

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B23P 23/04 (2006.01)

B21B 1/22 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510046810.1

[45] 授权公告日 2008 年 2 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 100369712C

[22] 申请日 2005.7.6

轧制条件对冷轧无取向硅钢组织的影响。

[21] 申请号 200510046810.1

金自力, 徐向棋. 特殊钢, 第 26 卷第 2 期.

[73] 专利权人 东北大学

2005

地址 110004 辽宁省沈阳市和平区文化路
3 号巷 11 号

审查员 李从颖

[72] 发明人 周世春 左 良 沙玉辉 张 芳

[74] 专利代理机构 沈阳东大专利代理有限公司

[56] 参考文献

代理人 梁 焱

JP2003-213335 2003.7.30

JP5-247538A 1993.9.24

CN1078270A 1993.11.10

CN1100473A 1995.3.22

冷轧无取向硅钢的实验研究. 金自力, 王
玉峰, 任慧平. 包头钢铁学院学报, 第 22 卷第
3 期. 2003

权利要求书 1 页 说明书 4 页

[54] 发明名称

一种低铁损冷轧无取向硅钢板的制造方法

[57] 摘要

本发明提出了一种低铁损冷轧无取向硅钢板的
制造方法, 包括连铸板坯热轧、酸洗、冷轧、退
火、涂绝缘层和卷带各工序, 其特征在于冷轧时采
用一次冷轧法, 并且在其末道次冷轧中引入异步轧
制方式, 轧机上、下轧辊的周向转速比为 1:1.05
~1:1.30。冷轧分成五个道次, 总压下率为 72 ~
85%, 道次压下率为 20 ~ 35%。本发明利用异步
轧制特有的搓轧变形来强化材料组织和织构的调控
效果, 从而达到降低铁损的目的。利用本发明的方
法生产无取向硅钢板可产生很好的经济效益, 取得
显著的技术进步。

1、一种低铁损冷轧无取向硅钢板的制造方法，包括连铸坯热轧、酸洗、冷轧、退火、涂绝缘层、卷带各工序，冷轧采用一次冷轧法，其特征在于冷轧的末道工序采用异步轧制。

2、按权利要求1所述的低铁损冷轧无取向硅钢板的制造方法，其特征在于所说的异步轧制方式中上下轧辊的周向转速比为1:1.05~1:1.30。

一种低铁损冷轧无取向硅钢板的制造方法

技术领域

本发明属于钢铁冶金与加工的技术领域，即涉及一种低铁损冷轧无取向硅钢板的制造方法。

背景技术

冷轧无取向硅钢板主要用于制造电动机和发电机的铁芯，铁损是其最关键的性能指标。冷轧无取向硅钢板的制造流程包括冶炼、连铸、热轧、冷轧及成品退火和涂绝缘层等主要工艺过程。降低无取向硅钢板的铁损目前主要依靠三个途径：一是纯净钢质，即尽量降低钢中碳、硫、氮和氧的含量，这对冶炼设备和技术等都需要提出极高的要求；二是提高钢中 Si+Al 的含量，增大电阻率，但这会导致磁感降低，并使钢材的冷加工性能恶化；三是改进和调整轧制与退火等工艺，优化成品钢板的再结晶组织和晶粒尺寸。

异步轧制是由于上下工作辊周向速度不等而形成的特殊轧制方式，它具有轧制力和扭矩低以及轧制薄板精度高等优点，同时其特有的搓轧形式可产生通体剪切变形，改变轧制态组织和组织特征。特公昭 56-152923 和 152925 号公报公开了在 $2.4\sim4.5\text{wt\%Si}+\leq1.0\text{wt\%Al}$ 和 $1.5\sim4.5\text{wt\%Si}+\leq1.0\text{wt\%Al}$ 无取向硅钢的热连轧精轧机组最后一个或两个机架采用异步轧制的技术，通过破坏板厚方向中心区的柱状晶，使冷轧和退火后各处的晶粒均匀生长，且可省去常化工艺。特公昭 55-148725 公开了在取向硅钢连铸坯 ($2.0\sim4.0\text{wt\%Si}$, $\leq0.085\text{wt\%C}$) 的热轧工艺（精轧或粗轧）中引入异步轧制技术，用以产生贯穿板厚的强剪切变形，破碎热轧前高温加热过程中形成的粗大晶粒，使二次再结晶更完全，从而获得更优异的磁性能。

发明内容

本发明旨在寻求一种低铁损冷轧无取向硅钢板的制造方法。

本发明提出了一种冷轧无取向硅钢板的制造方法，它包括冶炼、连铸、热轧、酸洗、冷轧、退火、涂绝缘层和卷带等工序，其特征在于冷轧过程的末道次中引入异步轧制方式，通过异步轧制特有的搓轧变形来强化组织和组织的调控效果，实现在相同杂质水平和 Si+Al 含量的基础上，大幅度降低铁损，生产高品质的无取向硅钢板。

本发明的冷轧无取向硅钢板的制造方法，其热轧工艺的加热温度为 $1130\sim1180^\circ\text{C}$ ，终轧温度为 $830\sim870^\circ\text{C}$ ，卷取温度为 $580\sim620^\circ\text{C}$ 。热轧后采用一次冷轧法，总压下率为 72~85%，

通常分为五道次，道次压下率为20~35%。本发明在最后一道冷轧工序中采用异步轧制方式，其上、下工作辊的周向速度比为1:1.05~1:1.30，且冷轧方向始终与热轧方向一致。冷轧板经常规的成品退火和涂绝缘层后制成无取向硅钢板。

本发明的制造方法适用于化学成分（以重量百分数计算）为：Si+Al≤4.2；C≤0.005；Mn0.2~0.35；S≤0.003；N₂≤0.003；O₂≤0.002；Fe余量。使用本发明的方法所制造的无取向硅钢板与常规工艺所生产的同成分、同规格的硅钢板相比较，磁感（B₅₀）相近而铁损（P₁₅）则有明显的降低。

本发明的方法，不是通过提纯钢质或提高Si+Al含量的途径，而只是改变轧制方式和工艺参数来达到降低铁损的目的。故从工艺上来说比较容易在现有的生产线上实施，产生可观的社会效益和经济效益。

具体实施方式

下面结合实施例对本发明的方法作进一步说明。

实施例1

化学成分（以重量百分数计算）为：C 0.002；Si+Al=2.10+0.90；Mn 0.35；P 0.018；S 0.0025；N₂ 0.0012；O₂ 0.0010；Fe余量的连铸坯，经1150℃均热后，热轧至2.4mm厚，终轧温度830℃，卷取温度580℃。

酸洗去氧化皮后，采用一次冷轧法分五道次冷轧至成品厚度0.35mm，总压下率85%。五道次的压下率分别为：35%、31%、33%、32%和27%，即经由2.4mm→1.56mm→1.07mm→0.71mm→0.48mm→0.35mm。前四道冷轧工序采用同步轧制方式，末道冷轧工序引入异步轧制方式，上下轧辊的周向速度比为1:1.05。

冷轧后，对硅钢板进行900℃、5分钟的成品退火，再涂绝缘层后即卷带入成品库。

实施例2

化学成分（以重量百分数计算）为：C 0.005；Si+Al=3.10+1.0；Mn 0.2；P 0.02；S 0.003；N₂ 0.003；O₂ 0.002；Fe余量的连铸坯，经过1180℃均热后，热轧至2.4mm厚，终轧温度870℃，卷取温度620℃。

酸洗去氧化皮后，采用一次冷轧法分五道次冷轧至成品厚度0.65mm，总压下率72%。五道次的压下率分别为27%、24%、22%、21%和20%，即2.4mm→1.75mm→1.32mm→1.03mm→0.81mm→0.65mm。前四道冷轧工序采用同步轧制方式，末道冷轧工序引入异步轧制方式，上下轧辊的周向速度比取1:1.30。

冷轧后，对硅钢板进行 1000℃、1 分钟的成品退火，再涂敷绝缘层并卷带入成品库。

实施例 3

化学成分（以重量百分数计算）为：C 0.0024；Si+Al=2.42+0.333；Mn 0.28；P 0.014；S 0.0025；N₂ 0.0012；O₂ 0.0016；Fe 余量的连铸坯，经 1138℃均热后，热轧至 2.4mm 厚，终轧温度 852℃，卷取温度 607℃。

酸洗去氧化皮后，采用一次冷轧法分五道次冷轧至成品厚度 0.5mm，总压下率 80%。道次压下率为 25~30%，即 2.4mm→1.70mm→1.24mm→0.88mm→0.65mm→0.5mm。前四道次冷轧工序为常规的同步轧制方式，末道冷轧工序则引入异步轧制方式，上下轧辊的周向速度比采用 1: 1.063。

冷轧后，对硅钢板进行 950℃、1 分钟的成品退火，再经涂绝缘层后卷带入库。

实施例 4

化学成分（以重量百分数计算）为：C 0.0024；Si+Al=2.42+0.333；Mn 0.28；P 0.014；S 0.0025；N₂ 0.0012；O₂ 0.0016；Fe 余量的连铸坯，经 1138℃均热后，热轧至 2.4mm 厚，终轧温度 852℃，卷取温度 607℃。

酸洗去氧化皮后，采用一次冷轧法分五道次冷轧至成品厚度 0.5mm，总压下率 80%，道次压下率为 25~30%，即 2.4mm→1.70mm→1.24mm→0.88mm→0.65mm→0.5mm。前四道次冷轧工序为常规的同步轧制方式，末道冷轧工序则引入异步轧制方式，上下轧辊的周向速度比采用 1: 1.125。

冷轧后，对硅钢板进行 950℃、1 分钟的成品退火，再经涂绝缘层后卷带入库。

实施例 5

化学成分（以重量百分数计算）为：C 0.003；Si+Al=2.0+1.0；Mn 0.25；P 0.010；S 0.0025；N₂ 0.0010；O₂ 0.0015；Fe 余量的连铸板坯，经 1130℃均热后，热轧至 2.4mm 厚，终轧温度 850℃，卷取温度 600℃。

酸洗去氧化皮后，采用一次冷轧法分五道次冷轧至成品厚度 0.65mm，总压下率 72%。五个道次的压下率分别为：27%、24%、22%、21% 和 20%，即 2.4mm→1.75mm→1.32mm→1.03mm→0.81mm→0.65mm。前四道次冷轧采用同步轧制方式，末道冷轧工序引入异步轧制方式，上下轧辊的周向速度比为 1: 1.063。

冷轧后，对硅钢板进行 950℃、1 分钟的成品退火，再经涂绝缘层后卷带入库。

实施例 6

化学成分(以重量百分数计算)为: C 0.002; Si +Al=2.10+0.35; Mn 0.30; P 0.015; S 0.0020; N₂ 0.0020; O₂ 0.0015; Fe 余量的连铸坯, 经 1160℃均热后, 热轧至 2.4mm 厚, 终轧温度 860℃, 卷取温度 610℃。

经酸洗去氧化皮后, 采用一次冷轧法分五道次冷轧至成品厚度 0.35mm, 总压下率 85%, 五道次的压下率分别为: 35%、31%、33%、32%和 27%, 即经由 2.4mm→1.56mm→1.07mm→0.71mm→0.48 mm→0.35mm。前四道次冷轧采用同步轧制方式, 末道次冷轧工序引入异步轧制方式, 上、下轧辊的周向速度比为 1: 1.125。

冷轧后, 对硅钢板进行 1050℃、30 秒钟的成品退火, 再经表面涂绝缘层后卷带入成品库。以实施例 3 和 4 及常规工艺制造的无取向硅钢板的铁损 (P₁₅) 和磁感 (B₅₀), 其纵横向测试的平均值列入表 1 中。

表 1

分类	轧制方式	速比	P ₁₅ (W/Kg)	B ₅₀ (T)
实施例 3	末道次异步	1:1.063	2.79	1.705
实施例 4	末道次异步	1:1.125	2.95	1.708
比较例	全同步	1:1	3.29	1.706

由表 1 可见, 在冷轧工序中引入末道异步轧制可使无取向硅钢板的铁损明显降低, 这很好地体现了本发明的价值。