



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110959048 B

(45) 授权公告日 2022.01.04

(21) 申请号 201780093473.2

(22) 申请日 2017.07.31

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110959048 A

(43) 申请公布日 2020.04.03

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2020.01.22

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2017/027656 2017.07.31

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02019/026113 JA 2019.02.07

(73) 专利权人 日本制铁株式会社  
地址 日本东京

(72) 发明人 森下敦司 金藤泰平 内田智史  
中田达也 山口裕司

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

代理人 刘凤岭 陈建全

(51) Int.Cl.  
G22C 38/00 (2006.01)  
G21D 9/46 (2006.01)  
G22C 38/58 (2006.01)  
G23C 2/06 (2006.01)  
G23C 2/40 (2006.01)

(56) 对比文件  
WO 2016072477 A1, 2016.05.12  
WO 2016072478 A1, 2016.05.12  
WO 2016072479 A1, 2016.05.12  
CN 105296906 A, 2016.02.03  
CN 101323941 A, 2008.12.17

审查员 胡晓笑

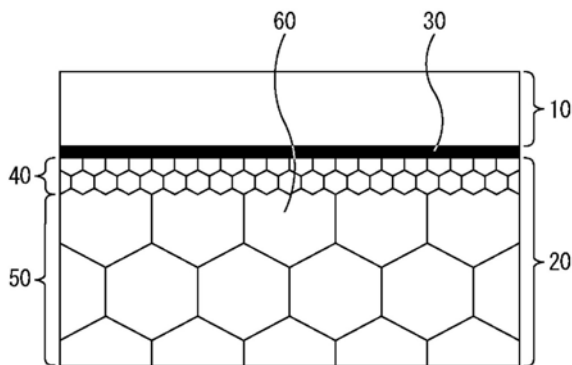
权利要求书2页 说明书58页 附图1页

(54) 发明名称

热浸镀锌钢板

(57) 摘要

在母材钢板的以距表面为1/4厚度的位置为中心的1/8厚度~3/8厚度的范围中,铁素体相以体积分数计为50%~97%,由贝氏体相、贝氏体铁素体相、初生马氏体相和回火马氏体相中的1种以上构成的硬质组织的合计以体积分数计为3%以上,残余奥氏体相以体积分数计为0%~8%,珠光体相和粗大渗碳体相的合计以体积分数计为0%~8%;在热浸镀锌层和所述母材钢板的界面具有平均厚度为0.1 μm~2.0 μm、钢板宽度方向上的最大厚度和最小厚度之差在0.5 μm以内的Fe-Al合金层,在与所述Fe-Al合金层直接接触的微细化层中,钢板宽度方向上的所述微细化层的最大厚度和最小厚度之差在2.0 μm以内。



1. 一种热浸镀锌钢板,其特征在于:其是在母材钢板的至少一侧具有热浸镀锌层的热浸镀锌钢板,

所述母材钢板所具有的化学成分以质量%计含有:

C:0.040%~0.280%、

Si:0.05%~2.00%、

Mn:0.50%~3.50%、

P:0.0001%~0.1000%、

S:0.0001%~0.0100%、

Al:0.001%~1.500%、

N:0.0001%~0.0100%、

O:0.0001%~0.0100%、

Ti:0%~0.150%、

Nb:0%~0.100%、

V:0%~0.300%、

Cr:0%~2.00%、

Ni:0%~2.00%、

Cu:0%~2.00%、

Mo:0%~2.00%、

B:0%~0.0100%、

W:0%~2.00%、及

Ca、Ce、Mg、Zr、La及除La和Ce以外的REM的合计:0%~0.0100%、

剩余部分包含Fe和杂质;

相对于所述母材钢板的总厚度,在所述母材钢板的以距表面为1/4厚度的位置为中心的1/8厚度~3/8厚度的范围,

铁素体相以体积分数计为50%~97%、

由贝氏体相、贝氏体铁素体相、初生马氏体相和回火马氏体相中的1种以上构成的硬质组织的合计以体积分数计为3%以上,

残余奥氏体相以体积分数计为0%~8%、

珠光体相和粗大渗碳体相的合计以体积分数计为0%~8%;

在从所述热浸镀锌层和母材钢板的界面到钢板方向深20 $\mu$ m的表层部中,

残余奥氏体以体积分数计为0~3%;

具有将所述表层部中的所述硬质组织的体积分数V1与以距钢板表面为1/4厚度的位置为中心的1/8厚度~3/8厚度的范围中的所述硬质组织的体积分数V2之比即V1/V2设定在0.10~0.90的范围的显微组织;

所述热浸镀锌层中的Fe含量为超过0%且在3.0%以下,Al含量为超过0%且在1.0%以下,

在所述热浸镀锌层和所述母材钢板的界面,具有平均厚度为0.1 $\mu$ m~2.0 $\mu$ m、钢板宽度方向上的最大厚度和最小厚度之差在0.5 $\mu$ m以内的Fe-Al合金层,

在所述母材钢板内,具有与所述Fe-Al合金层直接接触的微细化层,所述微细化层的平

均厚度为 $0.1\mu\text{m}\sim 5.0\mu\text{m}$ ,所述微细化层内的铁素体相的平均粒径为 $0.1\mu\text{m}\sim 3.0\mu\text{m}$ ,所述微细化层中含有Si及Mn的1种或2种以上的氧化物,所述氧化物的最大直径为 $0.01\mu\text{m}\sim 0.4\mu\text{m}$ ,钢板宽度方向上的所述微细化层的最大厚度和最小厚度之差在 $2.0\mu\text{m}$ 以内。

2. 根据权利要求1所述的热浸镀锌钢板,其特征在于:所述热浸镀锌层的每单面的镀层附着量为 $10\text{g}/\text{m}^2\sim 100\text{g}/\text{m}^2$ 。

3. 根据权利要求1所述的热浸镀锌钢板,其特征在于:所述母材钢板以质量%计,进一步含有选自以下元素中的1种或2种以上:

Ti:0.001%~0.150%、

Nb:0.001%~0.100%、及

V:0.001%~0.300%。

4. 根据权利要求2所述的热浸镀锌钢板,其特征在于:所述母材钢板以质量%计,进一步含有选自以下元素中的1种或2种以上:

Ti:0.001%~0.150%、

Nb:0.001%~0.100%、及

V:0.001%~0.300%。

5. 根据权利要求1~4中任一项所述的热浸镀锌钢板,其特征在于:所述母材钢板以质量%计,进一步含有选自以下元素中的1种或2种以上:

Cr:0.01%~2.00%、

Ni:0.01%~2.00%、

Cu:0.01%~2.00%、

Mo:0.01%~2.00%、

B:0.0001%~0.0100%、及

W:0.01%~2.00%。

6. 根据权利要求1~4中任一项所述的热浸镀锌钢板,其特征在于:所述母材钢板以质量%计,进一步合计含有0.0001%~0.0100%的选自Ca、Ce、Mg、Zr、La及除La和Ce以外的REM中的1种或2种以上。

## 热浸镀锌钢板

### 技术领域

[0001] 本发明涉及延展性、弯曲性、扩孔性及弯曲变形时的镀层附着力优良、且耐连续弯曲疲劳特性优良的高强度热浸镀锌钢板。

### 背景技术

[0002] 对于主要用于汽车的骨架构件的钢板,高强度化的要求在高涨。在这些高强度钢板中,为得到高的强度和优良的成形性,一般添加有助于提高强度的以Si及Mn所代表的合金元素。可是,以Si及Mn所代表的合金元素还有使镀层附着力下降的作用。

[0003] 此外,对于汽车用钢板,由于一般在户外使用,所以通常要求优良的耐蚀性。

[0004] 可是,在汽车的外板等的用途中,通常通过压力加工对板的周边部实施苛刻的弯曲加工(边弯曲)。此外,不仅汽车外板,而且即使在其它用途中,也多在通过压力加工实施了苛刻的弯曲加工及冲孔加工等后使用。而且,在对以往的热浸镀锌钢板实施苛刻的弯曲加工及冲孔加工等时,在其加工部分,有时镀层从母材钢板剥离。这样如果镀层剥离,则有该处失去耐蚀性,母材钢板早期发生腐蚀及生锈的问题。此外,即使没有达到镀层剥离,如果镀层和母材钢板的附着力丧失,在该部分稍微产生空隙,空气或水分就浸入该空隙中,失去镀层形成的防腐功能。其结果是,与上述同样母材钢板早期发生腐蚀及生锈。

[0005] 因这样的问题,作为通过实施苛刻的弯曲加工等而使用的高强度钢板,强烈期望具备镀层与母材钢板的附着力优良的热浸镀锌层的涂覆钢板。

[0006] 为提高镀层的附着力,例如如专利文献1~3所述的那样,提出了通过在钢板的内部生成氧化物,减少成为镀层剥离的原因的基底金属和镀层的界面上的氧化物的方法。但是,在钢板表层生成这样的氧化物时,钢板表层的碳通过与氧相结合而气化。其结果是,因碳从钢板脱离而有时使该碳脱离的区域的强度显著下降。在钢板表层的强度下降时,有强烈依赖于表层部特性的耐疲劳特性劣化,使疲劳强度显著下降的顾虑。

[0007] 或者,为提高镀层的附着力,在专利文献4中,提出了通过在通常的退火工序前追加实施新的退火工序及酸洗工序,对母材钢板表面进行改质,提高镀层附着力的方法。但是,在专利文献4所述的方法中,对于一般的高强度涂覆钢板的制造方法,因增加工序而在成本方面存在课题。

[0008] 另外,在专利文献5中,提出了通过从母材钢板的表层部除去碳来提高镀层的附着力的方法。但是,在专利文献5所述的方法中,除去碳的区域的强度显著下降。因此,专利文献5所述的方法,有严重依赖于表层部的特性的耐疲劳特性劣化,疲劳强度显著下降的顾虑。

[0009] 此外,在专利文献6、7中,提出了将镀层中的Mn、Al及Si量控制在适当的范围,提高了镀层附着力的钢板。在专利文献6、7所述的钢板中,制造时需要高精度地控制镀层中的元素量,作业上的负担大,在成本方面存在课题。

[0010] 作为提高镀层附着力的方法,在专利文献8中,提出了钢板的显微组织只由铁素体构成的高强度钢板。但是,在专利文献8所述的钢板中,因显微组织只为软质的铁素体而

得不到充分高的强度。

[0011] 这里,广泛使用在热浸镀锌处理后实施了合金化处理的合金化热浸镀锌钢板。合金化处理是将镀层加热至Zn的熔点以上的温度,使大量的Fe原子从母材钢板中向镀层中扩散,将镀层形成以Zn-Fe合金为主体的层的处理。例如,专利文献9、10、11中,提出了镀层附着力优良的合金化热浸镀锌钢板。但是,要使镀层充分合金化,需要将钢板加热至高温。如果将钢板加热至高温,则有时钢板内部的显微组织变质,特别是容易生成粗大的铁系碳化物,损害钢板的特性,因此是不优选的。

[0012] 另一方面,例如,在专利文献12所述的热浸镀锌钢板中,有时发生由宽度方向上的镀层的Fe含量的不均匀性带来的外观不均。

[0013] 现有技术文献

[0014] 专利文献

[0015] 专利文献1:日本特开2008-019465号公报

[0016] 专利文献2:日本特开2005-060742号公报

[0017] 专利文献3:日本特开平9-176815号公报

[0018] 专利文献4:日本特开2001-026853号公报

[0019] 专利文献5:日本特开2002-088459号公报

[0020] 专利文献6:日本特开2003-055751号公报

[0021] 专利文献7:日本特开2003-096541号公报

[0022] 专利文献8:日本特开2005-200750号公报

[0023] 专利文献9:日本特开平11-140587号公报

[0024] 专利文献10:日本特开2001-303226号公报

[0025] 专利文献11:日本特开2005-060743号公报

[0026] 专利文献12:国际公开第2016/072477号

## 发明内容

[0027] 发明要解决的课题

[0028] 鉴于以上这样的现状,本发明提供以延展性、弯曲性及拉伸凸缘成形性所代表的钢板成形性优良的,且镀层外观均匀性、耐疲劳特性、焊接性、耐蚀性及镀层附着力优良的高强度热浸镀锌钢板。

[0029] 用于解决课题的手段

[0030] 本发明人为得到以延展性、弯曲性及拉伸凸缘成形性所代表的钢板成形性和耐疲劳特性、焊接性、耐蚀性及镀层附着力优良的高强度热浸镀锌钢板反复进行了潜心的研究。其结果是,本发明人发现,通过将钢板的显微组织控制在适当的组织分数可改善延展性及扩孔性(拉伸凸缘性)。此外,本发明人发现,通过从镀层和母材钢板的边界控制母材钢板侧的硬质相的体积分数可改善弯曲性和耐疲劳特性。另外,本发明人发现,即使在将大量含有Si及Mn的钢板作为镀覆原板使用时,通过在镀层和母材钢板的界面上形成Fe-Al合金层,在Fe-Al合金层的正下方形成由铁素体相的极微细晶粒构成的特定的微细化层,能够抑制加工时的裂纹的发生及传播,能够抑制以裂纹为起点的镀层剥离。此外,还判明确通过将钢板宽度方向上的微细化层及Fe-Al合金层的厚度控制在特定的范围,可得到不仅

镀层附着力优良,而且外观均匀性也优良的热浸镀锌钢板。

[0031] 本发明是基于上述见识而完成的,其方案如下。

[0032] (1)一种热浸镀锌钢板,其特征在于:其是在母材钢板的至少一侧具有热浸镀锌层的热浸镀锌钢板,

[0033] 所述母材钢板所具有的化学成分以质量%计含有:

[0034] C:0.040%~0.280%、

[0035] Si:0.05%~2.00%、

[0036] Mn:0.50%~3.50%、

[0037] P:0.0001%~0.1000%、

[0038] S:0.0001%~0.0100%、

[0039] Al:0.001%~1.500%、

[0040] N:0.0001%~0.0100%、

[0041] O:0.0001%~0.0100%、

[0042] Ti:0%~0.150%、

[0043] Nb:0%~0.100%、

[0044] V:0%~0.300%、

[0045] Cr:0%~2.00%、

[0046] Ni:0%~2.00%、

[0047] Cu:0%~2.00%、

[0048] Mo:0%~2.00%、

[0049] B:0%~0.0100%、

[0050] W:0%~2.00%、及

[0051] Ca、Ce、Mg、Zr、La及REM的合计:0%~0.0100%、

[0052] 剩余部分包含Fe和杂质;

[0053] 相对于所述母材钢板的总厚度,在所述母材钢板的以距表面为1/4厚度的位置为中心的1/8厚度~3/8厚度的范围,

[0054] 铁素体相以体积分数计为50%~97%、

[0055] 由贝氏体相、贝氏体铁素体相、初生马氏体相和回火马氏体相中的1种以上构成的硬质组织的合计以体积分数计为3%以上,

[0056] 残余奥氏体相以体积分数计为0%~8%、

[0057] 珠光体相和粗大渗碳体相的合计以体积分数计为0%~8%;

[0058] 在从所述热浸镀锌层和母材钢板的界面到钢板方向深20 $\mu$ m的表层部中,

[0059] 残余奥氏体以体积分数计为0%~3%;

[0060] 具有将所述表层部中的所述硬质组织的体积分数V1与以距钢板表面为1/4厚度的位置为中心的1/8厚度~3/8厚度的范围中的所述硬质组织的体积分数V2之比即V1/V2设定在0.10~0.90的范围的显微组织;

[0061] 所述热浸镀锌层中的Fe含量为超过0%且在3.0%以下,Al含量为超过0%且在1.0%以下,

[0062] 在所述热浸镀锌层和所述母材钢板的界面,具有平均厚度为0.1 $\mu$ m~2.0 $\mu$ m、钢板

宽度方向上的最大厚度和最小厚度之差在 $0.5\mu\text{m}$ 以内的Fe-Al合金层,

[0063] 在所述母材钢板内,具有与所述Fe-Al合金层直接接触的微细化层,所述微细化层的平均厚度为 $0.1\mu\text{m}\sim 5.0\mu\text{m}$ ,所述微细化层内的铁素体相的平均粒径为 $0.1\mu\text{m}\sim 3.0\mu\text{m}$ ,所述微细化层中含有Si及Mn的1种或2种以上的氧化物,所述氧化物的最大直径为 $0.01\mu\text{m}\sim 0.4\mu\text{m}$ ,钢板宽度方向上的所述微细化层的最大厚度和最小厚度之差在 $2.0\mu\text{m}$ 以内。

[0064] (2)根据上述(1)所述的热浸镀锌钢板,其特征在于:所述热浸镀锌层的每单面的镀层附着量为 $10\text{g}/\text{m}^2\sim 100\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0065] (3)根据上述(1)或(2)所述的热浸镀锌钢板,其特征在于:所述母材钢板以质量%计,进一步含有选自以下元素中的1种或2种以上:

[0066] Ti: $0.001\%\sim 0.150\%$ 、

[0067] Nb: $0.001\%\sim 0.100\%$ 、及

[0068] V: $0.001\%\sim 0.300\%$ 。

[0069] (4)根据上述(1)~(3)中任一项所述的热浸镀锌钢板,其特征在于:所述母材钢板以质量%计,进一步含有选自以下元素中的1种或2种以上:

[0070] Cr: $0.01\%\sim 2.00\%$ 、

[0071] Ni: $0.01\%\sim 2.00\%$ 、

[0072] Cu: $0.01\%\sim 2.00\%$ 、

[0073] Mo: $0.01\%\sim 2.00\%$ 、

[0074] B: $0.0001\%\sim 0.0100\%$ 、及

[0075] W: $0.01\%\sim 2.00\%$ 。

[0076] (5)根据上述(1)~(4)中任一项所述的热浸镀锌钢板,其特征在于:所述母材钢板以质量%计,进一步合计含有 $0.0001\%\sim 0.0100\%$ 的选自Ca、Ce、Mg、Zr、La及REM中的1种或2种以上。

[0077] 发明效果

[0078] 根据本发明的所述方案,可提供镀层外观均匀性、成形性、耐疲劳特性、焊接性、耐蚀性及镀层附着力优良的热浸镀锌钢板。

## 附图说明

[0079] 图1是表示本发明的热浸镀锌钢板的断面结构的一个例子的示意图。

## 具体实施方式

[0080] 本发明的实施方式涉及一种热浸镀锌钢板,其是通过在母材钢板(以下也简称为钢板)的表面上形成热浸镀锌层(以下也简称为镀层)而成的,所述母材钢板所具有的化学成分以质量%计,含有C: $0.040\%\sim 0.280\%$ 、Si: $0.05\%\sim 2.00\%$ 、Mn: $0.50\%\sim 3.50\%$ 、P: $0.0001\%\sim 0.100\%$ 、S: $0.0001\%\sim 0.0100\%$ 、Al: $0.001\%\sim 1.500\%$ 、O: $0.0001\%\sim 0.0100\%$ 、N: $0.0001\%\sim 0.0100\%$ ,剩余部分包含Fe和杂质。

[0081] 再者,母材钢板的板厚为 $0.6\text{mm}$ 以上且低于 $5.0\text{mm}$ 是适合的。如果母材钢板的板厚低于 $0.6\text{mm}$ ,则难使母材钢板的形状保持平坦,是不适合的。此外,如果母材钢板的板厚为 $5.0\text{mm}$ 以上,则制造过程中的冷却的控制困难,有时得不到规定的显微组织,使成形性劣

化。

[0082] 镀层中,Fe含量为超过0%且在3.0%以下,Al含量为超过0%且在 1.0%以下。

[0083] 首先,对构成本发明的实施方式涉及的热浸镀锌钢板的母材钢板的化学成分(组成)进行说明。再者,以下的说明中的[%],除非有特别的说明,否则都意味为[质量%]。

[0084] [C:0.040%~0.280%]

[0085] C是为提高母材钢板的强度而含有的。但是,如果C含量超过 0.280%,则点焊性劣化,因此将C含量设定为0.280%以下。再者,从点焊性的观点出发,C含量优选为0.250%以下,更优选为0.220%以下。另一方面,如果C含量低于0.040%,则强度下降,难确保良好的最大抗拉强度,因此将C含量设定为0.040%以上。再者,为更进一步提高强度,C含量优选为0.055%以上,更优选为0.070%以上。

[0086] [Si:0.05%~2.00%]

[0087] Si是抑制母材钢板中的铁系碳化物的生成,提高强度和成形性的元素。但是, Si也是使钢材脆化的元素,如果Si含量超过2.00%,则容易产生铸造板坯发生开裂等事故。因此,将Si含量设定为2.00%以下。另外, Si在退火工序中在母材钢板表面形成氧化物,严重损害镀层的附着。从该观点出发, Si含量优选为1.500%以下,更优选为1.200%以下。另一方面,在Si含量低于0.05%时,在热浸镀锌钢板的镀覆工序中,大量生成粗大的铁系碳化物,使强度及成形性劣化,因此将Si含量设定为0.05%以上。再者,从抑制铁系碳化物的生成的观点出发, Si含量优选为0.10%以上,更优选为0.25%以上。

[0088] [Mn:0.50%~3.50%]

[0089] Mn是为通过提高母材钢板的淬透性来提高强度而含有的。但是,如果Mn含量超过3.50%,则在母材钢板的板厚中央部产生粗大的Mn浓化部,容易产生脆化,容易产生铸造板坯发生开裂等事故。因此,将Mn含量设定为3.50%以下。此外,如果Mn含量增大,则热浸镀锌钢板的点焊性也劣化。因此, Mn含量优选为3.00%以下,更优选为2.80%以下。另一方面,如果Mn含量低于0.50%,则在退火后的冷却中大量生成软质组织,因此难以确保足够高的最大抗拉强度。所以,需要将Mn含量设定为0.50%以上。为了进一步提高热浸镀锌钢板的强度, Mn含量优选为0.80%以上,更优选为1.00%以上。

[0090] [P:0.0001%~0.1000%]

[0091] P是使钢材脆化的元素,另外如果P含量超过0.1000%,则容易产生铸造板坯发生开裂,或在轧制中板坯发生开裂等事故,所以将P含量设定为0.1000%以下。此外, P还是使通过点焊生成的熔化部脆化的元素,为了得到充分的焊接接头强度,优选将P含量设定为0.0400%以下,更优选设定为0.0200%以下。另一方面,如果将P含量设定为低于0.0001%,则伴有制造成本的大幅度增加,因此P含量将0.0001%作为下限值,优选设定为0.0010%以上。

[0092] [S:0.0001%~0.0100%]

[0093] S是与Mn结合形成粗大的MnS,使延展性、扩孔性(拉伸凸缘性)及弯曲性等成形性下降的元素,因此将S含量设定为0.0100%以下。此外S还是使点焊性劣化的元素。因此,优选将S含量设定为0.0060%以下,更优选设定为0.0035%以下。另一方面,使S含量低于0.0001%,则伴有制造成本的大幅度增加。因此, S含量将0.0001%作为下限值,优选设定为0.0005%以上,更优选设定为0.0010%以上。



[0094] [Al:0.001%~1.500%]

[0095] Al是使钢材脆化的元素。如果Al含量超过1.500%，则容易产生铸造板坯发生开裂等事故，因此将Al含量设定为1.500%以下。此外，如果Al含量增加，则点焊性恶化，因此更优选将Al含量设定为1.200%以下，进一步优选设定为1.000%以下。另一方面，Al含量的下限即使不特别的限定，也可发挥本实施方式的效果。可是，Al是微量存在于原料中的杂质，要将其含量设定为低于0.001%，则伴有制造成本的大幅度增加。因此，将Al含量设定为0.001%以上。此外Al作为脱氧材料也是有效的元素，为了更好地得到脱氧效果，更优选将Al含量设定为0.010%以上。

[0096] [N:0.0001%~0.0100%]

[0097] N是形成粗大的氮化物，使延展性、扩孔性(拉伸凸缘性)及弯曲性等成形性劣化的元素，因此需要抑制其含量。如果N含量超过0.0100%，则成形性的劣化显著，因此将N含量的上限设定为0.0100%。此外N的过剩含有成为焊接时发生气孔的原因，所以含量最好较低。从这些观点出发，N含量优选为0.0070%以下，更优选为0.0050%以下。另一方面，N含量的下限即使不特别限定也可发挥本实施方式的效果，但使N含量低于0.0001%，招致制造成本的大幅度增加。因此，将N含量的下限设定为0.0001%以上。N含量优选为0.0003%以上，更优选为0.0005%以上。

[0098] [O:0.0001%~0.0100%]

[0099] O形成氧化物，使热浸镀锌钢板的延展性、扩孔性(拉伸凸缘性)及弯曲性等成形性劣化，因此需要抑制O含量。如果O含量超过0.0100%，则成形性的劣化显著，所以将O含量的上限设定为0.0100%。另外O含量优选为0.0050%以下，更优选为0.0030%以下。O含量的下限即使不特别限定也可发挥本实施方式的效果，但使O含量低于0.0001%，则伴有制造成本的大幅度增加，因此将0.0001%作为下限。O含量优选为0.0003%以上，更优选为0.0005%以上。

[0100] 此外，也可以根据需要在本实施方式涉及的热浸镀锌钢板的母材钢板中含有以下元素。

[0101] 首先，在本实施方式涉及的母材钢板中，也可以进一步含有选自Ti:0.001%~0.150%、Nb:0.001%~0.100%及V:0.001%~0.300%中的1种或2种以上。

[0102] [Ti:0.001%~0.150%]

[0103] Ti是通过析出物强化、因铁素体晶粒生长的抑制所得到的细粒强化、以及再结晶的抑制而产生的位错强化，有助于热浸镀锌钢板的强度上升的元素。可是，如果Ti含量超过0.150%，则碳氮化物的析出增多，使成形性劣化，因此将Ti含量设定为0.150%以下。此外，从成形性的观点出发，Ti含量优选为0.080%以下。另一方面，Ti含量的下限即使不特别限定也可发挥本实施方式的效果，但为了充分得到通过Ti提高强度的效果，Ti含量优选为0.001%以上。为了热浸镀锌钢板的更进一步的高强度化，Ti含量更优选为0.010%以上。

[0104] [Nb:0.001%~0.100%]

[0105] Nb是通过析出物强化、因铁素体晶粒生长的抑制所得到的细粒强化、以及再结晶的抑制而产生的位错强化，有助于热浸镀锌钢板的强度上升的元素。可是，如果Nb含量超过0.100%，则碳氮化物的析出增多，使热浸镀锌钢板的成形性劣化，因此将Nb含量设定为

0.100%以下。从成形性的观点出发,Nb含量优选为0.060%以下。另一方面,Nb含量的下限即使不特别限定也可发挥本实施方式的效果,但为了充分得到通过Nb提高强度的效果,Nb含量优选为0.001%以上。为了热浸镀锌钢板的更进一步的高强度化,Nb含量更优选为0.005%以上。

[0106] [V:0.001%~0.300%]

[0107] V是通过析出物强化、因铁素体晶粒生长的抑制所得到的细粒强化、以及再结晶的抑制而产生的位错强化,有助于热浸镀锌钢板的强度上升的元素。可是,如果V含量超过0.300%,则碳氮化物的析出增多,使成形性劣化。因此,将V含量设定为0.300%以下。V含量优选为0.200%以下。另一方面,V含量的下限即使不特别限定也可发挥本实施方式的效果。为了充分得到通过V提高强度的效果,V含量优选为0.001%以上,更优选为0.010%以上。

[0108] 此外,在本实施方式涉及的母材钢板中,也可以进一步含有选自Cr:0.01%~2.00%、Ni:0.01%~2.00%、Cu:0.01%~2.00%、Mo:0.01%~2.00%、B:0.0001%~0.0100%及W:0.01%~2.00%中的1种或2种以上。

[0109] [Cr:0.01%~2.00%]

[0110] Cr抑制高温下的相变,是对热浸镀锌钢板的高强度化有效的元素,也可以替代C和/或Mn的一部分而含有。可是,如果Cr含量超过2.00%,则损害热加工性,使生产率下降,因此将Cr含量设定为2.00%以下。Cr含量优选为1.20%以下。另一方面,Cr含量的下限即使不特别限定也可发挥本实施方式的效果,但为了充分得到Cr形成的高强度化的效果,Cr含量优选为0.01%以上,更优选为0.10%以上。

[0111] [Ni:0.01%~2.00%]

[0112] Ni抑制高温下的相变,是对热浸镀锌钢板的高强度化有效的元素,也可以替代C和/或Mn的一部分而含有。可是,如果Ni含量超过2.00%,则损害焊接性,因此将Ni含量设定为2.00%以下。Ni含量优选为1.20%以下。另一方面,Ni含量的下限即使不特别限定也可发挥本实施方式的效果,但为了充分得到Ni形成的高强度化的效果,Ni含量优选为0.01%以上,更优选为0.10%以上。

[0113] [Cu:0.01%~2.00%]

[0114] Cu是通过以微细粒子存在于钢中来提高热浸镀锌钢板的强度的元素,可以替代C和/或Mn的一部分而含有。可是,如果Cu含量超过2.00%,则损害焊接性,因此将Cu含量设定为2.00%以下。Cu含量优选为1.20%以下。另一方面,Cu含量的下限即使不特别限定也可发挥本实施方式的效果,但为了充分得到Cu形成的热浸镀锌钢板高强度化的效果,Cu含量优选为0.01%以上,更优选为0.10%以上。

[0115] [Mo:0.01%~2.00%]

[0116] Mo抑制高温下的相变,是对热浸镀锌钢板的高强度化有效的元素,也可以替代C和/或Mn的一部分而含有。可是,如果Mo含量超过2.00%,则损害热加工性,使生产率下降,因此将Mo含量设定为2.00%以下。Mo含量优选为1.20%以下。另一方面,Mo含量的下限即使不特别限定也可发挥本实施方式的效果,但为了充分得到Mo形成的高强度化的效果,Mo含量优选为0.01%以上,更优选为0.05%以上。

[0117] [B:0.0001%~0.0100%]

[0118] B抑制高温下的相变,是对热浸镀锌钢板的高强度化有效的元素,也可以替代C和/或Mn的一部分而含有。可是,如果B含量超过0.0100%,则损害热加工性,使生产率下降,因此将B含量设定为0.0100%以下。从生产率的观点出发,B含量优选为0.0050%以下。另一方面,B含量的下限即使不特别限定也可发挥本实施方式的效果,但为了充分得到B形成的高强度化的效果,优选将B含量设定为0.0001%以上。为了热浸镀锌钢板的进一步的高强度化,B含量更优选为0.0005%以上。

[0119] [W:0.01%~2.00%]

[0120] W抑制高温下的相变,是对热浸镀锌钢板的高强度化有效的元素,也可以替代C和/或Mn的一部分而含有。可是,如果W含量超过2.00%,则损害热加工性,使生产率下降,因此将W含量设定为2.00%以下。W含量优选为1.20%以下。另一方面,W含量的下限即使不特别限定也可发挥本实施方式的效果,但为了充分得到W形成的高强度化,W含量优选为0.01%以上,更优选为0.10%以上。

[0121] 另外,在本实施方式的热浸镀锌钢板的母材钢板中,作为其它元素,也可以合计含有0.0001%~0.0100%的选自Ca、Ce、Mg、Zr、La及REM中的1种或2种以上。含有这些元素的理由如下。再者,所谓REM,是Rare Earth Metal的省略,指的是属于镧系列的元素。本发明的实施方式中,REM及Ce多通过混合稀土来含有,有时除La及Ce以外复合含有镧系列的元素。即使作为杂质含有这些La及Ce以外的镧系列的元素,也可发挥本实施方式的效果。此外,即使含有金属La或Ce也可发挥本实施方式的效果。

[0122] Ca、Ce、Mg、Zr、La及REM是对热浸镀锌钢板的成形性的改善有效的元素,可含有1种或2种以上。可是,如果选自Ca、Ce、Mg、Zr、La及REM中的1种或2种以上的元素的合计含量超过0.0100%,则有损害延展性的顾虑,因此将各元素的合计含量设定为0.0100%以下。这些各元素的合计含量优选为0.0070%以下。另一方面,选自Ca、Ce、Mg、Zr、La及REM中的1种或2种以上的元素的含量的下限即使不特别限定也可发挥本实施方式的效果,但为了充分得到改善热浸镀锌钢板的成形性的效果,这些各元素的合计含量优选为0.0001%以上。从成形性的观点出发,选自Ca、Ce、Mg、Zr、La及REM中的1种或2种以上的元素的合计含量更优选为0.0010%以上。

[0123] 在本实施方式涉及的热浸镀锌钢板的化学成分中,以上说明的各元素的剩余部分包含Fe和杂质。再者,关于上述的Ti、Nb、V、Cr、Ni、Cu、Mo、B、W,都容许作为杂质含有低于各所述下限值的微量。此外,关于Ca、Ce、Mg、Zr、La、REM,也容许作为杂质含有低于其合计量的下限值的极微量。

[0124] 本发明的实施方式涉及的热浸镀锌钢板的母材钢板的组织的规定理由如下。

[0125] (显微组织)

[0126] 对本发明的实施方式涉及的热浸镀锌钢板的母材钢板的显微组织进行说明。钢材特性根据显微组织而变化,但在对显微组织进行定量化时,在钢材的总区域范围内对显微组织进行定量化和规定是不现实的。因此,本发明中对表示钢材的代表性的显微组织的、以距母材钢板表面为1/4厚度的位置为中心的1/8厚度~3/8厚度中的显微组织进行定量化和规定。板厚中央部由于通过强的凝固偏析而使显微组织变化,所以不能说是代表钢板的显微组织。靠近钢板表层的部位因局部的温度变化或与空气的反应而使显微组织变化,因此不能说是代表钢板的显微组织。

[0127] 本发明的实施方式涉及的热浸镀锌钢板的母材钢板中的显微组织 在母材钢板的以距表面为1/4厚度的位置为中心的1/8厚度~3/8厚度的 范围中,铁素体相(以下称为铁素体)以体积分数计为50%~97%,由 贝氏体相(以下称为贝氏体)、贝氏体铁素体相(以下称为贝氏体铁素 体)、初生马氏体相(以下称为初生马氏体)和回火马氏体相(以下称 为回火马氏体)中的1种以上构成的硬质组织的合计以体积分数计为3% 以上,残余奥氏体相(以下称为残余奥氏体)以体积分数计为0%~8% (包含0%),珠光体相(以下称为珠光体)和粗大渗碳体相(以下称 为渗碳体)的合计以体积分数计为0%~8%(包含0%)。

[0128] “铁素体”

[0129] 铁素体是具有优良的延展性的组织。可是,铁素体因软质而强度低, 所以如果将铁素体的体积分数设定为超过97%,则不能得到最大抗拉强 度充分的热浸镀锌钢板。因此,将铁素体的体积分数设定为97%以下。为了提高热浸镀锌钢板的最大抗拉强度,优选 将铁素体的体积分数设定 为92%以下,更优选设定为85%以下。另外,要得到最大抗拉强度超过 950MPa的热浸镀锌钢板,更优选将铁素体的体积分数设定为80%以下, 进一步优选设定为70%以下。另一方面,因为在铁素体的体积分数低于 50%时得不到充分的延展性,所以将铁素体的体积分数设定为50%以 上。优选将铁素体的体积分数设定为55%以上,更优选为60%以上。

[0130] “残余奥氏体”

[0131] 残余奥氏体是提高热浸镀锌钢板的强度-延展性的平衡的组织。另 一方面,由于残余奥氏体伴随着变形而相变成硬质的马氏体,以断裂的 起点起作用,使拉伸凸缘性劣化,所以将残余奥氏体的体积分数的上限 设定为8%。从热浸镀锌钢板的成形性的观点出发,残余奥氏体的体积 分数优选较低,优选设定为5%以下,更优选设定为0%~3%(包含 0%)。热浸镀锌钢板的残余奥氏体的体积分数越低越好,也可以是0%。

[0132] “硬质组织”

[0133] 为了提高热浸镀锌钢板的最大抗拉强度,需要将由贝氏体、贝氏体铁素体、初生马 氏体和回火马氏体中的1种以上构成的硬质组织的体 积分数合计设定为3%以上。为提高热浸镀锌钢板的最大抗拉强度,优选 将硬质组织的体积分数设定为7%以上,更优选设定 为15%以上。另一方面,如果过度地提高硬质组织的体积分数,则热浸镀锌钢板的延展性 劣化,因此将硬质组织的体积分数限制在60%以下。从该观点出发,优 选将硬质组织的体 积分数设定为55%以下,更优选为50%以下。

[0134] “贝氏体铁素体及贝氏体”

[0135] 贝氏体铁素体及贝氏体是热浸镀锌钢板的强度和成形性的平衡优 良的组织,优选钢板组织中以体积分数计含有60%以下的贝氏体铁素体 和/或贝氏体。此外,贝氏体铁素体及贝氏体是具有软质的铁素体和硬 质的马氏体、回火马氏体及残余奥氏体的中间的 强度的显微组织,从拉 伸凸缘性的观点出发,更优选含有5%以上,进一步优选含有10%以 上。另一方面,如果贝氏体铁素体和/或贝氏体的体积分数超过60%,则有 屈服应力过度 提高,形状冻结性劣化的顾虑,因此是不优选的。

[0136] “回火马氏体”

[0137] 回火马氏体是较大地提高热浸镀锌钢板的抗拉强度的组织,也可以 以体积分数 计在钢板组织中含有60%以下。从抗拉强度的观点出发,优 选将回火马氏体的体积分数设

定为5%以上。另一方面,如果含在钢板组织中的回火马氏体的体积分数超过60%,则有屈服应力过度提高,形状冻结性劣化的顾虑,因此是不优选的。

[0138] “初生马氏体”

[0139] 初生马氏体较大地提高热浸镀锌钢板的抗拉强度,但另一方面成为断裂的起点,使拉伸凸缘性劣化,因此优选在钢板组织中以体积分数计含有30%以下。特别是为了提高扩孔性,优选将初生马氏体的体积分数设定为20%以下,更优选设定为10%以下。

[0140] “其它显微组织”

[0141] 本发明的实施方式涉及的热浸镀锌钢板的钢板组织中,也可以含有珠光体和/或粗大渗碳体等上述以外的组织。可是,如果热浸镀锌钢板的钢板组织中珠光体和/或粗大渗碳体增多,则延展性劣化。因此,将钢板组织中所含的珠光体和/或粗大渗碳体的体积分数设定为合计8%以下。再者,珠光体和/或粗大渗碳体的体积分数优选为合计5%以下。

[0142] 此外,本发明的实施方式涉及的热浸镀锌钢板的钢板组织在以镀层和母材钢板(基底金属)的界面为起点的到钢板方向深20 $\mu\text{m}$ 的表层部中,将残余奥氏体的体积分数限制在3%以下,而且所述表层部中的所述硬质组织的体积分数“V1”在以距钢板表面为1/4厚度的位置为中心的1/8厚度~3/8厚度的范围中的所述硬质组织的体积分数“V2”的0.10倍~0.90倍的范围。

[0143] “镀层和基底金属的界面附近中的残余奥氏体”

[0144] 热浸镀锌钢板的镀层和母材钢板的界面附近中的残余奥氏体由于伴随着变形向硬质的马氏体相变,在对热浸镀锌钢板的表面附近施加大的应变的弯曲变形时以断裂起点发生作用,所以是有助于弯曲性及耐疲劳特性的劣化的组织。从该观点出发,在以镀层和母材钢板的界面为起点的到钢板方向深20 $\mu\text{m}$ 的表层部中,需要将残余奥氏体的体积分数限制在0%~3%(包含0%)。再者,该表层部中的残余奥氏体的体积分数越低越好,也可以为0%。

[0145] “镀层和基底金属的界面附近中的硬质组织”

[0146] 热浸镀锌钢板的镀层和母材钢板(基底金属)的界面附近中的硬质组织是提高热浸镀锌钢板的表层部中的强度,较大地提高疲劳极限强度,有助于改善耐疲劳特性的组织。从该观点出发,在将以镀层和基底金属的界面为起点的到钢板方向深20 $\mu\text{m}$ 的表层部中的硬质组织的体积分数设定为“V1”,将以距钢板表面为1/4厚度的位置为中心的1/8厚度~3/8厚度的范围中的合计体积分数设定为“V2”时,需要将它们的比即V1/V2设定为0.10以上,以充分提高热浸镀锌钢板的表层部中的强度。再者,为充分提高耐疲劳特性,V1/V2优选为0.20以上,更优选为0.30以上,进一步优选为0.40以上。另一方面,通过将以镀层和基底金属的界面为起点的到钢板方向深20 $\mu\text{m}$ 的表层部中的硬质组织的分数抑制在某种程度,降低热浸镀锌钢板表面附近的强度,提高局部的延展性,从而也可能改善弯曲性。从该观点出发,为得到良好的弯曲性,将V1/V2设定为0.90以下,优选设定为0.85以下,更优选设定为0.80以下。

[0147] 另外,在本实施方式涉及的热浸镀锌钢板的以镀层和基底金属的界面为起点的到钢板方向深20 $\mu\text{m}$ 的表层部中,在铁的BCC晶界和/或晶粒内也可以具有含Si和/或Mn的微细的氧化物。通过在表层部即钢板内部先行生成微细的氧化物,能够抑制成为镀层剥离的起点的钢板表面中即镀层和母材钢板的界面中的含Si和/或Mn的氧化物的发生。

[0148] 含在本发明的实施方式涉及的热浸镀锌钢板的母材钢板中的各组织的体积分数例如可用以下所示的方法进行测定。

[0149] 含在本发明的热浸镀锌钢板的钢板组织中的铁素体、贝氏体铁素体、贝氏体、回火马氏体、初生马氏体、珠光体及粗大渗碳体的体积分数可用以下的方法进行测定。首先，将与钢板的轧制方向平行的板厚断面作为观察面采集试样，然后对观察面进行研磨及硝酸乙醇腐蚀。然后，用场致发射型扫描型电子显微镜(FE-SEM:Field Emission Scanning Electron Microscope)，分别观察以板厚的1/4为中心的1/8厚度~3/8厚度的范围或以镀层和母材钢板(基底金属)的界面为起点的到钢板方向深20 $\mu\text{m}$ 的范围而测定面积分数，便能够以此作为体积分数。但是，在通过硝酸乙醇腐蚀除去镀层时，也可以将试样的表面看作为镀层和基底金属的界面。

[0150] 含在本实施方式的热浸镀锌钢板的钢板组织中的残余奥氏体的体积分数采用FE-SEM进行根据EBSD(Electron Back-Scattering Diffraction:电子背散射衍射)法的高分辨率结晶方位分析及评价。首先，将与轧制方向平行的板厚断面精加工成镜面，分别在母材钢板的以距表面为1/4厚度的位置为中心的1/8厚度~3/8厚度的范围或以镀层和基底金属的界面为起点的到钢板方向深20 $\mu\text{m}$ 的范围，将测定步长设定为0.15 $\mu\text{m}$ 以下，在合计10000 $\mu\text{m}^2$ 以上的区域中测定结晶方位。然后，判定各测定点是BCC(体心立方结构)的铁或FCC(面心立方结构)的铁中的哪一个，将判定为FCC铁的点作为残余奥氏体，测定残余奥氏体的面积分数，可将其作为体积分数。再者，如果测定很大的区域，则面积分数与体积分数等价，所以在上述情况时，通过在合计10000 $\mu\text{m}^2$ 以上的区域中测定结晶方位，可将残余奥氏体的面积分数作为体积分数。

[0151] 如图1所示的那样，本实施方式的热浸镀锌钢板在热浸镀锌层10和母材钢板20的界面具有Fe-Al合金层30，母材钢板20内具有以下所示的微细化层40及脱碳层50。

[0152] 微细化层及脱碳层是如后述那样通过在退火工序中，在特定的温度区，按控制在特定的气氛的条件进行脱碳反应而生成的层。因此，微细化层及脱碳层内的构成相除氧化物及夹杂物粒子以外，实质上是铁素体相60为主体的组织。具体地讲，指的是形成铁素体相的体积分数为70%以上，剩余组织为奥氏体相、贝氏体相、马氏体相、珠光体相中的1种或2种以上的混合组织的层。

[0153] 关于微细化层的定义，在母材钢板的最表部中的铁素体相的平均粒径为脱碳层中的铁素体相的平均粒径的1/2以下时，定义为存在微细化层。将微细化层中的铁素体相的平均粒径超过脱碳层中的铁素体相的平均粒径的1/2的边界定义为微细化层和脱碳层的边界。

[0154] 微细化层直接与所述Fe-Al合金层接触。微细化层的平均厚度为0.1 $\mu\text{m}$ ~5.0 $\mu\text{m}$ ，微细化层内的铁素体相的平均粒径为0.1~3.0 $\mu\text{m}$ ，微细化层中含有Si及Mn的1种或2种以上的氧化物，该氧化物的最大直径为0.01 $\mu\text{m}$ ~0.4 $\mu\text{m}$ 。

[0155] 微细化层的平均厚度为0.1 $\mu\text{m}$ ~5.0 $\mu\text{m}$ 。如果微细化层的平均厚度低于0.1 $\mu\text{m}$ ，则得不到抑制裂纹发生及抑制延伸的效果，也就得不到改善镀层附着力的效果。如果超过5.0 $\mu\text{m}$ ，则进行镀层的合金化(生成Zn-Fe合金)，镀层中的Fe含量增大，镀层附着力下降。微细化层的平均厚度优选为0.2 $\mu\text{m}$ ~4.0 $\mu\text{m}$ ，更优选为0.3 $\mu\text{m}$ ~3.0 $\mu\text{m}$ 。

[0156] 钢板宽度方向上的所述微细化层的最大厚度和最小厚度之差优选在2.0 $\mu\text{m}$ 以内。

这里,所谓钢板宽度方向上的所述微细化层的最大厚度和最小厚度,表示分别测定离两边缘50mm的位置和将其间7等分的合计8处的微细化层的厚度所得的结果中的最大厚度和最小厚度。由于微细化层的厚度越厚越容易进行镀层的合金化(生成Zn-Fe合金),所以如果钢板宽度方向上的微细化层的厚度之差较大,则其成为合金化不均,有时影响镀层附着力及镀层外观的均匀性。从镀层附着力及镀层外观的均匀性的观点出发,钢板宽度方向上的所述微细化层的最大厚度和最小厚度之差优选为 $1.5\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $1.0\mu\text{m}$ 以下。

[0157] 微细化层内的铁素体相的平均粒径为 $0.1\mu\text{m}\sim 3.0\mu\text{m}$ 。如果铁素体相的平均粒径低于 $0.1\mu\text{m}$ ,则得不到抑制裂纹发生及抑制延伸的效果,也就得不到改善镀层附着力的效果。如果铁素体相的平均粒径超过 $3.0\mu\text{m}$ ,则得不到改善镀层附着力的效果。优选的铁素体相的平均粒径为 $0.1\mu\text{m}\sim 2.0\mu\text{m}$ 。

[0158] 作为含在微细化层中的Si及Mn的1种或2种以上的氧化物,例如可列举选自 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Mn}_2\text{SiO}_4$ 、 $\text{MnSiO}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$ 、 $\text{FeSiO}_3$ 、 $\text{MnO}$ 中的1种或2种以上。

[0159] 含在微细化层中的Si及Mn的1种或2种以上的氧化物的最大直径为 $0.01\mu\text{m}\sim 0.4\mu\text{m}$ 。该氧化物如后述那样,是在退火时在特定的温度区在母材钢板内部形成的,通过该氧化物粒子可抑制母材钢板表层的铁素体相结晶的生长,形成微细化层。如果氧化物的最大直径低于 $0.01\mu\text{m}$ ,则不能充分形成微细化层,镀层附着力下降。如果氧化物的最大直径超过 $0.4\mu\text{m}$ ,则铁素体相粗大化,微细化层的形成不充分,而且该氧化物本身成为镀层剥离的起点,所以镀层附着力下降。氧化物的最大直径的优选的范围是 $0.05\mu\text{m}\sim 0.2\mu\text{m}$ 。

[0160] 微细化层的平均厚度及微细化层内的铁素体相的平均粒径可用以下所示的方法进行测定。将与母材钢板的轧制方向平行的板厚断面作为观察面,从热浸镀锌钢板采集试样。通过CP(Cross section polisher:横截面抛光机)装置对试样的观察面进行加工,以5000倍对FE-SEM(Field Emission Scanning Electron Microscopy:场致发射型扫描型电子显微镜)中的背散射电子图像进行观察、测定。

[0161] 含在微细化层中的Si及Mn的1种或2种以上的氧化物的最大直径可用以下所示的方法进行测定。将与母材钢板的轧制方向平行的板厚断面作为观察面,从热浸镀锌钢板上采集试样。对试样的观察面进行FIB(Focused Ion Beam:聚焦离子束)加工,制作薄膜试样。然后,采用FE-TEM(Field Emission Transmission Electron Microscopy:场致发射型扫描型电子显微镜),以30000倍观察薄膜试样。各薄膜试样观察5个视场,将总视场中测得的氧化物的直径中的最大直径作为该薄膜试样中的氧化物的最大直径。

[0162] (Fe-Al合金层)

[0163] 在本发明的实施方式中,在镀层和钢板的界面形成有Fe-Al合金层。通过形成Fe-Al合金层,可抑制镀层合金化(生成Zn-Fe合金),抑制镀层附着力下降。此外,还能抑制由合金化不均造成的外观不均的发生。由合金化不均造成的外观不均,与在热浸镀锌处理后实施合金化处理的合金化热浸镀锌钢板相比,容易在未进行合金化处理的热浸镀锌钢板一方产生。将Fe-Al合金层的厚度设定为 $0.1\mu\text{m}\sim 2.0\mu\text{m}$ 。如果低于 $0.1\mu\text{m}$ ,则有时镀层附着力及外观性下降,如果超过 $2.0\mu\text{m}$ ,则有时镀层附着力下降。优选为 $0.1\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ 。

[0164] 将钢板宽度方向上的所述Fe-Al合金层的最大厚度和最小厚度之差设定在 $0.5\mu\text{m}$ 以内。这里钢板宽度方向上的所述Fe-Al合金层的最大厚度和最小厚度,表示分别测定离两边缘50mm的位置和将其间7等分的合计8处的Fe-Al合金层的厚度所得的结果中的最大

厚度和最小厚度。由于Fe-Al合金层的厚度越薄越容易进行镀层的合金化(生成Zn-Fe合金),所以如果钢板宽度方向上的Fe-Al合金层的厚度之差较大,则其成为合金化不均,有时对镀层附着力及镀层外观的均匀性产生不良影响。从镀层附着力及镀层外观的均匀性的观点出发,钢板宽度方向上的所述Fe-Al合金层的最大厚度和最小厚度之差优选为 $0.4\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $0.3\mu\text{m}$ 以下。

[0165] (镀层)

[0166] 在本发明的实施方式中,在热浸镀锌层中,Fe含量为超过0%且在3.0%以下,Al含量为超过0%且在1.0%以下。另外,热浸镀锌层也可含有或混入Ag、B、Be、Bi、Ca、Cd、Co、Cr、Cs、Cu、Ge、Hf、I、K、La、Li、Mg、Mn、Mo、Na、Nb、Ni、Pb、Rb、Sb、Si、Sn、Sr、Ta、Ti、V、W、Zr、REM中的1种或2种以上。这样,热浸镀锌层即使含有或混入上述元素中的1种或2种以上,也不损害本发明的效果,有时也优选通过其含量来改善耐蚀性及加工性等。

[0167] 此外,在本实施方式中,热浸镀锌层也可以含有由 $\zeta$ 相( $\text{FeZn}_{13}$ )构成的柱状晶,但从镀层附着力的观点出发,优选镀层和母材钢板的总界面的 $\zeta$ 相的被覆比例低于20%。

[0168] 另外,母材钢板的单面中的热浸镀锌层的附着量优选为 $10\text{g}/\text{m}^2\sim 100\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0169] [热浸镀锌层中的Fe含量:超过0%且在3.0%以下]

[0170] 热浸镀锌层中的Fe含量为超过0%且在3.0%以下。Fe含量0%实质上是难制造的。如果Fe含量超过3.0%,则镀层附着力下降。在Fe含量低于0.3%时,有时镀层附着力下降,所以从确保镀层附着力的观点出发,Fe含量的优选的范围是0.3%~2.5%,更优选为0.5%~2.0%。

[0171] [热浸镀锌层中的Al含量:超过0%且在1.0%以下]

[0172] 热浸镀锌层中的Al含量为超过0%且在1.0%以下。由于在镀浴中不含Al时或含量极低时进行镀层的合金化,使镀层附着力下降,所以优选将镀层中的Al含量设定为0.1%以上。这里所谓镀层的合金化,指的是Fe原子向镀层中扩散,生成Zn-Fe合金。如果Al含量超过1.0%,则镀层附着力下降。从确保镀层附着力的观点出发,Al含量的优选的范围是0.1%~0.8%,更优选为0.2%~0.5%。

[0173] [热浸镀锌层的附着量: $10\text{g}/\text{m}^2\sim 100\text{g}/\text{m}^2$ ]

[0174] 如果热浸镀锌层在母材钢板单面上的附着量少,则有得不到良好的耐蚀性的顾虑。因此,优选将镀层在母材钢板单面上的附着量设定为 $10\text{g}/\text{m}^2$ 以上。从耐蚀性的观点出发,附着量更优选为 $20\text{g}/\text{m}^2$ 以上,进一步优选为 $30\text{g}/\text{m}^2$ 以上。另一方面,如果镀层的附着量大,则有进行点焊时的电极损耗严重,在连续进行焊接时产生熔融焊点直径减小及焊接接头强度劣化的顾虑。因此,优选将镀层的附着量设定为 $100\text{g}/\text{m}^2$ 以下。从连续焊接性的观点出发,附着量更优选为 $93\text{g}/\text{m}^2$ 以下,进一步优选为 $85\text{g}/\text{m}^2$ 以下。

[0175] (热浸镀锌钢板的制造方法)

[0176] 接着,对本发明的实施方式涉及的热浸镀锌钢板的制造方法进行详细的说明。

[0177] 本实施方式涉及的热浸镀锌钢板的制造方法具备以下工序:热轧工序,其是将具有上述化学成分的板坯加热至 $1080^\circ\text{C}$ 以上,实施将轧制结束温度设定在 $850^\circ\text{C}\sim 980^\circ\text{C}$ 的范围内,形成热轧钢板,然后为卷取成卷材的工序,以满足后述的式(1)的方式控制从热轧后直至 $300^\circ\text{C}$ 的冷却过程中的热轧钢板的温度;冷轧工序,其在接着热轧工序进行了酸洗后,进行将合计的压下率设定为85%以下的冷轧;退火工序,其将 $600^\circ\text{C}\sim 750^\circ\text{C}$ 间



的平均加热速度设定为 $1.0^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上,将最高加热温度 设定在 $(\text{Ac}1+25)^{\circ}\text{C}\sim\text{Ac}3^{\circ}\text{C}$ 、且 $750^{\circ}\text{C}$ 以上的温度区内,对冷轧工序 后的钢板进行加热,接着,将 $760^{\circ}\text{C}\sim 700^{\circ}\text{C}$ 间的平均冷却速度设定为 $0.1^{\circ}\text{C}/\text{s}\sim 5.0^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ,将 $650^{\circ}\text{C}\sim 500^{\circ}\text{C}$ 间的平均冷却速度设定为 $1.0^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上而进行冷却;镀覆工序,其在退火工序后,通过按将镀浴温度设定为 $440^{\circ}\text{C}\sim 470^{\circ}\text{C}$ ,将进入镀浴时的钢板温度设定为 $430^{\circ}\text{C}\sim 480^{\circ}\text{C}$ ,将镀浴 中的有效Al量设定为 $0.180\sim 0.250$ 质量%的镀覆条件将钢板浸渍在镀 浴中,对钢板表面实施热浸镀锌而形成镀层;以及加工工序,其在镀覆 工序后,在将钢板冷却到 $100^{\circ}\text{C}$ 以下后采用直径 $50\text{mm}\sim 800\text{mm}$ 的辊进行合计两次以上的弯曲-回弯变形。

[0178] 以下,对各制造工序进行详细的说明。

[0179] 要制造本发明的实施方式涉及的热浸镀锌钢板,首先制造母材钢 板。

[0180] 母材钢板可通过铸造含有与特性相适应的合金元素的板坯,实施热 轧,然后实施冷轧来制造。

[0181] 以下,对各制造工序进行详细的说明。

[0182] “铸造工序”

[0183] 首先,铸造供于热轧的板坯。优选板坯的化学成分(组成)为上述 的成分。供于热轧的板坯可使用连续铸造板坯或采用薄板坯铸造机等制 造的板坯。

[0184] “热轧工序”

[0185] 在热轧工序中,为了抑制起因于铸造的结晶方位的各向异性,优选 将板坯的加热温度设定为 $1080^{\circ}\text{C}$ 以上。更优选将板坯的加热温度设定为  $1150^{\circ}\text{C}$ 以上。另一方面,板坯的加热温度的上限没有特别的限定。要将 板坯加热超过 $1300^{\circ}\text{C}$ ,则需要投入大量的能源,招致制造成本的大幅度 增加。因此,优选将板坯的加热温度设定为 $1300^{\circ}\text{C}$ 以下。

[0186] 将板坯加热后进行热轧。在热轧的结束温度(轧制结束温度)低于 $850^{\circ}\text{C}$ 时,轧制反 作用力高,难稳定地得到指定的板厚。因此,优选将 热轧的结束温度设定为 $850^{\circ}\text{C}$ 以上,更 优选设定为 $870^{\circ}\text{C}$ 以上。另一方 面,要将热轧的结束温度设定为超过 $980^{\circ}\text{C}$ ,则需要从板坯的加热结 束到热轧结束的工序期间对钢板进行加热的装置,需要高的成本。因此, 优选将热轧的结束温度设定为 $980^{\circ}\text{C}$ 以下,更优选设定为 $950^{\circ}\text{C}$ 以下。

[0187] 接着,将热轧后的热轧钢板卷取成卷材。再者,优选将从热轧到卷 取的冷却过程中的平均冷却速度设定为 $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上。这是为了通过在 更低的温度下进行相变而使热轧 钢板的粒径微细化,使冷轧及退火后的 母材钢板的有效结晶粒径微细化。

[0188] 优选将热轧钢板的卷取温度设定为 $450^{\circ}\text{C}\sim 650^{\circ}\text{C}$ 。这是为了在热轧 钢板的显微组织中分散地生成珠光体和/或长径 $1\mu\text{m}$ 以上的粗大渗碳 体,使通过冷轧导入的应变局部 化。由此,通过在退火工序中逆相变成 各式各样的结晶方位的奥氏体,能够使退火后的母 材钢板的有效晶粒微 细化。如果卷取温度低于 $450^{\circ}\text{C}$ ,则有时不能生成珠光体和/或粗大渗 碳 体,因此是不优选的。另一方面,如果卷取温度超过 $650^{\circ}\text{C}$ ,则珠光体 和铁素体分别在轧 制方向以长的带状生成。由此,有在冷轧及退火后从 铁素体部分生成的母材钢板的有效晶 粒成为向轧制方向伸长的粗大的 晶粒的倾向,因此是不优选的。

[0189] 此外,在卷取了热轧钢板后,有时在氧化皮层下不均匀地(与边缘 部相比中央部 厚)形成内部氧化层。如果卷取温度超过 $650^{\circ}\text{C}$ 则其更显著。在该内部氧化层通过后述的后 工序(酸洗、冷轧)也不能除去的情 况下,关系到微细化层及Fe-Al合金层的不均匀的形成,

有可能对镀层附着力及外观的均匀性产生不良影响。所以,从镀层附着力及外观的均匀性的观点出发,优选将卷取温度降低至650℃以下。

[0190] 这里,为了在退火后的母材钢板的表面,将硬质组织控制在规定的体积分数,需要在热轧工序中从母材钢板表面适度地进行脱碳。从母材钢板的脱碳行为也可以通过气氛控制来进行控制,但需要大规模的设 备,成本方面的负担大。因此,在本实施方式中,在从精轧结束(热轧 结束)到300℃的区间,通过控制冷却速度来控制钢板温度,由此控制 脱碳行为。

[0191] 母材钢板的温度控制在从精轧结束直至300℃的区间中,在母材钢 板表面中铁BCC相稳定的温度 $Ae3^*$ ℃以下的范围中进行。这是因为从 铁BCC相的脱碳,与从高温中的稳定相即FCC相的脱碳相比更快地进 行。再者,在本实施方式中,认为在母材钢板温度低于 300℃的温度范 围,氧的扩散速度充分慢,脱碳的进行速度不影响脱碳行为,所以将热 轧工序中的母材钢板的进行温度控制的温度范围设定在直至300℃的区 间。

[0192] 再者, $Ae3^*$ [℃]可采用下式来求出。

[0193]  $Ae3^*$ [℃]=885+31.7Si-29.3Mn+123.2Al-18.2Cr-40.0Ni-21.0Cu+12.6Mo

[0194] 在上述式中,C、Si、Mn、Al、Cr、Ni、Cu、Mo为各元素的含量[质 量%]。

[0195] 此外,钢板的脱碳行为分为从精轧结束到卷取成卷材的第1期和卷 取成卷材后直至室温的第2期进行控制。这是因为,相对于第1期中在 大气下进行脱碳,第2期中通过卷取成卷材而使钢板相互密合,在几乎 没有外气侵入的条件下进行脱碳,所以两者中脱碳的进行速度大不相 同。

[0196] 具体地讲,为使钢板表层部适度地脱碳,而在从精轧结束直至300℃ 的冷却过程 中,将钢板温度控制在满足下式(1)的范围。式(1)是有 关脱碳行为的进展程度的公式,表示式(1)的值越大脱碳越进展。

[0197] 再者,关于式(1)中的各项,t[秒]是从精轧结束的经过时间,t1[秒] 是从精轧结 束到 $Ae3^*$ 温度的经过时间,t2[秒]是从精轧结束到卷取成 卷材的经过时间,t3[秒]是从精 轧结束到钢板温度达到300℃的经过时 间。此外,T(t)[℃]是钢板温度, $W_{Si}$ [质量%]及 $W_{Mn}$  [质量%]分别是整 个钢板中的Si、Mn各元素的平均含量。另外, $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ 的各项是常 数项,分别为 $8.35 \times 10^8$ 、 $2.20 \times 10^4$ 、 $1.73 \times 10^{10}$ 、 $2.64 \times 10^4$ 。

[0198] [数式1]

$$[0199] \quad 0.8 \leq \left[ \int_{t_1}^{t_2} \alpha \cdot \exp\left(-\frac{\beta}{T(t)+273}\right) \cdot t dt + \int_{t_2}^{t_3} \gamma \cdot W_{Si}^{2.5} \cdot W_{Mn}^{0.5} \cdot \exp\left(-\frac{\delta}{T(t)+273}\right) \cdot t dt \right]^{0.5} \leq 20.0 \quad \text{式(1)}$$

[0200] 在上述式(1)中,括弧内的第1积分项是有关第1期的冷却中的 脱碳的进展程度的 项,第2积分项是有关第2期的冷却中的脱碳的进展 程度的项。无论哪个项中,都是母材钢 板温度越高,且停留时间越长,脱碳越进展。特别是在第2期中,由于促进脱碳的元素即氧 在气氛中几 乎不存在,而通过从表层的氧化皮层由钢中的Si及Mn拉过来的氧进行 脱碳, 所以第2积分项中包含由Si及Mn的含量带来的影响,表示钢中 的Si及Mn量越大,式(1)的 值越增大,脱碳越进展。

[0201] 在精轧结束后的冷却过程中,如果上述式(1)的值低于0.8,则母 材钢板表层部几 乎不脱碳,表层部的硬质组织的体积率V1和以距板厚 表面为1/4厚度的位置为中心的硬质

组织的体积率 $V_2$ 之比即 $V_1/V_2$ 超过0.90,弯曲性劣化,所以以上述式(1)的值达到0.8以上的方式进行冷却。从该观点出发,优选以上述式(1)的值达到1.0以上的方式进行冷却,更优选设定为1.3以上。另一方面,如果上述式(1)的值超过20.0,则钢板表层部过度脱碳, $V_1/V_2$ 低于0.30,钢板的耐疲劳特性显著劣化,所以以上述式(1)的值达到20.0以下的方式进行冷却。从该观点出发,优选以上述式(1)的值达到15.0以下的方式进行冷却,更优选设定为10.0以下。

[0202] 接着,进行如此制造的热轧钢板的酸洗。酸洗由于是为了除去热轧钢板的表面的氧化物,所以对于提高母材钢板的镀覆性是重要的。酸洗可以进行一次,也可以分多次进行。从均匀地形成微细化层及Fe-Al合金层,确保由此形成的均匀外观的观点出发,优选通过强化酸洗将氧化皮层下生成的内部氧化层尽量除去。只要能除去内部氧化层,酸洗条件就不特别限定,例如,从酸洗效率和经济性的观点出发,优选使用盐酸。作为除去内部氧化层的条件,例如作为推荐条件,可以列举出盐酸的浓度以氯化氢计为5质量%以上,酸洗温度为80℃以上,酸洗时间为30秒以上。

[0203] “冷轧工序”

[0204] 接着,对酸洗后的热轧钢板进行冷轧,得到冷轧钢板。

[0205] 冷轧中,如果压下率的合计超过85%,则钢板的延展性丧失,冷轧中发生钢板断裂的危险性增大。因此,优选将压下率的合计设定为85%以下。从该观点出发,压下率的合计更优选设定为75%以下,进一步优选设定为70%以下。冷轧工序中的压下率的合计的下限没有特别的限定。在压下率的合计低于0.05%时,母材钢板的形状不均质,镀层不能均匀地附着,损害外观。因此,优选设定为0.05%以上,更优选设定为0.10%以上。再者,优选通过多道次进行冷轧而不管冷轧的道次数和各道次下的压下率的分配。

[0206] 此外,在冷轧中的压下率的合计在超过10%且低于20%的范围时,在其后的退火工序中不能充分进行再结晶,含有大量位错且失去延展性的粗大的晶粒残留在表层附近,有时弯曲性及耐疲劳特性劣化。要避免此问题,有效的方法是减小压下率的合计,使位错在晶粒中的蓄积变得轻微而残留晶粒的延展性。或者,增大压下率的合计,在退火工序中充分进行再结晶,将加工组织形成内部位错蓄积少的再结晶粒子也是有效的。从使位错在晶粒中的蓄积变得轻微的观点出发,优选将冷轧工序中的压下率的合计设定为10%以下,更优选设定为5.0%以下。另一方面,为了充分进行退火工序中的再结晶,优选将压下率的合计设定为20%以上,更优选设定为30%以上。

[0207] “退火工序”

[0208] 在本发明的实施方式中,对冷轧钢板实施退火。在本发明的实施方式中,优选采用具有预热带、均热带和镀覆带的连续退火镀覆生产线。而且,优选一边进行退火工序一边使钢板通过预热带和均热带,在到达镀覆带前结束退火工序,在镀覆带中进行镀覆工序。

[0209] 在如上所述那样,在退火工序及镀覆工序中采用连续退火镀覆生产线的情况下,例如优选采用以下所示的方法。

[0210] 特别是,预热带中的气氛、加热方式的控制、均热带中的气氛的控制,对于适当均匀地生成微细化层及Fe-Al合金层,同时确保镀层附着力及外观均匀性是重要的。

[0211] 在预热带中,在将水蒸气分压 $P(H_2O)$ 和氢分压 $P(H_2)$ 之比的Log值即 $\text{Log}(P(H_2O)/P(H_2))$

( $H_2$ )控制在 $-1.7 \sim -0.2$ 气氛下,采用将空气比规定为 $0.7 \sim 1.0$ 的预热燃烧器,一边将钢板的温度加热至 $400^\circ\text{C} \sim 800^\circ\text{C}$ 一边使钢板穿过。

[0212] 在预热带中,水蒸气分压 $P(H_2O)$ 和氢分压 $P(H_2)$ 之比的调整,影响到在后续的热浸镀锌中使Fe-Al合金相在界面向宽度方向均匀地析出及镀前的钢板的表面性状。

[0213] 这是因为通过在预热带调整空气比,可抑制Si等强脱氧元素的氧化膜在钢板表面的生成。通过与此同时,调整水蒸气分压 $P(H_2O)$ 和氢分压 $P(H_2)$ 之比,可抑制钢板表面中的过剩的脱碳。由此,在后续的镀覆工序中,通过抑制钢板表面的晶界中的过剩的Fe-Zn合金反应,可有选择性地产生Fe-Al合金反应。通过有选择性地产生Fe-Al合金反应,可促进均匀的Fe-Al合金层的形成,得到优良的镀层附着力、外观均匀化。如果 $\text{Log}(P(H_2O)/P(H_2))$ 超过 $-0.2$ ,则容易在后续的镀覆工序中产生Fe-Zn合金化,使镀层中的Fe浓度增高。由此,使镀层附着力下降,还容易产生外观不均。另一方面,如果 $\text{Log}(P(H_2O)/P(H_2))$ 低于 $-1.7$ ,则因钢板表面中出现碳浓度高的部分,表面没有形成微细化层而使镀层附着力下降。

[0214] 所谓“空气比”,是含在单位体积的混合气体中的空气的体积与为使含在单位体积的混合气体中的燃料气体完全燃烧理论上所需的空气的体积之比,用下式表示。

[0215] 空气比 = [含在单位体积的混合气体中的空气的体积( $\text{m}^3$ )]/[为使含在单位体积的混合气体中的燃料气体完全燃烧理论上所需的空气的体积( $\text{m}^3$ )]

[0216] 在上述空气比超过 $1.0$ 而过大的情况下,在钢板表层部生成过剩的Fe氧化被膜,退火后的脱碳层肥大化,还过剩地生成微细化层。由此镀层的合金化过度地发展,使镀层附着力、崩裂性、粉化性下降。所以,上述空气比优选为 $1.0$ 以下,更优选为 $0.9$ 以下。在上述空气比过小至低于 $0.7$ 的情况下,不能形成微细化层,镀层附着力下降。因而,将上述空气比设定为 $0.7$ 以上,优选为 $0.8$ 以上。

[0217] 此外,如果钢板穿过预热带时的钢板温度低于 $400^\circ\text{C}$ ,则不能形成充分的微细化层。所以,将钢板穿过预热带时的钢板温度设定为 $400^\circ\text{C}$ 以上,优选设定为 $600^\circ\text{C}$ 以上。另一方面,在钢板穿过预热带时的钢板温度超过 $800^\circ\text{C}$ 的高温时,在钢板表面生成粗大的含有Si和/或Mn的氧化物,使镀层附着力下降。所以,将钢板穿过预热带时的钢板温度设定为 $800^\circ\text{C}$ 以下,优选设定为 $750^\circ\text{C}$ 以下。

[0218] 如果预热带中的加热速度慢则进行内部氧化,在钢板内部生成粗大的氧化物。特别是, $600^\circ\text{C} \sim 750^\circ\text{C}$ 中的加热速度是重要的,为避免钢板表层部的过度的脱碳,抑制粗大的氧化物的生成,需要将此间的平均加热速度设定为 $1.0^\circ\text{C}/\text{秒}$ 以上。在此间的平均加热速度低于 $1.0^\circ\text{C}/\text{秒}$ 时,微细化层中形成粗大的氧化物,使镀层附着力及粉化性下降。为了避免钢板表层部的过度的脱碳及粗大的氧化物的生成,优选将 $600^\circ\text{C} \sim 750^\circ\text{C}$ 间的平均加热速度设定为 $1.5^\circ\text{C}/\text{秒}$ 以上,更优选设定为 $2.0^\circ\text{C}/\text{秒}$ 以上。 $600^\circ\text{C} \sim 750^\circ\text{C}$ 中的平均加热速度为确保预热带中的处理时间,优选设定为 $50^\circ\text{C}/\text{秒}$ 以下。如果平均加热速度为 $50^\circ\text{C}/\text{秒}$ 以下,则容易得到均匀的微细化层,可得到镀层附着力及外观的均匀性优良的镀层。

[0219] 退火工序中的最高加热温度对于将有关钢板的成形性的显微组织的分数控制在规定的范围是重要的因素。如果最高加热温度低,则钢中溶残粗大的铁系碳化物,成形性劣化。此外在最高加热温度低于 $750^\circ\text{C}$ 时,有热轧钢板中的粗大的铁碳化物不能充分溶解,残存到形成制品的板中,严重损害延展性的顾虑。为使铁系碳化物充分固溶,提高成形性,将最高加热温度设定在( $Ac1$ 点+ $25$ ) $^\circ\text{C}$ 以上且 $750^\circ\text{C}$ 以上,优选设定为( $Ac1$ 点+ $50$ ) $^\circ\text{C}$ 以上。

另一方面,如果最高加热温度超过Ac3点,则钢中的铁素体分数显著减少,因此将最高加热温度设定为Ac3点以下。此外,从镀层附着力的观点出发,为减少基底金属表面的氧化物,优选最高加热温度低。从该观点出发,优选将最高加热温度设定为850℃以下,更优选设定为830℃以下。

[0220] 钢板的Ac1点及Ac3点分别是奥氏体逆相变的开始点和完成点,具体地讲,可通过从热轧后的钢板切下小片,按10℃/秒加热到1200℃,测定此间的体积膨胀来得到。

[0221] 在均热带中达到退火工序中的最高加热温度(750℃以上)。该均热带中的气氛将 $\text{Log}(P(\text{H}_2\text{O})/P(\text{H}_2))$ 控制在 $-1.7\sim-0.2$ 。在 $\text{Log}(P(\text{H}_2\text{O})/P(\text{H}_2))$ 低于 $-1.7$ 时不能形成微细化层,镀层附着力下降。如果 $\text{Log}(P(\text{H}_2\text{O})/P(\text{H}_2))$ 超过 $-0.2$ ,则过度进行脱碳,使母材钢板表层的硬质相显著减少,而且在微细化层中形成粗大的氧化物,使镀层附着力及粉化性下降。

[0222] 如上所述,如果均热带中的 $\text{Log}(P(\text{H}_2\text{O})/P(\text{H}_2))$ 为 $-1.7\sim-0.2$ ,则不在最表层上形成成为镀层剥离的起点的Si及Mn的氧化物,而在钢板表层的内部形成最大直径为 $0.05\mu\text{m}\sim0.4\mu\text{m}$ 的Si和/或Mn的微细的氧化物。Si和/或Mn的微细的氧化物抑制退火中的Fe再结晶的生长。此外,由于退火气氛中的水蒸气使母材表层脱碳,所以退火后的母材表层成为铁素体。其结果是,在退火后的母材的表层上,形成平均厚度为 $0.1\mu\text{m}\sim5.0\mu\text{m}$ 的、铁素体相的平均粒径为 $0.1\mu\text{m}\sim3.0\mu\text{m}$ 的、含有最大直径为 $0.01\mu\text{m}\sim0.4\mu\text{m}$ 的Si和/或Mn的氧化物的微细化层。

[0223] 在退火工序中,在从达到最高加热温度后直至到达镀浴的镀前冷却(镀前冷却工序)中,通过分从760℃到700℃的温度区和从650℃到500℃的温度区的两个阶段控制钢板的温度,可得到规定的显微组织。首先,为充分进行铁素体的生成,对从760℃到700℃之间的平均冷却速度进行规定。如果从760℃到700℃的平均冷却速度超过5.0℃/秒,则有时不能充分进行铁素体的生成,因此将平均冷却速度设定为5.0℃/秒以下。为充分进行铁素体的生成,优选将平均冷却速度设定为3.5℃/秒以下,更优选设定为2.5℃/秒以下。另一方面,在从760℃到700℃的平均冷却速度低于0.3℃/秒时,有时生成大量的珠光体,所以将平均冷却速度设定为0.3℃/秒以上。为了避免生成珠光体,优选将平均冷却速度设定为0.5℃/秒以上,更优选设定为0.7℃/秒以上。

[0224] 接着,为了避免生成过度的珠光体和/或粗大渗碳体,对从650℃到500℃的冷却速度进行规定。在从650℃到500℃的平均冷却速度低于1.0℃/秒时,大量生成珠光体和/或粗大渗碳体,所以将平均冷却速度设定为1.0℃/秒以上。由于优选在钢中不含珠光体和/或粗大渗碳体,所以为充分避免它们的生成,优选将平均冷却速度设定为2.0℃/秒以上,更优选设定为3.0℃/秒以上。从650℃到500℃的温度区中的平均冷却速度的上限不特别设定,但要得到过度大的平均冷却速度,需要特殊的冷却设备或不干涉镀覆工序的制冷剂,因此是不优选的。从该观点出发,优选将上述温度区中的平均冷却速度设定为100℃/秒以下,更优选设定为70℃/秒以下。

[0225] 接着镀前冷却工序,为得到回火马氏体,在钢板温度达到500℃后直至到达镀浴的期间,作为马氏体相变处理也可以将钢板在规定的温度区停留一定时间。马氏体相变处理温度将马氏体相变开始温度 $M_s$ 点作为上限,更优选将上限设定为( $M_s$ 点 $-20$ )℃。马氏体相变处理优选将50℃作为下限,更优选将下限设定为100℃。此外,优选将马氏体相变处

理时间设定为1秒~100秒,更优选设定为10秒~60秒。再者,通过马氏体相变处理得到的马氏体通过在镀覆工序中浸入高温的镀浴中而变化为回火马氏体。

[0226] 再者,Ms点通过下式进行计算。

[0227]  $Ms点[^\circ C] = 541 - 474C / (1 - VF) - 15Si - 35Mn - 17Cr - 17Ni + 19Al$

[0228] 上述式中,VF表示铁素体的体积分数,C、Si、Mn、Cr、Ni、Al 是各元素的含量[质量%]。

[0229] 再者,制造中直接测定铁素体的体积分数是困难的。因此,本发明中在决定Ms点时,从穿过连续退火线前的冷轧钢板上切下小片,按与穿过连续退火线时相同的温度过程对该小片进行退火,测定小片的铁素体的体积的变化,将采用其结果算出的数值作为铁素体的体积分数VF。

[0230] 另外,为促进贝氏体的生成,也可以在钢板温度达到500℃后直至到达镀浴的期间,作为贝氏体相变处理将钢板在规定的温度区停留一定时间。如果贝氏体相变处理温度超过500℃,则促进珠光体和/或粗大渗碳体的生成,所以将贝氏体相变处理温度设定为500℃以下。此外,如果贝氏体相变处理温度低于350℃,则不能充分进行相变,所以将贝氏体相变处理温度设定为350℃以上。关于贝氏体相变处理时间,为充分进行相变而设定为10秒以上,为抑制珠光体和/或粗大渗碳体的生成而设定为500秒以下。再者,在镀前冷却工序后,进行贝氏体相变处理和马氏体相变处理这两者时,关于实行顺序,进行贝氏体相变处理和马氏体相变处理。

[0231] “镀覆工序”

[0232] 接着,将如此得到的母材钢板浸渍在镀浴中。

[0233] 镀浴具有以锌为主体,从镀浴中的总Al量减去总Fe量所得的值即有效Al量为0.180~0.250%的组成。如果镀浴中的有效Al量低于0.180%,则Fe-Al合金层的形成不充分,促进Fe向镀层中的侵入,损害镀层附着力,所以需要设定为0.180%以上。从该观点出发,镀浴中的有效Al量优选为0.185%以上,更优选为0.190%以上。另一方面,如果镀浴中的有效Al量超过0.250%,则过度地生成母材钢板和镀层的Fe-Al合金层,损害镀层附着力。从该观点出发,需要将镀浴中的有效Al量设定为0.250%以下,优选设定为0.240%以下,更优选设定为0.230%以下。

[0234] 镀浴中,也可以混入Ag、B、Be、Bi、Ca、Cd、Co、Cr、Cs、Cu、Ge、Hf、I、K、La、Li、Mg、Mn、Mo、Na、Nb、Ni、Pb、Rb、Sb、Si、Sn、Sr、Ta、Ti、V、W、Zr、REM中的1种或2种以上的元素,有时也优选根据各元素的含量来改善热浸镀锌层的耐蚀性及加工性等。

[0235] 此外,优选将镀浴的温度设定在440℃~470℃。在镀浴温度低于440℃时,镀浴的粘度过大,难控制镀层的厚度,损害热浸镀锌钢板的外观。所以,镀浴的温度优选为440℃以上,更优选为445℃以上。另一方面,如果镀浴温度超过470℃,则产生大量的烟气,难以安全地制造。因此,镀浴温度优选为470℃以下,更优选为460℃以下。

[0236] 此外,如果母材钢板进入镀浴时的钢板温度低于430℃,则为使镀浴温度稳定在440℃以上,需要向镀浴供给大量的热量,所以在实用上是不适合的。另一方面,如果母材钢板进入镀浴时的钢板温度超过480℃,则为了使镀浴温度稳定在470℃以下,需要引进从镀浴排出大量热量的设备,在制造成本上是不适合的。因而,为了使镀浴的浴温稳定,将母材钢板进入镀浴时的温度设定为430℃~480℃。此外,为了适当地控制Fe-Al合金层,更

优选将母材钢板进入镀浴时的温度限制在440℃~ 470℃。

[0237] 优选镀浴的温度稳定在440℃~470℃的范围内的温度。如果镀浴的温度不稳定,则Fe-Al合金层及镀层中的Fe含量不均匀,招致镀层的外观及附着力的不均匀。为了使镀浴的温度稳定,优选使进入镀浴时的钢板温度和镀浴的温度大致一致。具体地讲,根据实际制造设备的温度控制性的界限,优选将进入镀浴时的钢板温度设定在镀浴温度的±10℃以内,更优选设定在镀浴温度的±5℃以内。

[0238] 再者,镀浴浸渍后,为达到适当的镀层附着量,优选对钢板表面吹喷以氮为主体的高压气体,将表层的过剩的锌除去。然后冷却到室温。此时,几乎不进行Fe原子从母材钢板向镀层的扩散,从确保镀层附着力的观点出发,优选一直到 $\zeta$ 相的生成大致停止的温度350℃都确保1℃/秒以上的冷却速度。

[0239] 此外,在冷却到350℃后,为得到硬质组织,也可以按1.0℃/秒以上的平均冷却速度冷却到250℃以下。为得到初生马氏体相和/或回火马氏体相,优选将平均冷却速度设定为3.0℃/秒以上,更优选设定为5.0℃/秒以上。

[0240] 另外,在冷却到250℃以下后,为了得到回火马氏体也可以实施再加热处理。再加热的处理温度及处理时间也可以根据作为目标的特性适宜设定。但是,在再加热处理温度低于250℃时,得不到充分的效果,另一方面,如果超过350℃,则有镀层变质,镀层附着力劣化的顾虑,因此优选将再加热处理温度设定为250℃~350℃。此外,如果再加热处理时间超过1000秒,则处理效果饱和,所以优选将处理时间设定为1000秒以下。

[0241] 此外,在冷却到350℃后,为得到残余奥氏体,也可以进行在250℃~350℃的温度范围实施停留15秒~500秒的贝氏体相变处理。在贝氏体相变处理温度低于250℃时,生成马氏体而不能充分得到残余奥氏体。因此,优选将贝氏体相变处理温度设定为250℃以上,更优选设定为300℃以上。另一方面,如果贝氏体相变处理温度超过350℃,则进行Fe原子从母材钢板向镀层的扩散,使镀层附着力劣化。因此,优选将贝氏体相变处理温度设定为350℃以下,更优选设定为330℃以下。

[0242] 如果贝氏体相变处理时间为15秒以上,则可充分得到进行贝氏体相变处理的效果。贝氏体相变处理时间更优选为25秒以上。如果贝氏体相变处理时间为500秒以下,则能够高效率地进行贝氏体相变处理。贝氏体相变处理时间更优选为300秒以下。

[0243] 此外,为了使残余奥氏体更稳定化,也可以在冷却到250℃以下后实施再加热的处理。再加热的处理温度及处理时间也可以根据作为目标的特性适宜设定。但是,在再加热处理温度低于250℃时,得不到充分的效果。因此,优选将再加热处理温度设定为250℃以上,更优选设定为280℃以上。如果再加热处理温度超过350℃,则进行Fe原子从母材钢板向镀层的扩散,使镀层附着力劣化。因此,优选将再加热处理温度设定为350℃以下,更优选设定为330℃以下。

[0244] 此外,如果再加热处理时间超过1000秒,则处理效果饱和,所以优选将处理时间设定在1000秒以下。

[0245] “加工工序”

[0246] 接着,在将钢板温度冷却到100℃以下后,为减少母材钢板表层的残余奥氏体,对涂覆钢板实施弯曲-回弯变形。可以采用直径为50mm~800mm的辊实施弯曲。在轧辊直径(或辊径)低于50mm时,因通过弯曲变形对母材钢板表层导入大量的应变,而损害钢板的成

形性。此外，在轧辊直径超过800mm时母材钢板表层中的应变量小，不能充分减少残余奥氏体。弯曲-回弯变形为减少母材钢板的表里各面中的残余奥氏体，需要将把表里各面作为弯曲外侧的变形分别实施1次以上，因此需要实施合计两次以上的弯曲-回弯变形。由此，可使母材钢板的表里两面中的残余奥氏体保持在规定的范围。

[0247] 通过以上说明的制造方法，能够制造本实施方式涉及的热浸镀锌钢板，但本发明并不限定于上述的实施方式。

[0248] 例如，在本发明的实施方式中，也可以对通过上述方法得到的热浸镀锌钢板的锌镀层的表面，赋予由磷氧化物和/或含磷的复合氧化物构成的氧化膜。

[0249] 由磷氧化物和/或含磷的复合氧化物构成的氧化膜在加工热浸镀锌钢板时可作为润滑剂发挥功能，能够保护形成于母材钢板表面上的锌镀层。

[0250] 另外，在本实施方式中，对于冷却到室温的热浸镀锌钢板，为了形状整形也可以以3.00%以下的压下率实施冷轧。

[0251] 再者，上述的本发明的实施方式涉及的热浸镀锌钢板的制造方法优选用于制造母材钢板的板厚为0.6mm以上且低于5.0mm的热浸镀锌钢板。如果母材钢板的板厚低于0.6mm，则难使母材钢板的形状保持平坦，有时不适合。此外，如果母材钢板的板厚为5.0mm以上，则有时退火工序及镀覆工序中的冷却的控制变得困难。

[0252] 实施例

[0253] 对本发明的实施例进行说明。再者，本实施例中的条件是用于确认本发明的可实施性及效果而采用的一个条件例子。本发明并不限定于该一个条件例子。本发明只要不脱离本发明的主旨、且可达到本发明的目的，就可采用多种条件。

[0254] “实施例1”

[0255] 铸造具有表1~表3所示的A~BY的化学成分(组成)的板坯，按表4~表7所示的热轧工序条件(板坯加热温度、轧制结束温度)进行热轧，按表4~表7所示的热轧工序条件(从热轧结束到卷取的平均冷却速度、卷取温度、式(1))进行冷却，得到热轧钢板。

[0256] 然后，对热轧钢板进行酸洗(浸渍在80℃的10%盐酸中，浸渍时间如表4~表7所示)，按表4~表7所示的冷轧工序条件(压下率)实施冷轧，得到冷轧钢板。

[0257] 接着，按表8~表11所示的退火工序中的加热工序条件(预热带中的空气比、预热带气氛中的 $\text{Log}(P(\text{H}_2\text{O})/P(\text{H}_2))$ 、均热带气氛中的 $\text{Log}(P(\text{H}_2\text{O})/P(\text{H}_2))$ 、600℃~750℃的温度区中的平均加热速度、最高加热温度)对得到的冷轧钢板实施退火。按表8~表11所示的条件(冷却速度1(760℃~700℃的温度区中的平均冷却速度)、冷却速度2(650℃~500℃的温度区中的平均冷却速度)、马氏体相变处理条件(处理温度、处理时间)、贝氏体相变处理1的条件(处理温度、处理时间))对该钢板实施冷却处理，得到镀覆处理用母材钢板。

[0258] 接着，按表12~表15所示的条件(有效Al量、镀浴温度、钢板的浸入温度)浸渍在锌镀浴中，按表12~表15所示的条件(冷却速度3(到350℃的平均冷却速度)、冷却速度4(350℃~250℃的温度区中的平均冷却速度)、贝氏体相变处理2的条件(处理温度、处理时间)、再加热处理条件(处理温度、处理时间))实施镀覆后冷却处理。接着，按表12~表15所示的条件(轧辊直径、加工次数)实施弯曲-回弯加工，另外，按表12~表15所示的条件(压下率)实施冷轧，得到实验例1~202的热浸镀锌钢板(但是，在一部分实验例中，有的中断实验)。



[0259] 接着,将与母材钢板的轧制方向平行的板厚断面作为观察面,从各热浸镀锌钢板上采集试样,进行利用场致发射型扫描型电子显微镜(FE-SEM)的显微组织观察及利用EBSD法的高分辨率结晶方位分析,分别测定以板厚的1/4为中心的1/8厚度~3/8厚度的范围(1/4厚度)及以镀层和母材钢板的界面作为起点的到深20 $\mu\text{m}$ 的表层部(基底金属表层)中的显微组织的体积分数。再者,所谓表16~表19中的“马氏体”表示初生马氏体,所谓表16~表19中的显微组织中的“其它”,表示珠光体和/或粗大渗碳体。此外,所谓“硬质相”,是由贝氏体、贝氏体铁素体、初生马氏体和回火马氏体中的1种以上构成的硬质组织。

[0260] 镀层的附着量通过使用加入了缓蚀剂的盐酸而使镀层溶解、并对溶解前后的重量进行比较而求出。同时,通过用ICP定量Fe、Al,来测定镀层中Fe浓度、Al浓度。

[0261] 另外,将与母材钢板的轧制方向平行的板厚断面作为观察面,从涂覆钢板采集试样,采用上述的测定方法,求出母材钢板和热浸镀锌层的界面上的Fe-Al合金层的平均厚度和宽度方向的厚度差及与其直接接触的微细化层的平均厚度和宽度方向的厚度差、微细化层内的铁素体相的平均粒径(铁素体相平均粒径)和微细化层中的Si及Mn的1种或2种以上的氧化物的最大直径(氧化物最大直径)。其结果见表20~表23。

[0262] 接着,为调查涂覆钢板的特性,进行了拉伸试验、扩孔试验、弯曲试验、疲劳试验、附着力评价试验、点焊试验、腐蚀试验、崩裂性试验、粉化性试验、镀层外观均匀性评价。表24~表31中示出各实验例中的特性。

[0263] 从涂覆钢板制作JIS Z 2201所述的5号试验片,按JIS Z2241所述的方法进行拉伸试验,求出屈服强度YS、最大抗拉强度TS、总拉伸率E1。再者,关于拉伸特性,将最大抗拉强度TS为550MPa以上时评价为良好。

[0264] 扩孔试验按JIS Z 2256所述的方法进行。成形性中,延展性(总拉伸率)E1及扩孔性 $\lambda$ 伴随着最大抗拉强度TS而变化,但在满足下式(2)时强度、延展性及扩孔性为良好。

$$[0265] \quad TS^{1.5} \times E1 \times \lambda^{0.5} \geq 2.0 \times 10^6 \quad \text{式(2)}$$

[0266] 关于弯曲试验,从热浸镀锌钢板制作JIS Z 2201所述的5号试验片,采用JIS Z 2248所述的V形块弯曲法,进行90°V弯曲试验。使V形块的底部中的半径从1.0mm到6.0mm按0.5mm节距变化,将试验片没有产生开裂的最小的半径作为最小弯曲半径r[mm]。弯曲性通过按板厚t[mm]使最小弯曲半径r标准化的“r/t”来评价,将“r/t”为2.0以下时评价为弯曲性良好。

[0267] 关于疲劳试验,从热浸镀锌钢板制作JIS Z 2275所述的1号试验片,按照JIS Z 2273进行脉动平面弯曲疲劳试验。将最大重复次数设定1000万次,评价疲劳极限DL及疲劳极限度比DL/TS,将疲劳极限度比为0.30以上时规定为耐疲劳特性良好。

[0268] 关于镀层附着力,对赋予了5%的单轴拉伸变形的涂覆钢板,实施杜邦冲击试验。将粘结胶带粘贴在冲击试验后的涂覆钢板上,然后撕下粘结胶带,将镀层没有剥离时作为特别良好(◎),将镀层5%以上剥离时作为不良(×),将镀层的剥离低于5%时作为良好(○)。杜邦冲击试验采用将顶端的曲率半径设定为1/2英寸的击模,通过使3kg的锤从1m的高度落下来进行。

[0269] 点焊性通过进行连续打点试验进行了评价。在熔化部的直径为板厚的平方根的5.3倍~5.7倍的焊接条件下,连续进行1000次的点焊。然后,通过第1个 $d_1$ 和第1000个 $d_{1000}$ 对熔化部的直径进行比较,将 $d_{1000}/d_1$ 为0.90以上时作为合格(○),将低于0.90时作为不合

格(×)。

[0270] 在耐蚀性的评价中,采用将涂覆钢板切成150mm×70mm的试验片。对试验片实施磷酸锌系的浸渍型化学转化处理,接着实施阳离子电泳涂装20μm,另外在实施了中涂35μm、面涂35μm后,用绝缘胶带将里面和端部密封。在耐蚀性试验中,使用将SST6hr→干燥4hr→湿润4hr→冷冻4hr作为1循环的CCT(循环腐蚀试验)。关于涂装后的耐蚀性的评价,用刀具对涂装面实施到达母材钢板的横切,测定CCT 60个循环后的膨胀宽度。将膨胀宽度为3.0mm以下时作为合格(○),将超过3.0mm时作为不合格(×)。

[0271] 关于崩裂性,采用将涂覆钢板切成70mm×150mm的试验片进行评价。首先,对试验片进行汽车用的脱脂、化学转化膜的形成、3层涂装的各工序,接着,以将试验片冷却保持在-20℃的状态,以2kgf/cm<sup>2</sup>的空气压垂直冲击10个碎石(0.3g~0.5g)。对各试验片将碎石的冲击各重复实施5次。然后,对各试验片观察合计50个的崩裂痕迹,通过其剥离界面的位置按以下的基准进行评价。将剥离界面为镀层之上(镀层-化学转化膜的界面或电泳涂装-中涂涂装的界面)的作为合格(○),将镀层-基底金属中的界面剥离即便为1个的也作为不合格(×)。

[0272] 关于粉化性,为评价镀层的加工性而采用V形弯曲加工(JIS Z 2248)进行评价。将涂覆钢板切断成50×90mm,通过用1R-90°V字型模具进行冲压形成成型体,作为试验体。在各试验体的谷部中,实施胶带剥离。具体地讲,将宽24mm的透明胶带贴在试验体的弯曲加工部上,然后撕下透明胶带,目视判断透明胶带的长90mm的部分。评价基准如下。将镀层的剥离相对于加工部面积低于5%的作为合格(○),将镀层的剥离相对于加工部面积超过5%的作为不合格(×)。

[0273] 关于外观均匀性评价,测定离钢板宽度方向上的两边缘50mm的位置和将其间7等分的合计8处的亮度(L\*值),将从最大值减去最小值得之差低于5的作为均匀(○),将5以上且低于10的作为稍微不均匀(△),将10以上的作为不均匀(×)。

[0274] 表1

[0275]

化学成分	C	Si	Mn	P	S	Al	N	O	
	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	
A	0.085	0.86	1.92	0.005	0.0016	0.059	0.0035	0.0008	实施例
B	0.051	0.51	2.38	0.012	0.0015	0.035	0.0014	0.0011	实施例
C	0.097	1.47	3.00	0.005	0.0011	0.007	0.0008	0.0032	实施例
D	0.060	1.09	1.35	0.009	0.0005	0.020	0.0047	0.0017	实施例
E	0.180	1.15	1.28	0.005	0.0030	0.042	0.0020	0.0012	实施例
F	0.107	0.60	2.95	0.015	0.0034	0.035	0.0013	0.0010	实施例
G	0.208	0.38	2.35	0.008	0.0048	0.028	0.0014	0.0010	实施例
H	0.078	1.19	3.09	0.012	0.0038	0.086	0.0008	0.0020	实施例
I	0.115	0.22	2.94	0.008	0.0040	1.246	0.0022	0.0019	实施例
J	0.234	0.94	1.44	0.017	0.0003	0.038	0.0017	0.0025	实施例
K	0.268	0.76	2.87	0.016	0.0040	0.081	0.0050	0.0018	实施例
L	0.153	0.94	2.41	0.011	0.0015	0.004	0.0030	0.0027	实施例
M	0.091	0.37	1.56	0.014	0.0008	0.046	0.0026	0.0008	实施例
N	0.203	0.33	2.49	0.012	0.0029	0.016	0.0008	0.0012	实施例
O	0.075	1.90	2.00	0.010	0.0029	0.027	0.0041	0.0015	实施例
P	0.063	0.66	2.31	0.015	0.0027	0.099	0.0027	0.0004	实施例
Q	0.116	0.72	1.96	0.017	0.0029	0.018	0.0046	0.0020	实施例
R	0.081	0.50	2.39	0.009	0.0062	0.072	0.0036	0.0023	实施例
S	0.203	0.89	1.74	0.016	0.0016	0.061	0.0008	0.0021	实施例
T	0.157	0.50	3.16	0.011	0.0025	0.041	0.0046	0.0009	实施例
U	0.100	0.88	2.73	0.047	0.0032	0.028	0.0033	0.0015	实施例
V	0.083	0.65	1.30	0.014	0.0009	0.066	0.0013	0.0012	实施例
W	0.092	0.67	2.86	0.018	0.0012	0.036	0.0020	0.0012	实施例
X	0.069	0.60	2.03	0.007	0.0004	0.043	0.0018	0.0032	实施例
Y	0.097	1.00	2.31	0.011	0.0059	0.029	0.0037	0.0020	实施例
Z	0.106	0.53	2.28	0.006	0.0031	0.008	0.0043	0.0022	实施例
AA	0.204	1.03	2.49	0.012	0.0014	0.047	0.0045	0.0003	实施例
AB	0.176	0.16	2.06	0.023	0.0016	0.083	0.0017	0.0013	实施例
AC	0.086	1.08	1.60	0.018	0.0006	0.078	0.0018	0.0008	实施例
AD	0.141	0.66	2.28	0.004	0.0009	0.038	0.0059	0.0016	实施例
AE	0.138	0.46	2.95	0.016	0.0016	0.020	0.0040	0.0017	实施例
AF	0.124	0.93	1.92	0.017	0.0027	0.057	0.0008	0.0007	实施例
AG	0.158	0.86	2.90	0.009	0.0003	0.070	0.0030	0.0028	实施例
AH	0.172	0.76	2.99	0.018	0.0031	0.059	0.0050	0.0013	实施例
AI	0.075	0.65	2.04	0.013	0.0004	0.255	0.0009	0.0010	实施例
AJ	0.157	0.49	2.07	0.010	0.0013	0.472	0.0020	0.0009	实施例
AK	0.179	0.95	3.07	0.020	0.0043	0.009	0.0016	0.0008	实施例
AL	0.096	0.16	2.25	0.006	0.0025	0.008	0.0051	0.0015	实施例
AM	0.177	0.75	2.40	0.009	0.0004	0.756	0.0038	0.0014	实施例
AN	0.150	0.49	1.83	0.010	0.0031	0.068	0.0040	0.0008	实施例

[0276] ※下划线表示在本发明范围外

[0277] 表2

[0278]

化学成分	C	Si	Mn	P	S	Al	N	O	
	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	
AO	0.134	0.67	2.36	0.009	0.0038	0.041	0.0017	0.0025	实施例
AP	0.170	0.34	2.34	0.010	0.0020	0.025	0.0024	0.0008	实施例
AQ	0.124	0.37	1.22	0.017	0.0064	0.046	0.0023	0.0027	实施例
AR	0.084	0.53	2.20	0.011	0.0053	0.058	0.0013	0.0017	实施例
AS	0.135	0.90	2.37	0.017	0.0023	0.061	0.0036	0.0025	实施例
AT	0.084	0.61	2.63	0.004	0.0049	0.033	0.0021	0.0014	实施例
AU	0.086	0.50	2.29	0.004	0.0022	0.045	0.0032	0.0014	实施例
AV	0.114	0.99	1.79	0.005	0.0032	0.084	0.0038	0.0014	实施例
AW	0.157	0.50	2.20	0.017	0.0022	0.087	0.0011	0.0009	实施例
AX	0.090	0.55	3.20	0.003	0.0017	0.051	0.0033	0.0007	实施例
AY	0.186	1.10	1.97	0.010	0.0033	0.030	0.0060	0.0029	实施例
AZ	0.070	0.75	2.36	0.015	0.0045	0.040	0.0083	0.0009	实施例
BA	0.142	0.93	2.10	0.013	0.0015	0.064	0.0007	0.0053	实施例
BB	0.136	0.89	3.30	0.008	0.0031	0.070	0.0039	0.0006	实施例
BC	0.096	0.28	2.29	0.009	0.0018	0.007	0.0048	0.0022	实施例
BD	0.149	0.07	1.82	0.012	0.0016	0.037	0.0015	0.0025	实施例
BE	0.085	0.91	1.52	0.018	0.0033	0.052	0.0046	0.0022	实施例
BF	0.186	1.06	1.96	0.012	0.0008	0.047	0.0024	0.0022	实施例
BG	0.094	1.33	1.14	0.009	0.0010	0.021	0.0007	0.0028	实施例
BH	0.157	0.84	2.84	0.016	0.0044	0.211	0.0018	0.0012	实施例
BI	0.109	1.49	0.71	0.014	0.0024	0.068	0.0060	0.0006	实施例
BJ	0.127	0.67	1.53	0.003	0.0036	0.011	0.0017	0.0024	实施例
BK	0.096	0.44	1.96	0.013	0.0049	0.063	0.0017	0.0027	实施例
BL	0.092	0.55	2.90	0.006	0.0044	0.016	0.0017	0.0005	实施例
BM	0.120	1.73	0.91	0.009	0.0024	0.010	0.0036	0.0015	实施例
BN	0.102	0.11	1.81	0.004	0.0005	0.254	0.0030	0.0027	实施例
BO	<u>0.016</u>	1.11	2.91	0.013	0.0026	0.041	0.0027	0.0017	比较例
BP	<u>0.411</u>	0.80	2.60	0.004	0.0047	0.039	0.0040	0.0020	比较例
BQ	0.141	<u>0.01</u>	2.03	0.006	0.0025	0.016	0.0025	0.0029	比较例
BR	0.126	<u>2.40</u>	2.92	0.012	0.0014	0.040	0.0017	0.0016	比较例
BS	0.121	0.64	<u>0.17</u>	0.008	0.0037	0.042	0.0042	0.0034	比较例
BT	0.158	0.89	<u>4.09</u>	0.009	0.0016	0.083	0.0026	0.0018	比较例
BU	0.086	0.77	2.54	<u>0.208</u>	0.0026	0.034	0.0014	0.0024	比较例
BV	0.147	0.56	2.07	0.010	<u>0.0139</u>	0.043	0.0023	0.0008	比较例
BW	0.137	0.57	2.16	0.017	0.0034	<u>2.077</u>	0.0033	0.0021	比较例
BX	0.134	0.53	2.30	0.013	0.0021	0.026	<u>0.0188</u>	0.0022	比较例
BY	0.190	0.98	2.94	0.010	0.0034	0.050	0.0032	<u>0.0154</u>	比较例

[0279] ※下划线表示在本发明范围外

[0280] 表3

[0281]

化学成分	Ti	Nb	V	Cr	Ni	Cu	Mo	B	W	Ca	Ce	Mg	Zr	La	REM	
	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	
A																实施例
B																实施例
C																实施例
D																实施例
E																实施例
F																实施例
G																实施例
H	0.058															实施例
I																实施例
J																实施例
K																实施例
L																实施例
M		0.049														实施例
N				0.49												实施例
O																实施例
P			0.131													实施例
Q					0.26											实施例
R																实施例
S						0.41										实施例
T																实施例
U																实施例
V							0.48									实施例
W									0.18							实施例
X								0.0047								实施例
Y										0.0045						实施例
Z											0.0032					实施例
AA	0.016	0.016														实施例
AB												0.0046				实施例
AC														0.0046		实施例
AD	0.013							0.0009								实施例
AE													0.0006		0.0024	实施例
AF																实施例
AG	0.035	0.007					0.15	0.0003								实施例
AH	0.007	0.015		0.14												实施例
AI	0.090	0.025		1.34												实施例
AJ	0.018	0.026				0.36	0.0018									实施例
AK	0.045	0.011		0.08			0.0030									实施例
AL																实施例
AM	0.064	0.014		0.95			0.0014									实施例
AN										0.0025	0.0013					实施例
AO											0.0041			0.0020		实施例
AP																实施例
AQ										0.0015	0.0021			0.0008		实施例
AR																实施例
AS	0.006			0.26												实施例
AT	0.057					0.06										实施例
AU		0.082														实施例
AV	0.116															实施例
AW																实施例
AX				0.09												实施例
AY							0.26									实施例
AZ																实施例
BA																实施例
BB																实施例
BC																实施例
BD																实施例
BE					0.61	0.28										实施例
BF																实施例
BG																实施例
BH																实施例
BI				0.72			0.11									实施例
BJ		0.074														实施例
BK	0.015															实施例
BL								0.0063								实施例
BM	0.005	0.030						0.0025								实施例
BN	0.060	0.018						0.0032								实施例
BO																比较例
BP																比较例
BQ																比较例
BR																比较例
BS																比较例
BT																比较例
BU																比较例
BV																比较例
BW																比较例
BX																比较例
BY																比较例

[0282] ※下划线表示在本发明范围外

[0283] 表4

[0284]

实验例	化学成分	热轧工序						式(1)	酸洗工序		
		板坯加热温度	轧制结束温度	平均冷却速度	卷取温度	Ae3*	酸洗时间		压下率		
		°C	°C	°C/秒	°C	°C	秒		%		
1	A	1205	913	22	538	863	2.2	30	63	实施例	
2	A	1225	914	15	601	863	3.6	30	57	比较例	
3	A	1235	939	42	652	863	5.3	30	38	比较例	
4	A	1235	939	42	652	863	5.3	60	38	实施例	
5	A	1190	887	76	508	863	1.2	30	57	实施例	
6	B	1195	888	22	545	836	1.8	30	61	实施例	
7	B	1160	913	37	505	836	1.4	30	54	实施例	
8	B	1230	933	19	608	836	2.5	30	45	实施例	
9	B	1220	903	49	576	836	2.0	30	69	实施例	
10	C	1205	907	15	592	845	5.0	30	56	实施例	
11	C	1180	943	21	657	845	17.2	30	69	比较例	
12	C	1180	943	21	657	845	17.2	60	69	实施例	
13	C	1210	916	16	621	845	11.7	30	66	实施例	
14	C	1205	906	19	600	845	5.7	30	35	比较例	
15	D	1215	940	22	609	882	4.1	30	44	实施例	
16	D	1185	908	21	487	882	3.3	30	62	比较例	
17	D	1225	892	61	465	882	2.1	30	56	实施例	
18	D	1235	915	15	600	882	4.7	30	70	实施例	
19	E	1225	868	22	608	889	4.6	30	58	实施例	
20	E	1195	903	20	601	889	4.9	30	25	实施例	
21	E	1190	885	11	617	889	6.3	30	66	实施例	
22	E	1215	921	20	577	889	3.5	30	36	比较例	
23	F	1220	939	34	562	822	1.5	30	48	实施例	
24	F	1200	911	45	632	822	2.9	30	54	实施例	
25	F	1210	974	39	572	822	1.5	30	65	实施例	
26	F	1210	934	58	596	822	2.0	30	52	实施例	
27	G	1250	910	22	568	832	1.7	30	46	实施例	
28	G	1225	891	54	508	832	0.6	30	58	比较例	
29	G	1245	896	15	596	832	2.1	30	67	实施例	
30	H	1235	915	50	602	843	3.9	30	52	实施例	
31	H	1265	917	53	552	843	2.2	30	45	实施例	
32	H	1255	904	34	564	843	2.5	30	2	实施例	
33	I	1245	946	50	581	960	4.1	30	48	实施例	
34	I	1245	968	14	630	960	6.9	30	55	实施例	
35	I	1210	950	58	583	960	3.9	30	58	实施例	
36	J	1190	891	27	595	877	3.5	30	26	实施例	
37	J	1225	868	38	594	877	3.1	30	48	实施例	
38	J	1175	935	17	578	877	3.4	30	53	实施例	
39	K	1190	884	20	584	835	2.4	30	50	实施例	
40	K	1240	917	16	582	835	2.4	30	38	实施例	
41	K	1205	858	17	585	835	2.3	30	51	实施例	
42	L	1205	925	16	584	845	3.1	30	59	实施例	
43	L	1210	923	34	552	845	2.2	30	52	比较例	
44	M	1185	882	15	544	857	2.5	30	50	实施例	
45	M	1270	896	15	567	857	2.8	30	44	实施例	
46	M	1245	955	24	584	857	2.4	30	47	比较例	
47	N	1235	914	23	549	816	1.6	30	61	实施例	
48	N	1255	911	31	569	816	2.4	30	35	实施例	
49	N	1235	946	23	550	816	1.5	30	38	比较例	
50	O	1255	941	18	554	890	4.7	30	52	实施例	

[0285] 表5

[0286]

实验例	化学成分	热轧工序					式(1)	酸洗工序		冷轧工序	
		板坯加热温度	轧制结束温度	平均冷却速度	卷取温度	Ae3*		酸洗时间	压下率		
		°C	°C	°C/秒	°C	°C		秒	%		
51	O	1245	890	8	628	890	21.7	30	52	比较例	
52	O	1215	896	47	603	890	8.1	30	25	实施例	
53	O	1185	881	10	624	890	12.1	30	59	实施例	
54	P	1235	928	22	572	851	2.2	30	50	实施例	
55	P	1240	909	14	616	851	1.9	30	42	实施例	
56	P	1215	925	75	552	851	1.4	30	47	实施例	
57	Q	1200	890	34	556	842	2.0	30	50	实施例	
58	Q	1205	908	58	582	842	2.2	30	36	实施例	
59	Q	1230	898	63	570	842	2.0	30	49	比较例	
60	R	1250	874	39	612	840	2.1	30	70	实施例	
61	R	1185	880	27	563	840	4.9	30	39	实施例	
62	R	1240	905	18	554	840	3.0	30	28	实施例	
63	S	1230	899	50	547	861	1.8	30	52	实施例	
64	S	1220	945	20	607	861	5.9	30	63	实施例	
65	T	1245	908	25	605	813	2.0	30	57	实施例	
66	T	1190	918	53	606	813	1.7	30	28	实施例	
67	T	1225	884	45	564	813	1.8	30	45	比较例	
68	U	1210	887	17	598	836	3.1	30	58	实施例	
69	U	1220	932	17	581	836	3.7	30	37	实施例	
70	U	1220	888	23	548	836	2.0	30	29	实施例	
71	V	1195	942	18	553	882	3.0	30	52	实施例	
72	V	1220	870	46	581	882	1.4	30	33	实施例	
73	V	1225	929	32	596	882	2.3	30	43	实施例	
74	W	1200	943	16	613	827	3.2	30	53	实施例	
75	W	1250	892	29	538	827	1.7	30	42	比较例	
76	W	1220	950	37	553	827	3.4	30	44	实施例	
77	X	1240	894	23	607	850	2.8	30	37	实施例	
78	X	1205	940	24	571	850	3.9	30	44	实施例	
79	X	1225	922	30	591	850	4.8	30	56	比较例	
80	Y	1225	891	21	557	853	2.7	30	46	实施例	
81	Y	1255	888	15	567	853	2.7	30	36	实施例	
82	Y	1185	873	14	587	853	3.1	30	63	实施例	
83	Z	1205	918	17	579	836	2.2	30	56	实施例	
84	Z	1200	922	16	582	836	1.6	30	53	比较例	
85	Z	1205	911	52	619	836	1.4	30	50	实施例	
86	AA	1235	938	22	601	850	4.0	30	63	实施例	
87	AA	1200	886	18	519	850	2.4	30	30	实施例	
88	AB	1195	913	19	592	840	1.9	30	58	实施例	
89	AB	1235	926	32	538	840	1.4	30	28	实施例	
90	AB	1180	882	49	496	840	1.2	30	45	实施例	
91	AC	1240	908	21	563	882	3.5	30	50	实施例	
92	AC	1205	883	19	635	882	5.5	30	56	实施例	
93	AD	1230	934	61	556	844	1.3	30	62	实施例	
94	AD	1195	906	57	551	844	1.5	30	46	实施例	
95	AE	1235	896	30	542	816	1.6	30	26	实施例	
96	AE	1195	909	19	613	816	1.4	30	53	实施例	
97	AF	1195	932	21	581	865	3.2	30	63	实施例	
98	AF	1230	914	19	623	865	2.5	30	53	实施例	
99	AG	1185	889	48	569	838	1.8	30	52	实施例	
100	AG	1240	942	28	630	838	3.4	30	47	实施例	

[0287] 表6

[0288]

实验例	化学成分	热轧工序						式(1)	酸洗工序		
		板坯加热温度	轧制结束温度	平均冷却速度	卷取温度	Ae3*	酸洗时间		压下率		
		°C	°C	°C/秒	°C	°C	秒		%		
101	AH	1245	916	19	610	826	3.4	30	75	实施例	
102	AH	1220	926	29	612	826	2.8	30	56	实施例	
103	AI	1210	902	14	601	853	3.0	30	55	实施例	
104	AI	1205	928	22	592	853	2.7	30	60	实施例	
105	AJ	1230	921	32	557	903	3.0	30	63	实施例	
106	AJ	1245	904	29	613	903	2.6	30	41	实施例	
107	AK	1235	913	65	545	825	1.3	30	56	实施例	
108	AK	1210	912	24	609	825	8.4	30	59	实施例	
109	AL	1210	903	21	551	825	1.5	30	42	实施例	
110	AL	1240	878	44	590	825	3.0	30	59	实施例	
111	AM	1235	938	16	588	915	6.8	30	57	实施例	
112	AM	1175	925	22	568	915	5.2	30	21	实施例	
113	AM	1245	889	27	521	915	3.5	30	36	实施例	
114	AM	1200	933	14	625	915	<b>20.6</b>	30	42	比较例	
115	AN	1240	905	20	596	855	2.4	30	66	实施例	
116	AN	1250	890	30	<b>652</b>	855	3.1	30	31	比较例	
117	AO	1225	916	48	585	842	1.8	30	60	实施例	
118	AO	1225	912	16	555	842	1.8	30	40	实施例	
119	AP	1230	905	26	598	830	1.7	30	59	实施例	
120	AP	1215	897	29	550	830	1.5	30	50	实施例	
121	AP	1245	959	38	532	830	1.4	30	49	实施例	
122	AQ	1235	873	11	599	867	3.2	30	63	实施例	
123	AQ	1220	936	19	538	867	2.6	30	58	实施例	
124	AR	1190	916	15	593	844	2.5	30	50	实施例	
125	AR	1235	929	73	512	844	1.0	30	38	实施例	
126	AS	1210	906	20	575	847	2.7	30	40	实施例	
127	AS	1245	934	24	534	847	1.6	30	62	实施例	
128	AT	1235	913	22	575	832	2.0	30	58	实施例	
129	AT	1210	927	42	621	832	3.0	30	52	实施例	
130	AU	1180	919	17	571	839	2.2	30	46	实施例	
131	AU	1205	881	44	480	839	<b>0.7</b>	30	35	比较例	
132	AU	1255	873	21	540	839	1.3	30	41	实施例	
133	AU	1230	902	18	535	839	2.7	30	49	实施例	
134	AV	1235	915	28	600	874	3.5	30	64	实施例	
135	AV	1210	926	27	630	874	4.2	30	68	实施例	
136	AW	1200	878	16	560	847	2.4	30	69	实施例	
137	AW	1230	886	21	539	847	1.6	30	61	比较例	
138	AW	1225	954	17	622	847	3.5	30	37	实施例	
139	AX	1230	939	27	606	813	2.0	30	48	实施例	
140	AX	1205	918	53	497	813	1.0	30	53	实施例	
141	AY	1215	942	31	562	869	2.7	30	42	实施例	
142	AY	1210	962	21	538	869	9.1	30	44	实施例	
143	AZ	1230	896	27	571	845	2.0	30	74	实施例	
144	AZ	1245	926	15	608	845	2.8	30	56	实施例	
145	BA	1215	869	25	564	861	2.4	30	56	实施例	
146	BA	1180	895	27	583	861	3.0	30	41	实施例	
147	BB	1215	908	25	594	825	3.1	30	52	实施例	
148	BB	1170	914	17	553	825	3.0	30	56	比较例	
149	BB	1235	907	15	574	825	3.0	30	5	实施例	
150	BB	1185	911	51	551	825	2.5	30	61	实施例	
151	BC	1190	920	70	545	828	1.0	30	73	实施例	

[0289] 表7



[0290]

实验例	化学成分	热轧工序						酸洗工序	冷轧工序	
		板坯加热温度	轧制结束温度	平均冷却速度	卷取温度	Ae3*	式(1)	酸洗时间	压下率	
		°C	°C	°C/秒	°C	°C		秒	%	
152	BC	1215	879	63	534	828	0.9	30	59	实施例
153	BC	1200	899	55	591	828	1.5	30	55	实施例
154	BC	1250	913	28	572	828	1.4	30	1	实施例
155	BC	1235	882	55	538	828	0.6	30	44	比较例
156	BD	1240	906	23	553	838	1.9	30	50	实施例
157	BD	1235	938	16	606	838	2.6	30	43	实施例
158	BE	1230	894	32	568	845	1.9	30	58	实施例
159	BE	1230	898	16	565	845	2.0	30	41	实施例
160	BF	1230	914	34	571	867	2.8	30	60	实施例
161	BF	1190	931	66	577	867	1.5	30	48	实施例
162	BF	1210	912	27	598	867	2.9	30	38	实施例
163	BF	1195	903	16	573	867	3.6	30	51	比较例
164	BG	1250	904	45	573	896	3.6	30	74	实施例
165	BG	1235	908	19	621	896	20.3	30	59	比较例
166	BG	1215	879	28	589	896	3.5	30	62	实施例
167	BH	1225	886	19	566	854	2.7	30	63	实施例
168	BH	1195	904	29	563	854	1.7	30	27	比较例
169	BH	1215	936	58	602	854	2.1	30	49	实施例
170	BH	1240	882	61	574	854	1.7	30	48	实施例
171	BI	1210	939	55	558	908	4.0	30	38	实施例
172	BI	1195	898	25	516	908	7.9	30	69	实施例
173	BJ	1245	893	48	595	863	2.1	30	55	实施例
174	BJ	1195	881	52	528	863	1.8	30	46	比较例
175	BJ	1225	920	35	559	863	3.1	30	46	实施例
176	BK	1220	914	52	618	849	2.0	30	61	实施例
177	BK	1235	911	62	581	849	2.6	30	57	实施例
178	BL	1190	905	19	604	820	2.6	30	68	实施例
179	BL	1185	912	46	582	820	2.4	30	46	实施例
180	BL	1245	916	18	555	820	1.9	30	39	比较例
181	BL	1210	890	56	575	820	1.3	30	65	比较例
182	BM	1215	925	28	589	914	5.7	30	42	实施例
183	BM	1250	903	53	601	914	13.9	30	50	比较例
184	BM	1215	944	12	637	914	15.4	30	45	实施例
185	BN	1240	890	18	605	867	2.5	30	50	实施例
186	BN	1220	946	32	548	867	2.7	30	57	实施例
187	BO	1225	939	24	575	840	2.9	30	56	比较例
188	BP	1250	893	57	578	839	1.9	30	52	比较例
189	BQ	1220	907	29	574	828	1.4	30	59	比较例
190	BR	在热轧工序中,于板坯加热中板坯发生开裂,因而实验中止。								比较例
191	BS	1180	909	16	555	905	5.4	30	53	比较例
192	BT	在热轧工序中,于板坯加热中板坯发生开裂,因而实验中止。								比较例
193	BU	在热轧工序中,于轧制中板坯发生开裂,因而实验中止。								比较例
194	BV	1225	939	23	561	847	2.1	30	62	比较例
195	BW	在板坯铸造后,于输送中板坯发生开裂,因而实验中止。								比较例
196	BX	1245	876	47	583	838	1.7	30	50	比较例
197	BY	1215	916	50	594	836	2.9	30	40	比较例
198	A	1205	913	22	538	863	2.2	30	63	比较例
199	J	1175	935	17	578	877	3.4	30	53	实施例
200	D	1215	940	22	609	882	4.1	15	44	比较例
201	D	1215	940	22	609	882	4.1	30	40	实施例
202	D	1215	940	22	609	882	4.1	30	38	比较例

[0291]

表8

实验例	化学成分	退火工序															
		加热工序					冷却工序										
		平均加热速度 °C/秒	最高加热温度Tm °C	Ac3 °C	Ac3-Tm °C	Ac1 °C	Tm-Ac1 °C	空气比	预热带 Log(P(H <sub>2</sub> O) /P(H <sub>2</sub> ))	均热带 Log(P(H <sub>2</sub> O) /P(H <sub>2</sub> ))	冷却速度1 °C/秒	冷却速度2 °C/秒	M s 点 °C	平均温度 °C	处理时间 秒	贝氏体相变处理1 平均温度 °C	处理时间 秒
1	A	2.5	813	861	48	712	101	0.8	-0.6	-0.7	1.3	4.2	364	-	-	-	-
2	A	2.6	801	861	60	712	89	0.9	-0.7	-0.5	1.6	5.4	350	-	-	-	-
3	A	1.3	796	861	65	712	84	0.8	-0.7	-0.7	1.3	37.0	323	-	-	460	39
4	A	1.3	796	861	65	712	84	0.8	-0.7	-0.7	1.3	37.0	323	-	-	460	39
5	A	2.0	809	861	52	712	97	0.9	-0.7	-0.6	1.1	5.6	250	-	-	-	-
6	B	2.3	805	852	47	693	112	0.9	-0.6	-0.5	1.5	5.8	375	-	-	-	-
7	B	2.4	797	852	55	693	104	0.9	-0.7	-0.5	1.2	8.0	330	-	-	-	-
8	B	2.9	829	852	23	693	136	0.8	-0.4	-0.2	1.6	6.8	336	-	-	-	-
9	B	2.4	794	852	58	693	101	0.8	-1.2	-1.7	1.2	7.1	365	-	-	420	98
10	C	1.9	805	847	42	703	102	0.8	-0.6	-0.5	1.4	8.5	296	-	-	-	-
11	C	3.3	789	847	58	703	86	0.9	-0.8	-1.0	1.3	21.9	296	-	-	-	-
12	C	3.3	789	847	58	703	86	0.8	-0.7	-0.6	1.2	8.4	296	-	-	-	-
13	C	2.5	789	847	58	703	86	0.8	-0.7	-0.6	1.2	8.4	296	-	-	-	-
14	C	2.7	791	847	56	703	88	0.9	-0.6	-0.5	0.9	6.4	275	-	-	-	-
15	D	3.3	831	892	61	728	103	0.9	-0.6	-0.5	1.1	12.1	360	-	-	-	-
16	D	4.0	810	892	82	728	103	1.1	-0.7	-0.7	1.2	24.3	343	-	-	-	-
17	D	2.0	819	892	73	728	91	0.9	-0.6	-0.5	2.3	14.7	401	376	17	-	-
18	D	2.2	817	892	75	728	89	0.9	-0.6	-0.6	1.5	13.9	360	346	12	348	26
19	E	2.0	825	867	42	733	92	0.9	-0.6	-0.7	1.0	7.4	236	-	-	-	-
20	E	2.3	799	867	68	733	66	1.0	-0.5	-0.4	1.3	4.2	243	-	-	-	-
21	E	2.1	812	867	55	733	79	0.8	-0.5	-0.4	2.2	5.1	290	-	-	-	-
22	E	2.8	816	867	51	733	83	0.9	-0.6	-0.5	0.3	6.0	125	-	-	-	-
23	F	2.0	777	824	47	686	91	0.8	-0.7	-0.6	1.0	3.3	275	-	-	-	-
24	F	2.4	768	824	56	686	82	0.9	-0.7	-0.6	1.3	4.8	302	-	-	416	15
25	F	1.6	771	824	53	686	85	0.7	-0.8	-1.0	1.1	4.8	284	-	-	-	-
26	F	2.2	768	824	56	686	82	0.9	-0.5	-0.3	0.9	2.8	254	-	-	-	-
27	G	1.8	790	818	28	689	101	0.8	-0.8	-0.7	1.0	4.7	102	-	-	-	-
28	G	1.6	771	818	47	689	82	0.8	-0.8	-0.7	0.8	4.9	155	-	-	-	-
29	G	2.8	813	818	5	689	124	0.7	-0.8	-0.5	0.9	7.5	102	-	-	-	-
30	H	2.1	797	856	59	696	101	0.9	-0.6	-0.6	1.0	294	-	-	-	-	-
31	H	2.6	781	856	75	696	85	0.8	-0.9	-1.3	1.6	8.1	320	313	42	-	-
32	H	1.6	799	856	57	696	103	0.7	-0.6	-0.5	0.7	5.8	133	-	-	-	-
33	I	3.2	874	987	113	724	150	0.8	-0.7	-0.5	1.1	9.0	276	-	-	-	-
34	I	1.5	865	987	122	724	141	1.0	-1.0	-1.2	0.9	2.5	288	-	-	339	83
35	I	1.2	768	987	219	724	44	1.0	-0.6	-0.8	1.1	10.0	137	-	-	-	-
36	J	2.3	799	839	40	719	80	0.9	-0.5	-0.4	0.8	10.7	-	-	-	-	-
37	J	3.3	787	839	52	719	68	0.9	-0.6	-0.6	1.5	7.9	225	-	-	476	21
38	J	1.8	794	839	45	719	75	1.0	-1.2	-1.5	0.7	13.3	107	-	-	-	-
39	K	1.8	790	808	18	690	100	0.8	-0.7	-0.8	0.9	5.7	68	-	-	-	-
40	K	1.8	768	808	40	690	78	0.7	-0.8	-0.8	0.8	1.4	149	-	-	-	-
41	K	2.6	765	808	43	690	75	0.9	-0.6	-0.5	0.8	3.1	174	-	-	-	-
42	L	2.3	815	843	28	704	111	0.9	-0.6	-0.6	1.3	7.04	81	174	-	-	-
43	L	3.0	794	843	49	704	90	0.9	-0.6	-0.6	0.9	5.9	164	-	-	525	175
44	M	2.1	808	864	56	703	105	0.9	-0.7	-0.6	1.1	6.3	150	-	-	-	-
45	M	1.7	804	864	60	703	101	0.9	-0.7	-0.6	2.1	7.0	377	-	-	419	248
46	M	1.5	791	864	73	703	88	0.8	-0.6	-0.6	0.7	6.5	150	-	-	-	-
47	N	2.3	785	811	26	698	87	0.8	-0.6	-0.5	1.3	2.3	188	-	-	-	-
48	N	2.1	785	811	26	698	87	0.8	-0.6	-0.5	1.5	20.3	245	-	-	-	-
49	N	2.6	768	811	43	698	70	0.9	-0.6	-0.5	5.4	7.0	302	-	-	385	63
50	O	2.4	828	898	70	729	99	1.0	-0.6	-0.7	1.2	5.2	306	-	-	-	-

[0292]

表9

实验例	化学成分	退火工序															
		加热工序						冷却工序									
		平均加热速度 °C/秒	最高加热温度Tm °C	Ac3 °C	Ac3-Tm °C	Ac1 °C	Tm-Ac1 °C	空气比	预热带 Log(P(H <sub>2</sub> O) /P(H <sub>2</sub> ))	均热带 Log(P(H <sub>2</sub> O) /P(H <sub>2</sub> ))	冷却速度1 °C/秒	冷却速度2 °C/秒	M s 点 °C	平均温度 °C	处理时间 秒	贝氏体相变处理1 处理时间 秒	
51	O	3.0	830	898	68	729	101	0.8	-0.7	-0.8	1.2	7.5	295	-	-	-	
52	O	3.2	812	898	86	729	83	0.8	-0.6	-0.5	1.1	5.2	328	-	-	-	
53	O	2.9	813	898	85	729	84	1.0	-0.6	-0.5	1.0	14.4	301	-	-	-	
54	P	2.9	802	868	66	701	101	0.9	-0.7	-0.6	1.0	4.5	337	-	-	-	
55	P	3.6	794	868	74	701	93	0.8	-1.0	-1.5	1.3	4.4	359	-	-	-	
56	P	3.1	801	868	67	701	100	0.7	-0.7	-0.6	1.2	5.8	345	-	-	-	
57	Q	2.3	804	835	31	693	111	0.7	-0.6	-0.5	0.9	7.3	114	-	-	-	
58	Q	3.3	782	835	53	693	89	0.9	-0.5	-0.5	1.4	10.1	296	-	-	-	
59	Q	2.6	794	835	41	693	101	0.8	-0.5	-0.4	1.8	6.7	327	307	18	409	128
60	R	1.7	798	843	45	690	108	0.8	-0.6	-0.5	0.8	4.0	24	-	-	-	-
61	R	1.6	790	843	53	690	100	1.0	-0.6	-0.6	0.7	7.5	131	-	-	-	-
62	R	3.6	787	843	56	690	97	0.8	-0.6	-0.5	0.8	2.2	-97	-	-	-	-
63	S	2.1	810	831	21	713	97	1.0	-0.5	-0.4	1.0	7.6	112	-	-	-	-
64	S	2.0	787	831	44	713	74	1.0	-0.6	-0.6	0.9	39.0	136	-	-	-	-
65	T	2.1	769	811	42	677	92	0.8	-0.6	-0.7	0.9	1.6	148	-	-	-	-
66	T	2.0	794	811	17	677	117	0.9	-0.6	-0.5	1.1	82.1	176	-	-	-	-
67	T	2.5	828	811	-17	677	151	0.9	-0.6	-0.5	2.5	2.6	321	-	-	-	-
68	U	2.7	793	837	44	690	103	0.9	-0.6	-0.6	1.1	8.1	236	-	-	-	-
69	U	2.6	775	837	62	690	85	0.8	-0.7	-0.8	1.4	10.0	311	-	-	-	-
70	U	2.5	771	837	66	690	81	0.8	-0.7	-0.8	1.3	5.9	305	-	-	-	-
71	V	2.3	817	883	66	720	97	0.9	-0.7	-0.7	1.4	5.4	368	-	-	-	-
72	V	3.8	818	883	65	720	98	1.0	-0.6	-0.5	1.7	22.2	381	-	-	-	-
73	V	2.8	816	883	67	720	96	0.9	-0.6	-0.5	0.4	5.9	159	-	-	-	-
74	W	3.0	786	836	50	695	101	0.9	-0.6	-0.5	1.2	4.7	296	-	-	-	-
75	W	2.0	778	836	58	695	93	0.9	-0.4	-0.1	0.8	7.7	214	-	-	-	-
76	W	1.7	781	836	55	695	96	0.9	-0.5	-0.5	0.6	2.8	141	-	-	-	-
77	X	1.9	808	860	52	699	109	0.9	-0.5	-0.4	1.1	11.0	135	-	-	-	-
78	X	3.0	796	860	64	699	97	0.9	-0.5	-0.4	1.5	4.1	345	-	-	-	-
79	X	2.0	796	860	64	699	97	0.8	-0.4	-0.3	1.2	4.3	336	-	-	-	-
80	Y	2.5	818	852	34	704	114	0.8	-0.5	-0.5	1.1	7.8	159	-	-	-	-
81	Y	1.8	802	852	50	704	98	0.8	-0.6	-0.4	2.2	48.0	350	300	27	-	-
82	Y	2.4	789	852	63	704	85	0.9	-0.8	-1.0	1.0	5.0	278	-	-	-	-
83	Z	3.0	803	849	46	698	105	0.8	-0.5	-0.5	1.1	4.9	280	-	-	-	-
84	Z	0.6	773	849	76	698	75	0.8	-0.6	-0.5	1.0	7.8	301	-	-	-	-
85	Z	2.9	790	849	59	698	92	0.8	-0.6	-0.5	0.9	7.1	189	-	-	-	-
86	AA	2.4	813	841	28	703	110	1.0	-0.7	-0.7	1.0	12.1	94	-	-	-	-
87	AA	2.4	783	841	58	703	80	0.9	-0.6	-0.7	1.0	4.8	197	-	-	-	-
88	AB	2.5	793	832	39	695	98	0.8	-0.7	-0.5	1.5	4.0	265	-	-	-	-
89	AB	2.2	782	832	50	695	87	0.8	-0.6	-0.5	1.2	5.3	248	-	-	-	-
90	AB	1.6	794	832	38	695	99	0.9	-1.2	-0.9	0.7	2.6	120	-	-	-	-
91	AC	2.1	834	886	52	720	114	0.8	-0.6	-0.6	1.1	3.0	130	-	-	-	-
92	AC	2.4	806	886	80	720	86	0.7	-0.6	-0.5	0.8	4.7	156	-	-	-	-
93	AD	2.7	795	839	44	702	83	0.7	-0.6	-0.5	1.3	2.7	276	-	-	-	-
94	AD	2.1	793	839	46	702	91	1.0	-0.7	-0.5	1.5	7.4	281	-	-	-	-
95	AE	1.7	774	821	47	675	99	0.9	-0.6	-0.6	1.0	3.0	266	-	-	-	-
96	AE	3.2	782	821	39	675	107	0.8	-0.6	-0.5	1.6	5.7	286	-	-	-	-
97	AF	1.9	822	868	46	711	111	0.8	-0.6	-0.5	1.2	3.3	235	-	-	-	-
98	AF	1.9	806	868	62	711	95	0.8	-0.6	-0.5	2.8	14.5	343	-	-	-	-
99	AG	3.0	795	828	33	694	101	0.9	-0.7	-0.6	0.9	13.4	194	-	-	-	-
100	AG	1.2	786	828	42	694	92	0.8	-0.5	-0.4	1.2	5.3	241	-	-	-	-

[0293]

表 10

实验例	化学成分	退火工序																
		加热工序							冷却工序									
		平均加热速度 °C/秒	最高加热 温度Tm °C	Ac3 °C	Ac3-Tm °C	Ac1 °C	Tm-Ac1 °C	空气比	预热带 Log(P(H <sub>2</sub> O) /P(H <sub>2</sub> ))	均热带 Log(P(H <sub>2</sub> O) /P(H <sub>2</sub> ))	冷却速度 1		冷却速度 2		马氏体相变处理		贝氏体相变处理 1	
											°C/秒	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
101	AH	2.2	784	822	38	689	95	0.9	-0.7	-0.6	1.2	12.5	234	-	-	-	-	实例例
102	AH	2.5	777	822	45	689	88	2.0	-0.8	-0.7	1.0	2.8	220	-	-	442	-	实例例
103	AI	2.9	802	820	18	745	57	1.0	-0.7	-0.6	1.0	4.4	220	-	-	-	-	实例例
104	AI	2.6	772	820	48	745	27	0.8	-0.6	-0.5	1.2	6.6	319	-	-	470	-	实例例
105	AJ	1.6	820	872	52	720	100	0.9	-0.5	-0.5	1.0	2.9	222	-	-	-	-	实例例
106	AJ	2.2	807	872	65	720	87	0.9	-0.7	-0.5	1.4	4.8	293	-	-	-	-	实例例
107	AK	2.4	773	819	46	686	87	0.9	-0.6	-0.5	1.3	3.3	225	-	-	-	-	实例例
108	AK	2.2	782	819	37	686	96	0.8	-0.6	-0.5	1.5	20.0	234	-	-	477	-	实例例
109	AL	2.1	793	828	35	684	109	0.8	-0.6	-0.5	0.8	4.8	135	-	-	-	-	实例例
110	AL	2.7	776	828	52	684	92	0.9	-0.7	-0.5	1.1	6.3	270	-	-	454	-	实例例
111	AM	2.5	831	880	49	750	81	0.9	-0.6	-0.5	0.9	3.1	217	-	-	-	-	实例例
112	AM	1.9	811	880	69	750	61	0.8	-0.7	-0.6	0.8	6.3	211	-	-	-	-	实例例
113	AM	2.3	853	880	27	750	103	0.9	-0.7	-0.6	1.3	3.6	217	-	-	-	-	实例例
114	AM	2.5	824	880	56	750	74	0.8	-0.5	-0.4	1.0	2.9	229	-	-	-	-	实例例
115	AN	2.7	796	835	39	708	88	0.8	-0.7	-0.6	1.0	8.1	132	-	-	-	-	比较例
116	AN	2.8	786	835	49	708	78	0.7	-0.8	-0.7	1.8	12.2	289	-	-	-	-	比较例
117	AO	3.6	805	836	31	707	98	1.0	-0.8	-0.8	1.0	12.0	115	-	-	-	-	实例例
118	AO	1.8	781	836	55	707	74	1.0	-0.7	-0.6	0.8	4.1	237	-	-	-	-	实例例
119	AP	2.3	790	815	25	691	99	0.9	-0.6	-0.5	0.9	6.3	104	-	-	-	-	实例例
120	AP	2.3	772	815	43	691	81	0.8	-0.8	-0.8	0.8	7.5	194	-	-	-	-	实例例
121	AP	1.9	779	815	36	691	88	0.7	-0.6	-0.5	0.8	3.4	132	-	-	-	-	实例例
122	AQ	3.6	795	855	60	713	82	1.0	-0.5	-0.4	1.1	8.1	148	-	-	-	-	实例例
123	AQ	2.0	796	855	59	713	83	1.0	-0.6	-0.5	0.7	7.8	148	-	-	-	-	实例例
124	AR	2.2	800	846	46	696	104	0.9	-0.6	-0.4	0.9	6.6	151	-	-	-	-	实例例
125	AR	2.6	785	846	61	696	89	1.0	-0.7	-0.6	1.2	12.5	310	-	-	-	-	实例例
126	AS	3.0	815	845	30	707	108	1.0	-0.6	-0.6	1.1	4.7	185	-	-	-	-	实例例
127	AS	3.5	788	845	57	707	81	0.9	-0.7	-0.7	1.5	3.5	277	-	-	-	-	实例例
128	AT	2.9	785	840	55	687	98	0.9	-0.6	-0.4	0.9	17.5	241	-	-	-	-	实例例
129	AT	1.5	777	840	63	687	90	0.9	-0.7	-0.7	0.6	4.0	108	-	-	-	-	实例例
130	AU	2.2	805	845	40	695	110	0.8	-0.7	-0.6	0.8	9.5	140	-	-	-	-	实例例
131	AU	1.7	787	845	58	695	92	0.9	-0.7	-0.8	1.0	4.0	250	-	-	-	-	比较例
132	AU	2.2	795	845	50	695	100	0.9	-1.2	-1.5	1.0	52.1	163	-	-	465	-	实例例
133	AU	2.1	793	845	52	695	98	0.8	-0.8	-0.6	0.8	3.8	114	-	-	-	-	实例例
134	AV	3.3	827	863	36	722	105	0.8	-0.6	-0.5	2.0	11.1	208	-	-	-	-	实例例
135	AV	3.4	801	863	62	722	79	0.9	-0.6	-0.7	1.6	13.9	326	-	-	-	-	实例例
136	AW	3.0	799	839	40	696	103	0.8	-0.6	-0.6	1.4	5.0	232	-	-	-	-	实例例
137	AW	2.2	792	839	47	696	96	1.0	-0.6	-0.5	1.4	0.6	257	-	-	-	-	比较例
138	AW	4.4	777	839	62	696	81	0.9	-0.7	-0.6	1.3	9.1	272	-	-	456	-	实例例
139	AX	3.6	785	827	42	682	103	0.9	-0.6	-0.6	1.6	5.8	311	-	-	-	-	实例例
140	AX	2.1	774	827	53	682	93	0.8	-0.6	-0.5	1.3	3.3	302	-	-	-	-	实例例
141	AY	2.2	809	845	36	716	93	0.7	-0.6	-0.4	1.4	4.9	268	-	-	-	-	实例例
142	AY	2.8	795	845	50	716	79	0.9	-0.6	-0.6	1.6	15.4	264	-	-	410	-	实例例
143	AZ	1.8	793	857	64	699	94	0.8	-0.6	-0.6	1.2	12.5	330	-	-	-	-	实例例
144	AZ	2.5	796	857	61	699	97	0.8	-0.7	-0.7	1.0	3.1	320	-	-	-	-	实例例
145	BA	3.3	803	850	47	708	95	0.8	-0.7	-0.7	1.0	3.6	186	-	-	-	-	实例例
146	BA	2.8	789	850	61	708	81	0.9	-0.6	-0.6	1.9	3.7	302	-	-	-	-	实例例
147	BB	2.1	785	820	35	682	103	0.8	-0.6	-0.5	1.5	16.7	198	-	-	-	-	实例例
148	BB	2.5	782	820	38	682	100	0.8	-0.6	-0.5	0.9	5.7	198	-	-	-	-	实例例
149	BB	1.5	775	820	45	682	93	0.7	-0.7	-0.5	1.0	4.8	229	-	-	482	-	实例例
150	BB	1.6	772	820	48	682	90	1.0	-0.5	-0.5	0.9	1.3	223	-	-	-	-	实例例
151	BC	2.3	787	836	49	688	99	0.9	-0.6	-0.5	0.9	3.3	132	-	-	-	-	实例例

[0294]

表 11

实验例	化学成分	退火工序										冷却工序									
		加热工序					均热带					马氏体相变处理					贝氏体相变处理				
		平均加热速度 °C/秒	最高加热温度Tm °C	Ac3 °C	Ac3-Tm °C	Ac1 °C	Tm-Ac1 °C	空气比	Log(P(H <sub>2</sub> O)/P(H <sub>2</sub> ))	均热带 Log(P(H <sub>2</sub> O)/P(H <sub>2</sub> ))	冷却速度 1 °C/秒	冷却速度 2 °C/秒	M s 点 °C	平均温度 °C	处理时间 秒	平均温度 °C	处理时间 秒				
152	BC	2.8	796	836	40	688	108	0.8	-0.5	-0.5	1.5	14.5	323	-	-	-	实例例				
153	BC	3.9	785	836	51	688	97	0.8	-0.4	-0.3	1.4	3.8	319	-	-	-	实例例				
154	BC	2.8	780	836	56	688	92	0.8	-0.6	-0.5	1.0	3.3	240	-	-	-	实例例				
155	BC	2.5	792	836	44	688	104	1.0	-0.6	-0.6	1.0	6.5	204	-	-	-	比较例				
156	BD	2.3	798	832	34	688	100	0.8	-0.6	-0.6	1.2	9.2	124	-	-	-	实例例				
157	BD	1.8	780	832	52	688	82	0.7	-0.6	-0.7	0.7	2.6	124	-	-	-	实例例				
158	BE	3.4	802	855	53	696	106	0.9	-0.6	-0.5	1.3	7.1	290	-	-	-	实例例				
159	BE	2.8	802	855	53	696	106	1.0	-0.7	-0.5	1.1	3.0	196	-	-	-	实例例				
160	BF	2.7	797	845	48	712	85	0.9	-0.6	-0.5	1.0	3.2	212	-	-	-	实例例				
161	BF	1.9	785	845	60	712	73	0.9	-0.9	-1.5	1.1	3.7	231	-	-	-	实例例				
162	BF	2.4	794	845	51	712	82	0.9	-0.6	-0.5	1.0	14.4	219	-	-	-	实例例				
163	BF	2.6	805	845	40	712	93	1.0	-0.7	-0.6	1.3	9.0	219	-	-	-	比较例				
164	BG	2.9	839	901	62	736	103	1.0	-0.6	-0.5	1.1	18.8	139	-	-	-	实例例				
165	BG	2.0	816	901	85	736	86	0.9	-0.6	-0.5	1.0	2.6	259	-	-	-	实例例				
166	BG	2.4	813	901	88	736	77	1.0	-0.8	-0.6	1.4	7.4	328	-	-	-	比较例				
167	BH	2.7	792	837	45	696	96	0.9	-0.6	-0.5	1.1	7.5	220	-	-	-	实例例				
168	BH	3.5	782	837	55	696	86	0.9	-0.9	-0.9	1.9	8.3	271	-	-	-	比较例				
169	BH	2.2	792	837	45	696	96	0.8	-0.6	-0.8	1.4	34.0	256	-	-	-	实例例				
170	BH	3.2	783	837	54	696	87	0.9	-0.7	-0.7	1.5	16.2	271	-	-	-	实例例				
171	BI	3.0	860	936	76	741	119	0.9	-0.7	-0.6	1.1	4.9	151	-	-	-	实例例				
172	BI	2.5	830	936	106	741	89	0.8	-0.6	-0.5	1.0	4.9	288	-	-	-	实例例				
173	BJ	2.2	816	865	49	715	101	0.9	-0.7	-0.6	1.1	4.9	124	-	-	-	实例例				
174	BJ	3.7	810	865	55	715	95	0.8	-0.8	-0.6	2.0	9.0	315	-	-	-	实例例				
175	BJ	2.1	806	865	59	715	91	0.9	-0.6	-0.6	0.9	23.8	124	-	-	-	比较例				
176	BK	2.5	793	845	52	701	92	0.9	-0.6	-0.5	1.0	9.5	142	-	-	-	实例例				
177	BK	4.1	792	845	53	701	91	0.8	-0.6	-0.7	1.5	14.2	341	-	-	-	实例例				
178	BL	3.0	783	833	50	681	102	0.9	-0.7	-0.7	0.9	8.8	233	-	-	-	实例例				
179	BL	3.0	774	833	59	681	93	0.7	-0.7	-0.7	1.5	35.0	319	-	-	-	实例例				
180	BL	1.4	773	833	60	681	92	0.9	-0.5	-0.5	0.8	3.0	233	-	-	-	实例例				
181	BL	1.5	783	833	50	681	102	0.9	-0.8	-0.8	1.2	1.7	295	-	-	-	比较例				
182	BM	3.2	836	917	81	746	90	0.9	-0.6	-0.5	1.0	7.3	212	-	-	-	实例例				
183	BM	2.4	763	917	154	746	17	1.0	-0.8	-0.7	1.5	12.7	-	-	-	-	比较例				
184	BM	2.9	837	917	80	746	91	0.7	-0.6	-0.4	1.2	10.9	246	-	-	-	实例例				
185	BN	2.2	815	861	46	710	105	0.9	-0.5	-0.5	0.8	6.6	136	-	-	-	实例例				
186	BN	2.2	798	861	63	710	88	0.8	-0.7	-0.6	1.1	3.0	302	-	-	-	实例例				
187	BO	2.2	845	884	39	782	53	0.9	-0.6	-0.6	1.2	3.1	*	-	-	-	比较例				
188	BP	2.9	777	882	5	690	87	0.8	-0.6	-0.5	1.1	3.6	71	-	-	-	比较例				
189	BQ	2.9	794	824	30	686	108	0.8	-0.6	-0.6	0.9	5.2	240	-	-	-	比较例				
190	BR								在热轧工序中,于板坯加热中板坯发生开裂,因而实验中止。												
191	BS	2.4	825	892	67	737	88	0.9	-0.8	-0.7	1.1	4.9	168	-	-	-	-	-	比较例		
192	BT								在热轧工序中,于板坯加热中板坯发生开裂,因而实验中止。												
193	BU								在热轧工序中,于轧制中板坯发生开裂,因而实验中止。												
194	BV	1.9	810	835	25	703	107	0.8	-0.6	-0.5	1.4	4.2	229	-	-	-	-	-	-	比较例	
195	BW								在板坯转道后,于输送中板坯发生开裂,因而实验中止。												
196	BX	2.7	804	831	111	683	106	0.9	-0.8	-0.7	1.7	7.0	255	-	-	-	-	-	-	比较例	
197	BY	2.6	800	827	27	684	106	0.9	-0.6	-0.5	1.1	2.7	199	-	-	-	-	-	-	比较例	
198	BY	2.0	813	861	48	712	101	0.9	-0.1	-0.6	1.5	7.2	364	-	-	-	-	-	-	比较例	
199	J	1.8	794	839	45	719	135	1.0	-1.7	-1.5	0.7	10.9	107	-	-	-	-	-	-	实例例	
200	D	3.3	831	892	61	728	103	0.9	-0.6	-0.5	1.1	12.1	380	-	-	-	-	-	-	比较例	
201	D	4.5	825	892	67	728	97	1.0	-0.7	-0.6	1.2	10.9	375	-	-	-	-	-	-	实例例	
202	D	55.0	829	892	63	728	101	0.9	-0.6	-0.4	0.9	13.0	382	-	-	-	-	-	-	比较例	

[0295]

表12

实验例	镀覆工序			镀覆后冷却工序				加工工序						
	有效A量		浴温 ℃	钢板的 进入温度 ℃		冷却速度3 (~350 ℃)		冷却速度4 (350~750 ℃)		再加热处理		冷轧 压下率 %		
	质量%	质量%		℃	℃	℃/秒	℃/秒	处理温度 ℃	处理时间 秒	处理温度 ℃	处理时间 秒			
1	0.184	0.184	449	457	2.5	3.2	-	-	-	-	350	2	0.11	实例例
2	0.168	0.168	450	452	2.1	2.0	-	-	-	-	350	2	0.13	比较例
3	0.185	0.185	450	446	2.8	1.9	-	-	-	-	350	2	0.40	比较例
4	0.185	0.185	450	446	2.8	1.9	-	-	-	-	350	2	0.40	实例例
5	0.184	0.184	451	449	1.9	1.9	-	-	291	18	500	8	0.27	实例例
6	0.187	0.187	446	450	3.0	3.5	-	-	-	-	350	2	0.12	实例例
7	0.195	0.195	456	465	2.5	3.1	-	-	-	-	350	2	0.05	实例例
8	0.203	0.203	459	468	2.2	2.0	-	-	-	-	350	2	0.25	实例例
9	0.197	0.197	449	450	2.6	2.0	313	38	-	-	350	2	0.81	实例例
10	0.194	0.194	450	455	1.5	3.5	-	-	-	-	350	2	0.06	实例例
11	0.188	0.188	452	451	1.8	3.2	320	61	330	6	350	2	0.08	比较例
12	0.188	0.188	452	451	1.8	3.2	320	61	330	6	350	2	0.08	实例例
13	0.187	0.187	449	449	1.3	2.4	-	-	-	-	350	2	0.15	实例例
14	0.001	0.001	445	447	2.2	2.1	-	-	-	-	350	2	0.18	比较例
15	0.194	0.194	450	457	2.0	3.5	-	-	-	-	350	2	0.20	实例例
16	0.185	0.185	455	452	2.3	3.3	-	-	-	-	350	2	0.15	比较例
17	0.195	0.195	451	447	2.7	2.3	-	-	-	-	350	2	0.20	实例例
18	0.200	0.200	450	454	3.1	3.2	-	-	-	-	700	6	0.09	实例例
19	0.184	0.184	449	455	2.5	4.1	-	-	-	-	350	2	0.19	实例例
20	0.204	0.204	449	446	2.7	2.5	-	-	324	38	350	2	0.20	实例例
21	0.188	0.188	452	450	2.0	1.7	-	-	-	-	350	2	0.55	实例例
22	0.186	0.186	452	458	1.7	4.2	-	-	-	-	350	2	0.11	比较例
23	0.199	0.199	452	444	1.4	2.8	-	-	-	-	350	2	0.49	实例例
24	0.209	0.209	447	451	2.7	3.1	-	-	310	14	350	2	0.14	实例例
25	0.186	0.186	451	453	2.2	2.0	336	180	-	-	350	2	0.14	实例例
26	0.186	0.186	455	450	2.6	2.2	-	-	-	-	350	2	0.18	实例例
27	0.188	0.188	448	447	2.0	3.9	-	-	-	-	350	2	0.16	实例例
28	0.188	0.188	453	453	1.6	2.4	-	-	-	-	350	2	0.18	比较例
29	0.184	0.184	452	449	1.4	2.1	-	-	-	-	350	2	0.05	实例例
30	0.180	0.180	450	456	1.5	2.9	-	-	-	-	350	2	0.38	实例例
31	0.211	0.211	451	446	1.8	4.3	-	-	-	-	350	2	0.10	实例例
32	0.189	0.189	453	450	2.6	1.9	-	-	-	-	350	2	0.19	实例例
33	0.196	0.196	450	453	2.3	2.9	-	-	-	-	350	2	0.22	实例例
34	0.185	0.185	449	450	3.4	2.3	-	-	273	16	350	2	0.21	实例例
35	0.191	0.191	449	446	2.3	3.8	-	-	-	-	350	2	1.13	实例例
36	0.196	0.196	450	446	2.5	2.4	-	-	-	-	350	2	0.28	实例例
37	0.198	0.198	452	458	1.6	2.8	-	-	-	-	700	6	0.24	实例例
38	0.198	0.198	447	441	3.1	1.7	-	-	-	-	350	2	0.19	实例例
39	0.185	0.185	448	443	2.5	2.9	-	-	-	-	350	2	0.12	实例例
40	0.196	0.196	448	455	2.3	1.8	-	-	-	-	350	2	0.17	实例例
41	0.186	0.186	451	452	2.2	2.1	262	35	-	-	350	2	0.15	实例例
42	0.186	0.186	449	454	1.4	3.1	-	-	-	-	350	2	0.15	实例例
43	0.193	0.193	448	454	2.6	2.3	-	-	-	-	350	2	0.17	比较例
44	0.186	0.186	449	444	1.7	3.7	-	-	-	-	400	2	0.22	实例例
45	0.213	0.213	453	450	2.1	2.1	-	-	-	-	400	2	0.16	实例例
46	0.186	0.186	450	454	2.6	2.0	-	-	-	-	400	2	0.13	比较例
47	0.186	0.186	449	450	1.4	4.3	-	-	-	-	400	2	0.25	实例例
48	0.200	0.200	449	457	1.7	2.2	-	-	314	30	400	2	0.40	实例例
49	0.190	0.190	451	448	2.5	3.4	-	-	-	-	400	2	0.10	比较例
50	0.186	0.186	451	457	2.1	3.1	-	-	-	-	350	2	0.20	实例例

[0296]

表13

实验例	镀覆工序			镀覆后冷却工序				加工工序			
	有效Al量	浴温	钢板的进入温度	冷却速度3 (~350°C)	贝氏体相变处理2		再加热处理	弯曲一回弯加工序	加工次数	冷轧	
					处理温度	处理时间					处理温度
	质量%	°C	°C	°C/秒	°C	秒	°C	秒	mm	次	%
51	0.200	448	447	2.4	3.2	-	-	-	350	2	0.22
52	0.196	449	447	2.2	2.8	-	-	-	350	2	0.15
53	0.182	450	446	2.3	2.5	-	291	19	350	2	0.16
54	0.190	451	445	2.6	3.2	-	-	-	350	4	0.13
55	0.196	451	446	1.9	3.2	276	53	-	350	4	0.22
56	0.220	450	451	2.3	3.1	-	-	-	350	4	0.18
57	0.203	451	445	2.6	3.0	-	-	-	350	2	0.23
58	0.189	449	446	1.5	3.4	-	-	-	350	2	0.35
59	0.197	448	453	2.1	3.9	268	52	22	1800	2	0.10
60	0.186	449	446	2.7	2.6	-	-	-	350	2	0.05
61	0.186	451	452	2.2	1.8	-	-	-	350	2	0.09
62	0.186	451	455	3.1	3.6	-	324	9	350	2	0.10
63	0.190	450	454	2.1	4.6	-	-	-	400	4	0.48
64	0.217	450	452	2.0	2.1	-	-	-	400	4	0.18
65	0.186	448	453	2.5	2.8	-	-	-	350	2	0.14
66	0.190	450	440	1.3	3.0	-	-	-	350	2	0.16
67	0.196	450	458	1.7	2.5	-	-	-	350	2	0.09
68	0.198	450	446	2.0	4.2	-	-	-	150	2	0.23
69	0.189	449	448	2.4	3.2	-	-	-	150	2	0.20
70	0.195	450	448	2.3	0.4	-	-	-	150	2	0.19
71	0.198	452	444	2.5	2.9	-	-	-	170	2	0.29
72	0.221	446	450	2.1	0.5	-	-	-	170	2	0.20
73	0.203	448	447	1.5	2.7	-	272	12	170	2	0.08
74	0.192	452	438	2.6	3.1	-	-	-	350	2	0.21
75	0.200	447	443	2.5	1.5	-	-	-	350	2	0.22
76	0.191	446	448	2.1	1.4	-	303	30	350	2	0.10
77	0.210	445	437	2.2	3.8	-	-	-	350	2	0.20
78	0.198	450	454	3.0	2.8	-	-	-	350	2	0.24
79	0.189	449	446	3.0	2.4	-	283	18	25	2	0.04
80	0.189	453	459	2.6	3.7	-	-	-	350	2	0.14
81	0.181	448	441	1.5	2.5	-	-	-	350	2	0.17
82	0.186	452	455	1.8	2.3	-	-	-	350	2	0.16
83	0.191	452	461	2.0	4.4	-	-	-	350	2	0.08
84	0.187	452	461	1.7	2.4	-	-	-	350	2	0.10
85	0.190	449	447	2.4	2.9	-	-	-	350	2	0.08
86	0.198	448	451	2.3	3.5	-	-	-	350	2	0.05
87	0.202	447	454	2.0	3.0	-	325	8	350	2	-
88	0.192	449	448	2.5	4.5	-	-	-	350	4	0.15
89	0.241	456	457	2.4	2.9	-	-	-	350	4	0.21
90	0.198	447	442	1.9	1.2	274	54	-	350	4	0.15
91	0.196	449	445	1.8	4.7	-	-	-	350	4	0.06
92	0.190	451	449	3.1	2.7	-	-	-	350	4	0.26
93	0.197	448	439	2.0	4.7	-	-	-	350	4	0.22
94	0.196	448	447	1.6	2.4	-	290	30	350	4	0.29
95	0.202	451	450	1.4	3.4	-	-	-	350	4	0.68
96	0.189	451	447	2.3	3.3	-	284	9	350	4	0.17
97	0.190	449	451	2.5	3.8	-	-	-	350	4	0.22
98	0.184	451	445	2.8	2.7	-	-	-	350	4	0.17
99	0.194	446	454	2.1	3.6	-	-	-	350	4	0.19
100	0.186	450	456	1.4	2.6	-	-	-	350	4	0.15

[0297]

表14

实验例	镀锌工序			镀锌后冷却工序				再加热处理		加工工序		冷轧 压下率
	有效Al量	浴温	钢板的 进入温度	冷却速度3 (~350 °C)	冷却速度4 (350~250 °C)	贝氏体相变处理2		处理温度	处理时间	弯曲-回弯加工 半径	加工次数	
						处理温度	处理时间					
101	0.186	450	453	2.2	4.3	-	-	-	-	600	4	0.10
102	0.185	448	440	2.3	2.8	-	-	-	-	600	4	0.28
103	0.191	446	444	2.7	3.1	-	-	-	-	350	2	0.15
104	0.203	448	451	2.0	2.1	-	-	-	-	350	2	-
105	0.183	452	446	2.5	2.8	-	-	-	-	350	2	0.24
106	0.184	453	444	2.3	2.6	-	-	-	-	350	2	0.29
107	0.195	451	445	2.2	4.8	-	-	-	-	350	2	0.19
108	0.186	449	452	1.5	3.8	-	-	-	-	350	2	0.19
109	0.194	448	462	2.7	3.4	-	-	-	-	350	2	0.05
110	0.189	451	449	2.0	3.1	283	17	-	-	350	2	0.14
111	0.184	452	456	1.9	3.8	-	-	-	-	350	2	0.10
112	0.183	441	433	1.8	4.5	-	-	310	8	350	2	0.14
113	0.192	447	442	1.3	3.3	270	28	-	-	350	2	0.35
114	0.192	446	454	2.7	2.4	-	-	-	-	350	2	0.13
115	0.197	451	456	1.4	3.2	-	-	-	-	350	2	0.15
116	0.187	452	447	3.4	2.8	-	-	-	-	350	2	0.21
117	0.200	450	460	2.3	3.7	-	-	-	-	350	2	0.64
118	0.194	453	445	2.5	2.5	-	-	-	-	350	2	0.10
119	0.190	448	445	2.6	2.7	-	-	-	-	600	2	0.06
120	0.181	450	448	2.5	2.0	-	-	-	-	600	2	0.38
121	0.191	450	447	2.2	0.6	-	-	-	-	600	2	0.09
122	0.208	453	445	1.7	2.8	-	-	-	-	600	2	0.13
123	0.208	452	444	2.5	1.8	-	-	-	-	600	2	0.75
124	0.203	451	453	1.8	2.2	-	-	-	-	600	2	0.18
125	0.199	448	441	3.1	2.8	-	-	-	-	600	2	0.13
126	0.189	451	458	2.1	3.7	-	-	-	-	750	10	0.08
127	0.193	455	463	2.5	2.6	-	-	-	-	750	10	0.21
128	0.195	448	441	1.3	5.3	-	-	-	-	600	2	0.19
129	0.204	455	445	2.7	1.5	-	-	285	7	600	2	0.12
130	0.199	445	450	2.0	4.8	-	-	-	-	350	2	0.13
131	0.182	455	454	1.4	1.9	-	-	-	-	350	2	0.23
132	0.187	447	443	2.5	2.5	264	38	-	-	350	2	0.28
133	0.185	449	450	2.3	1.8	-	-	-	-	350	2	0.15
134	0.188	453	455	2.1	4.3	-	-	-	-	350	2	0.21
135	0.190	453	457	2.2	4.3	341	24	-	-	350	2	0.09
136	0.194	454	450	3.1	3.2	-	-	-	-	500	2	0.06
137	0.196	445	452	1.8	4.0	-	-	-	-	500	2	0.40
138	0.186	449	450	2.5	2.8	279	32	-	-	500	2	0.07
139	0.195	448	452	2.0	3.8	-	-	-	-	500	2	0.29
140	0.203	451	453	2.4	2.2	-	-	-	-	500	2	0.06
141	0.185	446	448	2.1	4.9	-	-	-	-	500	4	0.28
142	0.188	449	449	2.1	3.9	-	-	-	-	500	4	0.16
143	0.199	449	454	1.8	2.6	-	-	-	-	500	4	0.27
144	0.183	450	447	2.4	1.6	-	-	-	-	500	4	0.10
145	0.194	452	449	2.5	4.0	-	-	-	-	350	2	0.31
146	0.189	449	452	1.8	3.4	-	-	-	-	350	2	0.06
147	0.195	449	447	2.3	4.0	-	-	-	-	350	2	0.34
148	0.258	451	443	1.4	3.4	-	-	-	-	350	2	0.31
149	0.197	449	452	2.7	2.0	-	-	-	-	350	2	0.07
150	0.187	445	443	2.2	1.4	-	-	-	-	350	2	0.29
151	0.194	448	448	2.7	2.5	-	-	-	-	350	2	0.13



[0298]

表15

实验例	镀锌工序			镀锌后冷却工序				加工工序			
	镀锌		钢板的 进入温度	冷却速度3 (~350℃)	冷却速度4 (350~250 ℃)	贝氏体相变处理2		再加热处理		弯曲-回弯加工工序	冷轧
	有效Al量	浴温				处理温度	处理时间	处理温度	处理时间		
质量%	℃	℃	℃/秒	℃/秒	℃	秒	℃	秒	mm	%	
152	0.190	447	453	1.9	3.0	330	21	-	350	2	0.41
153	0.183	451	445	1.8	2.6	-	-	-	350	2	0.12
154	0.200	448	448	1.3	2.0	315	90	-	350	2	0.23
155	0.189	448	454	2.7	2.4	-	-	-	350	2	0.04
156	0.181	448	453	1.4	3.9	-	-	-	350	2	0.19
157	0.190	451	457	3.4	1.8	-	-	-	350	2	0.05
158	0.185	452	458	2.3	4.9	-	-	-	350	2	0.16
159	0.219	449	445	2.5	2.3	-	-	-	350	2	0.09
160	0.200	447	455	2.6	2.7	-	-	-	350	2	0.24
161	0.190	449	443	2.5	2.4	-	-	-	350	2	0.05
162	0.185	454	459	2.2	2.3	-	-	-	350	2	0.10
163	0.199	448	455	1.7	3.8	420	91	-	350	2	0.14
164	0.181	450	453	2.5	4.2	-	-	-	350	2	0.37
165	0.190	453	460	3.1	2.1	-	-	-	350	2	0.07
166	0.191	449	454	2.5	3.6	-	-	-	70	2	0.07
167	0.194	449	452	2.2	3.4	-	-	-	350	2	0.12
168	0.200	452	452	2.6	4.1	-	-	-	350	2	0.07
169	0.185	454	445	2.2	2.7	279	19	-	350	2	0.23
170	0.197	447	445	2.5	4.1	315	45	-	140	2	0.07
171	0.191	452	458	1.4	2.5	-	-	-	350	2	0.14
172	0.181	450	444	1.5	2.4	314	20	290	350	2	0.15
173	0.196	451	456	3.4	4.5	-	-	-	350	2	0.22
174	0.183	452	450	3.1	3.6	-	-	-	350	2	0.17
175	0.182	452	460	2.3	3.2	-	-	-	350	2	0.15
176	0.197	451	449	2.2	2.4	-	-	-	350	2	0.17
177	0.191	446	452	1.8	3.5	-	-	-	350	2	0.25
178	0.196	453	459	2.2	3.8	-	-	-	350	2	0.50
179	0.202	450	448	1.9	2.7	-	-	-	350	2	0.15
180	0.182	456	457	0.5	1.5	-	-	-	350	2	0.06
181	0.200	447	441	2.8	2.3	-	-	-	350	8	0.07
182	0.194	449	440	2.6	3.3	-	-	-	350	2	0.19
183	0.191	451	443	3.1	2.8	-	-	-	350	2	0.24
184	0.198	449	446	1.4	2.8	267	35	-	350	2	0.18
185	0.191	447	447	2.1	3.1	-	-	-	350	2	0.04
186	0.188	452	448	2.0	2.1	-	-	304	350	2	0.06
187	0.186	453	446	1.7	3.4	-	-	-	350	2	0.09
188	0.197	448	440	2.3	2.6	-	-	-	350	2	0.28
189	0.199	449	452	3.0	4.8	-	-	-	350	2	0.09
190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
191	0.198	448	448	2.4	3.3	-	-	-	350	2	0.10
192	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
193	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
194	0.200	449	447	1.7	3.5	-	-	-	350	2	0.04
195	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
196	0.191	456	452	2.6	3.5	-	-	-	350	2	0.13
197	0.198	452	453	2.2	3.7	-	-	-	350	2	0.05
198	0.191	449	451	2.1	5.0	-	-	-	350	2	0.10
199	0.208	447	441	3.1	1.7	-	-	-	350	2	0.19
200	0.197	450	457	2.0	3.5	-	-	-	350	2	0.20
201	0.195	448	452	1.8	3.6	-	-	-	350	2	0.19
202	0.190	446	450	1.9	3.3	-	-	-	350	2	0.19
203	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
204	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
205	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
206	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
207	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
208	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
209	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
211	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
212	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
213	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
214	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
215	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
216	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
217	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
218	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
219	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
221	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
222	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
223	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
224	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
226	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
227	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
228	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
229	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
231	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
232	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
233	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
234	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
236	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
237	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
238	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
239	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
241	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
243	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
244	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
245	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
246	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
247	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
248	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
249	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
251	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
252	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
253	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
254	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
255	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
256	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
257	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
258	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
259	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
261	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
262	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
263	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
264	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
265	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
266	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
267	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
268	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
269	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
271	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
272	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
273	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
274	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
275	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
276	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
277	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
278	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
279	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
281	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
282	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
283	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
284	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
285	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
286	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
287	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
288	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
289	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
290	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
291	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
292	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
293	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
294	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
295	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
296	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
297	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
298	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
299	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
301	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
302	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
303	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
305	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
306	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
307	-	-	-	-							



[0300]

表17

实验例	化学成分	显微组织														晶界和/或晶粒内氧化物				
		1/4厚度							基底金属表层											
		铁素体		贝氏体铁素体		马氏体		回火马氏体		残余奥氏体		其它		硬质相 V <sub>1</sub>			硬质相 V <sub>2</sub>		V <sub>1</sub> / V <sub>2</sub>	
51	O	76	2	2	14	0	2	2	22	0	0	0	0	0	0	0	2	0.08	无	比较例
52	O	69	0	9	21	0	1	0	30	0	0	0	0	0	0	0	17	0.56	无	比较例
53	O	75	0	8	0	17	0	0	23	0	0	0	0	0	0	7	0.28	无	比较例	
54	P	74	9	2	14	0	1	0	25	0	0	0	0	0	0	17	0.66	无	比较例	
55	P	68	10	15	1	0	6	0	26	2	2	0	0	0	0	21	0.79	无	比较例	
56	P	72	10	7	10	1	0	0	28	0	0	0	0	0	0	23	0.82	无	比较例	
57	Q	84	0	4	12	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	11	0.66	无	比较例	
58	G	66	14	8	12	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	25	0.74	无	比较例	
59	Q	58	5	19	0	12	6	0	36	5	0	0	0	0	0	28	0.77	无	比较例	
60	R	91	0	0	7	0	2	0	7	0	0	0	0	0	0	5	0.68	无	比较例	
61	R	88	3	0	9	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	4	0.37	无	比较例	
62	R	93	0	0	0	7	0	0	7	0	0	0	0	0	0	5	0.71	无	比较例	
63	S	73	3	10	13	0	1	0	26	0	0	0	0	0	0	19	0.74	无	比较例	
64	S	71	0	0	24	3	2	0	27	0	0	0	0	0	0	15	0.54	无	比较例	
65	T	73	7	2	15	2	0	1	26	0	1	0	0	0	0	15	0.59	无	比较例	
66	T	70	22	8	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	19	0.62	有	比较例	
67	T	28	21	10	37	0	4	0	68	2	0	0	0	0	0	46	0.88	无	比较例	
68	U	76	4	7	11	0	2	0	22	0	0	0	0	0	0	14	0.62	无	比较例	
69	U	61	3	4	27	0	5	0	34	3	0	0	0	0	0	26	0.77	无	比较例	
70	U	63	14	21	0	0	2	0	35	0	0	0	0	0	0	26	0.74	有	比较例	
71	V	67	8	3	21	0	1	0	32	0	0	0	0	0	0	19	0.60	无	比较例	
72	V	63	27	9	0	0	1	0	36	0	0	0	0	0	0	26	0.73	无	比较例	
73	V	88	0	0	0	12	0	0	12	0	0	0	0	0	0	8	0.68	无	比较例	
74	W	68	6	3	23	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	19	0.60	无	比较例	
75	W	80	2	3	14	0	1	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0.90	无	比较例	
76	W	85	3	1	0	11	0	0	15	0	0	0	0	0	0	7	0.45	有	比较例	
77	X	90	2	2	6	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	5	0.45	有	比较例	
78	X	72	8	4	15	0	1	0	27	0	0	0	0	0	0	16	0.58	有	比较例	
79	X	74	6	0	0	20	0	0	26	0	0	0	0	0	0	15	0.57	无	比较例	
80	Y	84	0	4	11	0	1	0	15	0	0	0	0	0	0	8	0.55	无	比较例	
81	Y	52	14	0	0	34	0	0	48	0	0	0	0	0	0	25	0.53	无	比较例	
82	Y	73	12	6	9	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	17	0.63	无	比较例	
83	Z	71	8	3	18	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	19	0.66	无	比较例	
84	Z	67	10	5	16	0	2	0	31	0	0	0	0	0	0	2	0.97	无	比较例	
85	Z	81	4	0	14	0	1	0	18	0	0	0	0	0	0	14	0.76	无	比较例	
86	AA	72	3	6	16	1	2	0	28	0	0	0	0	0	0	15	0.57	无	比较例	
87	AA	60	0	13	3	22	2	0	38	1	0	0	0	0	0	29	0.76	无	比较例	
88	AB	59	11	7	23	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0	31	0.75	无	比较例	
89	AB	62	38	0	0	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	27	0.70	无	比较例	
90	AB	76	15	6	0	0	3	0	21	0	0	0	0	0	0	13	0.60	无	比较例	
91	AC	88	0	2	7	0	3	0	9	0	0	0	0	0	0	6	0.70	无	比较例	
92	AC	87	0	3	5	0	5	0	8	2	0	0	0	0	0	5	0.63	有	比较例	
93	AD	62	8	6	24	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	30	0.80	无	比较例	
94	AD	61	7	8	0	23	1	0	38	0	0	0	0	0	0	21	0.56	有	比较例	
95	AE	69	7	3	17	0	1	0	27	0	0	0	0	0	0	16	0.58	无	比较例	
96	AE	55	33	4	0	8	0	0	45	0	0	0	0	0	0	33	0.74	无	比较例	
97	AF	74	6	4	13	0	2	1	23	1	0	0	0	0	0	13	0.56	无	比较例	
98	AF	50	2	6	34	8	0	0	50	0	0	0	0	0	0	29	0.57	无	比较例	
99	AG	68	6	6	18	0	2	0	30	0	0	0	0	0	0	21	0.70	无	比较例	
100	AG	60	0	9	21	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	22	0.73	无	比较例	

[0301]

表18

实验例	化学成分	1/4厚度												显微组织					基底金属表层															
		铁素体			贝氏体			贝氏体铁素体			马氏体			回火马氏体			残余奥氏体			其它			硬度相 V <sub>1</sub>			硬度相 V <sub>2</sub>			V <sub>1</sub> / V <sub>2</sub>			晶界和/或晶粒内氧化物		
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%			
101	AH	57	7	5	25	2	4	0	39	1	22	0.57	无	实例例																				
102	AH	60	4	31	5	0	40	0	40	0	34	0.85	无	实例例																				
103	AI	84	2	0	12	0	2	0	14	0	8	0.57	无	实例例																				
104	AI	71	21	4	4	0	29	0	29	0	21	0.72	无	实例例																				
105	AJ	70	8	5	16	0	1	0	29	0	17	0.59	无	实例例																				
106	AJ	58	13	5	24	0	42	0	42	0	26	0.63	无	实例例																				
107	AK	56	7	8	26	0	3	0	43	0	28	0.69	有	实例例																				
108	AK	54	13	25	5	0	3	0	43	0	18	0.43	无	实例例																				
109	AL	86	5	0	6	0	11	0	11	0	8	0.76	无	实例例																				
110	AL	76	19	5	0	0	24	0	24	0	16	0.65	无	实例例																				
111	AM	63	13	3	19	0	1	0	35	0	17	0.48	无	实例例																				
112	AM	64	5	6	0	0	24	0	35	0	20	0.58	无	实例例																				
113	AM	63	7	14	8	3	5	0	32	2	18	0.55	无	实例例																				
114	AM	61	15	10	12	0	2	0	37	0	3	0.09	无	实例例																				
115	AN	79	5	3	11	0	0	2	19	0	14	0.72	无	实例例																				
116	AN	61	7	6	23	0	3	0	36	0	28	0.79	无	实例例																				
117	AO	81	5	3	10	0	1	0	18	0	13	0.74	无	实例例																				
118	AO	70	7	4	19	0	0	0	30	0	18	0.60	无	实例例																				
119	AP	77	8	4	8	0	1	0	20	0	11	0.56	无	实例例																				
120	AP	69	16	1	14	0	0	0	31	0	26	0.83	无	实例例																				
121	AP	75	18	4	3	0	0	0	25	0	19	0.76	有	实例例																				
122	AQ	83	5	0	10	0	2	0	15	0	9	0.58	有	实例例																				
123	AQ	83	6	1	10	0	0	0	17	0	9	0.50	有	实例例																				
124	AR	87	4	2	7	0	0	0	13	0	6	0.45	有	实例例																				
125	AR	73	7	3	15	0	2	0	25	0	19	0.77	无	实例例																				
126	AS	75	2	8	15	0	0	0	25	0	17	0.67	无	实例例																				
127	AS	61	9	16	14	0	0	0	39	0	32	0.82	无	实例例																				
128	AT	80	2	3	14	0	0	1	19	0	12	0.64	有	实例例																				
129	AT	88	4	2	0	0	0	0	12	0	7	0.60	无	实例例																				
130	AU	87	2	0	11	0	0	0	13	0	9	0.72	无	实例例																				
131	AU	80	5	3	12	0	0	0	20	0	19	0.85	无	实例例																				
132	AU	86	5	4	0	0	5	0	9	1	7	0.83	无	实例例																				
133	AU	88	3	1	7	0	0	0	11	0	7	0.68	无	实例例																				
134	AV	79	0	5	13	0	3	0	18	0	12	0.64	无	实例例																				
135	AV	61	13	17	4	0	5	0	34	3	26	0.75	无	实例例																				
136	AW	67	11	4	16	0	1	0	31	0	22	0.71	无	实例例																				
137	AW	63	13	8	0	0	1	0	21	0	14	0.66	无	实例例																				
138	AW	60	23	13	0	0	4	0	36	2	23	0.65	有	实例例																				
139	AX	61	5	6	23	2	3	0	36	0	27	0.75	无	实例例																				
140	AX	64	11	6	18	0	1	0	35	0	26	0.73	无	实例例																				
141	AY	53	4	16	25	0	2	0	45	1	28	0.62	有	实例例																				
142	AY	54	6	34	0	0	6	0	40	0	22	0.55	无	实例例																				
143	AZ	72	5	9	12	0	0	2	26	0	20	0.75	无	实例例																				
144	AZ	74	5	6	15	0	0	0	26	0	20	0.76	无	实例例																				
145	BA	75	3	5	15	0	2	0	23	0	18	0.78	无	实例例																				
146	BA	56	10	5	21	7	1	0	43	0	23	0.54	有	实例例																				
147	BB	56	8	7	26	0	3	0	41	0	27	0.66	无	实例例																				
148	BB	70	5	8	16	0	0	0	29	0	19	0.65	无	实例例																				
149	BB	65	8	20	3	0	4	0	31	0	18	0.58	无	实例例																				
150	BB	66	11	14	8	0	0	0	34	0	13	0.38	无	实例例																				
151	BC	86	4	0	8	0	0	0	12	0	9	0.75	无	实例例																				

[0302]

表19

实验例	化学成分	1/4厚度											显微组织					基底金属表层				
		铁素体					组织分数					组织分数					组织分数					
		贝氏体	贝氏体铁素体	马氏体	回火马氏体	残余奥氏体	其它	硬质相 V1	残余奥氏体 %	残余奥氏体 %	硬质相 V2	V1/V2	晶界和/或晶粒内氧化物	硬质相 V1	残余奥氏体 %	残余奥氏体 %	硬质相 V2	V1/V2	晶界和/或晶粒内氧化物			
152	BC	66	13	6	4	5	28	1	28	1	22	0.78	无	实验例								
153	BC	67	9	21	3	0	33	0	24	0	24	0.74	无	实验例								
154	BC	79	10	8	0	0	14	0	14	0	14	0.76	有	实验例								
155	BC	82	4	3	0	0	18	0	17	0	17	0.97	无	比较例								
156	BD	80	5	11	0	0	16	1	12	0	12	0.76	无	实验例								
157	BD	80	6	15	0	0	20	0	15	0	15	0.77	无	实验例								
158	BE	77	3	14	0	2	21	0	14	0	14	0.67	无	实验例								
159	BE	85	4	9	0	2	13	0	8	0	8	0.62	无	实验例								
160	BF	64	13	7	0	3	33	0	18	0	18	0.55	无	实验例								
161	BF	61	5	7	0	3	36	0	28	0	28	0.77	无	实验例								
162	BF	63	1	27	0	5	32	2	17	0	17	0.53	无	实验例								
163	BF	63	3	21	0	13	24	3	13	0	13	0.56	无	比较例								
164	BG	87	0	4	0	7	11	0	4	0	4	0.35	无	实验例								
165	BG	80	3	6	11	0	20	0	1	0	1	0.08	无	比较例								
166	BG	71	2	6	19	0	27	0	14	0	14	0.52	无	实验例								
167	BH	65	3	7	19	5	34	1	22	0	22	0.65	无	实验例								
168	BH	54	5	14	25	0	44	2	33	0	33	0.75	无	比较例								
169	BH	58	6	27	3	0	36	6	29	0	29	0.80	无	实验例								
170	BH	54	13	23	5	0	41	5	34	0	34	0.83	无	实验例								
171	BI	85	0	5	8	0	13	0	7	0	7	0.57	有	实验例								
172	BI	75	2	13	0	5	20	0	9	0	9	0.46	无	实验例								
173	BJ	83	4	11	0	0	17	0	10	0	10	0.60	无	实验例								
174	BJ	63	9	16	0	0	25	0	21	0	21	0.83	无	实验例								
175	BJ	83	3	17	4	2	15	0	10	0	10	0.64	无	比较例								
176	BK	86	0	12	0	2	12	0	6	0	6	0.49	无	实验例								
177	BK	64	14	7	15	0	36	0	31	0	31	0.85	无	实验例								
178	BL	78	3	3	16	0	22	0	17	0	17	0.78	有	实验例								
179	BL	61	8	6	3	21	38	1	33	0	33	0.88	无	实验例								
180	BL	78	5	9	9	0	20	0	11	0	11	0.55	无	实验例								
181	BL	68	20	10	0	0	32	0	20	0	20	0.61	无	比较例								
182	BM	79	0	8	11	0	19	0	9	0	9	0.48	无	实验例								
183	BM	90	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0.46	无	比较例								
184	BM	76	0	13	5	0	18	0	7	0	7	0.37	无	实验例								
185	BN	86	5	2	7	0	14	0	8	0	8	0.54	无	实验例								
186	BN	73	10	0	0	17	27	0	19	0	19	0.69	有	实验例								
187	BO	88	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0.00	无	比较例								
188	BP	47	7	6	37	0	50	0	38	0	38	0.75	无	比较例								
189	BQ	71	8	0	0	0	8	0	6	0	6	0.75	无	比较例								
190	BQ																					
191	BS	84	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0.00	无	比较例								
192	BT																					
193	BU																					
194	BV	70	11	4	14	0	29	1	19	0	19	0.67	无	比较例								
195	BW																					
196	BX	68	6	8	17	0	31	0	24	0	24	0.79	无	比较例								
197	BY	60	4	7	26	0	37	0	23	0	23	0.62	无	比较例								
198	A	59	8	12	17	0	38	0	18	0	18	0.47	无	比较例								
199	J	70	8	4	15	0	27	0	18	0	18	0.68	无	实验例								
200	D	71	3	6	18	0	27	0	11	0	11	0.40	无	比较例								
201	D	71	3	6	18	0	27	0	11	0	11	0.40	无	实验例								
202	D	71	3	6	18	0	27	0	11	0	11	0.40	无	比较例								

[0303]

表20

[0304]

实验例	镀层			Fe-Al合金层		母材钢板				
	含量		镀层附着量	平均厚度	宽度方向 厚度差	微细化层		铁素体相平 均粒径	氧化物最大 直径	
	Fe	Al				平均厚度	宽度方向 厚度差			
	%	%	μm	μm	μm	μm				
1	2.2	0.23	61	0.4	0.2	2.4	0.2	1.6	0.02	实施例
2	<b>4.9</b>	0.14	56	<b>0.08</b>	0.1	2.7	0.5	0.8	0.02	比较例
3	1.5	0.24	67	0.4	<b>0.6</b>	2.4	<b>2.2</b>	0.6	0.04	比较例
4	1.7	0.22	65	0.5	0.3	1.8	0.3	0.4	0.02	实施例
5	1.1	0.29	56	0.3	0.2	2.7	0.2	0.7	0.1	实施例
6	1.7	0.28	74	0.5	0.2	3.7	0.3	0.6	0.1	实施例
7	1.9	0.48	69	0.7	0.3	3.5	0.2	0.3	0.2	实施例
8	<b>2.7</b>	0.52	60	0.6	0.3	<b>4.7</b>	0.7	0.4	0.1	实施例
9	0.4	0.22	72	0.8	0.4	<b>0.1</b>	0.5	1.6	0.1	实施例
10	1.7	0.31	58	0.6	0.3	2.3	<b>0.6</b>	0.4	0.2	实施例
11	0.5	0.22	67	0.5	<b>0.7</b>	1.6	<b>2.6</b>	0.5	0.3	比较例
12	0.6	0.25	64	0.6	0.3	1.3	0.4	0.3	0.1	实施例
13	1.0	0.24	63	0.5	0.2	2.2	1.5	0.4	0.3	实施例
14	<b>8.3</b>	<b>0.00</b>	58	<b>0</b>	0	2.2	1.2	0.3	0.1	比较例
15	1.0	0.28	68	0.7	0.3	3.0	1.0	0.3	0.1	实施例
16	<b>5.2</b>	0.22	67	0.7	0.3	<b>8.6</b>	0.2	0.4	0.02	比较例
17	1.3	0.37	65	0.8	0.3	2.9	0.2	0.4	0.04	实施例
18	1.2	0.38	66	1.0	0.5	2.6	1.0	1.8	0.04	实施例
19	1.2	0.28	70	0.8	0.3	2.3	1.2	1.5	0.02	实施例
20	1.0	0.26	70	0.9	0.4	3.0	0.9	0.3	0.3	实施例
21	1.1	0.23	66	0.8	0.4	2.5	1.3	0.4	0.1	实施例
22	1.4	0.20	57	0.6	0.3	2.4	0.6	0.4	0.1	比较例
23	1.2	0.30	68	0.7	0.3	2.8	0.5	0.4	0.3	实施例
24	0.9	0.44	68	1.2	0.4	3.1	1.7	0.3	0.1	实施例
25	0.7	0.35	64	0.7	0.3	1.9	0.8	0.4	0.4	实施例
26	2.0	0.19	64	0.6	0.2	4.2	1.0	0.3	0.01	实施例
27	1.6	0.41	71	0.6	0.3	2.9	0.5	0.3	0.1	实施例
28	1.2	0.36	65	0.8	0.3	3.2	0.2	0.3	0.04	比较例
29	1.1	0.41	56	0.5	0.3	3.6	0.8	0.3	0.02	实施例
30	1.3	0.26	70	0.4	0.2	2.3	1.0	0.4	0.2	实施例
31	0.8	0.35	64	1.3	0.4	1.0	0.7	0.5	0.2	实施例
32	1.2	0.50	61	0.8	0.4	2.4	0.4	0.3	0.1	实施例
33	1.7	0.37	67	0.7	0.3	3.5	0.8	0.4	0.3	实施例
34	2.5	0.19	75	0.6	0.3	1.8	1.5	0.6	0.1	实施例
35	1.5	0.37	58	0.8	0.3	2.5	1.0	1.3	0.04	实施例
36	1.5	0.31	72	0.9	0.4	2.9	1.0	0.3	0.3	实施例
37	1.2	0.35	54	0.8	0.3	2.5	0.7	0.4	0.1	实施例
38	0.7	0.30	66	0.7	0.3	0.8	0.6	1.9	0.3	实施例
39	1.3	0.29	69	0.7	0.3	1.9	0.7	0.3	0.03	实施例
40	1.1	0.30	71	0.8	0.3	2.1	0.8	0.4	0.1	实施例
41	1.6	0.25	55	0.7	0.3	2.9	0.5	0.2	0.2	实施例
42	1.4	0.31	56	0.7	0.2	2.6	0.9	0.3	0.3	实施例
43	1.9	0.55	57	0.6	0.2	3.0	0.3	0.3	0.03	比较例
44	1.7	0.24	65	0.4	0.2	3.4	0.5	0.3	0.02	实施例
45	1.2	0.44	57	1.0	0.3	3.3	0.7	0.3	0.03	实施例
46	1.8	0.32	66	0.5	0.2	2.8	0.7	0.4	0.1	比较例
47	1.8	0.19	64	0.6	0.3	3.5	0.3	0.3	0.4	实施例
48	1.9	0.40	61	0.8	0.4	3.3	0.5	0.2	0.3	实施例
49	2.2	0.37	63	0.7	0.3	3.1	0.3	0.3	0.02	比较例
50	1.2	0.32	62	0.5	0.3	1.9	0.5	0.4	0.02	实施例

[0305] 表21

[0306]

实验例	镀层			Fe-Al 合金层		母材钢板				
	含量		镀层附着量 g / m <sup>2</sup>			微细化层		铁素体相平均粒径 μm	氧化物最大直径 μm	
	Fe	Al		平均厚度 μm	宽度方向厚度差 μm					
	%	%		平均厚度 μm	宽度方向厚度差 μm					
51	0.8	0.32	63	0.7	0.3	1.0	1.0	0.5	0.2	比较例
52	1.0	0.36	62	0.7	0.3	1.8	0.7	0.3	0.1	实施例
53	0.6	0.11	60	0.4	0.2	1.8	1.7	0.6	0.1	实施例
54	1.2	0.24	74	0.7	0.3	2.3	0.8	1.4	0.1	实施例
55	0.8	0.26	65	0.8	0.3	0.3	1.2	0.9	0.3	实施例
56	0.4	0.35	66	1.2	0.4	2.1	0.7	0.5	0.1	实施例
57	0.8	0.26	62	1.0	0.4	2.4	0.6	0.4	0.1	实施例
58	0.9	0.37	70	0.9	0.4	2.2	0.9	0.4	0.1	实施例
59	1.0	0.30	74	0.9	0.3	2.0	0.7	0.5	0.3	比较例
60	2.2	0.26	75	0.7	0.3	2.1	1.4	0.4	0.1	实施例
61	1.3	0.23	68	0.8	0.4	2.0	0.5	0.4	0.1	实施例
62	1.9	0.20	64	0.6	0.3	2.9	0.7	0.4	0.2	实施例
63	1.9	0.32	68	0.7	0.3	2.3	0.6	0.3	0.1	实施例
64	1.4	0.44	58	0.9	0.4	1.9	0.9	0.5	0.1	实施例
65	1.6	0.35	56	0.7	0.3	2.4	1.0	0.4	0.2	实施例
66	1.8	0.32	56	0.7	0.3	3.0	0.8	1.5	0.02	实施例
67	0.7	0.26	75	0.7	0.3	2.6	0.6	0.5	0.1	比较例
68	1.4	0.28	58	0.8	0.4	1.8	0.8	0.5	0.1	实施例
69	1.1	0.32	57	0.6	0.3	1.7	0.6	0.3	0.2	实施例
70	1.4	0.24	66	0.7	0.3	1.1	0.4	0.5	0.02	实施例
71	0.8	0.23	74	0.9	0.4	1.9	0.5	0.5	0.03	实施例
72	0.7	0.54	56	1.0	0.4	2.2	0.8	0.6	0.04	实施例
73	1.0	0.37	68	0.9	0.3	2.0	0.9	0.5	0.04	实施例
74	1.0	0.32	72	0.8	0.4	1.9	1.3	0.4	0.1	实施例
75	<b>3.6</b>	0.17	58	1.0	0.4	<b>14.1</b>	0.3	0.2	0.3	比较例
76	1.6	0.30	63	0.9	0.3	2.7	0.5	0.4	0.1	实施例
77	0.8	0.32	66	1.0	0.3	2.6	0.9	0.4	0.3	实施例
78	1.2	0.37	69	0.8	0.3	3.1	0.6	0.5	0.1	实施例
79	1.3	0.24	75	0.6	0.3	2.6	0.8	0.5	0.3	比较例
80	1.7	0.25	59	0.6	0.3	2.1	0.5	0.5	0.1	实施例
81	2.0	0.16	70	0.5	0.2	2.4	0.6	0.5	0.1	实施例
82	1.4	0.19	60	0.6	0.3	1.4	0.8	0.8	0.3	实施例
83	1.1	0.34	71	0.8	0.3	2.7	0.6	0.6	0.04	实施例
84	1.6	0.28	70	0.8	0.4	2.3	0.8	0.5	<b>0.6</b>	比较例
85	1.1	0.19	58	0.7	0.3	2.9	1.0	0.5	0.2	实施例
86	1.1	0.36	63	0.8	0.4	2.1	0.9	2.5	0.02	实施例
87	1.1	0.34	58	0.8	0.3	1.6	0.2	0.6	0.3	实施例
88	1.4	0.24	66	0.8	0.3	4.3	0.8	0.4	0.04	实施例
89	1.3	<b>0.90</b>	65	<b>1.7</b>	0.5	4.6	0.3	0.4	0.02	实施例
90	1.1	0.31	66	0.7	0.3	0.5	0.2	0.7	0.1	实施例
91	1.0	0.22	59	0.7	0.3	1.7	0.7	0.5	0.2	实施例
92	1.0	0.24	57	0.7	0.2	1.9	1.9	0.5	0.1	实施例
93	2.3	0.28	57	0.7	0.3	2.5	0.7	0.3	0.1	实施例
94	1.3	0.26	67	0.8	0.3	2.6	0.4	0.3	0.4	实施例
95	1.6	0.32	65	0.8	0.4	2.5	0.5	2.4	0.02	实施例
96	1.8	0.36	64	0.6	0.3	2.5	1.4	0.4	0.3	实施例
97	1.3	0.26	72	0.6	0.2	2.4	0.9	0.5	0.3	实施例
98	1.3	0.23	70	0.4	0.2	2.0	1.0	0.4	0.1	实施例
99	1.0	0.29	59	0.6	0.3	1.9	0.7	0.5	0.1	实施例
100	1.6	0.24	69	0.5	0.2	2.8	1.4	0.4	0.1	实施例

[0307] 表22

实验例	镀层			Fe-Al 合金层		母材钢板				
	含量		镀层附着量			微细化层		铁素体相平均粒径	氧化物最大直径	
	Fe	Al		平均厚度	宽度方向厚度差	平均厚度	宽度方向厚度差			
	%	%		g/m <sup>2</sup>	μm	μm	μm	μm	μm	
101	1.7	0.25	72	0.4	0.2	3.0	1.2	0.5	0.03	实施例
102	1.7	0.35	72	0.4	0.2	2.3	1.5	0.5	0.04	实施例
103	1.3	0.30	68	0.7	0.2	2.8	0.9	0.4	0.2	实施例
104	1.0	0.35	62	0.9	0.3	2.8	0.7	0.5	0.04	实施例
105	1.4	0.28	69	0.6	0.2	3.1	0.5	1.5	0.02	实施例
106	2.2	0.16	64	0.5	0.2	3.2	1.0	0.6	0.1	实施例
107	1.3	0.23	71	0.7	0.2	2.8	0.4	0.5	0.2	实施例
108	1.2	0.19	76	0.6	0.2	2.3	0.8	0.4	0.1	实施例
109	2.5	0.31	57	0.7	0.3	4.4	0.7	0.6	0.3	实施例
110	1.9	0.36	67	0.6	0.2	4.0	0.9	0.4	0.1	实施例
111	1.1	0.25	68	0.4	0.2	2.7	0.7	0.5	0.1	实施例
112	1.9	0.22	57	0.3	0.1	2.1	0.5	0.4	0.1	实施例
113	1.3	0.29	73	0.8	0.3	2.4	0.2	0.4	0.1	实施例
114	1.0	0.24	70	0.7	0.2	2.7	1.5	0.5	0.1	比较例
115	1.6	0.36	70	0.8	0.3	2.9	0.8	0.6	0.1	实施例
116	1.2	0.28	63	0.6	<b>0.7</b>	2.2	<b>2.2</b>	0.4	0.3	比较例
117	1.4	0.53	65	0.8	0.3	2.3	0.8	0.4	0.04	实施例
118	1.7	0.41	72	0.7	0.3	2.9	0.6	0.5	0.1	实施例
119	1.3	0.28	61	0.7	0.3	3.7	0.9	0.6	0.1	实施例
120	1.5	0.22	73	0.2	0.2	2.7	0.7	0.5	0.1	实施例
121	1.6	0.42	66	0.6	0.3	2.9	0.5	0.5	0.03	实施例
122	1.4	0.34	71	0.8	0.3	3.6	0.9	0.4	0.1	实施例
123	1.4	0.36	69	0.8	0.3	3.4	0.4	0.5	0.1	实施例
124	1.0	0.31	71	0.7	0.3	3.5	0.7	2.4	0.01	实施例
125	1.5	0.29	67	0.6	0.2	3.3	0.2	0.5	0.1	实施例
126	1.5	0.31	58	0.5	0.2	2.6	0.8	0.4	0.1	实施例
127	1.5	0.42	56	0.6	0.3	2.0	0.4	0.4	0.02	实施例
128	0.7	0.22	63	0.6	0.3	3.1	0.6	0.6	0.3	实施例
129	2.6	0.46	75	0.7	0.3	2.7	1.3	0.4	0.04	实施例
130	1.3	0.42	58	0.6	0.2	2.7	0.8	0.5	0.1	实施例
131	1.4	0.31	67	0.2	0.2	2.5	0.2	0.6	0.4	比较例
132	0.8	0.26	59	0.3	0.2	0.7	0.5	0.8	0.1	实施例
133	0.8	0.20	66	0.3	0.2	3.2	0.3	0.5	0.1	实施例
134	1.1	0.25	71	0.5	0.2	2.6	0.8	0.7	0.04	实施例
135	1.3	0.41	71	0.6	0.3	2.0	1.6	0.5	0.1	实施例
136	1.2	0.30	60	0.7	0.3	2.8	0.6	0.5	0.1	实施例
137	1.4	0.42	55	0.7	0.2	3.6	0.3	0.5	0.3	比较例
138	1.1	0.22	60	0.5	0.2	3.8	1.1	0.5	0.4	实施例
139	1.0	0.24	58	0.7	0.3	2.6	1.0	0.6	0.1	实施例
140	2.0	0.48	75	0.9	0.4	3.2	0.3	0.4	0.3	实施例
141	1.4	0.23	57	0.8	0.3	2.4	0.6	0.6	0.03	实施例
142	0.8	0.19	70	0.5	0.2	2.1	0.4	0.4	0.04	实施例
143	0.9	0.38	72	0.6	0.3	2.4	0.7	0.5	0.1	实施例
144	1.1	0.26	61	0.3	0.2	2.0	1.0	0.4	0.4	实施例
145	0.9	0.29	63	0.6	0.3	1.8	0.7	0.4	0.1	实施例
146	1.1	0.19	62	0.5	0.2	2.5	0.8	0.5	0.1	实施例
147	1.3	0.31	71	0.7	0.2	2.9	0.8	0.5	0.3	实施例
148	0.1	<b>1.08</b>	64	<b>2.3</b>	0.5	2.8	0.6	0.4	0.1	比较例
149	1.8	0.42	56	0.8	0.3	2.7	0.8	0.4	0.1	实施例
150	2.7	0.12	66	0.5	0.2	2.7	0.4	0.3	0.3	实施例
151	1.3	0.49	65	0.7	0.3	3.9	0.5	0.7	0.03	实施例

[0308]

[0309] 表23



[0310]

实验例	镀层			Fe-Al合金层		母材钢板				
	含量		镀层附着量			微细化层		铁素体相平均粒径	氧化物最大直径	
	Fe	Al		平均厚度	宽度方向厚度差	平均厚度	宽度方向厚度差			
	%	%		g/m <sup>2</sup>	μm	μm	μm	μm	μm	
152	0.8	0.23	72	0.6	0.3	3.5	0.3	0.7	0.1	实施例
153	1.6	0.14	61	0.3	0.2	4.3	0.8	0.4	0.04	实施例
154	1.4	0.34	56	0.8	0.3	4.0	0.6	0.4	0.1	实施例
155	1.1	0.31	70	0.5	0.3	4.2	0.5	0.4	0.1	比较例
156	2.7	0.29	72	0.3	0.2	4.9	0.5	0.6	0.1	实施例
157	1.7	0.37	62	0.6	0.3	4.9	0.8	2.5	0.02	实施例
158	1.1	0.24	59	0.5	0.2	3.0	0.6	0.4	0.1	实施例
159	1.1	0.42	59	0.9	0.3	3.0	0.7	0.5	0.1	实施例
160	0.8	0.29	57	0.7	0.3	2.4	0.4	0.4	0.1	实施例
161	0.8	0.28	60	0.7	0.3	0.5	0.5	0.8	0.1	实施例
162	2.1	0.30	71	0.6	0.3	2.5	0.9	0.4	0.1	实施例
163	1.0	0.30	71	0.9	0.3	2.3	0.6	0.5	0.3	比较例
164	0.9	0.22	68	0.3	0.2	2.2	0.7	0.5	0.1	实施例
165	0.8	0.36	59	0.7	0.3	2.2	1.2	0.5	0.1	比较例
166	1.0	0.20	57	0.8	0.3	1.9	0.8	0.4	0.3	实施例
167	1.5	0.29	58	0.8	0.3	2.3	0.6	0.4	0.03	实施例
168	1.6	0.43	70	0.9	0.3	<0.1	<0.1	(3.4)	(<0.01)	比较例
169	2.5	0.23	68	0.6	0.3	1.9	0.9	0.5	0.4	实施例
170	1.3	0.48	71	0.9	0.3	2.1	0.6	0.5	0.04	实施例
171	0.5	0.30	73	0.8	0.4	1.8	0.5	0.5	0.02	实施例
172	1.4	0.31	58	0.2	0.2	2.2	0.3	0.4	0.02	实施例
173	1.9	0.22	58	0.8	0.3	3.0	0.8	0.5	0.04	实施例
174	1.0	0.28	56	0.6	0.3	2.4	0.4	0.5	0.4	比较例
175	1.1	0.26	62	0.3	0.2	2.2	0.6	0.5	0.1	实施例
176	1.0	0.25	59	0.8	0.3	3.7	1.1	0.4	0.1	实施例
177	1.0	0.26	62	0.6	0.2	2.7	0.8	0.5	0.3	实施例
178	1.9	0.25	59	0.7	0.3	2.7	0.9	0.5	0.1	实施例
179	1.7	0.47	68	0.9	0.3	2.1	0.7	0.4	0.02	实施例
180	3.5	0.36	70	0.3	0.2	2.8	0.5	0.3	0.1	比较例
181	1.1	0.34	70	0.8	0.3	<0.1	<0.1	(3.2)	(<0.01)	比较例
182	0.9	0.28	68	0.6	0.3	1.9	0.9	0.5	0.04	实施例
183	1.4	0.26	67	0.5	0.2	1.7	1.0	0.4	0.1	比较例
184	0.9	0.23	58	0.8	0.3	1.9	1.9	0.5	0.1	实施例
185	2.2	0.28	60	0.6	0.2	4.1	0.7	0.4	0.3	实施例
186	1.8	0.37	73	0.9	0.3	4.0	0.6	0.6	0.3	实施例
187	1.1	0.26	68	0.5	0.2	2.3	0.6	0.5	0.1	比较例
188	1.6	0.44	66	0.7	0.2	2.2	0.6	0.5	0.1	比较例
189	2.4	0.50	70	0.8	0.3	4.8	0.5	0.5	0.1	比较例
190										比较例
191	0.7	0.24	76	0.8	0.3	2.9	0.5	0.6	0.03	比较例
192										比较例
193										比较例
194	0.7	0.26	60	0.9	0.3	2.5	0.5	0.7	0.3	比较例
195										比较例
196	1.3	0.28	71	0.6	0.3	2.3	0.7	0.5	0.1	比较例
197	1.1	0.22	55	0.8	0.3	2.9	0.8	0.6	0.03	比较例
198	4.0	0.23	65	0.6	0.8	7.4	0.4	0.6	0.1	比较例
199	0.7	0.30	66	1.0	0.3	0.8	0.6	1.9	0.3	实施例
200	0.9	0.26	63	0.6	0.6	2.9	2.1	0.3	0.1	比较例
201	1.0	0.28	68	0.4	0.4	2.5	1.0	0.2	0.05	实施例
202	0.9	0.27	62	0.3	0.7	1.5	2.2	0.1	0.03	比较例

[0311]

表24

实验例	化学成分	板厚 t mm	拉伸特性		总拉伸率 E <sub>L</sub> %	扩孔性 λ %	TS <sub>0.5</sub> × EI × λ <sup>0.5</sup>	弯曲性		耐疲劳特性		
			屈服强度 Y S MPa	最大抗拉强度 T S MPa				最小弯曲半径 r <sub>c</sub> mm	r/t	疲劳极限 DL MPa	DL/TS	
1	A	1.5	454	748	24	37	2.99E+06	1.5	1.0	373	0.50	实验例
2	A	1.6	454	732	26	33	2.96E+06	1.5	0.9	333	0.45	比较例
3	A	2.0	322	569	30	86	3.78E+06	3.5	1.8	253	0.44	比较例
4	A	2.0	322	569	30	86	3.78E+06	3.5	1.8	253	0.44	实验例
5	A	1.5	371	693	27	40	3.12E+06	1.5	1.0	319	0.46	实验例
6	B	1.5	349	613	32	53	3.54E+06	3.0	2.0	300	0.49	实验例
7	B	1.6	316	619	31	50	3.38E+06	2.0	1.3	324	0.52	实验例
8	B	1.7	341	608	30	48	3.12E+06	1.0	0.6	333	0.55	实验例
9	B	1.2	342	553	33	54	3.15E+06	2.0	1.7	284	0.51	实验例
10	C	1.5	510	935	20	22	2.68E+06	1.0	0.7	418	0.45	实验例
11	C	1.2	575	820	23	33	3.10E+06	1.0	0.8	469	0.57	比较例
12	C	1.2	575	820	23	33	3.10E+06	1.0	0.8	469	0.57	实验例
13	C	1.3	551	890	18	38	2.95E+06	1.5	1.2	485	0.54	实验例
14	C	1.7	410	748	23	39	2.94E+06	2.5	1.5	345	0.46	比较例
15	D	2.8	347	696	31	23	2.73E+06	2.0	1.6	288	0.41	实验例
16	D	1.3	357	699	29	33	3.08E+06	1.0	0.8	201	0.29	比较例
17	D	1.4	432	622	29	61	3.51E+06	2.5	1.8	301	0.48	实验例
18	D	1.2	342	609	30	73	3.85E+06	1.0	0.8	323	0.53	实验例
19	E	1.5	591	1015	15	41	3.11E+06	1.0	0.7	498	0.49	实验例
20	E	1.8	569	826	22	51	3.73E+06	2.0	1.1	449	0.54	实验例
21	E	1.2	583	913	17	28	2.48E+06	1.5	1.3	385	0.42	实验例
22	E	1.6	359	603	16	27	1.23E+06	2.0	1.3	324	0.54	比较例
23	F	1.5	505	880	17	47	3.04E+06	1.0	0.7	445	0.51	实验例
24	F	1.6	429	633	26	87	3.86E+06	1.5	0.9	299	0.47	实验例
25	F	1.2	488	755	24	31	2.77E+06	1.0	0.8	405	0.54	实验例
26	F	1.3	373	727	24	35	2.78E+06	1.0	0.8	318	0.44	实验例
27	G	1.3	429	833	20	39	3.00E+06	1.5	1.2	407	0.49	实验例
28	G	1.5	516	873	22	25	2.84E+06	3.5	2.3	484	0.55	比较例
29	G	1.2	462	818	23	22	2.52E+06	1.5	1.3	390	0.48	实验例
30	H	1.3	427	772	21	40	2.85E+06	2.0	1.5	385	0.50	实验例
31	H	1.7	573	877	20	45	3.48E+06	2.5	1.5	553	0.63	实验例
32	H	2.4	405	852	24	24	2.92E+06	2.0	0.8	351	0.41	实验例
33	I	1.3	411	742	20	63	3.21E+06	2.0	1.5	356	0.48	实验例
34	I	1.5	420	675	27	43	3.10E+06	2.0	1.3	359	0.53	实验例
35	I	1.5	367	717	28	30	2.94E+06	1.0	0.7	347	0.48	实验例
36	J	2.0	510	949	20	19	2.55E+06	2.0	1.0	388	0.41	实验例
37	J	1.6	522	846	21	32	2.92E+06	1.0	0.6	476	0.56	实验例
38	J	1.7	541	953	19	24	2.74E+06	1.0	0.6	439	0.46	实验例
39	K	1.3	693	1111	15	28	2.94E+06	1.0	0.8	598	0.54	实验例
40	K	1.8	456	737	26	40	3.29E+06	2.5	1.4	357	0.48	实验例
41	K	1.9	632	1022	16	35	3.09E+06	1.0	0.5	538	0.53	实验例
42	L	1.3	531	976	17	22	2.45E+06	1.0	0.8	469	0.48	实验例
43	L	1.4	353	601	21	20	1.38E+06	2.0	1.4	297	0.49	比较例
44	M	1.5	338	748	25	32	2.89E+06	2.0	1.3	328	0.44	实验例
45	M	1.5	439	700	28	44	3.44E+06	2.0	1.3	314	0.45	实验例
46	M	2.0	393	784	22	40	3.05E+06	4.5	2.3	359	0.46	比较例
47	N	1.5	508	832	23	31	3.07E+06	1.0	0.7	435	0.52	实验例
48	N	1.7	631	801	21	60	3.69E+06	2.0	1.2	438	0.55	实验例
49	N	2.0	767	1128	9	30	1.87E+06	1.5	0.8	477	0.42	比较例
50	O	1.5	440	771	24	30	2.81E+06	2.0	1.3	365	0.47	实验例

[0312]

表25

实验例	化学成分	板厚 t mm	拉伸特性		总拉伸率 E <sub>L</sub> %	扩孔性 λ %	TS <sup>0.5</sup> × EI × λ <sup>0.5</sup>	弯曲性		耐疲劳特性		
			屈服强度 Y.S. MPa	最大抗拉强度 T.S. MPa				最小弯曲半径 r <sub>c</sub> mm	r/t	疲劳极限 DL MPa	DL/TS	
51	O	1.3	369	737	20	48	2.77E+06	1.0	0.8	199	0.27	比较例
52	O	1.8	401	810	24	33	3.18E+06	1.5	0.8	365	0.45	实例例
53	O	1.3	472	748	26	44	3.53E+06	1.5	1.2	340	0.45	实例例
54	P	1.5	380	683	23	62	3.23E+06	1.5	1.0	313	0.46	实例例
55	P	1.5	456	769	27	23	2.76E+06	1.5	1.0	293	0.38	实例例
56	P	1.6	418	708	25	35	2.79E+06	2.0	1.3	385	0.54	实例例
57	Q	1.3	439	827	22	31	2.91E+06	1.5	1.2	399	0.48	实例例
58	Q	1.9	431	694	27	42	3.20E+06	2.0	1.1	358	0.52	实例例
59	Q	1.7	467	692	26	56	3.54E+06	3.5	2.1	378	0.55	比较例
60	R	0.9	287	640	24	67	3.18E+06	1.0	1.1	288	0.45	实例例
61	R	1.3	291	636	33	31	2.95E+06	2.0	1.5	270	0.42	实例例
62	R	1.3	275	593	29	75	3.63E+06	2.5	1.9	292	0.49	实例例
63	S	1.5	571	974	17	32	2.92E+06	1.0	0.7	521	0.53	实例例
64	S	1.4	528	1050	15	26	2.60E+06	1.0	0.7	425	0.40	实例例
65	T	1.5	479	911	21	29	3.11E+06	2.0	1.3	408	0.45	实例例
66	T	1.6	378	607	34	55	3.77E+06	2.0	1.3	274	0.45	实例例
67	T	1.3	663	1006	7	8	6.32E+05	1.5	2.7	508	0.50	比较例
68	U	1.5	396	749	25	34	2.99E+06	1.5	1.0	387	0.52	实例例
69	U	1.2	511	960	19	18	2.40E+06	1.0	0.8	355	0.37	实例例
70	U	1.6	406	640	31	43	3.29E+06	1.0	0.6	316	0.49	实例例
71	V	1.5	405	714	28	29	2.88E+06	2.5	1.7	346	0.48	实例例
72	V	2.0	342	562	33	72	3.73E+06	1.0	0.5	221	0.39	实例例
73	V	1.2	314	598	31	49	3.17E+06	1.0	0.8	288	0.48	实例例
74	W	1.5	398	772	24	32	2.91E+06	1.5	1.0	355	0.46	实例例
75	W	1.8	364	693	24	39	2.73E+06	1.5	0.8	202	0.29	比较例
76	W	1.7	335	662	25	52	3.07E+06	1.5	0.9	301	0.45	实例例
77	X	2.4	284	556	32	61	3.28E+06	3.5	1.5	277	0.50	实例例
78	X	1.3	340	663	26	55	3.29E+06	2.0	1.5	299	0.45	实例例
79	X	1.7	374	617	17	47	1.78E+06	3.0	1.8	300	0.49	比较例
80	Y	2.0	373	831	21	29	2.71E+06	2.5	1.3	382	0.44	实例例
81	Y	1.7	562	783	19	70	3.48E+06	3.0	1.8	414	0.53	实例例
82	Y	1.8	412	713	25	47	3.26E+06	3.0	1.7	375	0.53	实例例
83	Z	1.5	414	781	20	33	2.51E+06	2.0	1.3	350	0.45	实例例
84	Z	1.7	399	758	23	36	2.88E+06	3.0	1.8	209	0.28	比较例
85	Z	1.7	340	682	31	27	2.87E+06	1.5	0.9	312	0.46	实例例
86	AA	1.5	582	1137	15	18	2.44E+06	1.5	1.0	481	0.42	实例例
87	AA	1.9	605	908	17	42	3.01E+06	1.5	0.8	474	0.52	实例例
88	AB	1.5	578	999	17	27	2.79E+06	1.0	0.7	506	0.51	实例例
89	AB	1.8	401	618	31	48	3.30E+06	3.0	1.7	219	0.35	实例例
90	AB	1.7	348	583	31	52	3.15E+06	1.5	0.9	298	0.51	实例例
91	AC	1.3	414	778	25	33	3.12E+06	1.5	1.2	358	0.46	实例例
92	AC	1.5	385	721	25	46	3.28E+06	2.0	1.3	303	0.42	实例例
93	AD	1.5	527	905	20	20	2.44E+06	1.0	0.7	491	0.54	实例例
94	AD	1.5	537	738	23	53	3.36E+06	2.5	1.7	359	0.49	实例例
95	AE	2.0	445	785	22	41	3.10E+06	1.5	0.8	374	0.48	实例例
96	AE	1.9	484	709	24	61	3.54E+06	2.5	1.3	278	0.39	实例例
97	AF	1.5	398	810	24	27	2.87E+06	1.0	0.7	335	0.41	实例例
98	AF	1.9	675	1042	18	17	2.50E+06	1.0	0.5	498	0.48	实例例
99	AG	1.5	536	982	18	32	3.13E+06	1.0	0.7	503	0.51	实例例
100	AG	1.6	551	1012	15	28	2.56E+06	1.5	0.9	460	0.45	实例例

[0313]

表26

实验例	化学成分	板厚 t		屈服强度 Y.S.		拉伸特性		扩孔性 λ		TS <sup>0.5</sup> × EI × λ <sup>0.5</sup>	弯曲性		耐疲劳特性	
		m	mm	MPa	Y.S.	MPa	T.S.	%	EI		mm	r/t	疲劳极限 DL	DL/TS
101	AH	0.9	1.5	621	1037	16	19	2.33E+06	1.1	520	0.50	实例例		
102	AH	1.5	482	819	1819	20	35	2.77E+06	1.5	477	0.58	实例例		
103	AI	1.5	448	931	1818	18	22	2.40E+06	1.0	360	0.39	实例例		
104	AI	1.6	434	702	1434	28	46	3.53E+06	2.5	338	0.48	实例例		
105	AJ	1.5	475	899	1899	20	33	3.10E+06	1.5	423	0.47	实例例		
106	AJ	1.9	564	987	1987	17	29	2.84E+06	2.5	496	0.50	实例例		
107	AK	1.5	611	1099	1611	14	19	2.22E+06	1.5	539	0.49	实例例		
108	AK	1.4	560	867	1467	18	54	3.38E+06	2.0	391	0.45	实例例		
109	AL	1.5	287	630	1230	27	49	2.99E+06	2.0	287	0.46	实例例		
110	AL	1.6	302	530	1130	29	115	3.79E+06	3.0	268	0.51	实例例		
111	AM	1.5	598	1007	1707	17	32	3.07E+06	1.0	507	0.50	实例例		
112	AM	1.4	632	932	1532	18	51	3.68E+06	2.5	465	0.50	实例例		
113	AM	1.2	636	965	1765	17	23	2.44E+06	1.0	513	0.53	实例例		
114	AM	1.9	592	930	1530	21	22	2.79E+06	2.5	256	0.28	实例例		
115	AN	1.2	372	731	1331	27	28	2.82E+06	1.5	367	0.50	实例例		
116	AN	2.0	489	853	1453	20	30	2.73E+06	1.5	427	0.50	实例例		
117	AO	1.2	381	702	1302	23	55	3.17E+06	1.5	283	0.40	实例例		
118	AO	1.8	465	818	1418	20	39	2.92E+06	2.0	420	0.51	实例例		
119	AP	1.5	363	729	1229	21	50	2.92E+06	2.0	349	0.48	实例例		
120	AP	1.5	472	826	1426	19	46	3.08E+06	1.5	435	0.53	实例例		
121	AP	1.9	346	623	1123	35	41	3.48E+06	2.5	334	0.54	实例例		
122	AG	1.5	351	725	1225	29	33	3.25E+06	1.5	287	0.40	实例例		
123	AQ	1.4	317	595	1095	27	52	2.83E+06	2.0	298	0.50	实例例		
124	AR	1.5	346	703	1203	30	25	2.80E+06	2.0	321	0.46	实例例		
125	AR	1.8	381	718	1218	24	37	2.81E+06	3.0	353	0.49	实例例		
126	AS	2.1	434	848	1448	23	24	2.78E+06	2.5	361	0.43	实例例		
127	AS	1.5	539	843	1343	21	40	3.25E+06	2.0	354	0.42	实例例		
128	AT	1.5	389	825	1225	21	27	2.59E+06	1.0	359	0.44	实例例		
129	AT	1.2	310	637	1037	33	43	3.48E+06	2.0	298	0.47	实例例		
130	AU	1.5	416	904	1304	20	22	2.55E+06	1.5	404	0.45	实例例		
131	AU	2.0	437	842	1242	22	21	2.46E+06	5.0	381	0.45	实例例		
132	AU	2.0	369	756	1156	23	37	2.91E+06	1.5	348	0.46	实例例		
133	AU	1.9	343	747	1147	22	41	2.88E+06	2.0	333	0.45	实例例		
134	AV	0.9	481	932	1332	17	42	3.13E+06	1.0	416	0.45	实例例		
135	AV	1.3	557	901	1301	18	39	3.04E+06	1.5	425	0.47	实例例		
136	AW	0.9	433	831	1231	22	30	2.89E+06	1.0	374	0.45	实例例		
137	AW	1.4	355	543	943	21	39	1.68E+06	2.5	224	0.41	实例例		
138	AW	1.7	400	637	1037	27	60	3.38E+06	1.5	309	0.49	实例例		
139	AX	1.5	502	899	1299	19	24	2.51E+06	2.0	433	0.48	实例例		
140	AX	1.8	395	746	1146	25	37	3.10E+06	2.0	329	0.44	实例例		
141	AY	1.5	616	1098	1698	15	23	2.62E+06	1.5	473	0.43	实例例		
142	AY	2.0	465	722	1122	27	28	2.77E+06	3.5	408	0.57	实例例		
143	AZ	0.9	396	744	1144	21	59	3.27E+06	1.5	388	0.52	实例例		
144	AZ	1.2	395	709	1109	27	38	3.14E+06	1.5	342	0.48	实例例		
145	BA	1.5	465	842	1242	23	28	2.97E+06	2.0	415	0.49	实例例		
146	BA	1.6	542	883	1283	19	30	2.73E+06	2.0	487	0.55	实例例		
147	BB	1.5	625	995	1395	19	22	2.80E+06	1.5	537	0.54	实例例		
148	BB	1.5	458	866	1266	20	23	2.44E+06	2.0	445	0.51	实例例		
149	BB	2.2	492	761	1161	22	42	2.99E+06	3.0	369	0.48	实例例		
150	BB	2.0	542	854	1254	22	35	3.25E+06	2.0	458	0.54	实例例		
151	BC	1.1	271	598	998	29	58	3.23E+06	1.5	283	0.47	实例例		

[0314]

表27

实验例	化学成分	板厚 t mm	拉伸特性		总拉伸率 E <sub>l</sub> %	扩孔性 λ %	TS <sup>0.5</sup> × EI × λ <sup>0.5</sup>	弯曲性		耐疲劳特性		
			屈服强度 Y.S. MPa	最大抗拉强度 T.S. MPa				最小弯曲半径 r mm	r/t	疲劳极限 DL MPa	DL/TS	
152	BC	1.3	427	687	24	46	2.93E+06	1.5	1.2	385	0.56	实施例
153	BC	1.7	443	762	23	45	3.25E+06	1.5	0.9	325	0.50	实施例
154	BC	2.0	330	594	29	61	3.28E+06	2.5	1.3	310	0.52	实施例
155	BC	1.2	361	686	27	35	2.87E+06	<b>3.0</b>	<b>2.5</b>	381	0.56	比较例
156	BD	1.5	353	706	29	24	2.87E+06	1.0	0.7	293	0.42	实施例
157	BD	1.7	369	696	26	45	3.20E+06	1.5	0.9	320	0.52	实施例
158	BE	1.5	421	753	26	28	2.84E+06	1.0	0.7	359	0.48	实施例
159	BE	1.9	384	742	25	36	3.03E+06	2.5	1.3	329	0.44	实施例
160	BF	1.0	480	879	20	35	3.08E+06	1.5	1.5	376	0.43	实施例
161	BF	1.7	568	1055	14	38	2.96E+06	1.5	0.9	495	0.47	实施例
162	BF	1.5	567	899	20	26	2.75E+06	1.5	1.0	460	0.51	实施例
163	BF	0.9	534	899	26	37	4.26E+06	<b>2.0</b>	<b>2.2</b>	419	0.47	比较例
164	BG	1.0	353	686	27	34	2.83E+06	1.0	1.0	295	0.43	实施例
165	BG	1.5	348	690	25	48	3.14E+06	3.0	2.0	197	<b>0.29</b>	比较例
166	BG	1.2	419	776	24	33	2.98E+06	1.5	1.3	354	0.46	实施例
167	BH	1.5	513	911	17	30	2.56E+06	1.0	0.7	457	0.50	实施例
168	BH	1.9	590	1052	15	27	2.81E+06	1.0	0.5	535	0.51	比较例
169	BH	1.8	583	861	22	27	2.89E+06	1.0	0.6	475	0.55	实施例
170	BH	1.3	513	818	20	47	3.21E+06	1.5	1.2	488	0.60	实施例
171	BI	1.5	345	675	28	44	3.26E+06	2.0	1.3	317	0.47	实施例
172	BI	1.2	296	481	41	56	2.84E+06	2.0	1.7	215	0.45	实施例
173	BJ	1.5	416	858	17	56	3.20E+06	1.5	1.0	412	0.48	实施例
174	BJ	1.4	386	630	<b>19</b>	<b>25</b>	<b>1.50E+06</b>	2.5	1.8	349	0.55	比较例
175	BJ	1.5	450	972	17	28	2.73E+06	2.0	1.3	433	0.45	实施例
176	BK	1.3	307	671	30	45	2.81E+06	2.0	1.5	282	0.42	实施例
177	BK	1.3	378	684	24	45	2.88E+06	2.0	1.5	346	0.51	实施例
178	BL	1.3	357	718	26	37	3.04E+06	1.5	1.2	338	0.47	实施例
179	BL	2.0	447	692	28	50	3.00E+06	3.5	1.8	431	0.62	实施例
180	BL	1.9	379	740	24	34	2.82E+06	1.5	0.8	361	0.49	比较例
181	BL	1.3	375	635	30	54	3.53E+06	3.0	2.3	353	0.56	比较例
182	BM	1.5	486	921	17	33	2.73E+06	1.0	0.7	397	0.43	实施例
183	BM	1.4	261	551	<b>21</b>	<b>31</b>	<b>1.61E+06</b>	2.5	1.8	216	0.39	比较例
184	BM	1.6	482	885	20	34	3.07E+06	2.0	1.3	418	0.47	实施例
185	BN	1.5	354	706	24	44	2.99E+06	2.0	1.3	314	0.44	实施例
186	BN	1.2	385	641	29	56	3.52E+06	2.0	1.7	368	0.57	实施例
187	BO	1.5	160	<b>305</b>	<b>37</b>	<b>52</b>	<b>1.86E+06</b>	1.0	0.7	153	0.42	比较例
188	BP	1.5	870	1460	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>1.01E+06</b>	<b>5.5</b>	<b>3.7</b>	423	<b>0.29</b>	比较例
189	BQ	1.5	292	<b>462</b>	<b>27</b>	<b>29</b>	<b>1.44E+06</b>	<b>4.0</b>	<b>2.7</b>	175	0.38	比较例
190	BR											在热轧工序中，于板坯加热中板坯发生开裂，因而实验中止。
191	BS	1.5	230	<b>490</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>1.58E+06</b>	<b>3.5</b>	<b>2.3</b>	155	0.36	比较例
192	BT											在热轧工序中，于板坯加热中板坯发生开裂，因而实验中止。
193	BU											在热轧工序中，于轧制中板坯发生开裂，因而实验中止。
194	BV	1.5	485	830	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>1.24E+06</b>	<b>5.0</b>	<b>3.3</b>	234	<b>0.28</b>	比较例
195	BW											在热轧工序中，于板坯加热中板坯发生开裂，因而实验中止。
196	BX	1.5	442	756	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>1.01E+06</b>	<b>5.0</b>	<b>3.3</b>	208	<b>0.28</b>	比较例
197	BY	1.5	635	1204	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>2.80E+06</b>	<b>1.5</b>	<b>1.0</b>	298	<b>0.25</b>	比较例
198	A	1.5	452	745	24	38	2.99E+06	1.5	1.5	380	0.51	比较例
199	J	1.7	541	953	19	24	2.74E+06	1.0	0.6	439	0.46	实施例
200	D	2.8	347	696	31	23	2.73E+06	2.0	1.6	288	0.41	比较例
201	D	2.8	345	695	32	24	2.87E+06	2.0	1.5	282	0.41	实施例
202	D	2.8	350	694	31	23	2.72E+06	2.0	1.5	286	0.41	比较例

[0315]

表28

[0316]

实验例	镀层附着力	点焊性	耐蚀性	崩裂性	粉化性	镀层外观均匀性	
1	◎	○	○	○	○	○	实施例
2	×	○	○	×	×	×	比较例
3	◎	○	○	○	○	△	比较例
4	◎	○	○	○	○	○	实施例
5	◎	○	○	○	○	○	实施例
6	◎	○	○	○	○	○	实施例
7	◎	○	○	○	○	○	实施例
8	○	○	○	○	○	○	实施例
9	○	○	○	○	○	○	实施例
10	◎	○	○	○	○	○	实施例
11	◎	○	○	○	○	△	比较例
12	◎	○	○	○	○	○	实施例
13	◎	○	○	○	○	○	实施例
14	×	○	○	×	×	×	比较例
15	◎	○	○	○	○	○	实施例
16	×	○	○	×	×	○	比较例
17	◎	○	○	○	○	○	实施例
18	◎	○	○	○	○	○	实施例
19	◎	○	○	○	○	○	实施例
20	◎	○	○	○	○	○	实施例
21	◎	○	○	○	○	○	实施例
22	◎	○	○	○	○	○	比较例
23	◎	○	○	○	○	○	实施例
24	◎	○	○	○	○	○	实施例
25	◎	○	○	○	○	○	实施例
26	◎	○	○	○	○	○	实施例
27	◎	○	○	○	○	○	实施例
28	◎	○	○	○	○	○	比较例
29	◎	○	○	○	○	○	实施例
30	◎	○	○	○	○	○	实施例
31	◎	○	○	○	○	○	实施例
32	◎	○	○	○	○	○	实施例
33	◎	○	○	○	○	○	实施例
34	◎	○	○	○	○	○	实施例
35	◎	○	○	○	○	○	实施例
36	◎	○	○	○	○	○	实施例
37	◎	○	○	○	○	○	实施例
38	◎	○	○	○	○	○	实施例
39	◎	○	○	○	○	○	实施例
40	◎	○	○	○	○	○	实施例
41	◎	○	○	○	○	○	实施例
42	◎	○	○	○	○	○	实施例
43	◎	○	○	○	○	○	比较例
44	◎	○	○	○	○	○	实施例
45	◎	○	○	○	○	○	实施例
46	×	○	○	○	×	×(镀覆不上)	比较例
47	◎	○	○	○	○	○	实施例
48	◎	○	○	○	○	○	实施例
49	◎	○	○	○	○	○	比较例
50	◎	○	○	○	○	○	实施例

[0317] 表29

[0318]

实验例	镀层附着力	点焊性	耐蚀性	崩裂性	粉化性	镀层外观均匀性	
51	◎	○	○	○	○	○	比较例
52	◎	○	○	○	○	○	实施例
53	◎	○	○	○	○	○	实施例
54	◎	○	○	○	○	○	实施例
55	◎	○	○	○	○	○	实施例
56	◎	○	○	○	○	○	实施例
57	◎	○	○	○	○	○	实施例
58	◎	○	○	○	○	○	实施例
59	◎	○	○	○	○	○	比较例
60	◎	○	○	○	○	○	实施例
61	◎	○	○	○	○	○	实施例
62	◎	○	○	○	○	○	实施例
63	◎	○	○	○	○	○	实施例
64	◎	○	○	○	○	○	实施例
65	◎	○	○	○	○	○	实施例
66	◎	○	○	○	○	○	实施例
67	◎	○	○	○	○	○	比较例
68	◎	○	○	○	○	○	实施例
69	◎	○	○	○	○	○	实施例
70	◎	○	○	○	○	○	实施例
71	◎	○	○	○	○	○	实施例
72	◎	○	○	○	○	○	实施例
73	◎	○	○	○	○	○	实施例
74	◎	○	○	○	○	○	实施例
75	×	○	○	×	×	○	比较例
76	◎	○	○	○	○	○	实施例
77	◎	○	○	○	○	○	实施例
78	◎	○	○	○	○	○	实施例
79	◎	○	○	○	○	○	比较例
80	◎	○	○	○	○	○	实施例
81	◎	○	○	○	○	○	实施例
82	◎	○	○	○	○	○	实施例
83	◎	○	○	○	○	○	实施例
84	×	○	○	○	×	○	比较例
85	◎	○	○	○	○	○	实施例
86	◎	○	○	○	○	○	实施例
87	◎	○	○	○	○	○	实施例
88	◎	○	○	○	○	○	实施例
89	○	○	○	○	○	○	实施例
90	◎	○	○	○	○	○	实施例
91	◎	○	○	○	○	○	实施例
92	◎	○	○	○	○	○	实施例
93	◎	○	○	○	○	○	实施例
94	◎	○	○	○	○	○	实施例
95	◎	○	○	○	○	○	实施例
96	◎	○	○	○	○	○	实施例
97	◎	○	○	○	○	○	实施例
98	◎	○	○	○	○	○	实施例
99	◎	○	○	○	○	○	实施例
100	◎	○	○	○	○	○	实施例

[0319] 表30

[0320]

实验例	镀层附着力	点焊性	耐蚀性	崩裂性	粉化性	镀层外观均匀性	
101	◎	○	○	○	○	○	实施例
102	◎	○	○	○	○	○	实施例
103	◎	○	○	○	○	○	实施例
104	◎	○	○	○	○	○	实施例
105	◎	○	○	○	○	○	实施例
106	◎	○	○	○	○	○	实施例
107	◎	○	○	○	○	○	实施例
108	◎	○	○	○	○	○	实施例
109	◎	○	○	○	○	○	实施例
110	◎	○	○	○	○	○	实施例
111	◎	○	○	○	○	○	实施例
112	◎	○	○	○	○	○	实施例
113	◎	○	○	○	○	○	实施例
114	◎	○	○	○	○	○	比较例
115	◎	○	○	○	○	○	实施例
116	◎	○	○	○	○	△	比较例
117	◎	○	○	○	○	○	实施例
118	◎	○	○	○	○	○	实施例
119	◎	○	○	○	○	○	实施例
120	◎	○	○	○	○	○	实施例
121	◎	○	○	○	○	○	实施例
122	◎	○	○	○	○	○	实施例
123	◎	○	○	○	○	○	实施例
124	◎	○	○	○	○	○	实施例
125	◎	○	○	○	○	○	实施例
126	◎	○	○	○	○	○	实施例
127	◎	○	○	○	○	○	实施例
128	◎	○	○	○	○	○	实施例
129	◎	○	○	○	○	○	实施例
130	◎	○	○	○	○	○	实施例
131	◎	○	○	○	○	○	比较例
132	◎	○	○	○	○	○	实施例
133	◎	○	○	○	○	○	实施例
134	◎	○	○	○	○	○	实施例
135	◎	○	○	○	○	○	实施例
136	◎	○	○	○	○	○	实施例
137	◎	○	○	○	○	○	比较例
138	◎	○	○	○	○	○	实施例
139	◎	○	○	○	○	○	实施例
140	◎	○	○	○	○	○	实施例
141	◎	○	○	○	○	○	实施例
142	◎	○	○	○	○	○	实施例
143	◎	○	○	○	○	○	实施例
144	◎	○	○	○	○	○	实施例
145	◎	○	○	○	○	○	实施例
146	◎	○	○	○	○	○	实施例
147	◎	○	○	○	○	○	实施例
148	×	×	○	○	○	○	比较例
149	◎	○	○	○	○	○	实施例
150	◎	○	○	○	○	○	实施例
151	◎	○	○	○	○	○	实施例

[0321] 表31



[0322]

实验例	镀层附着力	点焊性	耐蚀性	崩裂性	粉化性	镀层外观均匀性	
152	◎	○	○	○	○	○	实施例
153	◎	○	○	○	○	○	实施例
154	◎	○	○	○	○	○	实施例
155	◎	○	○	○	○	○	比较例
156	◎	○	○	○	○	○	实施例
157	◎	○	○	○	○	○	实施例
158	◎	○	○	○	○	○	实施例
159	◎	○	○	○	○	○	实施例
160	◎	○	○	○	○	○	实施例
161	◎	○	○	○	○	○	实施例
162	◎	○	○	○	○	○	实施例
163	◎	○	○	○	○	○	比较例
164	◎	○	○	○	○	○	实施例
165	◎	○	○	○	○	○	比较例
166	◎	○	○	○	○	○	实施例
167	◎	○	○	○	○	○	实施例
168	×	○	○	○	○	×(镀覆不上)	比较例
169	◎	○	○	○	○	○	实施例
170	◎	○	○	○	○	○	实施例
171	◎	○	○	○	○	○	实施例
172	◎	○	○	○	○	○	实施例
173	◎	○	○	○	○	○	实施例
174	◎	○	○	○	○	○	比较例
175	◎	○	○	○	○	○	实施例
176	◎	○	○	○	○	○	实施例
177	◎	○	○	○	○	○	实施例
178	◎	○	○	○	○	○	实施例
179	◎	○	○	○	○	○	实施例
180	×	○	○	×	×	○	比较例
181	×	○	○	○	○	×(镀覆不上)	比较例
182	◎	○	○	○	○	○	实施例
183	◎	○	○	○	○	○	比较例
184	◎	○	○	○	○	○	实施例
185	◎	○	○	○	○	○	实施例
186	◎	○	○	○	○	○	实施例
187	◎	○	○	○	○	○	比较例
188	◎	×	○	○	○	○	比较例
189	◎	○	○	○	○	○	比较例
190							比较例
191	◎	○	○	○	○	○	比较例
192							比较例
193							比较例
194	◎	×	○	○	○	○	比较例
195							比较例
196	◎	×	○	○	○	○	比较例
197	◎	×	○	○	○	○	比较例
198	×	○	○	○	○	×	比较例
199	◎	○	○	○	○	○	实施例
200	◎	○	○	○	○	△	比较例
201	○	○	○	○	○	○	实施例
202	○	○	○	○	○	△	比较例

[0323] 本发明的实施例即实验例30,有效Al量为0.180质量%,在宽度 方向均匀地生成 Fe-Al合金,没有发生专利文献12所述的镀层附着力 的下降,相反得到改善。

[0324] 实验例187是C含量低,硬质相的体积分数小,没有得到良好的强 度、延展性及扩孔性的例子。

[0325] 实验例188是C含量高,点焊性劣化的例子。此外,马氏体的分数 增大,耐疲劳特性、延展性、扩孔性及弯曲性处于劣势。

[0326] 实验例189是Si含量低,在退火工序及镀覆工序中生成大量的珠 光体及粗大渗碳体,没有充分得到钢板的成形性的例子。

[0327] 实验例190是因Si含量高,在热轧工序中板坯在加热中产生开裂 而中断实验的例子。

[0328] 实验例191是Mn含量低,在退火工序及镀覆工序中生成大量的珠 光体及粗大渗碳

体,没有充分得到钢板的成形性的例子。

[0329] 实验例192是因Mn含量高,在热轧工序中板坯在加热中产生开裂 而中断实验的例子。

[0330] 实验例193是因P含量高,在热轧工序中轧制板坯时产生开裂而中 断实验的例子。

[0331] 实验例194是因S含量高,生成大量的粗大硫化物而使延展性、扩 孔性、弯曲性、点焊性及耐疲劳特性劣化的例子。

[0332] 实验例195是因Al含量高,在热轧工序中板坯在输送中产生开裂 而中断实验的例子。

[0333] 实验例196是因N含量高,生成大量的粗大氮化物而使延展性、扩 孔性、弯曲性、点焊性及耐疲劳特性劣化的例子。

[0334] 实验例197是因O含量高,生成大量的粗大氧化物而使延展性、扩 孔性、弯曲性、点焊性及耐疲劳特性劣化的例子。

[0335] 实验例28、131、155是在热轧工序中,因式(1)的值小,表层中 的硬质相的分数(V1/V2)增大,从而没有得到良好的弯曲性的例子。

[0336] 实验例51、114、165是在热轧工序中,因式(1)的值大,过度进 行表层中的脱碳,硬质相的分数(V1/V2)减小,从而没有得到良好的 耐疲劳特性的例子。

[0337] 实验例84是因在退火工序中,600℃~750℃间的温度区中的平均 加热速度低,过度进行钢板内部中的氧化物的生长,生成成为断裂起点 的粗大的氧化物而使弯曲性、耐疲劳特性劣化的例子。再者,伴随着弯 曲性的劣化,在镀层附着力及粉化性的评价试验中,产生起因于钢板的 弯曲裂纹的镀层剥离,所以镀层附着力及粉化性也劣化。

[0338] 实验例202在退火工序中,因600℃~750℃间的温度区中的平均加 热速度过高而使钢板宽度方向上的微细化层的厚度的最大值和最小值 之差超过2.0μm,而且使钢板宽度 方向上的Fe-Al合金层的厚度的最大 值和最小值之差超过0.5μm。因此,镀层外观为稍微不 均匀。

[0339] 实验例67是在退火工序中,使最高加热温度(TM)高于Ac3温度,1/4厚度中的铁素 体相的体积分数减小,从而延展性及弯曲性劣化的例 子。

[0340] 实验例183是在退火工序中,最高加热温度(TM)低于(Ac1+20) °C,溶残粗大的铁 系碳化物,延展性及扩孔性劣化的例子。

[0341] 实验例46是在退火工序的加热工序中,预热带的空气比小,镀层 附着力劣化的例子。再者,因镀层附着力劣化而在弯曲变形时产生镀层 剥离,因此粉化性也劣化。此外,还 发生由镀覆不上造成的外观不良。

[0342] 实验例16是因在退火工序的加热工序中,预热带的空气比大,过 度进行表层中的脱碳而使硬质相的分数(V1/V2)减小,使耐疲劳特性 劣化的例子。此外,也是因微细化层的 平均厚度加厚,过度进行镀层的 合金化(Zn-Fe合金的生成),镀层中的Fe含量增加而使镀 层附着力、崩裂性、粉化性劣化的例子。

[0343] 实验例181是因在退火工序的加热工序中,预热带中的Log(P (H<sub>2</sub>O)/P (H<sub>2</sub>))小,表 层没有微细化而使镀层附着力劣化的例子。再者,表面中的铁素体的平均粒径为3.2μm,距 表面0.5μm的范围中 的钢板内部的氧化物的最大直径低于0.01μm。此外,还发生由镀覆不 上造成的外观不良。

[0344] 实验例168是在退火工序的加热工序中,均热带中的 $\text{Log}(P(\text{H}_2\text{O})/P(\text{H}_2))$ 小,母材钢板表层的粒径没有微细化,镀层附着力劣化的例子。再者,母材钢板表面中的铁素体的平均粒径为 $3.4\mu\text{m}$ ,距表面 $0.5\mu\text{m}$ 的范围中的钢板内部的氧化物的最大直径低于 $0.01\mu\text{m}$ 。

[0345] 实验例198是因在退火工序的加热工序中,预热带中的 $\text{Log}(P(\text{H}_2\text{O})/P(\text{H}_2))$ 大,表层的微细化层过厚,过度进行镀层的合金化(Zn-Fe合金的生成),镀层中的Fe含量增加而使镀层附着力劣化的例子。此外,钢板在宽度方向上的Fe-Al合金层的厚度的最大值和最小值之差超过 $0.5\mu\text{m}$ ,镀层外观不均匀。

[0346] 实验例75是在退火工序的加热工序中,因均热带中的 $\text{Log}(P(\text{H}_2\text{O})/P(\text{H}_2))$ 特别大,过度进行表层中的脱碳而使硬质相的分数( $V1/V2$ )减小,耐疲劳特性劣化的例子。此外,也是因母材钢板的表层的微细化层过厚,过度地进行镀层的合金化(Zn-Fe合金的生成),镀层中的Fe含量增加而使镀层附着力、崩裂性、粉化性劣化的例子。

[0347] 实验例22是在退火工序的冷却工序中, $760^\circ\text{C}\sim 700^\circ\text{C}$ 间的平均冷却速度(冷却速度1)低,生成大量的珠光体,延展性及扩孔性劣化的例子。

[0348] 实验例49是在退火工序的冷却工序中, $760^\circ\text{C}\sim 700^\circ\text{C}$ 间的平均冷却速度(冷却速度1)高, $1/4$ 厚度中的铁素体相的体积分数减小,没有得到良好的延展性的例子。

[0349] 实验例137是在退火工序的冷却工序中, $650^\circ\text{C}\sim 500^\circ\text{C}$ 间的平均冷却速度(冷却速度2)低,生成大量的珠光体,延展性及扩孔性劣化的例子。

[0350] 实验例2是因在镀覆工序中,镀浴中的有效Al浓度低,没有生成充分厚度的Fe-Al合金层,镀层中的Fe含量高,从而没有得到良好的镀层附着力、崩裂性、粉化性、镀层外观均匀性的例子。

[0351] 实验例14是因在镀覆工序中,镀浴中的有效Al浓度非常低,没有形成Fe-Al合金层,且镀层中的Fe含量过度高,从而没有得到良好的镀层附着力、崩裂性、粉化性、镀层外观均匀性的例子。

[0352] 实验例148是因在镀覆工序中,镀浴中的有效Al浓度高,镀层中的Al含量过高,从而没有得到良好的镀层附着力、点焊性的例子。

[0353] 实验例180是因在镀覆工序中,镀覆后冷却速度低,镀层中的Fe含量过高,从而没有得到良好的镀层附着力、崩裂性、粉化性的例子。

[0354] 实验例8、17、31、81、179是在退火工序的冷却工序中实施了马氏体相变处理的例子,得到了成形性、镀层附着力、焊接性、耐蚀性及耐疲劳特性都优良的高强度热浸镀锌钢板。

[0355] 实验例37、45、66、89、102、104、108、142、149、162是在退火工序的冷却工序中实施了贝氏体相变处理1的例子,得到了成形性、镀层附着力、焊接性、耐蚀性及耐疲劳特性都优良的高强度热浸镀锌钢板。

[0356] 实验例43是在退火工序的冷却工序中实施了贝氏体相变处理1的例子,但因处理温度高而生成珠光体及粗大渗碳体,使延展性及扩孔性劣化。

[0357] 实验例174是在退火工序的冷却工序中实施了贝氏体相变处理1的例子,但因处理时间长而生成珠光体及粗大渗碳体,使延展性及扩孔性劣化。

[0358] 实验例25、41、55、90、113、135、152、170、184是在镀覆后冷却工序中实施了贝氏体相变处理2的例子,得到了成形性、镀层附着力、焊接性、耐蚀性及耐疲劳特性都优良的

高强度热浸镀锌钢板。

[0359] 实验例163是在镀覆后冷却工序中实施了贝氏体相变处理2的例子,但也是因处理温度高而生成大量的残余奥氏体,损害弯曲性的例子。

[0360] 实验例5、20、48、53、62、73、76、87、94、112、129、186是在镀覆后冷却工序中实施了再加热处理的例子,得到了成形性、镀层附着力、焊接性、耐蚀性及耐疲劳特性都优良的高强度热浸镀锌钢板。

[0361] 实验例18是在退火工序的冷却工序中,实施了马氏体相变处理及贝氏体相变处理1的例子,得到了成形性、镀层附着力、焊接性、耐蚀性及耐疲劳特性都优良的高强度热浸镀锌钢板。

[0362] 实验例9、110、132、138、154、169是在退火工序的冷却工序中,在实施了贝氏体相变处理1后,在镀覆后冷却工序中实施了贝氏体相变处理2的例子,得到了成形性、镀层附着力、焊接性、耐蚀性及耐疲劳特性都优良的高强度热浸镀锌钢板。

[0363] 实验例24、34、96是在退火工序的冷却工序中,在实施了贝氏体相变处理1后,在镀覆后冷却工序中实施了再加热处理的例子,得到了成形性、镀层附着力、焊接性、耐蚀性及耐疲劳特性都优良的高强度热浸镀锌钢板。

[0364] 实验例11是在镀覆后冷却工序中,实施了贝氏体相变处理2及再加热处理的例子,得到了成形性、镀层附着力、焊接性、耐蚀性及耐疲劳特性都优良的高强度热浸镀锌钢板,但如后述那样镀层外观稍微不均匀。

[0365] 实验例172是在退火工序的冷却工序中,在实施了贝氏体相变处理1后,在镀覆后冷却工序中,实施了贝氏体相变处理2及再加热处理的例子,得到了成形性、镀层附着力、焊接性、耐蚀性及耐疲劳特性都优良的高强度热浸镀锌钢板。

[0366] 实验例79是因在加工工序的弯曲-回弯加工工序中,用于加工的辊的直径小,对钢板表层部导入过度的应变而使延展性劣化的例子。

[0367] 实验例59是因在加工工序的弯曲-回弯加工工序中,用于加工的辊的直径大,没有向钢板表层部充分导入应变,从而在钢板表层部存在大量的残余奥氏体,使弯曲性劣化的例子。

[0368] 实验例3、11、116由于热轧工序中的卷取温度为650℃以上,钢板宽度方向上的微细化层的厚度的最大值和最小值之差超过2.0μm,而且钢板宽度方向上的Fe-Al合金层的厚度的最大值和最小值之差超过0.5μm,所以镀层外观稍微不均匀。

[0369] 另一方面,实验例4、12与上述同样,热轧工序中的卷取温度为650℃以上,但通过延长酸洗工序中的酸洗时间,使钢板宽度方向上的微细化层的厚度的最大值和最小值之差好转至2.0μm以内,同时使钢板宽度方向上的Fe-Al合金层的厚度的最大值和最小值之差好转至0.5μm以内,得到了良好的镀层外观均匀性。

[0370] 实施例200中,卷取温度低于650℃,但因酸洗时间短至15秒,所以不能将不均匀地生成的内部氧化层完全除去,钢板在宽度方向上的微细化层的厚度的最大值和最小值之差超过2.0μm,而且钢板宽度方向上的Fe-Al合金层的厚度的最大值和最小值之差超过0.5μm而使镀层外观稍微不均匀。

[0371] 以上,对本发明的各实施方式进行了详细的说明,但上述实施方式都只不过是实施本发明时的具体化的例子。不能通过这些实施方式来限定地解释本发明的技术范围。也

就是说,本发明能在不脱离其技术思想 或其主要特征的情况下以多种方式实施。

[0372] 工业上的可利用性

[0373] 本发明对于镀层外观均匀性、成形性、耐疲劳特性、焊接性、耐蚀 性及镀层附着力优良的高强度热浸镀锌钢板及其制造方法是有效的技 术。而且根据本发明的实施方式,可提供延展性、扩孔性及弯曲性优良、而且成形后的镀层附着力优良、具有高的疲劳极限、具备优良的点焊性 及耐蚀性的高强度热浸镀锌钢板及其制造方法。

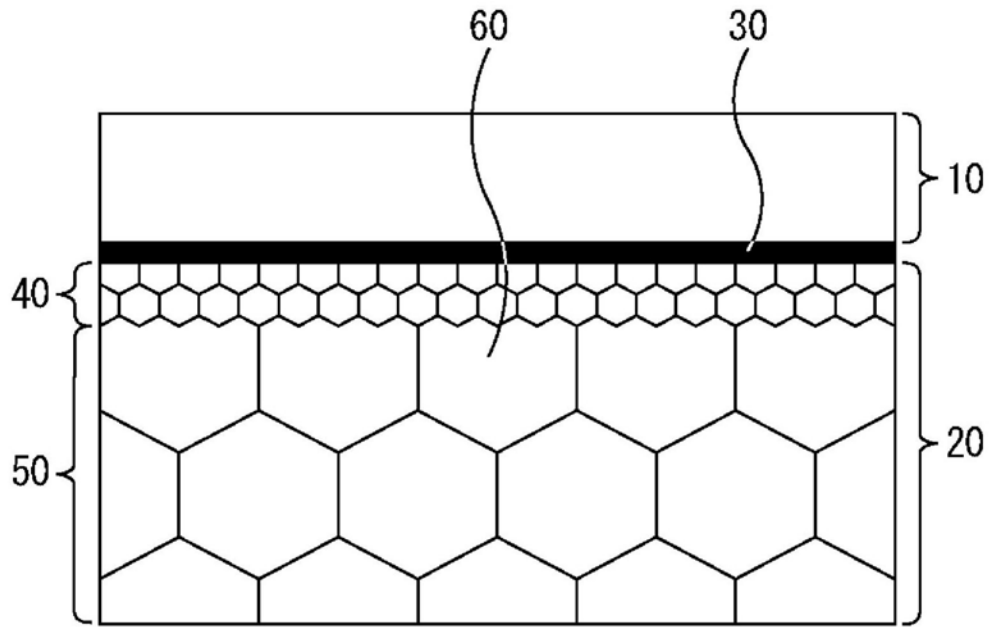


图1