



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104946972 B

(45)授权公告日 2017.01.25

(21)申请号 201510394197.6

G22C 38/42(2006.01)

(22)申请日 2015.07.07

G22C 38/40(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

G22C 38/20(2006.01)

申请公布号 CN 104946972 A

G22C 38/18(2006.01)

G22C 33/04(2006.01)

(43)申请公布日 2015.09.30

(73)专利权人 常州东大中天钢铁研究院有限公司

地址 213164 江苏省常州市常武中路801号  
常州科教城天鸿科技大厦A座5楼

(72)发明人 豆乃远 万文华

(74)专利代理机构 常州市英诺创信专利代理事务所(普通合伙) 32258

代理人 郑云

(51)Int.Cl.

G22C 38/06(2006.01)

## (56)对比文件

JP 特開2004-76070 A,2004.03.11,说明书第[0002]、[0026]段,表1实验例2.

JP 特開平5-135623 A,1993.06.01,全文.

JP 平4-191351 A,1992.07.09,全文.

JP 特開平4-263045 A,1992.09.18,全文.

JP 昭64-10502 A,1989.01.13,全文.

CN 102560237 A,2012.07.11,全文.

CN 103681569 A,2014.03.26,全文.

CN 103469061 A,2013.12.25,全文.

审查员 陈超

权利要求书2页 说明书7页

## (54)发明名称

一种二极管引线用钢盘条及其生产工艺

## (57)摘要

本发明涉及一种钢及其生产方法,具体来说涉及一种二极管引线用钢盘条及其生产工艺。钢盘条化学成份按重量百分数计为,[C]0.03%~0.06%、[Si]0.02%~0.05%、[Mn]0.18%~0.28%、[Al]≥0.020%、[P]≤0.015%、[S]≤0.015%、[Cr]/[Ni]/[Cu]≤0.20%、[Ca]≤10ppm,其余为Fe和不可避免的杂质。制备方法包括转炉冶炼工序、RH碳脱氧工序、LF精炼工序、连铸工序和轧制工序步骤。解决了目前二极管引线用钢盘条存在的拉拔性能不良、易产生冷加工开裂、纯净度不高、质量不稳定等技术难题。

1. 一种二极管引线用钢盘条的制备方法,其特征在于:

所述的钢盘条化学成份按重量百分数计为, $[C]0.03\% \sim 0.06\%$ 、 $[Si]0.02\% \sim 0.05\%$ 、 $[Mn]0.18\% \sim 0.28\%$ 、 $[Al] \geq 0.020\%$ 、 $[P] \leq 0.015\%$ 、 $[S] \leq 0.015\%$ 、 $[Cr]/[Ni]/[Cu] \leq 0.20\%$ 、 $[Ca] \leq 10\text{ppm}$ ,其余为Fe和不可避免的杂质;

所述的制备方法包括转炉冶炼工序、RH碳脱氧工序、LF精炼工序、连铸工序和轧制工序步骤,具体操作如下,

(1)转炉冶炼工序

转炉冶炼采用优质铁水,终点 $[C]$ 控制在 $0.08\% \sim 0.13\%$ ,终点 $[P] \leq 0.012\%$ ,出钢过程采用滑板挡渣操作,严禁下渣出钢,出钢时间为 $3 \sim 4\text{min}$ ;

(2)RH碳脱氧工序

RH采用真空碳脱氧工艺进行预脱氧,真空保持在 $300\text{Pa}$ 以下保持 $2 \sim 3\text{min}$ ,确保RH破真空后 $[C] \leq 0.05\%$ ;破真空后往炉内依次加入脱氧剂铝饼、合金、低硅合成渣和石灰;

(3)LF精炼工序

确保LF精炼炉密封良好,炉内为还原性气氛,精炼前期加入铝粒和电石,进行钢渣界面脱氧,精炼中后期不加脱氧剂,全程底吹大氩气量搅拌,出站前不喂硅钙线,出站后软吹氩操作,确保渣面蠕动,钢液不裸露;

(4)连铸工序

软吹后吊包温度设置为,开浇炉次 $1625 \sim 1645^\circ\text{C}$ 、连浇炉次 $1600 \sim 1620^\circ\text{C}$ ,连铸采用较高过热度、较低拉速浇注,过热度控制在 $25 \sim 40^\circ\text{C}$ ,拉速 $1.70 \sim 1.80\text{m/min}$ ,二冷采用中冷配水模式,

连铸采用整体式密封镁质干式料中间包,中间包与包盖之间垫放耐火棉并在各接缝处用涂抹料涂抹密封,结晶器选用包晶钢保护渣,保护渣自动加入,确保加入量均匀;

(5)轧制工序

轧制采用高吐丝温度、缓冷工艺,均热炉温度 $1050 \sim 1120^\circ\text{C}$ ,开轧温度 $965 \pm 20^\circ\text{C}$ ,吐丝温度 $925 \pm 15^\circ\text{C}$ ,入口段辊道速度 $11 \sim 15\text{m/min}$ ,风机关闭,保温罩关闭。

2. 如权利要求1所述的二极管引线用钢盘条的制备方法,其特征在于:步骤(1)中,炼钢原料为优质铁水,要求 $[Si]0.30\% \sim 0.60\%$ 、 $[P] \leq 0.12\%$ 、 $[S] \leq 0.020\%$ ,温度 $T \geq 1300^\circ\text{C}$ ,出钢温度为 $1640 \sim 1680^\circ\text{C}$ 。

3. 如权利要求1所述的二极管引线用钢盘条的制备方法,其特征在于:步骤(2)中,所述合金为低碳锰铁,加入量相对于钢水的量为 $2 \sim 2.4\text{kg/吨}$ ;铝饼、低硅合成渣和石灰的加入量相对于钢水的量为铝饼 $1.5 \sim 2.0\text{kg/吨}$ 、低硅合成渣 $500 \sim 600\text{kg/炉}$ 和石灰 $700 \sim 800\text{kg/炉}$ ,加入完毕后,喂铝线 $380 \sim 420\text{m/炉}$ 调铝至 $0.065\% \sim 0.075\%$ 。

4. 如权利要求1所述的二极管引线用钢盘条的制备方法,其特征在于:步骤(3)中,电石加入量为 $20 \sim 30\text{kg/炉}$ ,铝粒加入量为 $30 \sim 50\text{kg/炉}$ ;全程底吹大氩气量搅拌压力 $1.0 \sim 1.2\text{MPa}$ ,流量 $300 \sim 400\text{NL/min}$ ,出站后进行钢包底软吹氩操作,软吹氩流量 $70 \sim 100\text{NL/min}$ ,确保渣面蠕动效果,钢液不裸露,软吹氩时间 $\geq 30\text{分钟}$ 。

5. 如权利要求1所述的二极管引线用钢盘条的制备方法,其特征在于:步骤(4)中,结晶器保护渣使用日建DC19925H包晶钢保护渣,其中碱度为 $R = 0.95 \sim 1.10$ ,熔点 $1100 \sim 1200^\circ\text{C}$ ,粘度为 $14 \sim 16\text{Pa}\cdot\text{S}/1300^\circ\text{C}$ , $\text{H}_2\text{O} \leq 0.20\%$ ;每隔2小时测量一次液渣层厚度,确保液渣层

深度为8~10mm;结晶器一冷水流量为 $1750 \pm 100$ L/min,确保一冷水温差7~9℃;中包水口直径 $\geq \Phi 30$ mm,水口插入深度为90~100mm,使用5.5~6h进行更换。

## 一种二极管引线用钢盘条及其生产工艺

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种钢及其生产方法,具体来说涉及一种二极管引线用钢盘条及其生产工艺。

### 背景技术

[0002] 二极管引线是二极管中与芯片连接的金属导体。通常,二极管引线的材质为无氧铜、合金铜或铜包钢线,要求材质具有高纯净度,良好的导电性,良好的加工性能和良好的塑性指标、合适的强度等特点。

[0003] 由于铜资源相对匮乏,铜的价格长期居高不下,因此,无氧铜和合金铜用于制作二极管引线会大大增加二极管生产厂家的成本,为了降低二极管企业的生产成本,提高产品竞争力,二极管引线厂家采用钢丝外围包裹90%以上铜层的复合线材,它利用低压高频信号的趋肤效应,在高频区沿表面行走,所以只要铜层厚度达到一定范围,某个频率段的信号就能被确保传递。

[0004] 该产品所用材料,是以延展性极佳、导电性优良的低碳钢为芯材,外层包覆特殊的无氧铜层,经多道拉拔工序制造而成。其铜钢复合界面呈冶金结构,线径圆整,线表光亮,它是传统以纯铜线为二极管引线材质的最佳替代品,这一产品的推出,将使二极管生产厂家的制造成本大幅下降,使制造厂商在产品的市场份额以及产品的价格上更具竞争优势。

[0005] 目前,二极管引线用钢通常采用SWRCH6A盘条来生产。其组分及重量百分比为:[C]:0.04%~0.08%、[Si]0.05%~0.09%、[Mn]≤0.60%、[Al]≥0.020%、[P]≤0.020%、[S]≤0.015%,但目前仍存在一些技术难题:①C、Si、Mn含量偏高,盘条强度较高,用户在加工过程中常出现加工开裂现象;②化学成分波动较大,通条性和拉拔性能不太理想,其拉拔最小值只有0.5mm;③盘条的纯净度不高,非金属夹杂物的含量和种类、气体含量等会造成导电率偏低,只有13%不到;④浇铸不太顺利,若不使用钙处理工艺出现结瘤现象;若使用钙处理工艺造成夹杂物超标现象发生,造成质量极不稳定,因此,只能用作生产较低级别的二极管引线。

[0006] 随着二极管生产厂家对质量的追求越来越高,急需寻找更合适的材料用作生产较高端、高端二极管引线,使用户能拉拔到 $\Phi 0.2-\Phi 0.4\text{mm}$ ,表面镀铜、镀锡等加工后不断丝、质量稳定,且获得良好的导电性、合适的强度、良好的表面质量和良好的塑性指标的最终产品。

[0007] 目前,国内中国专利数据库中涉及二极管引线用钢的技术方案微乎其微。

### 发明内容

[0008] 本发明的目的在于针对以上技术难题,通过合理设计化学成分、工艺路线和参数选择,提供了一种二极管引线用钢盘条及其生产工艺,能够确保生产顺畅,可浇性良好,盘条洁净度高,延展性极佳,导电性优良,强度适中,冷加工性能优良,且质量稳定,完全满足国内外较高端、高端二极管引线用钢客户的需求。

[0009] 为了实现上述目的,本发明提供了一种二极管引线用钢盘条,其化学成份按重量百分数计为:[C]:0.03%~0.06%、[Si]:0.02%~0.05%、[Mn]:0.18%~0.28%、[Al] $\geq$ 0.020%、[P] $\leq$ 0.015%、[S] $\leq$ 0.015%、[Cr]/[Ni]/[Cu] $\leq$ 0.20%、[Ca] $\leq$ 10ppm,其余为Fe和不可避免的杂质,

[0010] 优选地,其化学成份按重量百分数计为:[C]:0.03%~0.06%、[Si]:0.02%~0.05%、[Mn]:0.23%~0.27%、[Al]:0.030%~0.050%、[P] $\leq$ 0.013%、[S] $\leq$ 0.010%、[Cr]/[Ni]/[Cu] $\leq$ 0.05%、[Ca] $\leq$ 5ppm,其余为Fe和不可避免的杂质。

[0011] 本发明还提供了一种上述二极管引线用钢盘条的生产方法,包括转炉冶炼工序、RH碳脱氧工序、LF精炼工序、连铸工序和轧制工序步骤,具体操作如下:

[0012] (1)转炉冶炼采用优质铁水,终点[C]控制在0.08%~0.13%,终点[P] $\leq$ 0.012%,出钢过程采用滑板挡渣操作,严禁下渣出钢,出钢时间为3~4min,

[0013] 出钢碳较高,大大降低了钢水中的自由氧含量,减轻了后续脱氧压力,大大减少了脱氧产物的生成,且易于生产操作,

[0014] 作为优选,步骤(1)的炼钢原料为优质铁水,要求[Si]:0.30%~0.60%、[P] $\leq$ 0.12%、[S] $\leq$ 0.020%,温度 $T \geq 1300^{\circ}\text{C}$ ,出钢温度为1640~1680 $^{\circ}\text{C}$ ,出钢采用挡渣操作;

[0015] (2)RH采用真空碳脱氧工艺进行预脱氧,真空保持在300Pa以下保持2~3min,确保RH破真空后[C] $\leq$ 0.05%;破真空后往炉内依次加入脱氧剂铝饼、合金、低硅合成渣和石灰,

[0016] 采用真空碳预脱氧工艺代替铝预脱氧工艺,促使钢水中的氧与碳形成CO而离开体系,并且由于步骤(1)中采用了转炉提高终点碳出钢,可以大大减少了钢水中的自由氧含量,且可以使预脱氧进行得更为充分,从而减少了后续加入铝后,铝和氧在钢水中所形成的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 夹杂,提高了钢水的纯净度,且易于浇铸,

[0017] 因为铝的脱氧能力较强,加铝的目的是为了深脱氧,提高钢液中的铝含量进行细化晶粒,确保其导电性能良好,这与真空碳预脱氧不矛盾,预脱氧之后要进行深脱氧,才能确保脱氧效果,若采用直接铝饼进行预脱氧和深脱氧,会大大增加脱氧产物的含量,

[0018] 加石灰的目的是为了脱硫的,石灰中的钙与钢液中的硫反应生成的产物进入渣面,

[0019] 作为优选,步骤(2)中的合金为低碳锰铁,其中加入量相对于钢水的量为:铝饼1.5~2.0kg/吨、低碳锰铁2~2.4kg/吨、低硅合成渣500~600kg/炉和石灰700~800kg/炉,加入完毕后,喂铝线380~420m/炉调铝至0.065%~0.075%;

[0020] (3)LF精炼炉密封良好,确保炉内还原性气氛,精炼前期加入适量铝粒和电石,进行钢渣界面脱氧,精炼中后期不加脱氧剂,全程底吹大氩气量搅拌,出站前不喂硅钙线,出站后软吹氩操作,确保渣面蠕动,钢液不裸露,

[0021] 步骤(3)中所述电石加入量为20~30kg/炉,铝粒加入量为30~50kg/炉;所述全程底吹大氩气量搅拌压力1.0~1.2MPa,流量300~400NL/min,出站后进行钢包底软吹氩操作,软吹氩流量70~100NL/min,确保渣面蠕动效果,钢液不裸露,软吹氩时间 $\geq$ 30分钟;严格的底吹氩工艺和确保适当软吹时间,以实现快速脱氧、脱硫,均匀钢水成分,并且有效促进夹杂物上浮,减少钢中夹杂物含量,达到净化钢水的目的,

[0022] 本发明在进精炼前,调铝至0.065%~0.075%,精炼过程注意密封效果,确保还原性气氛,使用大氩气量搅拌,致使精炼中后期不需要补加铝就可以达到该钢种成份要求,

[0023] 采用精炼中后期不加铝、大氩气量搅拌工艺也有利于促进钢水中夹杂物上浮,达到最大程度净化钢液的目的,

[0024] 步骤(3)中加入铝粒的目的是为了进一步调节钢水中目标铝含量,由于是在精炼前期加入的,精炼中后期不补加铝,在大氩气量的搅拌下,可有效促进脱氧产物上浮,

[0025] 加电石的目的是为了进行钢渣界面脱氧,电石中的钙与钢液中的氧、氧化产物生成复合脱氧产物经氩气搅拌进入渣面;

[0026] (4)软吹后吊包温度:开浇炉次1625~1645℃、连浇炉次1600~1620℃;连铸采用较高过热度、较低拉速浇注,过热度控制在25~40℃,拉速1.70~1.80m/min,二冷采用中冷配水模式,

[0027] 连铸采用整体式密封镁质干式料中间包,中间包与包盖之间垫放耐火棉并在各接缝处用涂抹料涂抹密封,结晶器选用包晶钢保护渣,保护渣自动加入,确保加入量均匀,

[0028] 步骤(4)中,所述结晶器保护渣使用日建DC19925H包晶钢保护渣,其中碱度为 $R=0.95\sim 1.10$ ,熔点1100~1200℃,粘度为14~16Pa·S/1300℃, $H_2O\leq 0.20\%$ ;每隔2小时测量一次液渣层厚度,确保液渣层深度为8~10mm;结晶器一冷水流量为 $1750\pm 100\text{L}/\text{min}$ ,确保一冷水温差7~9℃;中包水口直径 $\geq \Phi 30\text{mm}$ ,水口插入深度为90~100mm,使用5.5~6h进行更换;

[0029] 采用较高过热度、较低拉速浇注工艺,有利于促进夹杂物上浮,且连铸过程基本实现“恒拉速”浇注,可有效防止因钢水大翻引起的结晶器卷渣,同时,本发明通过选用合理的材质(如喂入铝量的控制)以及严格控制换水口时间、严格控制生产节奏等措施来避免“较高过热度、较低一冷水流量和较低拉速”可能会造成的耐材侵蚀加重,生产节奏不匹配、漏钢等不利影响,

[0030] 所述的二冷采用中冷配水模式,比水量0.6L/kg,确保矫直段温度大于980℃;

[0031] (5)轧制采用高吐丝温度、缓冷工艺,均热炉温度1050~1120℃,开轧温度 $965\pm 20\text{℃}$ ,吐丝温度 $925\pm 15\text{℃}$ ,入口段辊道速度11~15m/min,风机关闭,保温罩关闭。

[0032] 本发明成分设计理由:

[0033] C是钢中重要的强化元素,通过在钢中形成固溶体组织来提高钢的强度,但含量过高会造成冷加工过程中出现开裂现象,本发明中优选为0.03~0.06%;

[0034] Si可以提高钢的强度,但含量过高会使钢的塑性和韧性降低,本发明优选为0.02~0.05%;

[0035] Mn可以起到固溶强化的作用,但锰还可以作为脱氧除硫的元素加入钢中,为了消除钢中硫的影响,避免产生热脆现象,本发明中优选为0.23~0.27%;

[0036] Al是脱氧元素,可以细化晶粒,降低钢中氧含量,从而提高导电性能,本发明中优选为 $[Al]:0.030\%\sim 0.050\%$ ;

[0037] P、S为钢中的有害元素,本发明中优选为 $P\leq 0.013\%$ 、 $S\leq 0.010\%$ ;

[0038]  $[Cr]/[Ni]/[Cu]$ 均为钢中的残余元素,因此,含量越低越好,本发明中优选为 $[Cr]/[Ni]/[Cu]\leq 0.05\%$ 。

[0039] 本发明的有益效果在于:通过合理设计化学成分、工序选择、严格执行标准化操作和生产工艺中各参数,本发明解决了目前二极管引线用钢盘条存在的拉拔性能不良、易产生冷加工开裂、纯净度不高、质量不稳定等技术难题,不能满足较高端、高端二极管引线用

钢客户的要求,提供了可浇性良好,盘条洁净度高,延展性极佳,导电性优良,强度适中,冷加工性能优良,且质量稳定,完全满足二极管引线用钢的产品。

### 具体实施方式

[0040] 生产工艺简述如下:

[0041] 120t转炉冶炼→RH真空碳脱氧→LF钢包精炼→小方坯连铸(160\*160mm<sup>2</sup>)→摩根轧机轧制。

[0042] 实施例1(炉号615030144)

[0043] (1)转炉冶炼工序

[0044] 转炉冶炼采用优质铁水和生铁原料,其中,入炉铁水中组分质量含量要求:Si:0.45%、P:0.096%、S:0.016%,入炉铁水温度 $T=1318^{\circ}\text{C}$ ,

[0045] 转炉冶炼过程中实行低枪位吹炼操作,控制出钢终点[C]0.11%,终点[P]=0.007%,出钢温度 $1645^{\circ}\text{C}$ ,出钢过程采用滑板挡渣操作,出钢时间为3.5分钟;

[0046] (2)RH碳脱氧工序

[0047] RH采用真空碳脱氧工艺进行预脱氧,真空保持在300Pa以下保持2.5min,确保RH破真空后[C]为0.04%;破真空后往炉内依次加入铝饼为1.7kg/吨、低碳锰铁2.2kg/吨、低硅合成渣550kg/炉和石灰750kg/炉,加入完毕后,喂铝线400m/炉调铝至0.070%;

[0048] (3)LF精炼工序

[0049] LF精炼炉钢包加盖,确保LF精炼炉密封良好,炉内为还原性气氛,精炼前期加入铝粒40kg/炉和电石30kg/炉,进行钢渣界面脱氧,精炼中后期不加脱氧剂,全程底吹大氩气量搅拌,搅拌压力1.1MPa,流量350NL/min,出站前不喂硅钙线,出站后进行钢包底软吹氩操作,软吹氩流量80NL/min,确保渣面蠕动,钢液不裸露,软吹时间35分钟;

[0050] (4)连铸工序

[0051] 连铸采用整体式密封镁质干式料中间包,中间包与包盖之间垫放耐火棉并在各接缝处用涂抹料涂抹密封,连铸全程保护浇注,大包长水口氩封保护,中包上水口内装,使用碱性覆盖剂和碳化稻壳双层覆盖,结晶器保护渣使用日建DC19925H包晶钢保护渣(批号409070),其中碱度为 $R=1.03$ ,熔点 $1154^{\circ}\text{C}$ ,粘度为 $15.1\text{Pa}\cdot\text{S}/1300^{\circ}\text{C}$ , $\text{H}_2\text{O}=0.17\%$ ,保护渣自动加入,确保加入量均匀;每隔2小时测量一次液渣层厚度,液渣层深度为9mm;

[0052] 本炉为开浇炉次,软吹后吊包温度设置为 $1635^{\circ}\text{C}$ ,连铸采用较高过热度、较低拉速浇注,过热度控制为 $38^{\circ}\text{C}$ ,拉速 $1.72\text{m}/\text{min}$ ,浇铸过程中拉速稳定、结晶器液面平稳,二冷采用中冷配水模式,比水量 $0.6\text{L}/\text{kg}$ ,连铸坯矫直段温度 $983\sim 1015^{\circ}\text{C}$ ;结晶器采用电磁搅拌,非正弦振动频率为 $120\pm 40\text{Hz}$ ,偏斜率15%,振幅 $\pm 3\text{mm}$ ,一冷水流量为 $1800\text{L}/\text{min}$ ,一冷水温差 $7.5\sim 8.7^{\circ}\text{C}$ ;中包水口直径 $\geq \Phi 30\text{mm}$ ,水口插入深度为 $90\sim 100\text{mm}$ ,水口使用5.5小时进行更换;

[0053] (5)轧制工序

[0054] 轧制采用高吐丝温度、缓冷工艺,均热炉温度 $1080^{\circ}\text{C}$ ,开轧温度 $970^{\circ}\text{C}$ ,吐丝温度 $930^{\circ}\text{C}$ ,入口段辊道速度 $13\text{m}/\text{min}$ ,风机关闭,保温罩关闭。

[0055] 实施例2(炉号615030145)

[0056] 本炉为连浇炉次,软吹后吊包温度设置为 $1610^{\circ}\text{C}$ ,过热度为 $31^{\circ}\text{C}$ ,拉速 $1.77\text{m}/\text{min}$ ,

其余操作与实施例1相同。

[0057] 实施例3(炉号615030146)

[0058] 转炉出钢控制终点[C]=0.10%，本炉为连浇炉次，软吹后吊包温度设置为1611℃，过热度为32℃，拉速1.75m/min，其余操作与实施例1相同。

[0059] 实施例4(炉号615030147)

[0060] 入炉铁水中组分质量含量要求：Si:0.48%、P:0.102%、S:0.018%，入炉铁水温度T=1321℃，本炉为连浇炉次，软吹后吊包温度设置为1611℃，过热度为32℃，拉速1.75m/min，其余操作与实施例1相同。

[0061] 实施例5(炉号615030148)

[0062] 钢包底软吹氩时间31分钟，本炉为连浇炉次，软吹后吊包温度设置为1611℃，过热度为32℃，拉速1.75m/min，轧制均热段炉温：1075℃，开轧温度：965℃，吐丝温度926℃，其余操作与实施例1相同。

[0063] 实施例1-5所制得的ZTX50的成品化学成分、非金属夹杂物、气体含量、性能、金相组织和导电率分别见表1、表2、表3和表4所示：

[0064] 表1 实例1-5所制备的钢的成品化学成分(wt/%)

[0065]

炉号	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Ca	Fe
615030144	0.05	0.03	0.25	0.008	0.005	0.03	0.01	0.01	0.042	0.0002	余量
615030145	0.05	0.03	0.25	0.009	0.006	0.02	0.01	0.01	0.040	0.0002	余量
615030146	0.05	0.03	0.24	0.008	0.006	0.03	0.01	0.01	0.041	0.0002	余量
615030147	0.05	0.03	0.25	0.010	0.005	0.03	0.01	0.01	0.039	0.0002	余量
615030148	0.05	0.03	0.24	0.008	0.007	0.03	0.01	0.01	0.040	0.0002	余量

[0066] 表2 ZTX50非金属夹杂物级别(针对实例1-5所制备的钢所进行的测试)

[0067]

炉号	A(细)	A(粗)	B(细)	B(粗)	C(细)	C(粗)	D(细)	D(粗)	DS
615030144	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0
615030145	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0
615030146	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0
615030147	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0
615030148	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0

[0068] 表3 ZTX50成品气体含量(针对实例1-5制备得到钢进行的测试)

炉号	[N], ppm		[O], ppm	
	范围	平均值	范围	平均值
615030144- 615030148	25.3~40.2	29.1	12.8~19.3	15.6

[0070] 表4 ZTX50性能、金相组织和导电率(针对实例1-5制备的钢进行的测试)



[0071]

牌号	规格	轧制炉号	Rm(抗拉强度), MPa	A, % (延伸率)	A, % (断面收缩率)	金相组织	导电率, %	拉拔性能
ZTX50	6.5m m	61503014 4	355	34.0	83%	F+P	15.8	良好
		61503014 5	353	33.5	82%	F+P	16.2	良好
		61503014 6	351	33.5	84%	F+P	15.7	良好
		61503014 7	358	35.0	83%	F+P	15.9	良好
		61503014 8	352	34.5	85%	F+P	15.7	良好

[0072] 对比例1

[0073] 将实施例1步骤(1)中“控制出钢终点[C]0.11%”修改为“控制出钢终点[C]0.06%”,其他条件同实施例1。

[0074] 对最终制得的钢材进行夹杂物的检测,经检测B细类夹杂物存在2.0级情况,远超过本发明实施例中制备的钢材的夹杂物级别,用户在冷加工过程中会出现开裂现象。

[0075] 对比例2

[0076] 将实例1步骤(2)中“喂铝线400m/炉调铝至0.070%”修改为“喂铝线350m/炉调铝至0.060%,精炼炉喂铝线调至目标成份”,其他条件同实施实例1。

[0077] 连续浇铸过程中,耐材受到严重侵蚀,并且出现漏钢现象。

[0078] 对比例3

[0079] 将实例1步骤(3)中“全程底吹氩气量搅拌,搅拌压力1.1MPa,流量350NL/min”修改为“全程底吹氩气量搅拌,搅拌压力0.8MPa,流量260NL/min”,其他条件同实施实例1。

[0080] 连续浇铸过程中出现较为严重的结瘤现象,无法正常生产。

[0081] 对比例4

[0082] 将实例1步骤(3)中“出站前不喂硅钙线”修改为“出站前喂硅钙线100m”,其他条件同实施实例1。

[0083] 对最终制得的钢材进行力学性能检测,经检测DS类夹杂物存在2.5级情况,远超过本发明实施例中制备的钢材的夹杂物级别,且盘条的导电率仅为12.1%,远小于本发明的导电率。

[0084] 对比例5

[0085] 将实例1步骤(4)中“一冷水流量为1800L/min,一冷水温差7.5~8.7℃”修改为“一冷水流量为1920L/min,一冷水温差10℃”,其他条件同实施实例1。

[0086] 连铸浇铸过程中出现结瘤现象,对最终制得的钢材进行力学性能检测,经检测B细

类夹杂物存在2.0级情况,远超过本发明实施例中制备的钢材的夹杂物级别。

[0087] 对比例6

[0088] 将实例1步骤(4)中“过热度控制为38℃,拉速1.72m/min”修改为“过热度控制为23℃,拉速1.85m/min”,其他条件同实施实例1。

[0089] 连铸浇铸过程中出现结瘤现象,对最终制得的钢材进行力学性能检测,经检测B细类夹杂物存在2.5级情况,远超过本发明实施例中制备的钢材的夹杂物级别。

[0090] 对比例7

[0091] 将实例1步骤(5)中“入口段辊道速度13m/min,风机关闭,保温罩关闭”修改为“入口段辊道速度17m/min,风机开启一台,保温罩关闭,其他条件同实施实例1。

[0092] 对最终制得的钢材进行力学性能检测,经检测延伸率为25.5%,远低于本发明实施例中制备的钢材的延伸率。