



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 117716055 A

(43) 申请公布日 2024. 03. 15

(21) 申请号 202280052256.X

(22) 申请日 2022.07.26

(30) 优先权数据

21188285.7 2021.07.28 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.01.25

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2022/070919 2022.07.26

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/006732 EN 2023.02.02

(71) 申请人 塔塔钢铁艾默伊登有限责任公司

地址 荷兰费尔森-诺德

(72) 发明人 Y·安 H·B·范韦尔杜伊赞

E·M·图瑟

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

专利代理师 王海宁

(51) Int.Cl.

C21D 8/04 (2006.01)

权利要求书3页 说明书9页

(54) 发明名称

热轧钢片材及其制造方法

(57) 摘要

热轧状态的钢片材,其中所述钢具有以毫百分比表示或其它处以ppm表示的组成:C:1-50ppm;Mn:至多200;Si:至多100;Al:10-200;Ti:46-100;Nb:至多100;V:至多100;P:至多20;S:至多20;N:至多100ppm;其中 Σ (Ti+Nb+V) 合计为至多200;并且任选地:Cr:至多100;Ni:至多100;B:至多5ppm;Ca:至多10;Cu:至多100;Mo:至多100;Sn:至多50;余量为Fe和不可避免的杂质,其中对热轧状态进行细调,以便在由该片材制成的坯料制造的最终成形制品的钢表面中获得 $0.30\mu\text{m}$ 以下的SEP 1941波纹度值 W_{sa} 。

1. 热轧状态的钢片材,其中所述钢具有以毫百分比或其它处以ppm表示的组成:

- C: 1-50ppm;
- Mn: 至多200;
- Si: 至多100;
- Al: 10-200;
- Ti: 46-100;
- Nb: 至多100;
- V: 至多100;
- P: 至多20;
- S: 至多20;
- N: 至多100ppm;
- 其中 Σ (Ti+Nb+V) 合计为至多200;
- 和任选地:
 - Cr: 至多100;
 - Ni: 至多100;
 - B: 至多5ppm;
 - Ca: 至多10;
 - Cu: 至多100;
 - Mo: 至多100;
 - Sn: 至多50;
- 余量为Fe和不可避免的杂质,

其特征不在于,对组成和热轧状态进行细调,使得:

$$-HRT = 0.752 - 0.351P + 0.004G + 0.026T < 0.10,$$

其中HRT是与钢在其热轧状态下的显微组织、织构和最终厚度相关的参数;

其中P是织构成分(112)〈110〉和(554)〈225〉的总体积分数,其使用电子背散射衍射法EBSD在样品上测定,该样品代表来自与轧制方向平行的片材的横截面,在厚度方向上具有至少1.5mm的长度,然后使用通过EBSD测定的织构系数来计算所述体积分数;并且其中G是基于EBSD中的扫描区域的热轧状态钢的以 μm 为单位的平均晶粒尺寸;并且其中T是热轧状态的钢片材的以mm为单位的最终厚度,以便能够在由冷轧、退火和任选地金属涂覆的热轧钢片材制成的最终成形产品中获得 $0.32\mu\text{m}$ 以下、优选 $0.29\mu\text{m}$ 以下、更优选 $0.28\mu\text{m}$ 的SEP 1941波纹度值 W_{sa} ,从而能够获得 $0.1\mu\text{m}$ 以下、优选 $0.08\mu\text{m}$ 以下、更优选 $0.06\mu\text{m}$ 以下的 Δ 波纹度,其中 Δ 波纹度定义为 W_{sa} 杯减去 W_{sa} 平,其中 W_{sa} 杯是由冷轧、退火和任选地金属涂覆的热轧钢片材通过用Marciniak工具进行4.5%的等双轴变形制成的杯的波纹度值, W_{sa} 平是冷轧、退火和任选地金属涂覆的热轧钢片材的波纹度值;

其中终轧温度高于 Ar_3 转变温度,其中(112)和(554)与法线方向相关,并且其中〈110〉和〈225〉与热轧钢片材的轧制方向相关。

2. 根据权利要求1所述的钢片材,其中所述钢中的至少一种下列元素以毫百分比给出的所述范围存在或其它处以ppm表示:

- C: 1-30ppm;

- Mn:10-200,优选40-180;
- Si:1-50,优选2-15;
- Al:10-100;
- Ti:46-95,优选46-90;
- Nb:至多90,更优选至多10;
- V:至多90,优选至多50,更优选至多10;
- P:至多15;
- S:至多15;
- N:至多80,优选至多60ppm;
- 其中 Σ (Ti+Nb+V) 合计为至多100,优选至多90;

和任选地:

- Cr:至多60;
- Ni:至多60;
- B:至多4 ppm;
- Ca:至多5;
- Cu:至多60;
- Mo:至多60;
- Sn:至多30。

3. 根据权利要求1或2所述的钢片材,其中所述钢中的至少一种下列元素以毫百分比给出的所述范围存在或者其他处以ppm表示:

- C:1-22 ppm;
- Mn:10-150;
- Si:1-13;
- Al:20-80;
- Ti:46-70;
- P:1-13;
- S:1-13;
- N:10-60 ppm;

和任选地:

- Nb:至多3;
- V:至多5;
- Cr:至多50;
- Ni:至多50;
- B:至多3 ppm;
- Ca:至多2;
- Cu:至多50;
- Mo:至多40;
- Sn:至多20。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的钢片材,其中所述钢中的至少一种下列元素以毫

百分比给出的所述范围存在或者其他处以ppm表示：

- C:1-21ppm;
- Mn:40-130;
- Si:2-13;
- Al:30-70;
- Ti:50-70;
- P:2-13, 优选1-5;
- S:3-13;
- N:10-40ppm;

和任选地：

- Nb:至多2;
- V:至多4;
- Cr:至多40;
- Ni:至多40;
- B:至多2ppm;
- Ca:至多1;
- Cu:至多40;
- Mo:至多20;
- Sn:至多10。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的钢片材, 其特征在于

$$-HRT=0.752-0.351P+0.004G+0.026T<0.09。$$

6. 根据前述权利要求中任一项所述的钢片材, 其中G为22 μm 或更小, 优选为20 μm 或更小。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的钢片材的制造方法, 其中所述方法包括对钢片材进行热轧的步骤; 其中热轧终轧温度低于960 $^{\circ}\text{C}$, 其中终轧温度高于Ar3转变温度。

8. 根据权利要求7所述的钢片材的制造方法, 其中所述热轧终轧温度低于945 $^{\circ}\text{C}$ 。

9. 根据权利要求7至8中任一项所述的钢片材的制造方法, 其中所述热轧终轧机的最后机架的压下率大于15%, 优选大于20%。

10. 根据权利要求7至9中任一项所述的钢片材的制造方法, 其中对所述钢片材进行冷轧, 并且其中所述冷轧机的最后机架的工作辊的粗糙度Ra2.5低于4.5 μm 。

11. 根据权利要求7至9中任一项所述的钢片材的制造方法, 其中对所述钢片材进行热浸镀锌和平整轧制, 并且其中所述平整轧机的最后机架的工作辊的粗糙度Ra2.5为1.0 μm 至5.0 μm 。

12. 根据权利要求1至6中任一项所述的钢片材, 其中所述热轧片材规格具有3至5mm的厚度。

热轧钢片材及其制造方法

发明领域

[0001] 本发明涉及一种热轧钢片材(sheet)。另一方面,本发明涉及一种制造热轧钢片材的方法。

[0002] 发明背景

[0003] 车身中的具有变形和没有变形的一些位置所需要的钢片材的性能可以用波纹度参数来表示。在汽车工业中需要的是高度可成形并且在成形为最终形状产品之后显示出低波纹度的钢片材或带材。典型地,它们适用于制造汽车车身部件,如汽车外板。由于其高成形性,无间隙原子的钢种可以是用于此类汽车外板的钢种。此外,车辆烤漆周期的改进在汽车工业中已变得重要。这能够实现卓越的油漆外观、环境的整体改善以及油漆烘烤周期的工艺成本降低。关于实现卓越的油漆外观,起作用的问题之一是期望减小油漆层的厚度,同时保持或改善良好的油漆外观。如果油漆下方的钢片材表面具有良好的表面品质,则可以实现这一点。因此,在汽车工业中需要开发不仅具有良好的表面性质(例如成形后的低波纹度)而且具有优异的成形性的钢片材。

[0004] 值得注意的是,对于大零件来说,术语片材和带材可以互换使用;在本说明书中,片材被定义为带材的一部分或前面部分。

[0005] 发明目的

[0006] 本发明的目的是提供具有良好成形性的钢片材。

[0007] 本发明的目的还在于是提供在成形后具有良好表面性能诸如低波纹度的钢片材。

[0008] 本发明的另一目的是提供一种潜在地金属涂覆(例如镀锌)的钢片材,其能够实现具有低波纹度和良好外观的全精加工品质钢产品。

[0009] 本发明的另一目的是能够制造出由于板件(panel)中不同位置处的不同等级变形所导致的波纹度变化很小的汽车外板。

发明内容

[0010] 现有技术关注于改进金属涂覆工艺(例如热浸涂覆工艺)和光整轧制。本发明的目的是改进热轧钢片材,使得在进一步加工例如冷轧、退火和镀锌之后,所得片材、坯料或板件的外表面具有最佳表面。

[0011] 本发明试图提供一种可靠的解决方案以改善成形性从而具有良好的表面性能,例如成形后的低波纹度和由于最终产品例如汽车车身板件的成形而导致的波纹度的低变化。

[0012] 在本说明书中,如果使用毫百分比(millipercen)或ppm,则它们分别是指按重量计的毫百分比和按重量计的ppm。

[0013] 在本发明的第一方面中,钢片材处于热轧状态,并且钢的组成以毫百分比计或其它处(where so)以ppm表示:

[0014] -C:1-50ppm;

[0015] -Mn:至多200;

[0016] -Si:至多100;

- [0017] -Al:10-200;
- [0018] -Ti:46-100;
- [0019] -Nb:至多100;
- [0020] -V:至多100;
- [0021] -P:至多20;
- [0022] -S:至多20;
- [0023] -N:至多100ppm;
- [0024] 其中 Σ (Ti+Nb+V) 合计为至多200;
- [0025] 和任选地:
- [0026] -Cr:至多100;
- [0027] -Ni:至多100;
- [0028] -B:至多5ppm;
- [0029] -Ca:至多10;
- [0030] -Cu:至多100;
- [0031] -Mo:至多100;
- [0032] -Sn:至多50;
- [0033] 余量为Fe和不可避免的杂质;
- [0034] 其特征在于,对组成和热轧状态进行细调,使得:
- [0035] $HRT = 0.752 - 0.351P + 0.004G + 0.026T < 0.10$ (方程A)
- [0036] 其中HRT是与钢在其热轧状态下的显微组织、织构和最终厚度相关的参数;
- [0037] 其中P是织构成分 (112) <110> 和 (554) <225> 的总体积分数,其使用电子背散射衍射法 (EBSD) 在样品上测定,该样品代表来自与轧制方向平行的片材的横截面,在厚度方向上具有至少为1.5mm的长度,然后使用通过EBSD测定的织构系数来计算所述体积分数;其中G是基于EBSD中的扫描区域的热轧状态的钢的平均晶粒尺寸,以 μm 为单位;并且其中T是热轧状态的钢片材的最终厚度 (以mm为单位),以便能够在由冷轧、退火和任选地金属涂覆的热轧钢片材制成的最终成形产品中获得0.32 μm 以下、优选0.29 μm 以下、更优选0.28 μm 的SEP 1941波纹度值Wsa,从而能够获得0.1 μm 以下、优选0.08 μm 以下、更优选0.06 μm 以下的 Δ 波纹度,其中 Δ 波纹度定义为Wsa杯减去Wsa平,其中Wsa杯 (Wsa cup) 是由冷轧、退火和任选地金属涂覆的热轧钢片材通过用Marciniak工具进行4.5%的等双轴变形制成的杯的波纹度值,Wsa平 (Wsa flat) 是冷轧、退火和任选地金属涂覆的热轧钢片材的波纹度值,其中终轧温度高于Ar3转变温度,其中 (112) 和 (554) 与法线方向相关,其中<110>和<225>与热轧钢片材的轧制方向相关。
- [0038] P是织构成分 (112) <110> 和 (554) <225> 的总体积分数。这里,<110>和<225>是与轧制方向相关的方向。(112) 和 (554) 与法线方向相关。P的体积分数是两种取向的体积分数之和;(112) <110>和 (554) <225>。各成分的体积分数以无量纲表示。在体积分数的计算中,使用11度的角展度。由于显微组织和织构的厚度梯度,在不同厚度位置处测量的体积分数可能不同。这里进行的所有测量都是在整个厚度上进行的。使用电子背散射衍射法 (EBSD) 在样品上测定织构,该样品代表来自与轧制方向平行的片材的横截面,在厚度方向上具有至少为1.5mm的长度,然后使用通过EBSD测定的织构系数来计算所述体积分数;以及热轧状态

的钢的平均晶粒尺寸(以 μm 为单位)基于EBSD中的扫描区域。热轧后的中间阶段是冷轧和光整,其中最终冷轧之后和光整之后的表面性能对于实现所需的波纹度是重要的。在冷轧零件期间,对钢进行冷轧,其中冷轧机的最后机架的工作辊的以2.5mm的截止阈值测量的粗糙度Ra(本文缩写为Ra2.5)低于 $4.5\mu\text{m}$ 但高于 $0.6\mu\text{m}$ 。可使用放电纹理化的工作辊(EDT)进行光整操作,其工作表面的粗糙度Ra2.5为 $2.0\mu\text{m}$ 至 $3.5\mu\text{m}$,优选为 $1.8\mu\text{m}$ 至 $3.5\mu\text{m}$,更优选为 $1.8\mu\text{m}$ 至 $2.5\mu\text{m}$ 。在光整操作期间,金属片材的伸长率在0.5%至2%之间。

[0039] 在本发明中,目的之一是能够生产在冷轧和退火状态下或者在冷轧、退火和金属涂覆的状态下具有低波纹度值的带材、片材或坯料(blank),波纹度值以根据标准SEP 1941:2012的Wsa(1-5)来表示,“冷轧金属平板产品的波纹度特征值Wsa(1-5)的测量”,在下文中用缩写Wsa表示。这样的带材、片材或坯料的低波纹度Wsa允许减小用于获得给定的油漆外观品质的油漆层的厚度,或者对于特定厚度的油漆层,允许改善油漆外观的品质。值得注意的是,在SEP 1941中指出,关于因成形操作而引起的波纹度参数的变化,该描述对于未变形的片材金属是有效的。在本发明的一个方面中,正是波纹度的这种变化在本文中被定义为试图要最小化的 Δ 波纹度。已发现,如果观察到上述本发明的特征,则实现了热轧状态下的最佳钢片材,其可有利地用于制造冷轧、任选地金属涂覆的钢片材,例如用于制造汽车车身零件。最终的成形产品中的Wsa则为 $0.30\mu\text{m}$ 以下,优选为 $0.29\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $0.28\mu\text{m}$ 以下,和/或 Δ 波纹度为 $0.1\mu\text{m}$ 以下,优选为 $0.08\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $0.06\mu\text{m}$ 以下。对于给定的厚度T,应选择合适的P或G以符合方程A(本文也称为Eqn(A))。

[0040] 在本发明的第二实施方案中,在钢片材中,钢中的至少一种以下元素以毫百分比给出的所述范围存在或其它处以ppm表示:

- [0041] -C: 1-30ppm;
- [0042] -Mn: 10-200, 优选40-180;
- [0043] -Si: 1-50, 优选2-15;
- [0044] -Al: 10-100;
- [0045] -Ti: 46-95, 优选46-90;
- [0046] -Nb: 至多90, 更优选至多10;
- [0047] -V: 至多90, 优选至多50, 更优选至多10;
- [0048] -P: 至多15;
- [0049] -S: 至多15;
- [0050] -N: 至多80, 优选至多60ppm;
- [0051] -其中 Σ (Ti+Nb+V) 合计为至多100, 优选至多90;
- [0052] 和任选地:
- [0053] -Cr: 至多60;
- [0054] -Ni: 至多60;
- [0055] -B: 至多4ppm;
- [0056] -Ca: 至多5;
- [0057] -Cu: 至多60;
- [0058] -Mo: 至多60;
- [0059] -Sn: 至多30。

[0060] 在本发明的一个实施方案中, Σ (Ti+Nb+V) 合计的数值为至多100或优选至多90。具有此值的优点是避免连铸期间发生任何堵塞。

[0061] 在本发明的替代实施方案中, 在钢片材中, 钢中的至少一种下列元素以毫百分比计给出的所述范围存在或其它处以ppm表示:

[0062] -C: 1-22ppm;

[0063] -Mn: 10-150;

[0064] -Si: 1-13;

[0065] -Al: 20-80;

[0066] -Ti: 46-70;

[0067] -P: 1-13;

[0068] -S: 1-13;

[0069] -N: 10-60ppm;

[0070] 和任选地:

[0071] -Nb: 至多3;

[0072] -V: 至多5;

[0073] -Cr: 至多50;

[0074] -Ni: 至多50;

[0075] -B: 至多3ppm;

[0076] -Ca: 至多2;

[0077] -Cu: 至多50;

[0078] -Mo: 至多40;

[0079] -Sn: 至多20。

[0080] 在本发明的另一实施方案中, 在钢片材中, 钢中的至少一种下列元素以毫百分比计给出的所述范围存在或者其它处以ppm表示:

[0081] -C: 1-21ppm;

[0082] -Mn: 40-130;

[0083] -Si: 2-13;

[0084] -Al: 30-70;

[0085] -Ti: 50-70;

[0086] -P: 2-13, 优选1-5;

[0087] -S: 3-13;

[0088] -N: 10-40ppm;

[0089] 和任选地:

[0090] -Nb: 至多2;

[0091] -V: 至多4;

[0092] -Cr: 至多40;

[0093] -Ni: 至多40;

[0094] -B: 至多2ppm;

[0095] -Ca: 至多1;

[0096] -Cu:至多40;

[0097] -Mo:至多20;

[0098] -Sn:至多10。

[0099] 本发明的另一方面涉及一种钢片材,其特征在于:

[0100] $-HRT=0.752-0.351P+0.004G+0.026T<0.09$ 。

[0101] 如果HRT值较低,则所得产品的波纹度值和/或 Δ 波纹度值也较低。本发明的另一实施方案涉及G为22 μm 以下、优选为20 μm 以下的钢片材。如果G值较低,则HRT值也较低。它允许实现细晶粒尺寸,这对最终产品有利。

[0102] 本发明的另一方面涉及上文关于每种所述组成所述的钢片材的制造方法。根据本发明实施方案的由热轧钢片材生产产品的制造方法可以在热轧步骤之后包括诸如以下的步骤:酸洗步骤、冷轧步骤、退火步骤、镀锌步骤和平整轧制或光整步骤。将具有根据本发明实施方案的规定组成的钢在例如转炉中熔炼,并通过连铸工艺等形成板坯。

[0103] 要使用的板坯优选通过连铸工艺生产以防止组分的宏观偏析。要使用的板坯可以通过铸锭法或薄板坯连铸工艺制造。作为替代,在生产板坯之后,除了将板坯首先冷却至室温然后再次加热的常规方法之外,还可以采用节能工艺,例如直接热轧或直接轧制。节能工艺可以包括将板坯放入加热炉中同时保持板坯温度而不冷却至室温,或者在短时间保持该温度后立即进行轧制。

[0104] 可以对热轧步骤中使用的板坯进行加热。在加热时,出于节能的目的,板坯加热温度优选尽可能低。然而,如果加热温度降至低于1150 $^{\circ}\text{C}$,则碳化物不会充分溶解。就氧化皮损失随氧化增重的增加而增加而言,板坯加热温度优选为1250 $^{\circ}\text{C}$ 以下。

[0105] 在热轧中,在等于或高于Ar3转变温度的热轧终轧温度下轧制板坯,然后以30 $^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 或更高的平均冷却速度进行冷却,然后卷曲。这里,Ar3温度是冷却中铁素体转变开始的温度。如果热轧终轧温度降至低于Ar3温度,则在轧制中生成 α 相和 γ 相两者,结果,铁素体的晶粒尺寸变大,且厚度方向上的晶粒较不均匀。因此,热轧终轧温度为Ar3温度或更高。

[0106] 作为最大热轧终轧温度,优选为970 $^{\circ}\text{C}$ 。在本发明的一个实施方案中,该方法包括热轧钢片材的步骤;其中热轧终轧温度低于960 $^{\circ}\text{C}$ 。因此,该方法包括热轧钢片材的步骤;其中热轧终轧温度低于960 $^{\circ}\text{C}$,其中终轧温度高于Ar3转变温度。热轧终轧温度的最大值优选为Ar3+70 $^{\circ}\text{C}$ 。本发明的另一实施方案涉及如上所述的钢片材的制造方法,其中热轧终轧温度低于945 $^{\circ}\text{C}$ 。

[0107] 由于最终热轧步骤中的热轧片材厚度上的温度梯度,推荐的是:如果热轧片材的测量厚度较厚,则优选的热轧终轧温度较低。例如,对于3.5mm的厚度规格,选择Ar3+50 $^{\circ}\text{C}$ 的终轧温度,而对于4.7mm的厚度规格,优选Ar3+30 $^{\circ}\text{C}$ 的终轧温度。

[0108] 本发明的另一实施方案涉及如上所述的钢片材的制造方法,其中热轧终轧机的最后机架中的压下率大于15%,优选大于20%。通过提高压下率,晶粒尺寸G更细并且织构成分P增加。

[0109] 在另一实施方案中,本发明涉及如上所述的钢片材的制造方法,其中将所述钢片材冷轧,并且其中冷轧机的最后机架的工作辊的以2.5mm的截止阈值测量的粗糙度Ra(在本文中缩写为Ra2.5)低于4.5 μm ,但高于0.6 μm 。

[0110] 在冷轧期间,总的冷轧压下率通常在50%和85%之间,以获得厚度在例如0.2mm和

2mm之间的基材。在一些实施方案中,可以进行退火步骤。然后对冷轧基材进行退火,该退火在还原气氛下的退火炉中以常规方式进行,目的是其在冷轧操作期间经历的加工硬化之后发生再结晶。退火步骤是将冷轧钢片材加热至650℃至900℃的温度的步骤。退火步骤可以优选在780℃至820℃的范围内进行。再结晶退火后,将钢片材冷却至接近溶液温度的温度。进入溶液后,钢片材或基材的两侧上涂覆有Zn基涂层。每个表面的涂层重量可为35至45g/m²。然后,通过放置在金属片材两侧的喷嘴(其喷射擦拭气体)对金属片材进行擦拭。擦拭气体从每个喷嘴沿水平且垂直于金属片材的方向喷出。在生产线上且因此在喷嘴前方的基材行进速度在80m/min和160m/min之间。这可以优选地大于100m/min,或者甚至120m/min。

[0111] 喷嘴的出口通常位于沿主喷射方向距金属片材6mm至12mm的距离处。出口通常呈现为矩形槽,其垂直于钢片材基材的行进方向延伸并且在至少等于金属片材宽度的宽度上延伸。喷嘴出口到金属片材的距离优选不大于10mm,更优选低于8mm。

[0112] 当金属涂覆的钢片材完全冷却时,金属片材可进行平整轧制或张力矫平操作,以便向金属涂层的外表面赋予纹理。具有足够粗糙度的金属涂层外表面的转印表面纹理使得金属片材能够保留施加在金属片材上的足够量的油,以便适当地进行其成形过程。这种转印的表面纹理的另一个目的是它为金属片材提供期望的低波纹理特性。

[0113] 可以使用放电纹理加工辊(EDT)进行光整操作,为此的工作表面具有的粗糙度Ra2.5为2.0μm至3.5μm,优选为1.8μm至3.5μm;更优选为1.8μm至2.5μm。金属片材在光整操作期间的伸长率在0.5%和2%之间。所有钢片材被赋予小于0.35μm的波纹理Wsa,优选小于0.30μm。然后可以将任选地经过平整轧制或光整的钢片材切割,并进行成形过程,例如通过拉伸、拉拔或弯曲,以形成零件,然后将其涂覆各涂层。在变形过程之后,零件的金属涂层的外表面的波纹理Wsa值小于或等于0.32μm,或甚至小于或等于0.30μm,或甚至小于或等于0.28μm。可以例如在片材平面上的轧制方向和横向方向的4.5%的等双轴变形之后测量该波纹理,或者在厚度方向上约9%的变形之后测量。

[0114] 在另一实施方案中,本发明涉及如上所述的钢片材的制造方法,其中对钢进行热浸镀锌和平整轧制,并且其中平整轧机的最后机架的工作辊的粗糙度Ra2.5为1.0μm至5.0μm。另一方面,本发明涉及一种钢片材,其中热轧钢片材规格具有3mm至5mm之间的厚度。

实施例

[0115] 现在将通过以下非限制性实施例进一步解释本发明。将具有表1所示的化学组成且余量为Fe和不可避免的杂质的钢在真空熔炼炉中熔炼,得到厚度为225mm的板坯材料。

[0116] 表1:除C和N以ppm为单位外,钢组成均以毫百分比为单位。I.E.表示发明例,C.E.表示比较例。带下划线的数字在本发明的范围之外。

[0117]

样品	C	N	Mn	P	S	Si	Al	Ti	V	Mo	Cu	Cr	Sn	Ni	发明
1	13	23	129	10	6	4	51	69	3	2	9	18	3	14	I.E.
2	13	22	106	8	6	3	53	68	2	2	10	18	3	15	I.E.
3	13	23	129	10	6	4	51	69	3	2	9	18	3	14	I.E.
4	12	20	95	5	6	4	42	42	2	2	9	16	3	15	C.E.
5	9	21	93	5	6	3	59	45	1	5	17	25	3	14	C.E.
6	16	31	110	6	6	3	52	44	2	5	21	22	6	28	C.E.

7	15	18	82	5	6	2	53	69	2	2	10	15	3	14	I.E.
8	13	23	129	10	6	4	51	69	3	2	9	18	3	14	I.E.
9	13	22	105	8	6	3	53	68	2	2	10	18	3	15	I.E.
10	13	23	129	10	6	4	51	69	3	2	9	18	3	14	I.E.
11	13	23	102	7	6	3	56	70	2	2	9	19	3	14	I.E.
12	13	23	102	7	6	3	56	70	2	2	9	19	3	14	I.E.
13	15	20	111	7	7	3	52	69	2	4	10	19	3	14	I.E.
14	11	21	50	5	7	4	45	68	1	4	12	11	6	19	I.E.
15	11	21	50	5	7	4	45	68	1	4	12	11	6	19	I.E.

[0118] 在实施例中,板坯厚度为约225mm,过渡规格(transfer gauge)为35mm至40mm,并且热轧带材的最终测量厚度在3mm至5mm的范围内。终轧后的平均目标冷却速率为至少30℃/s,使得热轧钢片材的显微组织变为更均匀的显微组织。卷曲温度为750℃或更低,但高于550℃。因此,热轧钢片材的显微组织变为更均匀的显微组织,并且由氧化引起的氧化皮损失减少。

[0119] 在所有的实验中,都进行酸洗步骤。酸洗步骤是通过进行酸洗去除热轧步骤中得到的热轧钢片材表面的氧化皮的步骤。冷轧步骤是在酸洗步骤之后对酸洗片材进行冷轧的步骤。在一些实验中,至少最后一个冷轧道次是用相对光滑的工作辊进行的。在这种情况下,轧机的矫正辊和非蚀刻辊的与上述片材直接接触以确保其变形的表面的粗糙度Ra2.5小于0.5μm。冷轧片材的波纹度Wsa(1-5)的目标是小于0.40μm。在下面列出的实施例中,所有钢片材均被冷轧成具有这样的表面特性。在下面列出的实施例中,用于平整轧制的EDT工作辊的工作表面的粗糙度Ra2.5在2.50μm和3.0μm之间。平整轧制操作期间的伸长率在1.0%至1.5%的范围内。以表2中所示的工艺条件进行热轧。其余过程;酸洗、冷轧、退火、镀锌和平整轧制如前一节所述进行。平整轧制后的波纹度以及此后使用Marciniak工具以4.5%的应变进行双轴拉伸后的波纹度也示于表2中。从实施例7至实施例15,Ra2.5,CR(冷轧机的最后机架中的用于冷轧CR的工作辊的表面粗糙度)为0.5μm,以及Ra2.5,TR(平整轧机的用于平整轧制TR的工作辊的表面粗糙度)为2.8μm。

[0120]

表 2

样品	板坯 mm	热轧 T (mm)	炉温 °C	P 以%计	G μm	终轧 温度°C	卷曲 温度°C	冷却速率 °C/s	Wsa 平	Wsa 杯	Δ波纹度	发明	方程 (A)	备注
1	225	4.17	1200			936	700	69	0.223	0.290	0.067	I.E.	-	-
2	225	4.16	1194			949	748	67	0.221	0.310	0.089	I.E.	-	-
3	225	4.16	1205			946	620	42	0.227	0.319	0.092	I.E.	-	-
4	225	4.16	1213			917	612	41	0.211	0.451	0.24	C.E.	-	-
5	225	4.16	1207			955	574	66	0.226	0.409	0.183	C.E.	-	-
6	225	4.16	1208			940	641	97	0.203	0.395	0.192	C.E.	-	-
7	225	4.69	1209	2.41	23.1	956	679	61	0.216	0.329	0.113	C.E.	否	B
8	225	4.69	1201	2.53	16.0	921	678	61	0.214	0.271	0.057	I.E.	是	E
9	225	3.52	1193	2.52	16.9	928	678	67	0.211	0.247	0.036	I.E.	是	E
10	225	4.68	1209	2.43	18.0	921	681	55	0.205	0.273	0.068	I.E.	是	E
11	225	3.52	1208	2.44	19.9	950	681	68	0.223	0.291	0.068	I.E.	是	G
12	225	3.52	1213	2.42	22.3	953	678	71	0.219	0.294	0.075	I.E.	是	G
13	225	3.52	1212	2.46	20.2	943	678	75	0.211	0.273	0.062	I.E.	是	G
14	225	4.74	1223	2.32	22.4	943	684	75	0.219	0.371	0.152	C.E.	否	B
15	225	4.74	1213	2.39	22.9	940	622	62	0.202	0.346	0.144	C.E.	否	B

[0121] 根据显微组织和织构是否满足根据本发明所定义的HRT准则,双轴拉伸后的波纹度Wsa变得更低或更高,这导致差 (B)、良好 (G) 或优异 (E) 的表面外观,如表2所示。在光整操

作(平)和拉伸(杯)之后测量钢片材表面的波纹度值 W_{sa} 。后者是使用Marciniak工具以4.5%的等双轴变形进行。 W_{sa} 的测量结果于表2中分组。使用满足方程A的参数HRT给出了在如上所述的光整和等双轴变形之后获得小于或等于 $0.30\mu m$ 的波纹度 W_{sa} 的可能性。当热带显微组织和织构不满足HRT准则时,波纹度变得显著更高,如表2中所示。对于较高的热轧T值,可选择较低的终轧温度值。对于样品7、14、15,热轧T具有较高值。在这种情况下,可以将终轧温度降低到较低值以符合方程(A)。尽管对于样品8,热轧T具有较高值(4.69mm),但选择较低的终轧温度例如 $921^{\circ}C$,使其符合方程(A)。本文提到的波纹度 W_{sa} 如标准SEP 1941:2012中所定义。上面已经参考几个示例性实施方案描述了本发明。一些部分或要素的改变和替代实施方式是可能的,并且包括在所附权利要求书中限定的保护范围内。