中酸的比例 $\text{HNO}_3:\text{HF}:\text{H}_2\text{O}=4:1:25$ ，清除表面氧化层，提高表面质量，为冷轧提供合格原料；

[0186] 步骤5，冷轧：

[0187] 将酸洗后的热轧不锈钢薄带,进行冷轧,冷轧总压下量68%,得到厚度为0.45mm的冷轧不锈钢薄带;

[0188] 步骤6,固溶退火:

[0189] 将冷轧不锈钢薄带,在1050℃保温300s,水冷至室温,以抑制脆性相析出,得到具有TRIP效应的双相不锈钢薄带。

[0190] 步骤6制得的双相不锈钢薄带铁素体与奥氏体的比例为53%和47%,两相比比例通过控制固溶温度来实现。

[0191] 本实施例的双相不锈钢薄带,其点蚀当量(PREN值)为25.5;室温拉伸断裂强度达到870MPa,屈服强度500MPa,断后延伸率达到63%,强塑积可达54.8GPa%。

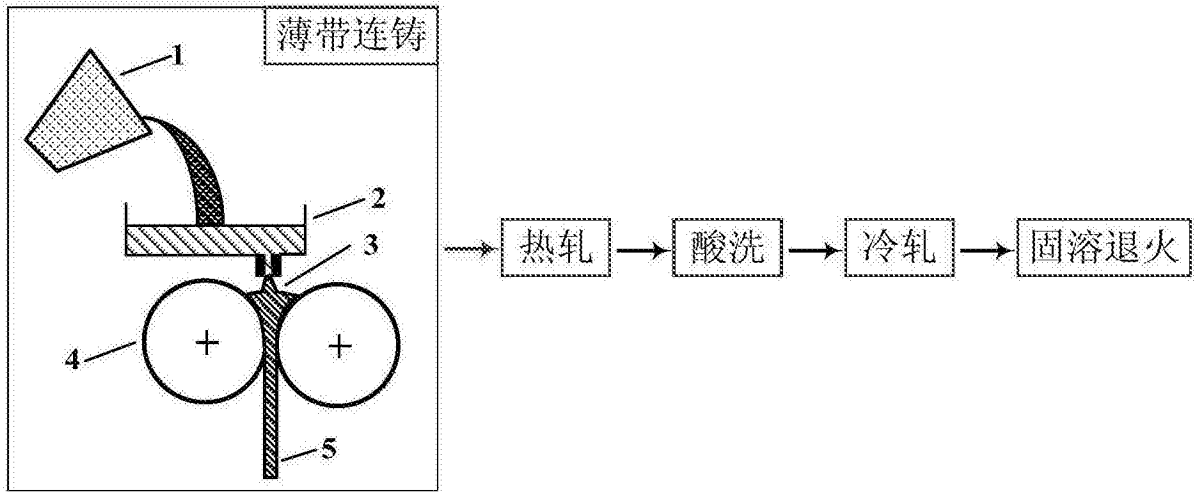


图1

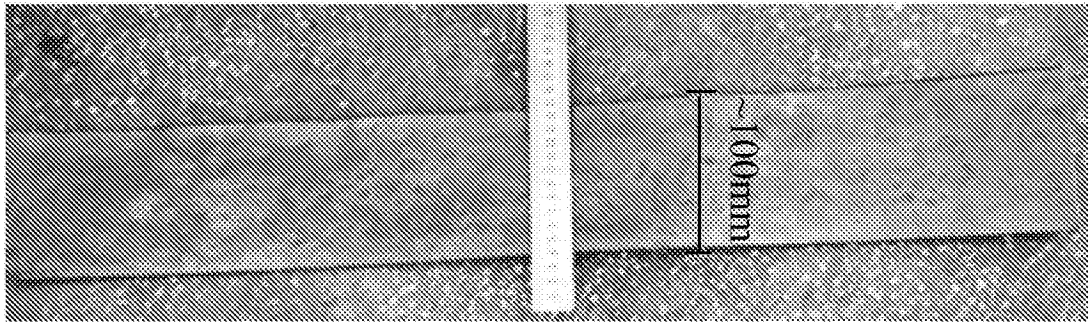


图2

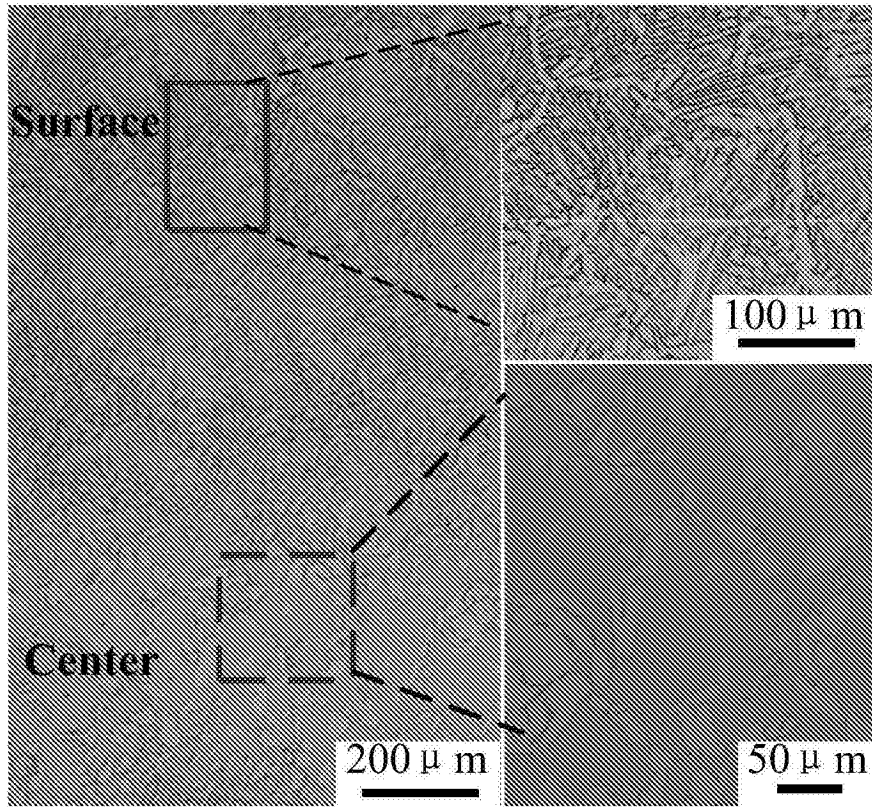


图3

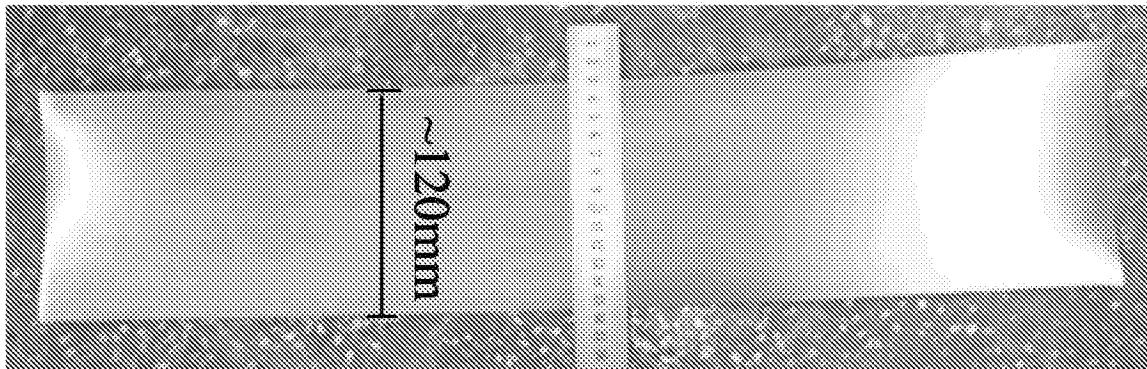


图4

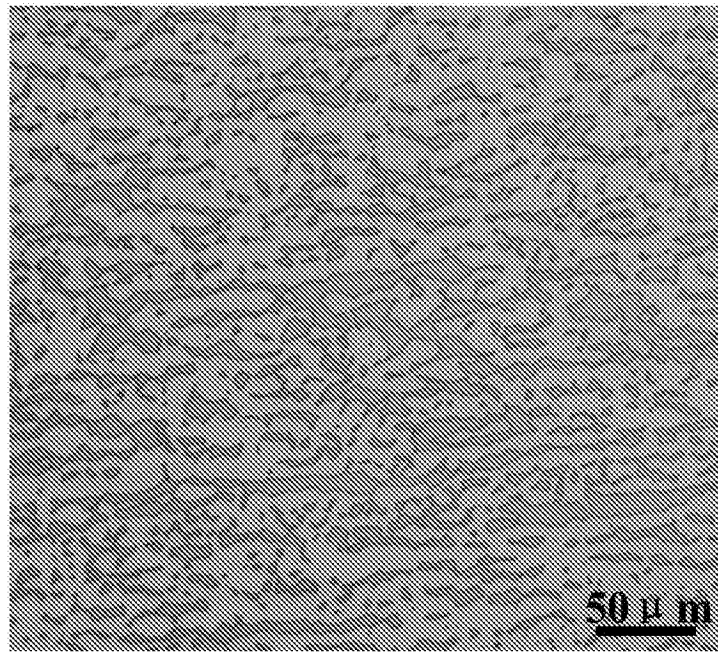


图5

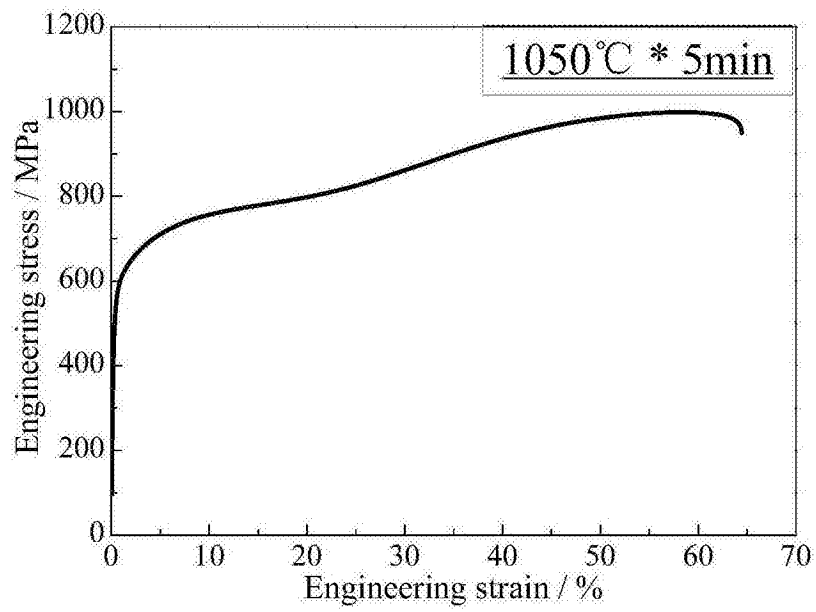


图6

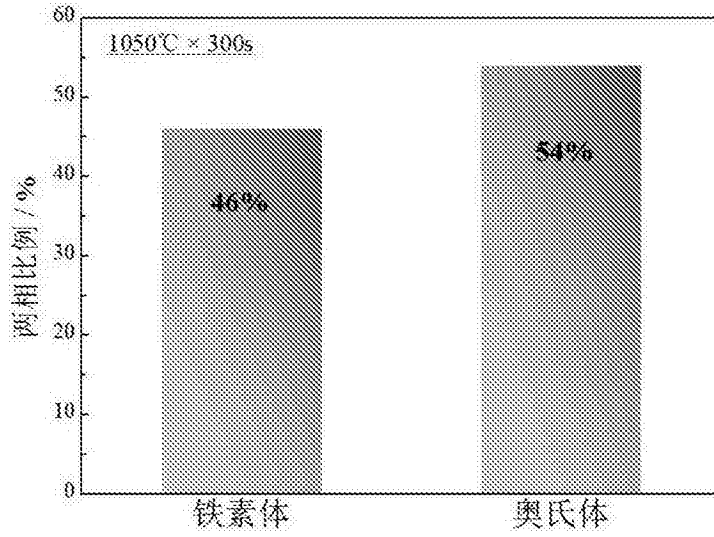


图7

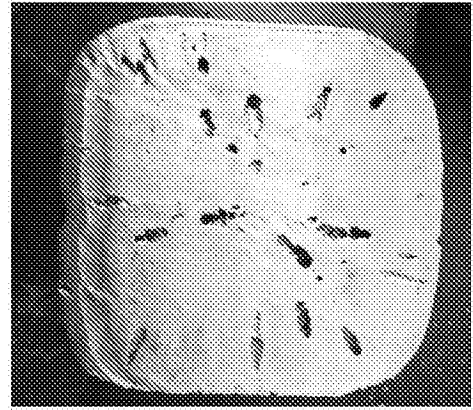


图8

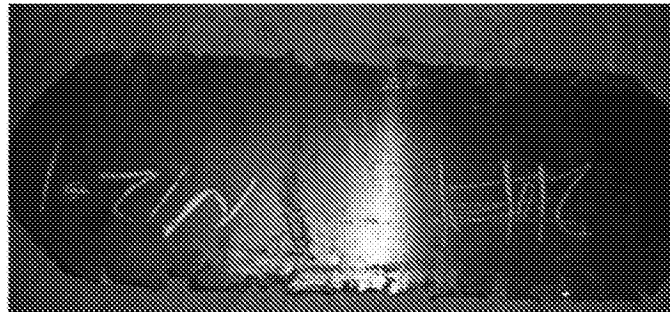


图9