



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115176038 A

(43) 申请公布日 2022.10.11

(21) 申请号 202180011471.0

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

(22) 申请日 2021.02.12

责任公司 11240

(30) 优先权数据

102020106164.1 2020.03.06 DE

专利代理人 张英

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.07.27

(51) Int.Cl.

C21D 8/04 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2021/053414 2021.02.12

C22C 38/00 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/175562 DE 2021.09.10

C22C 38/02 (2006.01)

(71) 申请人 蒂森克虏拉塞斯坦有限公司

C22C 38/04 (2006.01)

地址 德国安德那赫

C22C 38/06 (2006.01)

(72) 发明人 布克哈德·考普 L-M·海涅

C23C 8/26 (2006.01)

布莱泽·马西科

C21D 9/48 (2006.01)

C23C 8/02 (2006.01)

C23C 8/80 (2006.01)

权利要求书2页 说明书18页 附图2页

## (54) 发明名称

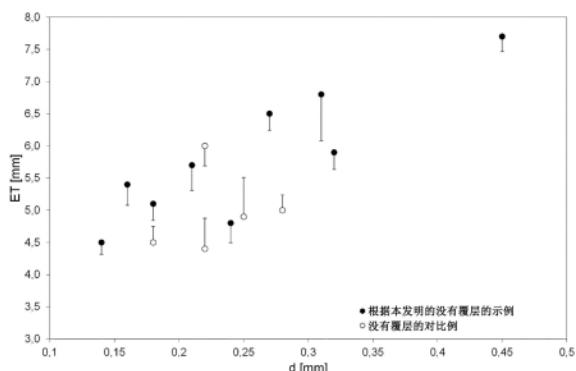
用于包装的冷轧的扁钢产品

## (57) 摘要

本发明涉及一种用于包装的扁钢产品，包括厚度(d)小于0.5mm的冷轧钢板和以重量计的以下组分：-C:大于0.03%、优选大于0.04%，-Si: 小于0.10%，-Mn: 0.10至0.60%，-P: 小于0.10%，-S: 小于0.03%，-Al: 小于0.05%、优选小于0.018%，-N: 大于0.014%、优选大于0.015%，-剩余的铁和不可避免的杂质，其中，以重量计的碳份额(C)和氮份额(N)的总和至少为0.050%，并且扁钢产品具有至少600MPa的抗拉强度(Rm)和与钢板的厚度(d,以mm计)、碳份额(C,以重量%计)和氮份额(N,以重量%计)以及抗拉强度(Rm,以MPa计)相关的埃里克森深度值，  

$$A_{ET} \geq 11.1 \cdot (C+N) + 11.01 \cdot mm \cdot d - 0.00864 \cdot Rm + 7.524$$
  
 其中，ET是以mm计的埃里克森深度值。扁钢产品的特征一方面在于高强度，并且另一方面在于扁钢产品的板平面内部高的且各向同性的可成型能力，进而出色地适合于制造包装。

CN 115176038 A



1. 一种用于包装的扁钢产品,所述扁钢产品包括厚度(d)小于0.5mm的冷轧钢板和以重量计的以下组分:

- C: 大于0.03%, 优选大于0.04%,
- Si: 小于0.10%,
- Mn: 0.10%至0.60%,
- P: 小于0.10%,
- S: 小于0.03%,
- Al: 小于0.05%, 优选小于0.018%,
- N: 大于0.014%, 优选大于0.015%,
- 剩余的铁和不可避免的杂质,

其中,以重量计的碳份额(C)和氮份额(N)的总和至少为0.050%,并且所述扁钢产品具有至少600MPa的抗拉强度(Rm)和与所述钢板的所述厚度(d,以mm计)、所述碳份额(C,以重量%计)和所述氮份额(N,以重量%计)以及所述抗拉强度(Rm,以MPa计)相关的埃里克森深度值,

$$ET \geq 11.1 \cdot (C+N) + 11.01 \cdot d - 0.00864 \cdot Rm + 7.524,$$

其中,ET是以mm计的所述埃里克森深度值。

2. 根据权利要求1所述的扁钢产品,其特征在于,所述钢板具有以重量计的以下组分:

- C: 大于0.04%且小于0.1%,
- Si: 大于0.003%且小于0.03%,
- Mn: 大于0.17%且小于0.5%,
- P: 大于0.003%且小于0.03%,
- S: 大于0.001%且小于0.03%,
- Al: 大于0.002%且小于0.018%,
- N: 大于0.014%且小于0.07%,
- 可选Cr: 小于0.1%, 优选0.01%至0.05%,
- 可选Ni: 小于0.1%, 优选0.01%至0.05%,
- 可选Cu: 小于0.1%, 优选0.002%至0.05%,
- 可选Ti: 小于0.01%,
- 可选B: 小于0.005%,
- 可选Nb: 小于0.01%,
- 可选Mo: 小于0.02%,
- 可选Sn: 小于0.03%。

3. 根据前述权利要求中任一项所述的扁钢产品,其特征在于,所述钢板的厚度大于0.14mm。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的扁钢产品,其特征在于,所述扁钢产品包括有机覆层、特别是由热塑性材料构成的聚合物覆层或涂漆。

5. 根据权利要求4所述的扁钢产品,其特征在于,所述有机覆层是聚合物覆层,所述聚合物覆层由聚酯构成,尤其由聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)或者由聚乙烯(PE)或聚丙烯(PP)或者由聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚乙烯和聚丙烯的混合物构成。

6. 根据权利要求4所述的扁钢产品,其特征在于,所述有机覆层包括漆、特别是BPA-NI漆或水溶性漆。

7. 根据权利要求4至6中任一项所述的扁钢产品,其特征在于,所述有机覆层具有 $5\mu\text{m}$ 至 $100\mu\text{m}$ 的覆层厚度。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的扁钢产品,其特征在于,在所述钢板的厚度在 $0.14\text{mm}$ 至 $0.25\text{mm}$ 的范围中的情况下,未覆层的所述钢板的埃里克森深度值为至少 $4.3\text{mm}$ ,并且在所述钢板的厚度在 $0.26\text{mm}$ 至 $0.49\text{mm}$ 的范围中的情况下,未覆层的所述钢板的埃里克森深度值为至少 $5.3\text{mm}$ 。

9. 根据权利要求4至8中任一项所述的扁钢产品,其特征在于,以有机覆层涂覆的钢板具有比未覆层的钢板的埃里克森深度值大至少 $0.1\text{mm}$ 的埃里克森深度值。

10. 根据前述权利要求中任一项所述的扁钢产品,其特征在于,所述钢板能够通过以下方式获得:

-将钢坯加热到至少 $1200^\circ\text{C}$ 的预热温度,并且将所述钢坯热轧直至最高 $900^\circ\text{C}$ 的最终轧制温度以产生热轧带材,

-在 $670^\circ\text{C}$ 或更低、优选低于 $590^\circ\text{C}$ 的卷绕温度卷绕所述热轧带材,

-以至少80%的冷轧度将所述热轧带材冷轧,以产生冷轧的钢板,

-在退火炉、特别是连续式退火炉中,在处于钢的再结晶温度与 $700^\circ\text{C}$ 之间的、优选处于 $630^\circ\text{C}$ 与 $670^\circ\text{C}$ 之间的退火温度对冷轧的所述钢板进行退火,

-在所述退火炉中,尤其在所述退火之前或期间,将冷轧的所述钢板氮化到以重量记的氮份额超过0.014%,

-以在7%与20%之间的再轧度将已氮化的且退火的所述钢板再轧。

11. 根据权利要求10所述的扁钢产品,其中,在终轧之后,以至少 $15\text{K/s}$ 的冷却速率将所述热轧带材冷却到所述卷绕温度。

12. 根据权利要求10或11所述的扁钢产品,其中,在30秒至180秒的退火持续时间期间进行所述退火。

13. 根据权利要求10至12中任一项所述的扁钢产品,其中,在所述退火之后,冷轧的所述钢板以 $2\text{K/s}$ 至 $25\text{K/s}$ 、优选 $5\text{K/s}$ 与 $20\text{K/s}$ 之间的冷却速率被冷却。

14. 根据权利要求10至13中任一项所述的扁钢产品,其中,所述热轧带材在所述冷轧之前被酸洗和/或在所述冷轧之后被脱脂。

## 用于包装的冷轧的扁钢产品

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种由厚度小于0.5mm的冷轧的钢板构成的、用于包装的扁钢产品。

### 背景技术

[0002] 出于资源效率和降低成本的原因,寻求减少用于制造包装(以下也称为包装钢)的扁钢产品(钢板和钢带)的厚度。冷轧包装钢的典型厚度处于极细板范围内,即在0.1和0.5mm之间。但是,由于厚度减少会导致材料刚度的降低,因此必须提高包装钢的强度,以便在制造包装时、例如在深冲或拉伸时材料可以经受住对于在成型工艺中的可冷变形性的要求。然而同时,必须保证钢板在冷变形时的可成型性。因此,存在对于抗拉强度超过600MPa的高强度钢板的需求,所述钢板同时即使在0.14至0.5mm的范围内且特别是0.20至0.35mm之间的低厚度情况下,也具有对于可成型性的良好的特征变量、例如高的断裂伸长率和/或高的埃里克森指数(根据DIN 50101也称为埃里克森深度值,根据DIN EN ISO 20482中标准化的、根据埃里克森的压痕试验测量;术语“埃里克森深度值”和“埃里克森指数”或“埃里克森值”视作为是同义的)。

[0003] 从EP 2 835 438 B1中已知一种用于罐的易开盖的可良好成型的钢板,所述钢板具有0.020至0.040重量%的碳含量和0.013至0.017重量%的氮含量,以及在轧制方向上的抗拉强度至少为520MPa和埃里克森指数(埃里克森深度值)至少为5.0mm,其中,该钢板包含厚度为5至100μm的由树脂膜构成的覆层。在示例中,公开了用树脂膜覆层的钢板,所述钢板在埃里克森指数大于5mm的情况下具有直至591MPa的拉伸强度。然而,对于包装钢的许多应用,并且尤其对于厚度小于0.3mm的冷轧钢板的许多应用而言,小于600MPa的拉伸强度不足以可以从在成型方法中以非常高的变形度制造稳定的包装。尤其对于制造罐的易开盖(“易开盖(easy open ends)”,EOE)或气溶胶罐或气溶胶罐部件、例如气溶胶罐底座,需要厚度范围在0.14至0.28mm(用于易开盖)的钢板和厚度范围在0.22至0.49mm(例如用于气溶胶罐底座)的钢板,以便满足对于原始材料的可成型性和最终产品的稳定性的要求,其中所述钢板具有大于600MPa抗拉强度和对于易开盖至少为4.3mm的埃里克森指数和对于气溶胶罐底座的大于5mm的埃里克森指数。

[0004] 提高钢板强度的可行性有很多,例如冷作硬化、混合晶体强化(通过在添加碳、氮、磷、锰和/或硅)、沉淀强化、通过设置多相钢结构或细晶粒硬化来提高强度。然而,用于提高钢强度的许多这种措施都有不期望的副作用。

[0005] 例如,随着冷作硬化的增加,冷轧钢板生产中的纵向和横向差异进而各向异性增加,并且同时延展性不成比例地降低。

[0006] 在混合晶体强化中,外来原子(例如N、C、P、Mn、Si)以间隙或替代的方式嵌入钢的主晶格中。当然,许多可能的合金元素都有负面的伴随影响(因此,例如P是一种钢害虫,Mn和Si劣化表面质量),这就是为什么通过添加这些合金元素来增加强度并不是目标导向的。

[0007] 尽管添加碳使钢的强度会随着碳含量的增加而增加,然而同时在处理钢板期间形成条形形式的显著的各向异性,因为碳由于在钢的铁素体晶格中的溶解度低而主要以渗碳

体的形式存在。此外,随着碳含量的增加,表面质量劣化,并且板坯裂纹的风险随着接近包晶点而增加。此外,钢的成型性随着碳含量增加而劣化。因此,将碳含量限制在最多0.1重量%是目标导向的,因为仅可以有效地避免板坯裂纹的形成和由此产生的点状氧化(氧扩散到裂缝中)以及埃里克森深度值的强烈降低。

[0008] 从现有技术已知用于包装的钢板及其制造方法,其中向钢熔体中添加对于混合晶体强化足够量的碳和氮,以实现超过500MPa的强度。因此,例如,US2011/0076177A1示出一种用于罐制造的高强度的钢板,以重量计,所述钢板的碳含量为0.02%至0.10%,并且氮含量为0.012%至0.0250%,其抗拉强度超过500MPa,其中未结合的、即间隙嵌入钢中的氮重量分数为至少0.0100重量%。在US 2011/0076177 A1的示例中实施如下钢板,所述钢板在时效处理后在断裂伸长率为至少10%的情况下具有高达540MPa的抗拉强度。在此,已经确定:尤其未结合的氮有助于通过混合晶体强化和时效硬化来提高钢的强度。当然在此,通过氮的间隙嵌入可实现的强度增加一方面受限于氮部分地结合成氮化物,特别是AlN,并且另一方面受限于,在氮含量大于0.025重量%的情况下,在热轧时板坯断裂的风险显着增加。

[0009] 在沉淀硬化的情况下,例如通过添加Ti或Nb,存在以下问题:在热轧时由于高温已经形成沉淀物。因此,所述沉淀物参与所有后续生产阶段,例如冷轧、退火和必要时的再轧或平整,并且在此,与渗碳体类似,尤其当沉淀优选在晶界上进行时产生显著的各向异性。此外,沉淀物形成物Ti和Nb有助于提高再结晶温度。

[0010] 在包装钢的情况下,由于在钢的合金组成部分方面的规范预设,通过在钢中形成多相结构的强度提高从一开始就非常受限。因此,常规的多相钢、例如在汽车工业中使用的多相钢无法用于包装钢,因为由于通过包装钢标准(DIN EN 10202)的规范预设,仅可使用最大重量分数的例如用于包装钢中的形成多相结构的合金组成部分、如锰和硅。甚至在包装钢中,可以借助于专用的冷却技术来设置多相结构。然而,产生的结构状态的特点在于高度不稳定性,并且强度增加通常伴随着可成型的降低。如果多相结构主要基于合金元素碳,那么还存在以下风险,渗碳体的各向异性传递给多相结构,并且由此增强。

[0011] 在细晶粒硬化的情况下,尽管在可成型性保持不变的情况下可以经由细晶粒结构的设置来提高钢的强度,其中,细晶粒结构在工艺方面可以经由低卷绕温度(热轧后的卷取温度)、高的冷轧度和通过在连续退火装置中将冷轧钢板退火来实现。此外,细晶粒结构的形成可以经由微合金化和热轧带材中沉淀行为的影响来设置。然而,为此所需的合金元素是昂贵的,并且增加了再结晶所需的退火温度。此外,由于热轧带材的基本强度增加,可冷轧性劣化,并且钢板表面更容易出现缺陷。

[0012] 因此,用于在保持可成型性的情况下增加钢板强度的所提到的可行性尤其在各向同性方面、即关于材料特性的方向相关性方面会导致问题。由于包装,例如气溶胶罐、饮料罐或储藏罐大多是(旋转)对称部件,因此用于制造包装的钢板通常以如下圆坯(即平面的、圆形的板坯料)的形式存在,所述圆坯在深冲和拉伸方法中成形为柱形的罐体或圆形的罐底座或盖。因此,由于最终产品的对称性,对于板需要尽可能各向同性的材料特性,即包装板的特性应在板平面的所有方向上尽可能相同。在以制造决定的以钢带形式存在的冷轧钢板的情况下,这是非常苛刻的,因为由于在热轧和冷轧时的轧制方向制造决定地总是存在材料特性的方向相关性。因此,由于制造决定,冷轧钢板总是具有显著的各向异性。这主要是由于高冷轧度,所述高冷轧度又是实现极薄板厚度所必需的。由于在包装制造时冷轧钢

板的加工基本与轧制方向无关,因此在成型工艺中经常出现困难,因为例如强度和可成型性在圆坯的圆周上并不均匀。

[0013] 因此,需要一种冷轧的扁钢产品形式的包装钢,其特征一方面在于大于600MPa的高强度,并且另一方面在于在扁钢产品的板平面内的高的且尽可能各向同性的可成型能力。在扁钢产品厚度不断减小并且为此所需的强度增加的上下文中,这是难以实现的矛盾目标。此外,除了扁钢产品的各向同性特性外,还必须考虑在制造包装时对包装钢的其他要求,特别是在成型工艺的灵活性和包装的形状,减少材料浪费以及为此所需实现尽可能均匀和均质的包装特性方面。

## 发明内容

[0014] 因此,本发明的一个目的在于提供一种用于制造包装的高强度的扁钢产品,所述扁钢产品具有尽可能高的且各向同性的可成型能力,由所述扁钢产品可以制造具有出色的各向同性的特性和具有最不同的几何形状以及在不同的成型方法中具有尽可能低的材料浪费的包装。

[0015] 由于包装钢在老化的状态下、即在较长的仓储持续时间之后并且可能在涂漆和干燥之后被加工成完成的包装,所以必须考虑在材料老化时的效应的情况下,进行材料优化,所述材料老化在较长时间的仓储之后和/或在层压塑料膜或涂漆与随后的干燥之后出现。因此,包装钢的技术特征值在材料的人工老化之后检测,所述人工老化可以根据标准DIN EN 10202例如通过将样品加热到200°C持续20分钟来进行。由于在钢板的(自然或人工)老化的情况下尤其会影响强度和可成型性,所以在优化材料特性时必须考虑老化效应。

[0016] 由于上面列举的原因,冷轧钢板的材料特性在强度和可成型性方面的改进以材料特性的各向同性为代价。为了实现钢板的各向同性的特性,在制造冷轧钢板时存在各种冶金和工艺方面的可行性。有针对性地改进冷轧钢板的各向同性的一个选项在于添加硼。然而,硼对钢和最终产品(钢板)的可加工性有不利影响。因此,通过硼的添加,在冷轧之后对于钢板再结晶所需的退火温度、材料的可焊性劣化,并且老化潜力(即随着钢板的老化而强度增加)降低。

[0017] 因此,本发明的另一个目的可在于,提出成本适宜且工艺方面可简单制造的包装钢及其制造方法,其一方面在保持对于深冲和拉伸足够良好的可成型性和对于制造三件式罐所需的材料可焊接性的情况下具有尽可能高的强度,以及另一方面在材料的老化状态下关于强度和可成型性方面具有材料特性的尽可能高的各向同性。

[0018] 根据本发明,所述目的利用具有权利要求1的特征的扁钢产品来实现。在此,扁钢产品理解为厚度在超细金属板范围内、特别是在0.14mm至0.49mm的厚度范围内的板块或带形的钢板。

[0019] 本发明基于这样的认识,即混合晶体强化借助于钢的间隙嵌入的合金组成部分实现对强度、可成型性和各向同性的同时改进,并且通过碳和氮进行的混合晶体强化在此证实为尤其有效,前提是碳和氮结合成碳化物和氮化物至少可以在工艺方面很大程度被抑制。碳化物和氮化物的形成促进各向异性特性的形成。

[0020] 在此,本发明所基于的另一认识是,在包装钢生产例程结束时,在氮供体存在的情况下,通过在退火炉中对冷轧的扁钢产品进行渗氮来引入氮是特别合适的,以便实现通过

氮有效的混合晶体强化,还有改进对于在制造包装时与扁钢产品的继续处理相关的材料特性、尤其抗拉强度或屈服点、断裂伸长率和埃里克森深度值(即埃里克森指数)的各向同性。因此已经表明,与通过将氮引入钢熔体中来增加氮含量不同,在退火炉中进行渗氮主要引起氮的间隙和均匀的嵌入,而不与氮结合形成氮化物。

[0021] 在此,以惊讶的方式确定:在退火炉中(尤其在连续式退火炉中在再结晶退火之前或期间)渗氮时以间隙方式嵌入冷轧的扁钢产品中的氮对材料特性的可成型性和各向同性起积极作用,并且尽管碳份额相对高,但可以实现高的埃里克森深度值。明显地,由于氮在钢的(铁素体)晶格中分布均匀,氮的间隙嵌入引起扁钢产品的机械特性的突出的各向同性,并且由此有条件地产生高的可成型能力,所述高的可成型能力反映在未覆层的钢板的埃里克森深度值的高的数值中。特别地,埃里克森深度值在钢板的厚度为0.14至0.25mm范围内的情况下为至少4.3mm,并且在钢板的厚度为0.26至0.49mm范围内的情况下为至少5.3mm。此外,在退火炉中渗氮时,由于通过嵌入游离(即未结合的)氮以及由于氮在扁钢产品中分布的均匀性,抗拉强度增加,并且埃里克森指数增加。

[0022] 另一个促成因素是:在氮的间隙嵌入中,与碳相比,包晶点的位置向更高的合金含量移动,并且因此大量氮在钢晶格的中间晶格位置的嵌入在表面质量和板坯裂纹的风险方面与在碳的情况下相比远不那么重要。为了避免板坯裂纹,在根据本发明的扁钢产品中碳的重量份额优选限制在0.10%。相反,为了嵌入氮,仅在氮在钢的铁素体晶格中的可溶性极限以及制造方法的经济性方面存在氮含量的限制,所述限制在考虑氮在铁素体晶格中的大约0.1重量%的可溶性极限以及在钢中存在强氮化物形成剂时氮部分地结合在氮化物的情况下最大为0.120重量%,其中所述强氮化物形成剂例如为Al、Ti、Nb和/或B。从工艺技术的角度来看,本发明的渗氮的扁钢产品的氮含量优选最高0.070重量%,因为冷轧的扁钢产品在(连续式)退火炉中的渗氮仅可以在非常高的技术耗费的情况下才能实现,所述技术耗费在当前任何情况下在经济上是不可行的。出于工艺技术和经济原因,以重量计的氮份额因此尤其优选为0.050%或更少。

[0023] 在此,尤其有利的是:在制造工艺的进程中尽可能晚地将氮添加给扁钢产品,以防止在渗氮之后尤其通过沿着轧制方向的轧制过程可以在轧制方向和横向于轧制方向上形成不同的材料特性。根据本发明的扁钢产品的渗氮可以例如在(初级)冷轧之后在连续式退火炉中的退火之前或期间进行。

[0024] 由于渗氮仅在(初级)冷轧后进行,氮不是加工步骤热轧和(初级)冷轧的一部分,这导致材料特性的大量各向异性。在再结晶退火期间或之后,氮在铁晶格(铁素体晶格)中的间隙嵌入附加地促进根据本发明的包装钢的均匀性。特别地,在此,不存在氮化物沉淀的风险,所述氮化物沉淀在再轧期间会加强材料特性的方向相关性。

[0025] 由于钢的更高的基本强度,可以减小在第二次冷轧时的再轧度进而也可以最小化由此引起的各向异性,其中所述钢的更高的基本强度通过间隙嵌入的氮产生的混合晶体强化来实现。因此,第二次冷轧中的再轧度可以优选地限制在20%或更低,并且尤其在7%至16%之间。

[0026] 因此,本发明的主题为一种用于包装的扁钢产品,其包括厚度(d)小于0.5mm的冷轧钢板和以重量计的以下组分:

[0027] -C:大于0.03%,优选大于0.04%,

[0028] -Si: 小于0.10%，

[0029] -Mn: 0.10至0.60%，

[0030] -P: 小于0.10%，

[0031] -S: 小于0.03%，

[0032] -Al: 小于0.05%，优选小于0.018%，

[0033] -N: 大于0.014%，优选大于0.015%，

[0034] -剩余的铁和不可避免的杂质，

[0035] 其中，以重量计的碳份额(C)和氮份额(N)的总和至少为0.050%，并且扁钢产品具有至少600MPa的抗拉强度(Rm)和与钢板的厚度(d,以mm计)、碳份额(C,以重量%计)和氮份额(N,以重量%计)以及抗拉强度(Rm,以MPa计)相关的埃里克森深度值

[0036]  $ET \geq 11.1 \cdot (C+N) + 11.01mm \cdot d - 0.00864 \cdot Rm + 7.524$  (公式1)

其中,ET是以mm计的埃里克森深度值。

[0037] 在此,埃里克森深度值(ET)表示用于钢板的可成型能力的量度。在此,埃里克森深度值与钢板的厚度有关,因为其在埃里克森深度值试验中在严重减薄的情况下求出。板厚度(d)越大,提供用于流动的材料就越多,并且埃里克森深度值越高。在根据本发明的未覆层的钢板的情况下,在钢板的厚度为0.14至0.25mm范围内时,埃里克森深度值至少为4.3mm,并且在钢板的厚度为0.26至0.49mm范围内时,埃里克森深度值至少为5.3mm。为了在至少600MPa的高抗拉强度的同时获得至少4.3mm的埃里克森深度值,钢板的厚度优选大于0.14mm。例如,使用厚度为0.14至0.28mm的钢板用于制造用于罐的易开盖(“easy open ends”,EOE)。

[0038] 埃里克森深度值还与钢板的强度(Rm)有关,因为强度通过提高的冷变形而增加,所述提高的冷变形引起成型能力下降。因此,较高的强度引起较低的埃里克森深度值。此外,埃里克森深度值与钢板的碳份额和氮份额之和(C+N)相关。如果氮份额至少为0.014重量%,则由碳和氮提供的中间晶格原子负责错位的局部更均匀的移动。所述错位不集中在特定的位置处,并且由此延迟了局部变薄的形成并且由此延迟了裂纹形成,这就是埃里克森深度值随着碳份额和氮份额的总和线性增加的原因。因此,氮和碳一方面具有强化作用,并且另一方面引起机械特性的均匀化。因此,在根据本发明的扁钢产品中,钢板的以重量计的碳份额和氮份额的总和至少为0.050%。在此,具有尽可能高份额的C和N原子以溶解形式作为中间晶格原子存在于钢的晶格中。

[0039] 因此,根据本发明的扁钢产品的特征在于在轧制方向上检测的至少600MPa的高的抗拉强度(Rm),同时在于良好且均匀的可成型能力。此外,本发明的扁钢制品在轧制方向上具有优选大于5%的断裂伸长率(A)。

[0040] 在此,钢板的厚度优选大于0.14mm,并且尤其在0.18mm至0.49mm的范围内。小于0.35mm的厚度是优选的。这由尽可能薄、但对于在此使用的成型方法足够稳定的钢板来以节约资源的方式制造包装实现。

[0041] 为了提高耐腐蚀性,扁钢产品可以具有尤其电解施加的金属覆层,特别是由锡和/或铬/氧化铬构成的金属覆层。代替金属覆层或补充于金属覆层,钢板可以具有有机覆层,特别是由热塑性材料或漆构成的聚合物覆层。特别地,有机覆层可以是聚合物覆层或聚合物膜,其由热塑性塑料、例如聚酯、特别是聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、或由聚乙烯(PE)或

聚丙烯(PP)或其混合物制成。有机覆层还可以包括漆,特别是BPA-NI漆或水溶性漆。有机覆层优选具有5至100 $\mu\text{m}$ 的覆层厚度。这种有机覆层在不劣化可成型特性的情况下显着改善扁钢产品的耐腐蚀性。在此,有机覆层可以单侧或双侧施加在钢板上。在仅单侧施加覆层的情况下,扁钢产品的覆层侧有利地用作待由其制造的包装容器、例如罐的内侧。

[0042] 在此,在扁钢产品的一个或两个表面上的有机覆层也改进了可成型能力,并且因此增加埃里克森深度值(埃里克森指数)。在此,根据本发明的以有机覆层涂覆的扁钢产品的埃里克森深度值(ET)例如比未覆层的钢板的埃里克森深度值大至少0.1mm。

[0043] 根据本发明的扁钢产品可以由具有以重量计的以下组分的钢制造:

[0044] -C: 大于0.03%, 优选大于0.04%且小于0.10%,

[0045] -Si: 小于0.10%,

[0046] -Mn: 0.10至0.60%,

[0047] -P: 小于0.10%,

[0048] -S: 小于0.03%,

[0049] -Al: 小于0.05%, 优选小于0.018%,

[0050] -N: 小于0.014%,

[0051] -其余铁和不可避免的杂质,

[0052] 其中,由熔融液态的钢铸造的钢坯在至少1200°C的预热温度下被热轧到最高900°C的最终轧制温度,并且特别是在800°C和900°C之间的最终轧制温度,以生产热轧带,在670°C或以下、优选590°C或以下的卷取温度下将热轧带材卷取成卷(Coil)并冷却至室温之后,优选在酸洗和脱脂之后,以至少为80%的冷轧度(初级)冷轧以产生冷轧钢板,并且此后在退火炉中、特别是在连续式退火炉中,在钢的再结晶温度和700°C之间的退火温度下、优选在小于670°C的退火温度下并且特别是在600°C和670°C之间的退火温度下再结晶退火,并且最后以7%与20%之间的再轧度再轧,其中,为了将氮份额增加到超过0.014重量%并且优选增加到超过0.015重量%,在退火炉中对钢板渗氮,其中,可以在再结晶退火之前、期间或之后进行渗氮。

[0053] 钢板在退火炉中的渗氮例如通过至少暂时存在氮供体来进行,所述氮供体特别通过退火炉中的含氨气体气氛形成。在此,在退火炉中的高温下从氨气中在钢板表面处通过催化效应形成作为氮供体的原子氮,并且可以从那里起扩散到钢板中,并且由此富集钢板的氮含量。

[0054] 在退火炉中在以下退火温度下进行退火期间,氮扩散到冷轧的扁钢产品中,其中所述退火温度优选高于630°C(扁钢产品的温度)以确保完全再结晶。由此,扩散的氮在钢晶格中均匀分布和嵌入。通过间隙嵌入的氮的均匀分布得到渗氮的扁钢产品的受渗氮影响的机械特性的高各向同性,尤其是在断裂伸长率、抗拉强度和屈服点以及埃里克森深度值方面。

[0055] 当氮供体、例如氨气不仅均匀分布在退火炉中,而且附加地还被定向到钢板的表面上,例如通过借助于喷嘴喷射来定向时,可以实现在退火炉中渗氮时引入的氮在钢板的横截面上方的均匀分布。

[0056] 在扁钢产品在退火炉中停留的时间更长的情况下并且尤其在用于再结晶退火的退火时间更长的情况下,还得到在退火炉中嵌入的氮的尽可能均匀的分布。因此,扁钢产品

在退火炉中的停留时间优选大于10秒,特别优选大于30秒,并且尤其在30秒至250秒的范围内,例如在100至180秒的范围内。这些退火条件确保,在渗氮时扩散进入的N原子还有已经包含在钢熔体中的C原子的尽可能高的份额嵌入在钢的晶格的中间晶格位置上,并且因此在钢板中存在的氮以最大可能的量以溶解形式存在。

[0057] 在停留时间超过400秒的情况下,在连续式退火炉中连续通行路线的典型长度的情况下,带形的扁钢产品的连续通行速度选择得低至,使得出于经济原因不再可展现经济效益,这就是在罩式退火方法中大多数情况可以设置超过400秒的更长的退火时间的原因。

[0058] 在退火之后,冷轧钢板优选以2K/s至25K/s、更优选以5K/s与20K/s之间的冷却速率被冷却。在冷却较慢的情况下,即在低于2K/s的冷却速率的情况下,在渗氮中嵌入的氮的一部分由于沉淀成氮化物颗粒而失去其对机械特性的强度增加和均质化的作用。在以超过25K/s的冷却速率更快速冷却的情况下,在钢中会形成应力,所述应力引起机械特性的各向异性和钢板中的不平整性。

[0059] 尽管由于(双重)冷轧引起不可避免的钢晶粒的晶粒伸长,仍然能够实现在根据本发明的扁钢产品中通过在冷轧之后渗氮实现的、对于冷成型相关的材料特性的各向同性。在根据本发明的扁钢产品中,钢结构的晶粒优选具有3.0至6.0 $\mu\text{m}$ 的平均弦长以及与方向相关的晶粒伸长(S),所述晶粒伸长例如在轧制方向(0°)上在扁钢产品的纵截面中至少为1.4,并且在扁钢产品的平面截面中至少为1.1。因此,从中得出,在根据本发明的扁钢产品中尽管有生产决定存在的晶粒延长,但是可以在抗拉强度、屈服点和断裂伸长率以及板平面中的埃里克森深度值方面实现尽可能与方向无关的均匀特性,进而实现各向同性的成型特性。

[0060] 钢组织的晶粒的细度会受到热轧之后直至卷绕的冷却和温度条件的影响。当热轧带材以至少15K/s的冷却速率从最终轧制温度冷却到卷绕温度(卷取温度)时,可以实现特别细的晶粒。由此设置的晶粒细化改进了钢板在板平面中的机械特性的各向同性。当卷绕温度为至少500°C时,可以实现均匀的晶粒尺寸,即晶粒尺寸分布的低的半值宽度,所述低的半值宽度同样有助于改善钢板在板平面中的机械特性的各向同性。

[0061] 由于通过对扁钢产品进行渗氮而产生的混合晶体强化最有效,当引入的氮以间隙方式嵌入钢的中间晶格位置(特别是铁素体晶格)中时,有利的是,钢的合金组合物中具有尽可能不那么强的氮化物形成剂,例如Al、Ti、B和/Nb,以防止氮以氮化物的形式结合。因此,钢的合金组合物优选地对于这些强的形成氮化物的合金组成部分的重量份额具有以下上限:

[0062] -Al:<0.05%,优选小于0.018%;

[0063] -Ti:<0.01%,优选小于0.002%;

[0064] -B:<0.005%,优选小于0.001%;

[0065] -Nb:<0.01%,优选小于0.002%;

[0066] 氮化物形成剂的总重量份额优选小于0.05%。由此,特别可以产生大于0.01%的未结合氮的重量份额。

[0067] 除了上面已经列出的合金组成部分和氮化物形成剂的提到的最大量之外,根据本发明的扁钢产品的钢板还可以可选地包含以下其他的元素,所述元素可以在钢熔体的制造中尤其通过添加料头来增加:

- [0068] -Cr: 小于0.1%，优选0.01-0.05%，
- [0069] -Ni: 小于0.1%，优选0.01-0.05%，
- [0070] -Cu: 小于0.1%，优选0.002-0.05%，
- [0071] -Mo: 小于0.02%，
- [0072] -Sn: 小于0.03%。

[0073] 热轧带材中未结合的氮的重量份额 $N_{frei}$  (热轧带材) 可以经由下式2来描述, 其中, 假设在钢中可能在上限以内存在的氮化物形成剂Al、Ti、B和Nb完全与氮结合形成氮化物:

$$[0074] N_{frei} \text{ (热轧带材)} = 1/2 (N_0 - Ti/3.4 - B/0.8 - Nb/6.6 - Al \text{系数} + |N_0 - Ti/3.4 - B/0.8 - Nb/6.6 - Al \text{系数}|) \quad (\text{公式2})$$

[0075] 其中,  $N_0$  是钢熔体中氮的重量份额, Al系数根据卷取温度HT (热轧带材的卷绕温度) 和铝含量Al (以重量%计) 限定如下:

- [0076] -如果 $HT < 640^{\circ}\text{C}$ : Al系数=0;

$$[0077] -如果 750 \geq HT \geq 640^{\circ}\text{C}: Al \text{系数} = N_0 - N_0 x (-0.682HT + 536) / 100 = N_0 x (1 - (-0.682HT + 536) / 100);$$

- [0078] 和加数

$$[0079] |N_0 - Ti/3.4 - B/0.8 - Nb/6.6 - Al \text{系数}|$$

[0080] 即限定为“ $N_0 - Ti/3.4 - B/0.8 - Nb/6.6 - Al \text{系数}$ ”的差的绝对值。在公式2中, 通过所述绝对值加数考虑, 最多只有实际存在于热轧带材(即钢熔体)中的所有氮可以通过在热轧带材(即钢熔体)中存在的氮化物形成剂来结合。

[0081] 在冷轧的扁钢产品中游离氮的总重量份额从热轧带材中的游离氮含量(根据上式2的 $N_{frei}$  (热轧带材)) 和通过在连续式退火炉中渗氮添加的氮 $\Delta N$ 的总和来得出:

$$[0082] N_{frei} = N_{frei} \text{ (热轧带材)} + \Delta N \quad (\text{公式3})$$

[0083] 在此, 基于在连续式退火炉中渗氮时引入的氮份额 $\Delta N$ 至少基本上间隙地嵌入中间晶格位置中。在此, 在冷轧的扁钢产品中游离氮的重量份额的上限通过氮在钢的铁素体晶格中的溶解度极限确定, 所述溶解度极限约为0.1重量%。

[0084] 在冷轧的扁钢产品( $N_{frei}$ ) 中游离氮的总重量份额优选大于0.01%。为了将尽可能高份额的氮以未结合形式引入冷轧的扁钢产品中, 氮的总重量份额的大部分优选通过在连续式退火炉中渗氮来引入, 其中, 重量份额 $\Delta N$ 优选为至少0.002重量%, 并且特别优选大于0.008重量%。

[0085] 在此, 可在再结晶退火之前、期间或之后, 在连续式退火炉中对扁钢产品进行渗氮。因此, 例如可行的是, 在连续式退火炉中的渗氮在连续式退火炉的第一区中在低于再结晶温度的第一温度的情况下在氮供体的存在下执行, 并且然后在连续式退火炉的沿带行进方向下游的第二区中, 为了再结晶退火而加热到高于再结晶温度的第二温度。渗氮和再结晶退火的这种顺序也可以颠倒。在连续式退火炉的不同区中将渗氮和再结晶退火这样解耦的优点是, 可以为相应的工艺设置最佳温度, 其中, 用于渗氮的最佳温度低于用于再结晶退火的最佳温度。然而, 出于经济原因, 在氮供体存在下, 在高于再结晶温度的温度下, 在连续式退火炉中优选对扁钢产品同时渗氮和退火。

[0086] 优选地, 热轧带材已经具有0.001重量%至最大0.014重量%范围内的初始氮份额 $N_0$ , 以使在冷轧的扁钢产品中的总氮含量并且由此使通过冷带渗氮引起的混合晶体强化最

大化。为了防止在浇铸板坯时和热轧时形成板坯裂纹，并且为了不将热轧带材的强度提高到已经无法再用常规的冷轧装置能够冷轧的程度，用于制造热轧带材的钢熔体中的氮的重量份额不应超过0.014%。根据本发明的扁钢产品的总的氮含量在对冷轧的扁钢产品退火时由于在退火炉中存在氮供体来通过以下方式设置，即在退火温度下氮供体的解离的原子氮扩散到冷轧的扁钢产品中，并且由此氮份额提高 $\Delta N$ ，其中所述氮含量由初始氮份额 $N_0$ 和在退火炉中渗氮时引入的氮份额 $\Delta N$ 之和组成。在此，在退火炉中渗氮时引入的氮份额 $\Delta N$ 优选为至少0.002重量%，其中由此，当钢熔体中的初始氮份额 $N_0$ 低于所述值时，扁钢产品的总氮份额增加到0.014重量%以上。冷轧的扁钢产品特别优选在连续式退火炉中渗氮到大于0.020重量%的氮份额。在连续式退火炉中渗氮的扁钢产品的总氮份额(至少理论上)可以达到氮在钢的(铁素体)晶格中的溶解度极限，约为0.1重量%。

[0087] 氮供体可以是例如退火炉中的含氮的气体气氛，特别是含有氨的气氛，或者是含氮的液体，所述液体在退火炉中加热扁钢产品之前施加到冷轧的扁钢产品的表面上。在此，氮供体应构成为，使得通过解离在退火炉中提供原子氮，所述原子氮可以扩散到扁钢产品中。特别地，氮供体可以是氨气。为了所述氮供体在退火炉中解离以形成原子氮，在对冷轧的扁钢产品进行渗氮时，在退火炉中优选设置超过400°C的炉温度。

[0088] 在根据本发明的扁钢产品中，由于在氮供体存在下在(连续式)退火炉中退火时通过扁钢产品渗氮引起由混合晶体强化导致的强度增加而不需要以高的再轧度进行再轧，以附加地还通过冷作硬化来提高强度。因此，再轧度可以优选限制在最大20%，由此可以避免通过具有高再轧度的第二冷轧来使材料特性的各向同性的劣化。再轧度优选小于16%。

[0089] 在此，在再轧的钢带老化之后设置如此制造的扁钢产品的特性，其中，可以人工地通过加热至200°C达20分钟或通过对扁钢产品涂漆然后干燥漆导致老化。

[0090] 在第二次冷轧(再轧)之后，为了改进耐腐蚀性，可以有利地在对表面脱脂之后将覆层单侧或双侧地施加到扁钢产品的表面上，例如通过电解沉积锡层和/或铬/氧化铬层和通过用有机漆、例如聚酯或环氧酚醛漆来涂漆或通过层压由热塑性塑料构成的聚合物膜、特别是由PET或PP、PVC或PE或它们的混合物构成的膜来施加。在漆的情况下，优选的厚度为每侧2至15μm的范围内。层压的聚合物膜的厚度有利地在10至25μm的范围内。有机涂层、如漆或层压的聚合物膜提高了可成型性。因此，在根据本发明的涂漆的或用聚合物膜覆层的扁钢产品中的埃里克森深度值根据涂层的层厚度比未覆层的钢板的埃里克森深度值高约0.1mm或更多。

[0091] 根据本发明的钢板的突出的各向同性的机械特性实现罐的易开盖(“easy open ends易开盖”，EOE)或气溶胶罐或气溶胶罐部件(例如气溶胶罐部件、例如气溶胶罐底座或盖)的制造，其具有在易拉管或气溶胶罐和其部件的整个面之上的各向同性的特性。尤其在圆形或椭圆形的易拉盖以及圆形的气溶胶罐底座或盖的情况下，根据本发明的扁钢产品的各向同性的特性被证实为是有利的，因为在相应的产品的整个圆周之上存在几乎保持不变的机械特性。即使在深冲应用中，根据本发明的钢板的各向同性的机械特性被证实为是有利的，因为在此也可以实现成型的板部件围绕其圆周的保持不变的机械特性并且在成型时不形成具有较低板厚度的减薄的部位，在所述深冲应用中成型圆形的板部件(圆坯)，以便例如产生用于两件式罐的罐体。

## 附图说明

[0092] 根据本发明的扁钢产品的所述和其他特性、特征和优点从下文参照附图和表格更详细描述的实施例中得出。附图示出：

[0093] 图1示出以扁钢产品的厚度( $d$ ,以mm为单位)绘制的在冷轧钢板的根据本发明的扁钢产品处和非根据本发明的对比样品处测量的埃里克森深度值(ET,以mm为单位)的图表,其中,点表示在样品处测量的埃里克森深度值,并且利用连接线分别连接的线条表示根据公式(1)计算的埃里克森深度值,其中,与测量值相比,向上的偏差表征较高的计算值并且向下的偏差表征较低的计算值;

[0094] 图2示出以表格1至3中的相应示例的编号绘制的埃里克森深度值(ET)的测量值与由公式(1)计算的埃里克森深度值(ET<sub>b</sub>)之间的差值( $\Delta ET$ )的图表;

## 具体实施方式

[0095] 为了制造根据本发明的扁钢产品,从钢熔体中铸造板坯并热轧成热轧带材。在此,钢熔体的合金组分有利地遵循由用于包装钢的标准预设的极限值(例如在标准ASTM A623-11“锡厂产品标准规范”或“欧洲标准EN 10202”中定义)。下面详细解释可用于制造根据本发明的扁钢产品的钢的组成部分：

[0096] 钢的组分：

[0097] • 碳C:至少0.03%,且最高0.1%,优选大于0.04重量%和/或小于0.085重量%;

[0098] 碳引起硬度和强度增加。因此,钢包含至少0.03重量%、优选大于0.04重量%的碳。为保证扁钢产品在初级冷轧时并且必要时在第二次冷轧步骤(再轧或平整)中的可轧性并且不降低断裂伸长率,碳含量不应过高。此外,随着碳含量的增加,在制造和加工扁钢产品期间,形成条形形式的显著的各向异性,因为碳由于在钢的铁素体晶格中的低溶解度主要以渗碳体的形式存在。此外,随着碳含量的增加,表面质量劣化,并且板坯裂纹的风险随着接近包晶点而增加。此外,钢的可成型性随着碳含量的增加而劣化。因此,有必要将碳含量限制在最大0.1重量%,因为可以仅如此有效地避免板坯裂纹的形成和由此产生的点状氧化(氧扩散到裂纹中)以及埃里克森深度值的强烈减小。碳含量特别优选在0.04至0.085重量%的范围内。

[0099] • 锰,Mn:至少0.10%且最高0.60%;

[0100] 锰同样引起硬度和强度增加。此外,锰改进钢的可焊性和耐磨性。此外,通过添加锰以将硫与危害较小的MnS结合的方式降低在热轧时的红脆倾向。锰还导致晶粒细化,并且通过锰可以增加氮在铁晶格中的可溶性,并且防止碳扩散到板坯表面。因此,优选锰含量至少为0.10重量%。为了实现高强度,优选锰含量大于0.2重量%,特别是0.30重量%或优选更高。但是,如果锰含量过高,则以钢的耐腐蚀性为代价并且不再保证食品相容性。此外,在锰含量过高的情况下,热轧带材的强度变得过高,这导致热轧带材不能再进行冷轧。因此,锰含量的上限为0.60重量%。

[0101] • 磷,P:小于0.10%;

[0102] 磷是钢中不期望的副元素。高磷含量尤其导致钢脆化进而劣化扁钢产品的可成型性,这就是磷含量的上限为0.10重量%的原因。磷含量优选为0.03重量%或更低。

[0103] • 硫,S:大于0.001%并且最高0.03%;

[0104] 硫是不期望的副元素,硫劣化延展性和耐腐蚀性。因此,钢中的硫含量不应超过0.03重量%。另一方面,为了对钢除硫必须采取耗费且成本高的措施,这就是从经济角度来看硫含量低于0.001重量%已不再合理的原因。因此,硫含量优选在0.001重量%至0.03重量%的范围内,特别优选在0.005重量%和0.01重量%之间。

[0105] • 铝,Al:大于0.002%且小于0.05%;

[0106] 在钢制造中需要铝作为用于钢脱氧的脱氧剂。铝还提高抗氧化性和可成型性。因此,铝含量优选大于0.002重量%。当然,铝与氮形成氮化铝,所述氮化铝在根据本发明的扁钢产品中是不利的,因为其降低了游离氮的份额。此外,过高的铝浓度会导致铝簇形式的表面缺陷。因此,铝以最大0.05重量%的浓度使用。铝含量优选小于0.018重量%,以确保未结合的游离氮( $N_{frei}$ )尽可能高的份额。

[0107] • 硅,Si:小于0.10%;

[0108] 硅在钢中提高抗氧化性并且是混合晶体硬化剂。在钢制造中,Si用作脱氧剂。硅对钢的另一积极影响是:其提高了抗拉强度和屈服强度。因此,优选0.003重量%或更高的硅含量。然而,当硅含量变得过高并且特别超过0.10重量%时,钢的耐腐蚀性会劣化并且使表面处理、特别通过电解覆层进行的表面处理变难。硅含量优选在0.005重量%和0.03重量%之间。

[0109] • 可选:氮, $N_0$ :小于0.014%并且优选地大于0.001%;

[0110] 氮是用于制造根据本发明的扁钢产品的钢的钢熔体中可选的组成部分。尽管,氮作为混合晶体强化剂引起硬度和强度增加。然而,钢熔体中大于0.014重量%的过高的氮含量导致由钢熔体制造的热轧带材会更难冷轧。此外,钢熔体中的高的氮含量会增加热轧带材中出现缺陷的风险,因为在氮浓度为0.014重量%或更高的情况下,可热成型性变低。根据本发明提出,后续通过在退火炉中对冷轧扁钢产品进行渗氮来增加扁钢产品的氮含量。因此,也可以完全省去将氮引入钢熔体中。然而,为了实现高混合晶体强化,优选在钢熔体中已经包含大于0.001重量%、特别优选0.010重量%或更多的初始氮含量。

[0111] 为了在退火炉中渗氮之前将初始氮含量 $N_0$ 引入扁钢产品中,可以将相应量的氮添加到钢熔体中,例如通过吹入氮气和/或通过添加固体氮化合物如石灰氮(氰氨化钙)或氮化锰来添加。

[0112] • 可选:氮化物形成剂,尤其是铌、钛、硼、钼、铬:

[0113] 形成氮化物的元素如铝、钛、铌、硼、钼和铬在根据本发明的扁钢产品的钢中是不利的,因为它们通过形成氮化物而降低了游离氮的份额。此外,所述元素昂贵,进而增加制造成本。另一方面,例如元素铌、钛和硼经由晶粒细化而作为微合金组成部分引起强度增加,而不降低韧性。因此,所述的氮化物形成剂可以有利地在一定限度内作为钢熔体的合金组成部分添加。因此,钢可以(可选地)以重量计包含以下形成氮化物的合金组成部分:

[0114] • 钛,Ti:优选大于0.002%,但出于成本原因小于0.01%,

[0115] • 硼,B:优选大于0.001%,但出于成本原因小于0.005%,和/或

[0116] • 铌,Nb:优选大于0.001%,但出于成本原因小于0.01%,和/或

[0117] • 钼,Mo:优选大于0.01%,以便在制造钢熔体时实现料头的使用并且使碳在板坯表面扩散变难,但是为了避免碳化物和氮化物最高为0.1%,和/或

[0118] • 钼,Mo:小于0.02%,以避免过强提高再结晶温度;

[0119] 为了避免通过形成氮化物而降低游离的、未结合的氮N<sub>frei</sub>的份额,钢熔体中所述的氮化物形成剂的总重量份额优选小于0.05%。

[0120] 其他可选成分:

[0121] 除了残留的铁(Fe)和不可避免的杂质外,钢熔体还可以包含其他可选的组成部分,例如

[0122] • 可选铜,Cu:大于0.002,以在制造钢熔体时实现料头的使用,但是小于0.1%,以确保食品相容性;

[0123] • 可选镍,Ni:大于0.01,以在制造钢熔体时实现料头的使用并且改进韧性,但小于0.1%,以确保食品相容性,镍份额优选在0.01和0.05重量%之间;

[0124] • 可选的锡,Sn:优选小于0.03%;

[0125] 扁钢产品的制造方法:

[0126] 利用钢的所述组分产生钢熔体,所述钢熔体首先被连铸,并且在冷却后分成板坯。然后将板坯再次加热到超过1100°C、特别是1200°C的预热温度,并且热轧以产生厚度在1至4mm范围内的热轧带材。

[0127] 热轧时的最终轧制温度优选高于Ar3温度,以保持奥氏体,并且优选低于900°C,尤其是在800°C和900°C之间。

[0128] 热轧带材在预设的且有利恒定的卷绕温度(卷取温度,HT)下卷绕成卷(Coil)。在此,为了保持在铁素体范围内,卷绕温度优选低于Ar1,特别是低于670°C,并且优选低于630°C,特别优选低于590°C,并且特别是在500°C至590°C的范围内,以避免A1N的析出。出于经济原因并且为了实现均匀的晶粒尺寸,卷绕温度应高于500°C。通过在热轧结束后直至卷绕都以超过15K/s的较高的冷却速率冷却热轧带材可以避免在热轧带材表面处氮化铁的形成。

[0129] 为了制造厚度范围小于0.5mm(极细板厚度)且优选厚度范围为0.14至0.35mm的薄的扁钢产品形式的包装钢,冷轧热轧带材,其中,有利地进行至少80%并且优选在85%至95%范围内的厚度减小(减小程度或冷轧度)。为了恢复在冷轧时被破坏的钢的晶体结构,冷轧的钢带然后在退火炉中再结晶退火。这例如通过将呈冷轧钢带的形式存在的扁钢产品引导穿过连续式退火炉来进行,在所述连续式退火炉中钢带被加热到高于钢的再结晶温度的温度。在此,在再结晶退火之前或优选与再结晶退火同时或在完全再结晶之后,冷轧的扁钢产品通过加热扁钢产品或通过在氮供体存在下在退火炉中保持合适的渗氮温度来渗氮。在此,渗氮优选与退火炉中的再结晶退火同时通过以下方式执行,即在退火炉中引入氮供体、特别是以含氮气体的形式、优选氨(NH<sub>3</sub>)的形式引入,并且将扁钢产品加热至高于钢的再结晶温度的退火温度并且在退火温度上保持优选30至180秒、优选在50至150秒范围内的保持时间。在此,退火温度优选在钢的再结晶温度和700°C之间,优选在600°C以上,特别是在630°C和670°C之间,例如在650°C和670°C的范围内。在此,氮供体被选择为,使得在退火炉中的温度下通过氮供体的解离形成原子氮,所述原子氮可以扩散到扁钢产品中。氨被证明适合于此。为了在退火时避免扁钢产品表面的氧化,有利地在退火炉中使用保护气体气氛。退火炉中的气氛优选由作为氮供体作用的含氮气体和保护气体(如HNx)的混合物构成,其中,保护气体的体积份额优选在90%和99.5%之间,气体气氛的体积份额的其余部分由含氮气体、特别是氨气(NH<sub>3</sub>气体)形成。

[0130] 实施例：

[0131] 下面解释本发明的实施例和对比例。通过热轧和随后的冷轧由具有表格1中实施的合金组合物的钢熔体制造扁钢产品(钢板),其中,N0表明钢熔体中的氮份额。

[0132] 然后,将冷轧钢板通过以下方式在连续式退火炉中进行再结晶退火,即在630°C至673°C的退火温度下在38至48秒的保持持续时间期间保持扁钢产品。在根据本发明的扁钢产品中,在连续式退火炉中退火之前或退火期间,通过退火炉中的含氨的气体气氛来进行渗氮,所述气体气氛由HNx保护气体和具有0.5-5.0体积%的氨平衡含量的氨气组成。

[0133] 在此,作为氮供体作用的氨气附加地借助于喷嘴定向到钢板的表面上。根据本发明的渗氮钢板中的氮的在此实现的浓度在表格1中用N(以重量%计)表明。在此,根据DIN EN ISO 14284标准(特别是第4.4.1节)在必要时在移除表面的氮化铁层之后检测总氮含量N,所述表面的氮化铁层在一些样品中在渗氮时在样品表面处形成。在根据本发明的扁钢产品中,氮的总重量份额由钢熔体(N0)的初始氮含量和通过渗氮在连续式退火炉中引入的氮份额 $\Delta N = N - N_0$ (表格1)组成,其中,总氮含量N<sub>frei</sub>的主要份额以未结合的形式存在并且剩余部分以结合的形式作为氮化物存在,参见公式(2)。从存在于钢中的氮化物形成剂的重量份额中可以经由公式(2)估计游离的氮N<sub>frei</sub>的重量份额。

[0134] 在为比较目的而制造的非本发明的扁钢产品的情况下,在连续式退火炉中放弃渗氮(即在退火期间在连续式退火炉中的100%HNx保护气体气氛)。因此,对比样品的氮浓度N对应于钢熔体中的初始氮浓度N0。

[0135] 在连续式退火炉中进行热处理后,对冷轧和再结晶退火的扁钢产品进行再轧制。制造方法的方法参数包括在表格2中实施的第二次冷轧的再轧度(NWG)。在此,T<sub>E</sub>表示热轧带材的最终轧制温度,T<sub>H</sub>表示卷取温度(热轧带材的卷绕温度),T<sub>G</sub>表示退火炉中的退火温度,t<sub>G</sub>表示钢板在退火炉内的总退火持续时间,t<sub>H</sub>表示钢板保持在退火温度的保持时间,v<sub>K</sub>表示在退火炉中退火之后的冷却速率,并且NWG表示在次级冷轧中的再轧度。最后,在再轧之后,通过将样品加热到200°C持续20分钟来产生扁钢产品的人工老化。

[0136] 在老化的样品处执行拉伸试验以求出轧制方向上的拉伸强度(Rm,以MPa为单位,根据DIN EN ISO 6892-1测量)并且求出埃里克森深度值(ET,以mm为单位,根据DIN EN ISO 20482(2003-12)在根据埃里克森深度值的杯突试验中测量)。再轧的钢板的材料特性包括在第二次冷轧后的最终厚度(d)在表格3中说明,其中

[0137] -d是钢板的厚度(以mm为单位),

[0138] -ET是在样品处测量的埃里克森深度值(以mm为单位),和

[0139] -Rm是轧制方向上的抗拉强度(以MPa为单位)。

[0140] 在表格3中除了在根据本发明和非根据本发明的钢板样品处通过杯突试验测量的埃里克森深度值(ET)之外,还示出计算上由以下公式

[0141]  $ET_b = 11.1 \cdot (C+N) + 11.01 \cdot d - 0.00864 \cdot Rm + 7.524$  (公式1')

[0142] 求出的埃里克森深度值(ET<sub>b</sub>)以及测量的埃里克森深度值与计算求出的埃里克森深度值之间的差( $\Delta ET = ET - ET_b$ )。

[0143] 在测量机械特性、特别是厚度d、拉伸强度Rm和埃里克森深度值ET后,对样品设有有机覆层,即在每侧上设有漆层厚度为5μm的不含BPA的聚酯漆或设有薄膜厚度为12μm的PET薄膜。然后,在杯突试验中重新测量埃里克森深度值。结果可以从表格3的列“Delta漆”

和“Delta薄膜”中得出,其分别说明未覆层的钢板的埃里克森深度值和涂漆或薄膜覆层的钢板的埃里克森深度值之间的差。

[0144] 在未覆层的扁钢产品(即没有漆或薄膜覆层)处测量的埃里克森深度值(ET,以mm为单位)在图1中以扁钢产品的厚度(d,以mm为单位)绘制,其中,点表示在各个样品处测量的埃里克森深度值,并且利用连接线分别与其连接的横向线条表示在计算上根据公式(1')计算的埃里克森深度值。在此,与埃里克森深度值(ET)的测量值相比,向上的偏差表征较高的计算值( $ET_b$ )并且向下的偏差表征较低的计算值。从图1可见:根据本发明的扁钢产品分别具有高于根据公式(1')计算的埃里克森深度值( $ET_b$ )的测量值,即根据本发明的样品满足公式(1)的条件,其中所述根据本发明的扁钢产品的测量的埃里克森深度值用实心点标识。相反,非根据本发明的对比样品具有低于根据公式(1')计算的埃里克森深度值( $ET_b$ )的测量值,即非根据本发明的对比样品不满足公式(1)的条件,其中所述非根据本发明的对比样品的测量的埃里克森深度值ET分别用圆标识。

[0145] 这根据图2说明,在图2中示出在表格1至3中的样品处测量的埃里克森深度值(ET)和从公式(1')中计算的埃里克森深度值( $ET_b$ )的差 $\Delta ET$ (以mm为单位),并且以表格1至3中的相应的示例的编号绘制,其中

$$[0146] \Delta ET = ET - ET_b$$

[0147] 适用,并且ET表示埃里克森深度值的测量值(以mm为单位),并且 $ET_b$ 表示根据公式(1')从根据表格3的样品特性中计算求出的埃里克森深度值。如从图2可见,示例6的所有根据本发明的样品都满足公式(1)的条件,而除示例5以外的所有对比例都不满足该条件。然而,在此,从表格3中可见:示例5的样品具有 $Rm < 600MPa$ 的过低的抗拉强度,进而不可表征为是根据本发明的。

[0148] 因此,利用本发明可以制造扁钢产品,并且在其对制造包装、即例如气溶胶罐或其一部分(即例如易拉盖)的适用性方面进行表征,其中,经由公式(1)的关系特别考虑了通过埃里克森深度值表征的可成型性和机械特性、即厚度和强度(尤其是轧制方向上的抗拉强度)之间的关联。在此,通过使用公式(1)可以确定扁钢产品对于制造特定包装或其一部分的适用性。因此,例如可以求出:在给定钢板厚度和给定抗拉强度的情况下是否存在足够高的可成型能力,以便可以在适合此目的的成型方法中产生特定包装或其中的特定部分。

## 组合物（以重量%计）

编号		C	N0	N	C+N	Al	Mn	Si	P	S
1	对比例	0.066	0.0029	0.0029	0.0689	0.037	0.29	0.008	0.015	0.007
2	对比例	0.017	0.0035	0.0152	0.0322	0.028	0.19	0.005	0.010	0.009
3	对比例	0.045	0.0143	0.0143	0.0593	0.009	0.22	0.005	0.013	0.012
4	对比例	0.021	0.0026	0.0026	0.0236	0.035	0.20	0.006	0.012	0.009
5	对比例	0.056	0.0042	0.0144	0.0704	0.022	0.22	0.007	0.014	0.009
6	根据本发明	0.079	0.0114	0.0225	0.1015	0.011	0.33	0.006	0.014	0.008
7	根据本发明	0.081	0.0128	0.0198	0.1008	0.032	0.32	0.005	0.012	0.008

[0149]

[0150]	8	根据本发明	0.072	0.0087	0.0156	0.0876	0.035	0.31	0.008	0.013	0.009
	9	根据本发明	0.071	0.0118	0.0352	0.1062	0.015	0.33	0.006	0.011	0.010
	10	根据本发明	0.075	0.0135	0.0417	0.1167	0.017	0.35	0.006	0.012	0.008
	11	根据本发明	0.070	0.0133	0.0249	0.0949	0.012	0.32	0.007	0.013	0.008
	12	根据本发明	0.042	0.0057	0.0211	0.0631	0.031	0.02	0.005	0.013	0.008
	13	根据本发明	0.069	0.0123	0.0246	0.0936	0.013	0.32	0.007	0.013	0.009
	14	根据本发明	0.067	0.0120	0.0198	0.0872	0.012	0.30	0.006	0.012	0.010
	其他组成部分: Mo < 0.006 重量%, Cr < 0.032 重量%, Ni < 0.013 重量%, Cu < 0.013 重量%, Ti < 0.001 重量%, B < 0.004 重量%, Nb < 0.002 重量%, Sn < 0.008 重量%, 其余: 铁										

[0151] 表格1

编号		T <sub>E</sub> (°C)	T <sub>H</sub> (°C)	T <sub>G</sub> (°C)	t <sub>G</sub> (s)	t <sub>H</sub> (s)	v <sub>K</sub> (K/s)	NWG (%)	
	1	对比例	875	573	665	157	45	11	13
[0152]	2	对比例	888	635	673	146	42	18	35
	3	对比例	876	658	621	230000	-	0.005	29
	4	对比例	891	629	654	132	38	12	40
	5	对比例	882	667	667	132	38	15	8

[0153]	6	根据本发明	853	559	642	132	38	15	13
	7	根据本发明	863	567	638	167	48	20	14
	8	根据本发明	864	582	642	146	42	9	9
	9	根据本发明	871	575	640	157	45	13	15
	10	根据本发明	848	563	646	132	38	6	16
	11	根据本发明	848	569	635	132	38	10	8
	12	根据本发明	868	573	639	132	38	11	14
	13	根据本发明	866	576	641	132	38	7	12
	14	根据本发明	871	571	645	153	44	8	12

[0154] 表格2

编号	d (mm)	Rm (MPa)	ET (mm)	ETb (mm)	ΔET (mm)	Delta 漆 (mm)	Delta 膜 (mm)
[0155]	1	0.18	639	4.5	4.74963	-0.2496	-0.1496 -0.3496
	2	0.28	663	5.0	5.2359	-0.2359	-0.1359 0.0359
	3	0.25	628	4.9	5.50881	-0.6088	-0.6088 -0.4088
	4	0.22	617	4.4	4.87728	-0.4773	-0.37228 -0.1773
	5	0.22	583	6.0	5.69052	0.3095	0.2095 0.3095
	6	0.14	680	4.5	4.31685	0.1832	0.3831 0.2832
	7	0.45	710	7.7	7.46298	0.2370	0.3370 0.5370
	8	0.27	605	6.5	6.24186	0.2581	0.5581 0.4581

[0156]	9	0.32	763	5.9	5.6337	0.266	0.4663	0.3663
	10	0.24	806	4.8	4.49793	0.3021	0.5021	0.5021
	11	0.16	609	5.4	5.07723	0.3228	0.5228	0.6228
	12	0.18	621	5.1	4.84077	0.2592	0.4592	0.3592
	13	0.21	644	5.7	5.3109	0.389	0.4891	0.5891
	14	0.31	674	6.8	6.08166	0.7183	0.9183	0.9183

[0157] 表格3。

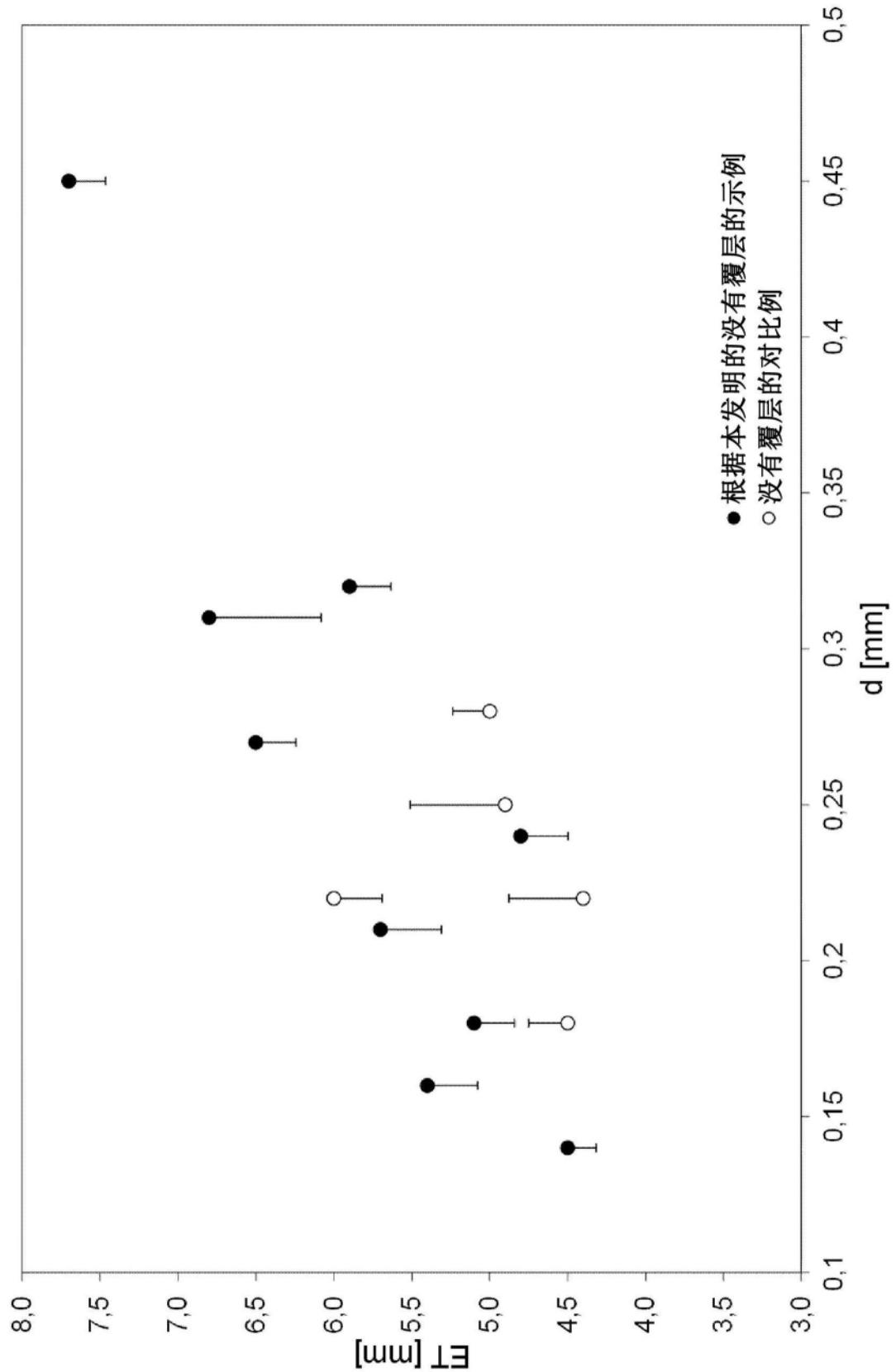


图1

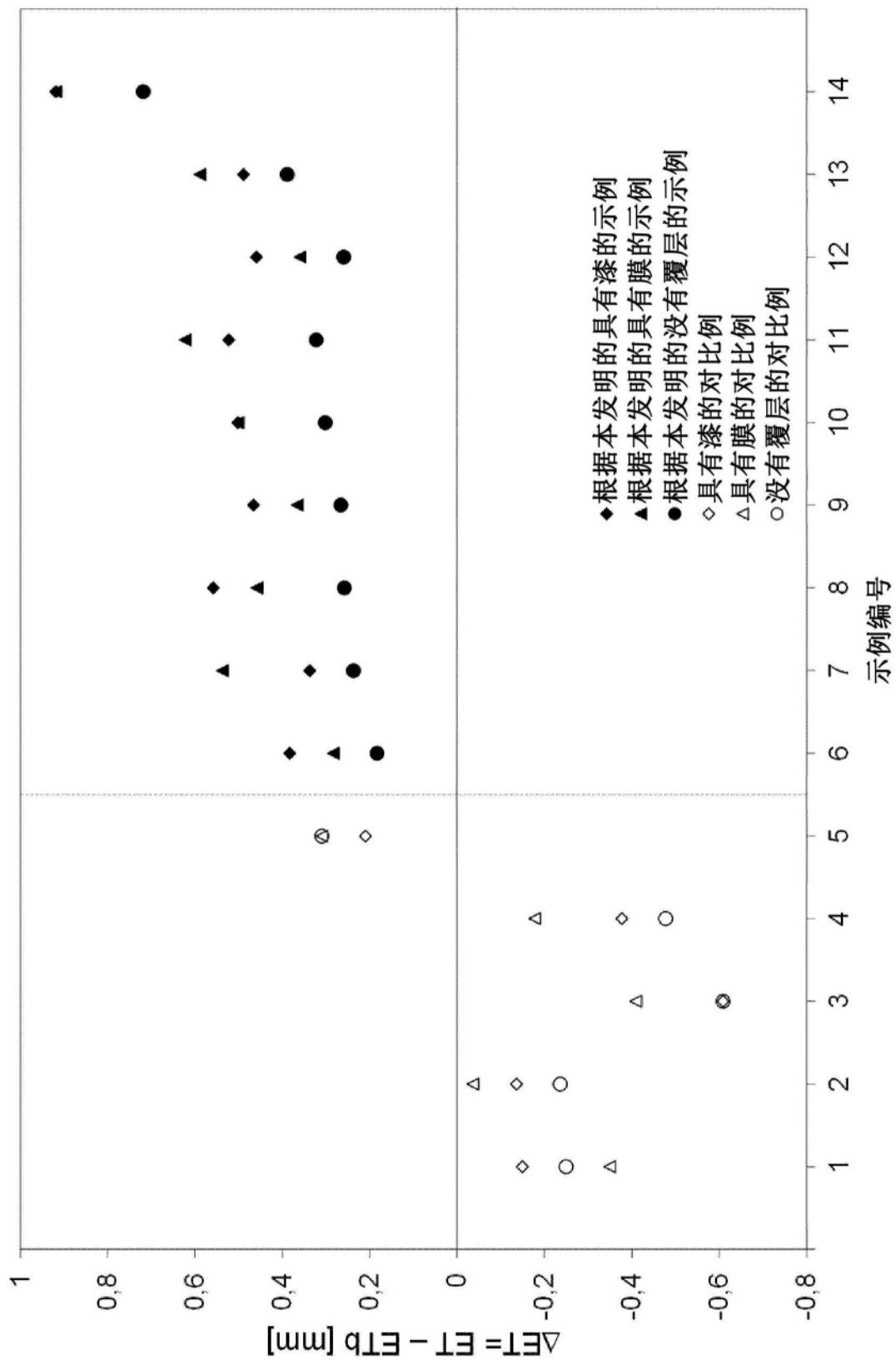


图2