



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111455150 A

(43)申请公布日 2020.07.28

(21)申请号 202010330218.9 *G21D 6/00*(2006.01)
(22)申请日 2020.04.22 *G22C 38/02*(2006.01)
(71)申请人 马鞍山钢铁股份有限公司 *G22C 38/04*(2006.01)
地址 243041 安徽省马鞍山市雨山区九华 *G22C 38/06*(2006.01)
西路8号 *G22C 38/14*(2006.01)
(72)发明人 祁旋 裴英豪 施立发 夏雪兰
占云高
(74)专利代理机构 芜湖安汇知识产权代理有限
公司 34107
代理人 任晨晨
(51)Int.Cl.
G21D 8/12(2006.01)
G21D 9/00(2006.01)
G21D 1/26(2006.01)
G21D 1/74(2006.01)

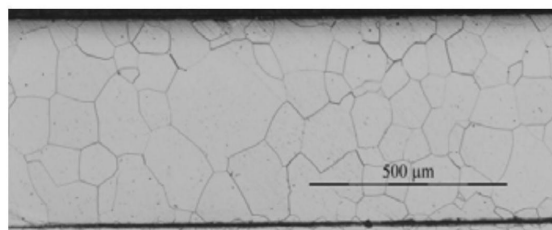
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种非标厚度电动自行车电机用无取向电工钢及其生产方法

(57)摘要

本发明提供了一种非标厚度电动自行车电机用无取向电工钢及其生产方法,成分: $C \leq 0.004\%$, $Si:0.9-1.9\%$, $Mn:0.3-0.7\%$, $Als:0.3-1.5\%$, $S \leq 0.005\%$, $P \leq 0.04\%$, $N \leq 0.004\%$, $Ti \leq 0.004\%$,其余为Fe及不可避免的杂质。本发明通过合适的Si、Al等元素成分设计,合金元素含量降低,结合合理的炼钢、热轧、冷轧工艺相配合,成品磁性能铁损低、磁感高,屈服强度和抗拉强度低,且硬度低,生产出电工钢性能能够满足采用缠绕式加工方式生产电动自行车电机的要求,进一步提高电机效率,同时改善电机定子加工性,能降低模具的加工阻力。且厚度比标准厚度薄,进一步改善缠绕加工性。



1. 一种非标厚度电动自行车电机用无取向电工钢的生产方法,其特征在于,所述生产方法包括以下步骤:

- 1) 钢水连续浇铸成连铸坯;
- 2) 连铸坯不经冷却直接入加热炉;
- 3) 将铸坯热轧、卷取,自然冷却至常温;
- 4) 经过常化酸洗线;
- 5) 冷轧;
- 6) 退火;

步骤4) 中常化温度控制在940-1050℃之间,常化时间2-5min。

2. 根据权利要求1所述的生产方法,其特征在于,步骤1) 中,钢水连续浇铸成220-260mm的连铸坯。

3. 根据权利要求1所述的生产方法,其特征在于,步骤2) 中,加热炉温度控制在1050-1300℃,加热及保温总时间不低于210min。

4. 根据权利要求1所述的生产方法,其特征在于,步骤3) 中铸坯热轧为厚度为2.0-2.5mm厚度的热轧板。

5. 根据权利要求1所述的生产方法,其特征在于,步骤3) 中,轧制过程中,终轧温度820-920℃。

6. 根据权利要求1所述的生产方法,其特征在于,步骤3) 中,卷取温度为520-650℃。

7. 根据权利要求1所述的生产方法,其特征在于,步骤5) 所述冷轧具体为:采用一次冷轧法经过5-6道次轧制,冷轧总压下率77.5-82%之间。

8. 根据权利要求1所述的生产方法,其特征在于,步骤6) 所述退火在连续退火炉中进行,退火温度为930-1000℃,退火时间为0.3-2min。

9. 一种权利要求1所述的生产方法生产的非标厚度电动自行车电机用无取向电工钢,其特征在于,所述非标厚度电动自行车电机用无取向电工钢含有以下重量百分比成分:

$C \leq 0.004\%$, $Si: 0.9-1.9\%$, $Mn: 0.3-0.7\%$, $Als: 0.3-1.5\%$, $S \leq 0.005\%$, $P \leq 0.04\%$, $N \leq 0.004\%$, $Ti \leq 0.004\%$, 其余为Fe及不可避免的杂质。

10. 根据权利要求9所述的非标厚度电动自行车电机用无取向电工钢,其特征在于,Mn、S含量满足 $Mn/S \geq 60$ 。

一种非标厚度电动自行车电机用无取向电工钢及其生产方法

技术领域

[0001] 本发明属于金属材料加工领域,具体涉及一种非标厚度电动自行车电机用无取向电工钢及其生产方法。

背景技术

[0002] 近年来,随着电动自行车电机领域的发展,电动自行车定子生产时采用的缠绕式加工方式,可以大幅度提高硅钢产品的利用率,电动自行车电机对硅钢磁性能要求越来越高的同时,对硅钢的机械性能指标也提出了要求,特别是近年来客户根据自身设备的加工能够条件对硅钢提出了个性化的需求:更好的加工缠绕成型性。

[0003] 目前该行业普遍采用的电工钢牌号有50W470、50W600系列,一些大功率电机也有采用35W300系列。随着电动自行车电机领域的发展,对电机效率的提升、电机电流的降低、电机扭矩的增大的要求越来越高,对电工钢的磁性能和机械性能的要求也提出了新的要求。特别是在采用缠绕式加工方式生产电机定子时在要求低强度的同时,还要求低铁损和高磁感,通过Si、Al含量的增加在降低铁损的同时,产品的磁感也会相应的降低,所以不能单纯的通过Si、Al含量的调整。

[0004] 查阅国内外相关专利,更多通过成分控制提高电工钢磁感,达到高效电工钢目的;为提高电动自行车电机效率,专利号CN2553558Y“电动自行车专用电机硅钢片”通过提供一种新结构尺寸电工钢片。无电动自行车电机专用电工钢的相关专利,更无非标准厚度电动自行车专用电工钢的专利申报。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种非标厚度电动自行车电机用无取向电工钢,采用添加合适的Si、Al等元素含量,并通过热轧及后工序配合,获得0.45mm厚度, $P_{1.5/50} \leq 2.90\text{W/kg}$, $B_{50} \geq 1.72\text{T}$,硬度HV1控制在145-160,屈服强度控制在235-260MPa,抗拉强度控制在390-410MPa,一种满足电动自行车电机用硅钢磁性能需求,且加功能性优异的电工钢产品。

[0006] 本发明另一目的在于提供一种非标厚度电动自行车电机用无取向电工钢的生产方法。

[0007] 本发明具体技术方案如下:

[0008] 一种非标厚度电动自行车电机用无取向电工钢的生产方法,包括以下步骤:

[0009] 1) 钢水连续浇铸成连铸坯;

[0010] 2) 连铸坯不经冷却直接入加热炉;

[0011] 3) 将铸坯热轧、卷取,自然冷却至常温;

[0012] 4) 经过常化酸洗线;

[0013] 5) 冷轧;

[0014] 6) 退火。

[0015] 进一步的,步骤1)中,连铸过程使用电磁搅拌;钢水连续浇铸成220-260mm的连铸

坏。

[0016] 步骤2)中,加热炉温度控制在1050-1300℃,加热及保温时间总时间不低于210min;

[0017] 步骤3)中铸坯热轧为厚度为2.0-2.5mm厚度的热轧板。

[0018] 步骤3)中,轧制过程中,终轧温度820-920℃;

[0019] 进一步的,步骤3)中,卷取温度为520-650℃。

[0020] 步骤4)中常化温度控制在940-1050℃之间,常化时间2-5min。

[0021] 进一步的,常化后带钢采用盐酸酸洗,酸洗温度控制在65-90℃;

[0022] 步骤5)所述冷轧具体为:采用一次冷轧法经过5-6道次轧制,冷轧总压下率77.5-82%之间,成品目标厚度为0.45mm;

[0023] 步骤6)所述退火在连续退火炉中进行,退火温度为930-1000℃,退火时间为0.3-2min,退火气氛为N₂和H₂混合气。

[0024] 本发明提供一种非标厚度电动自行车电机用无取向电工钢,采用上述方法生产,所述非标厚度电动自行车电机用无取向电工钢含有以下重量百分比成分:

[0025] C≤0.004%,Si:0.9-1.9%,Mn:0.3-0.7%,Als:0.3-1.5%,S≤0.005%,P≤0.04%,N≤0.004%,Ti≤0.004%,其余为Fe及不可避免的杂质。

[0026] 优选的,其中Mn、S含量满足Mn/S≥60,可防止沿晶界形成低熔点的FeS所引起的热脆现象,改善热轧塑性,同时可促使{100}和{110}组分加强,{111}组分减弱,提高磁性能。

[0027] 各元素在钢中的作用如下:

[0028] C:C为有害元素,会扩大γ相区,使相变温度降低,迫使成品退火温度降低,晶粒长大不充分,提高硅钢产品的铁损,考虑目前连续退火炉内气氛多为干气氛,无法起到脱碳效果,因此C含量应控制在不高于0.005%,尽量控制在不高于0.004%;

[0029] Si:Si元素是对电工钢磁性能影响最重要的合金元素,Si元素的存在可降低铁损,但同时磁感B也会降低,硅钢成品的脆性和硬度也会升高,冷轧加工性变差,所以本发明中Si含量控制上限为1.9%;

[0030] Mn:Mn元素具有抑制加热过程中的热脆现象,与S形成MnS,可防止热脆现象,改善热轧塑性,但Mn含量不易过高,过高的Mn含量会导致经济性降低,因此本发明中Mn控制在0.3-0.7%之间即可。

[0031] P:在硅钢中,P元素具有晶界偏聚作用,会容易产生脆化现象,严重恶化产品弯曲次数,因此P含量不易过高,需控制在不高于0.04%;

[0032] Als:Al也是对电工钢磁性能最重要的合金元素之一,Al元素对电工钢脆性的影响程度比Si的影响程度要小。此外Al的存在可以提高对磁感有利的{100}组分,因此Al含量不小于0.3%,但考虑到加工性的问题,Al含量上限1.5%;

[0033] S:S元素的升高,铁损明显升高,主要考虑到与Mn元素形成MnS对热脆性的影响,S含量需控制在不高于0.005%;

[0034] N:N元素和S元素一样,会增加电工钢的铁损,因此N含量也应该控制在0.004%以下;

[0035] Ti:从炼钢成本和可操作性的角度,钢中的Ti含量应控制在0.004%以下;

[0036] 本发明通过合适的Si、Al等元素成分设计,合金元素含量降低,同时结合合理的炼

钢、热轧、冷轧工艺相配合,产品具有以下特点:

[0037] 1) $P_{1.5/50} \leq 2.90W/kg$ 、 $B_{50} \geq 1.72T$,磁性能具备低铁损、高磁感的特性;

[0038] 2) 0.45mm厚度,进一步改善缠绕加工性;

[0039] 3) 硬度HV1控制在145-160,屈服强度控制在235-260MPa,抗拉强度控制在390-410MPa,产品屈服强度和抗拉强度低,且硬度低,有助于降低模具缠绕加工阻力,且便于缠绕加工时成型。

[0040] 与现有技术相比,本发明主要通过成分配比设计,配合连铸、热轧、常化、冷轧和连续退火等工艺优化协同调控,生产的成品磁性能铁损低、磁感高,且硬度低、抗拉强度低,生产出电工钢性能能够满足采用缠绕式加工方式生产电动自行车电机的要求。本发明能够进一步提高电机效率,同时改善电机定子加工性,能够降低模具的加工阻力。且厚度为非国家标准厚度的电动车电机用电工钢产品,厚度比标准厚度薄,进一步改善缠绕加工性。

附图说明

[0041] 图1为实施例2电动自行车电机用无取向电工钢成品涂层形貌;

[0042] 图2为实施例1电动自行车电机用无取向电工钢成品显微组织。

具体实施方式

[0043] 下面通过对最优实施例的描述,对本发明的具体实施方式作进一步详细的说明。

[0044] 实施例1

[0045] 一种非标厚度电动自行车电机用无取向电工钢的生产方法,包括以下步骤:

[0046] 钢水经冶炼后连铸成230mm厚度的板坯,连铸过程使用电磁搅拌;连铸坯直接进入加热炉加热,加热炉温度1150℃,加热保温时间220min,经7道次热轧至2.3mm,终轧温度850℃,卷取温度630℃,自然冷却至常温。后续经经过常化酸洗,常化采用氮气保护,常化温度980℃,时间2.5min,常化后酸洗,酸洗温度85℃;采用5道次冷轧至0.45mm,总压下量80.4%;退火在连续退火炉中进行,退火温度970℃、保温时间70s,炉内连退气氛为氮气和氢气混合气体,氢气体积含量27%,退火后钢带进行涂层,半有机厚涂层的膜重为0.95g/m²,获得0.45mm厚度的电工钢成品。

[0047] 连铸坯的化学成分重量百分比为C:0.0035%,Si:1.70%,Mn:0.35%,P:0.0032%,Als:0.76%,S:0.0031%;Ti:0.0035%,N:0.0030%,其余为Fe及不可避免的杂质。

[0048] 实施例1成品金相照片见图2。

[0049] 按照上述工艺制成的电工钢成品的铁损 $P_{1.5/50}$ 为2.85W/Kg,磁感 B_{50} 为1.73T,屈服强度246MPa,抗拉强度控制在398MPa,硬度HV1为157。

[0050] 实施例2

[0051] 一种非标厚度电动自行车电机用无取向电工钢的生产方法,包括以下步骤:

[0052] 钢水经冶炼后连铸成230mm厚度的板坯,连铸过程使用电磁搅拌;连铸坯直接进入加热炉加热,加热炉温度1170℃,加热保温时间230min,经7道次热轧至2.22mm,终轧温度850℃,卷取温度650℃,后续经常化酸洗,常化采用氮气保护,常化温度970℃,时间2.5min,常化后酸洗,酸洗温度85℃;采用5道次冷轧至0.45mm,总压下量79.7%;退火在连续退火炉中进行,退火温度970℃、保温时间70秒,炉内连退气氛为氮气和氢气混合气体,氢气体积含

量27%，退火后钢带进行涂层，半有机厚涂层的膜重为 $0.93\text{g}/\text{m}^2$ ，获得0.45mm厚度的电工钢成品。

[0053] 连铸坯的化学成分重量百分比为C:0.0035%，Si:1.80%，Mn:0.35%，P:0.032%，Als:0.81%，S:0.0032%；Ti:0.0035%，N:0.0030%，其余为Fe及不可避免的杂质。成品硅钢表面涂层形貌见图1。

[0054] 按照上述工艺制成的电工钢成品的铁损 $P_{1.5/50}$ 为2.79W/Kg，磁感 B_{50} 为1.735T，屈服强度252MPa，抗拉强度控制在407MPa，硬度HV1为161。

[0055] 实施例3

[0056] 一种非标厚度电动自行车电机用无取向电工钢的生产方法，包括以下步骤：

[0057] 钢水经冶炼后连铸成230mm厚度的板坯，连铸过程使用电磁搅拌；连铸坯直接进入加热炉加热，加热炉温度 1200°C ，加热保温时间230min，经7道次热轧至2.50mm，终轧温度 870°C ，卷取温度 640°C 。后续经常化酸洗，常化采用氮气保护，常化温度 960°C ，时间3.0min，常化后酸洗，酸洗温度 85°C ；采用5次冷轧至0.45mm，总压下量82%；退火在连续退火炉中进行，退火温度 950°C 、保温时间75秒，炉内连退气氛为氮气和氢气混合气体，氢气体积含量27%，退火后钢带进行涂层，半有机厚涂层的膜重为 $0.95\text{g}/\text{m}^2$ ；获得0.45mm厚度的电工钢成品。

[0058] 连铸坯的化学成分重量百分比为C:0.0035%，Si:1.65%，Mn:0.35%，P:0.032%，Als:0.79%，S:0.0032%；Ti:0.0035%，N:0.0028%其余为Fe及不可避免的杂质。

[0059] 按照上述工艺制成的电工钢成品的铁损 $P_{1.5/50}$ 为2.89W/Kg，磁感 B_{50} 为1.72T，屈服强度241MPa，抗拉强度控制在390MPa，硬度HV1为147。

[0060] 对比例1

[0061] 一种无取向电工钢的生产方法，包括以下步骤：

[0062] 钢水经冶炼后连铸成230mm厚度的板坯，连铸过程使用电磁搅拌；连铸坯直接进入加热炉加热，加热炉温度 1200°C ，加热保温时间230min，经7道次热轧至2.60mm，终轧温度 870°C ，卷取温度 650°C 。后续经常化酸洗，常化采用氮气保护，常化温度 930°C ，时间3.0min，常化后酸洗，酸洗温度 85°C ；采用5次冷轧至0.45mm，总压下量82.6%；退火在连续退火炉中进行，退火温度 920°C 、保温时间75秒，炉内连退气氛为氮气和氢气混合气体，氢气体积含量27%，退火后钢带进行涂层，，获得0.45mm厚度的电工钢成品。

[0063] 连铸坯的化学成分重量百分比为C:0.005%，Si:1.4%，Mn:0.40%，P:0.05%，Als:0.4%，S:0.0045%；Ti:0.0048%，N:0.005%其余为Fe及不可避免的杂质。

[0064] 按照上述工艺制成的电工钢成品的铁损 $P_{1.5/50}$ 为3.35W/Kg，磁感 B_{50} 为1.73T，屈服强度225MPa，抗拉强度控制在347MPa，虽产品力学强度低，但铁损偏高，无法满足电动自行车用无取向电工钢磁性能要求。

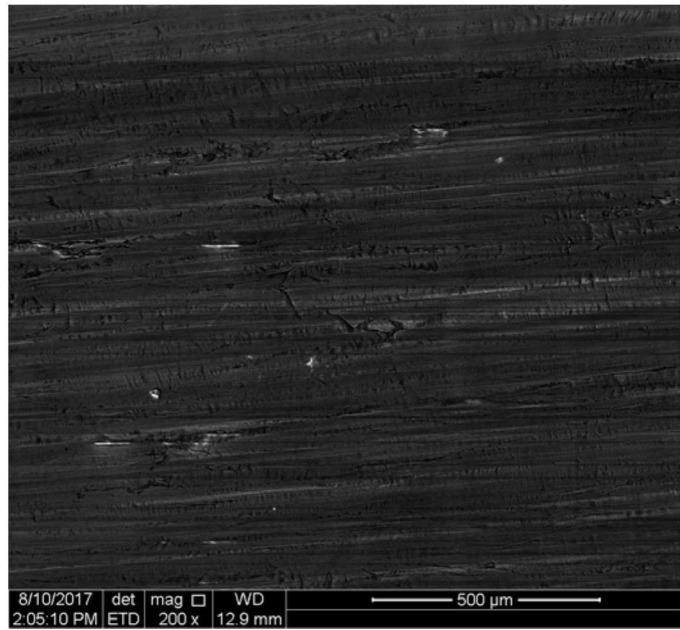


图1

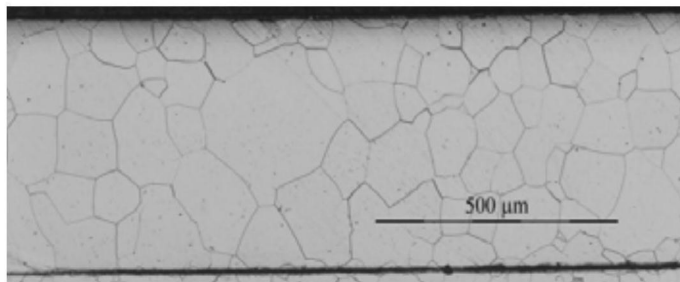


图2