(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 120265812 A
(43)申请公布日 2025.07.04

(21)申请号 202380081216.2
(22)申请日 2023.09.28
(30)优先权数据
2022-201602 2022.12.16 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2025.05.23
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2023/035513 2023.09.28
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/127766 JA 2024.06.20
(71)申请人 杰富意钢铁株式会社
地址 日本
(72)发明人 南秀和 山下孝子 田路勇树 和田悠佑
(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
专利代理师 朝鲁门
(51)Int.Cl.
C22C 38/00(2006.01)
C21D 9/00(2006.01)
C21D 9/46(2006.01)
C22C 18/00(2006.01)
C22C 18/04(2006.01)
C22C 38/60(2006.01)

权利要求书2页 说明书21页

(54)发明名称

高强度钢板、高强度镀覆钢板和它们的制造方法以及部件

(57)摘要

本发明的目的在于提供一种YR优异且在酸浸渍环境下的钢中捕获氢量减少的高强度钢板。本发明的高强度钢板具有如下成分组成和钢组织,所述成分组成以质量%计含有C:0.030%~0.500%、Si:0.01%~3.00%、Mn:0.10%~6.00%、P:0.100%以下、S:0.0200%以下、Al:1.000%以下、N:0.0100%以下、O:0.0100%以下、以及Sb:0.002%~0.300%,剩余部分由Fe和不可避免的杂质构成;所述钢组织中,在板厚1/4位置,马氏体的面积率为30%以上,铁素体的面积率为70%以下,残余奥氏体的体积率为20.0%以下;并且,Sb的表层富集指数为1.2以上。

CN 120265812 A

1.一种高强度钢板,具有如下成分组成和钢组织,

所述成分组成以质量%计含有C:0.030%～0.500%、Si:0.01%～3.00%、Mn:0.10%～6.00%、P:0.100%以下、S:0.0200%以下、Al:1.000%以下、N:0.0100%以下、O:0.0100%以下以及Sb:0.002%～0.300%,剩余部分由Fe和不可避免的杂质构成,

所述钢组织中,在板厚1/4位置,马氏体的面积率为30%以上,铁素体的面积率为70%以下,残余奥氏体的体积率为20.0%以下;

并且,Sb的表层富集指数为1.2以上。

2.根据权利要求1所述高强度钢板,其中,所述成分组成以质量%计进一步含有选自Ti:0.200%以下、Nb:0.200%以下、V:0.200%以下、Ta:0.10%以下、W:0.10%以下、B:0.0100%以下、Cr:1.00%以下、Mo:1.00%以下、Ni:1.00%以下、Co:0.010%以下、Cu:1.00%以下、Sn:0.200%以下、Ca:0.0100%以下、Mg:0.0100%以下、REM:0.0100%以下、Zr:0.100%以下、Te:0.100%以下、Hf:0.10%以下和Bi:0.200%以下中的至少1种元素。

3.根据权利要求1或2所述的高强度钢板,其中,从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率为0.1000质量%/μm以下。

4.一种高强度镀覆钢板,具有权利要求1～3中任一项所述的高强度钢板以及至少在所述高强度钢板单面形成的镀层。

5.一种高强度钢板的制造方法,

准备具有权利要求1或2所述的成分组成的钢坯,

将700℃～1000℃的温度区域的平均冷却速度设为1500℃/hr以下而冷却所述钢坯,

接着,将所述钢坯加热到1150℃以上的板坯加热温度,并将从1100℃到所述板坯加热温度的停留时间设为20分钟以上,

对所述钢坯实施将精轧的最初道次的压下率设为20%以上的热轧,制成热轧板,

接着,对所述热轧板实施酸洗,制成内部氧化层的表背平均厚度为0.2μm以上的酸洗板,

接着,对所述酸洗板实施冷轧,将累计压下率设为20%～90%,制成冷轧板,

接着,进行将所述冷轧板加热至780℃以上的加热温度的退火工序,此时,将250℃～700℃的温度区域的平均加热速度设为100℃/s以下,并且将750℃～所述加热温度的停留时间设为10s以上,

接着,进行冷却所述冷轧板的冷却工序。

6.根据权利要求5所述的高强度钢板的制造方法,其中,在所述退火工序中,750℃～所述加热温度的气氛的氧浓度为0.5体积%～5.0体积%,且将气氛的露点设为－35℃以上。

7.根据权利要求5或6所述的高强度钢板的制造方法,其中,在所述冷轧板的冷却工序中,将250℃～400℃的温度区域的平均冷却速度设为1.0℃/s以上。

8.根据权利要求5～7中任一项所述的高强度钢板的制造方法,其中,在所述冷轧板的冷却工序中,在100℃～450℃的保温温度下保温5s以上。

9.根据权利要求5～7中任一项所述的高强度钢板的制造方法,其中,在所述冷轧板的冷却工序中,将冷却停止温度设为250℃以下,接着,将所述冷轧板再次加热至(所述冷却停止温度+50℃)以上且450℃以下的再加热温度,在该再加热温度下保温5s以上。

10.一种高强度镀覆钢板的制造方法,包括权利要求5～9中任一项所述的高强度钢板

的制造方法以及在所述退火工序后至少在所述冷轧板单面形成镀层的工序。

11.一种部件,至少一部分应用权利要求1～3中任一项所述的高强度钢板或权利要求4所述的高强度镀覆钢板而成。

高强度钢板、高强度镀覆钢板和它们的制造方法以及部件

技术领域

[0001] 本发明涉及高强度钢板、高强度镀覆钢板和它们的制造方法以及部件。

背景技术

[0002] 为了兼顾通过车辆的轻量化而减少CO_2排放量和提高抗碰撞性能,正在推进汽车用钢板的高强度化。另外,新的法律法规也在相继出台。因此,为了出于增加车身强度的目的,针对形成汽车驾驶室骨架的主要结构部件、加强部件(以下,也称汽车的骨架结构部件等)的高强度钢板,特别是拉伸强度(以下,简称TS)为980MPa以上的高强度钢板的应用例子逐渐在增加。

[0003] 另外,在成型为汽车的骨架结构部件等时,要求汽车的骨架结构部件等使用的高强度钢板具有高的部件强度。对于部件强度的提升,例如提高钢板的屈服比(=YS/TS×100,以下简称为YR)是有效的。由此,汽车碰撞时的冲击吸收能量提升。

[0004] 作为涉及这种高强度钢板的技术,例如,专利文献1中公开了“一种冷轧钢板和高强度热浸镀锌钢板,所述冷轧钢板以重量%计含有C:0.1~0.3%、Si:1~2.5%、Mn:2.5~8%、sol.Al:0.001~0.5%、P:0.04%以下、S:0.015%以下、N:0.02%以下(除0%)、Cr:0.1~0.7%、Mo:0.1%以下、Ti:(48/14)*[N]~0.1%、Ni:0.005~0.5%、Sb:0.01~0.07%、Nb:0.1以下、B:0.005%以下,剩余部分为Fe以及其他不可避免的杂质;所述高强度热浸镀锌钢板是在上述冷轧钢板上形成镀锌层,上述镀锌层内部的从冷轧钢板的表面到0.1μm的深度为止的平均Sb含量是距上述冷轧钢板的表面0.5μm以上的深度的平均Sb含量的1.5倍以上,并且表面品质、镀覆密合性和成型性优异”。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特表2018—505963号公报。

发明内容

[0008] 然而,对于TS为980MPa以上的高强度钢板,担心在汽车的使用环境下由于延迟断裂而导致钢板发生断裂。因此,还需要减少比汽车的使用环境更为严苛的酸浸渍环境下的钢中捕获氢量。

[0009] 然而,在专利文献1中记载的高强度钢板中,没有考虑酸浸渍环境下的钢中捕获氢量。因此,需要开发一种YR优异且酸浸渍环境下的钢中捕获氢量减少的高强度钢板。

[0010] 本发明是鉴于上述现状而完成的,其目的在于提供一种YR优异且在酸浸渍环境下的钢中捕获氢量减少的高强度钢板。

[0011] 应予说明,“高强度”是指依据JIS Z 2241:2021测定的拉伸强度(TS)为980MPa以上。

[0012] “高的YR(高的部件强度)”是指依据JIS Z 2241:2021测定的YR为65%以上。YR优选为70%以上。应予说明,YR通过下式(1)求出。

[0013] YR＝YS/TS×100・・・・(1)

[0014] “高的弯曲性”是指在依据JIS Z 2248:2022进行的弯曲试验中,进行在弯曲顶点的棱线部有无龟裂产生的评价时,不产生裂纹或产生小于200μm的微小裂纹的情况。

[0015] “酸浸渍环境下的钢中捕获氢量减少”是指酸浸渍后的钢中捕获氢量为5.00wt.ppm以下。应予说明,钢中捕获氢量可以如后述的实施例所述,通过以往公知的方法测定。

[0016] 本发明人等为了实现上述课题,反复进行了深入研究,结果得到了以下见解。

[0017] (1)通过添加Sb,并且延长各工序中的高温区域内的保温时间,从而能够提高Sb的表层富集指数,实现酸浸渍环境下的钢中捕获氢量的减少。

[0018] (2)通过形成以马氏体(淬火马氏体和回火马氏体)为主体的组织,能够实现高的YR。

[0019] (3)通过使残余奥氏体的体积率为20％以下,能够实现酸浸渍环境下的钢中捕获氢量的减少。

[0020] 本发明根据上述见解而完成。即,本发明的要旨构成如下。

[0021] [1]一种高强度钢板,具有如下成分组成和钢组织,

[0022] 所述成分组成以质量％计含有C:0.030％～0.500％、Si:0.01％～3.00％、Mn:0.10％～6.00％、P:0.100％以下、S:0.0200％以下、Al:1.000％以下、N:0.0100％以下、O:0.0100％以下、以及Sb:0.002％～0.300％,剩余部分由Fe和不可避免的杂质构成;

[0023] 所述钢组织中,在板厚1/4位置,马氏体的面积率为30％以上,铁素体的面积率为70％以下,残余奥氏体的体积率为20.0％以下;

[0024] Sb的表层富集指数为1.2以上。

[0025] [2]根据[1]所述高强度钢板,其中,上述成分组成以质量％计进一步含有选自Ti:0.200％以下、Nb:0.200％以下、V:0.200％以下、Ta:0.10％以下、W:0.10％以下、B:0.0100％以下、Cr:1.00％以下、Mo:1.00％以下、Ni:1.00％以下、Co:0.010％以下、Cu:1.00％以下、Sn:0.200％以下、Ca:0.0100％以下、Mg:0.0100％以下、REM:0.0100％以下、Zr:0.100％以下、Te:0.100％以下、Hf:0.10％以下和Bi:0.200％以下中的至少1种元素。

[0026] [3]根据[1]或[2]所述的高强度钢板,其中,从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率为0.1000质量％/μm以下。

[0027] [4]根据[1]～[3]中任一项所述的高强度镀覆钢板,其至少单面具有镀层。

[0028] [5]一种高强度钢板的制造方法,其中,

[0029] 准备具有[1]或[2]所述的成分组成的钢坯,

[0030] 将700℃～1000℃的温度区域的平均冷却速度设为1500℃/hr以下而冷却上述钢坯,

[0031] 接着,将上述钢坯加热到1150℃以上的板坯加热温度,并将从1100℃到上述板坯加热温度的停留时间设为20分钟以上,

[0032] 对上述钢坯实施将精轧的最初道次的压下率设为20％以上的热轧,制成热轧板,

[0033] 接着,对上述热轧板实施酸洗,制成内部氧化层的表背平均厚度为0.2μm以上的酸洗板,

[0034] 接着,对上述酸洗板实施冷轧,将累计压下率设为20％～90％,制成冷轧板,

[0035] 接着,进行将上述冷轧板加热至780℃以上的加热温度的退火工序,此时,将250℃～700℃的温度区域的平均加热速度设为100℃/s以下,并且将750℃～上述加热温度的停留时间设为10s以上,

[0036] 接下来,对上述冷轧板进行冷却工序。

[0037] [6]根据[5]所述的高强度钢板的制造方法,其中,在上述退火工序中,750℃～上述加热温度的气氛的氧浓度为0.5体积%～5.0体积%,且将气氛的露点设为－35℃以上。

[0038] [7]根据[5]或[6]所述的高强度钢板的制造方法,其中,在上述冷轧板的冷却工序中,将250℃～400℃的温度区域的平均冷却速度设为1.0℃/s以上。

[0039] [8]根据[5]～[7]中任一项所述的高强度钢板的制造方法,其中,在上述冷轧板的冷却工序中,在100℃～450℃的保温温度下保温5s以上。

[0040] [9]根据[5]～[7]中任一项所述的高强度钢板的制造方法,其中,在上述冷轧板的冷却工序中,将冷却停止温度设为250℃以下,接着,将上述冷轧板再次加热至(上述冷却停止温度+50℃)以上450℃以下的再加热温度,在该再加热温度下保温5s以上。

[0041] [10]根据[5]～[9]中任一项所述的高强度镀覆钢板的制造方法,其中,上述退火工序后,进行对上述冷轧板的至少单面实施镀覆处理的镀覆工序。

[0042] [11]一种部件,至少一部分使用[1]～[4]中任一项所述的高强度钢板而成。

[0043] 根据本发明,能够提供一种YR优异、且在酸浸渍环境下的钢中捕获氢量减少的高强度钢板。

具体实施方式

[0044] 以下,对本发明的实施方式进行说明。应予说明,以下说明的实施方式是将本发明具体化的一个例子,但本发明的构成并不限于该具体例。

[0045] [高强度钢板]

[0046] 首先,对高强度钢板的成分组成进行说明。应予说明,在以下的说明中,除另有说明外,表示钢的成分元素的含量“%”是指“质量%”。

[0047] [C:0.030%～0.500%]

[0048] C是钢的重要的基本成分之一,特别是在本发明中,是影响马氏体的面积率、铁素体的面积率和残余奥氏体的体积率的重要元素。C的含量小于0.030%时,马氏体的面积率减少,因此,TS降低,难以实现所希望的YR。另一方面,如果C的含量超过0.500%,则残余奥氏体的体积率增大,酸浸渍环境下的钢中捕获氢量增加。另外,马氏体脆化,难以实现所希望的弯曲性。因此,将C的含量设为0.030%～0.500%。C的含量优选为0.050%以上,更优选为0.070%以上。另外,C的含量优选为0.400%以下,更优选为0.300%以下。

[0049] [Si:0.01%～3.00%]

[0050] Si是钢的重要的基本成分之一,特别是在本发明中,抑制连续退火中的碳化物生成,促进残余奥氏体的生成,影响马氏体的硬度和残余奥氏体的体积率。Si的含量小于0.01%时,进行马氏体的回火,TS降低。另一方面,如果Si的含量大于3.00%,则残余奥氏体的体积率增大,酸浸渍环境下的钢中捕获氢量增加。另外,由于残余奥氏体中的碳浓度过度增加,弯曲变形时由残余奥氏体相变的马氏体的硬度大幅提升,从而弯曲性降低。因此,将Si的含量设为0.01%～3.00%。Si的含量优选为0.05%以上,更优选为0.10%以上。另外,

Si的含量优选为2.50％以下,更优选为2.00％以下,进一步优选为1.80％以下。如果Si为2.50％以下,则残余奥氏体中的碳浓度的增加是适宜的,因此在弯曲变形时由残余奥氏体相变的马氏体的硬度提升是适宜的,可以得到优异的弯曲性。

[0051] [Mn:0.10％～6.00％]

[0052] Mn是钢的重要的基本成分之一,特别是在本发明中,是影响马氏体的面积率的重要元素。Mn的含量小于0.10％时,马氏体的面积率减少,难以实现所希望的YR。因此,将Mn的含量设为0.10％以上。另一方面,如果Mn的含量超过6.00％,则从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率超过0.1000％/μm,此外,弯曲性降低。因此,将Mn的含量设为6.00％以下。Mn的含量优选为0.80％以上,更优选为1.00％以上。另外,Mn的含量优选为5.00％以下,更优选为4.50％以下,进一步优选为4.00％以下。

[0053] [P:0.100％以下]

[0054] P的含量多的情况下,在原奥氏体晶界处偏析使晶界脆化,因此钢板的极限变形能力降低,弯曲性降低。因此,将P的含量设为0.100％以下。应予说明,P的含量的下限没有特别规定,但由于P是固溶强化元素,能够使钢板的强度提升,因此优选为0.001％以上。另外,P的含量优选为0.070％以下。

[0055] [S:0.0200％以下]

[0056] S的含量多的情况下,作为硫化物存在,使钢板的极限变形能力降低,此外,弯曲性降低。因此,将S的含量设为0.0200％以下。应予说明,S的含量的下限没有特别规定,从生产技术上的制约出发,优选为0.0001％以上。另外,S的含量优选为0.0050％以下。

[0057] [Al:1.000％以下]

[0058] Al的含量多的情况下,A_3相变点提升,微观组织中包含大量的铁素体,因此难以实现所希望的YR。因此,将Al的含量设为1.000％以下。应予说明,Al的含量的下限没有特别规定,但由于抑制连续退火中的碳化物生成,促进残余奥氏体的生成,因此Al的含量优选为0.001％以上。另外,Al的含量优选为0.500％以下。

[0059] [N:0.0100％以下]

[0060] N的含量多的情况下,作为氮化物存在,使钢板的极限变形能力降低,弯曲性降低。因此,将N的含量设为0.0100％以下。应予说明,N的含量的下限没有特别规定,但从生产技术上的制约出发,N的含量优选0.0001％以上。另外,N的含量优选为0.0050％以下。

[0061] [O:0.0100％以下]

[0062] O的含量多的情况下,作为氧化物存在,使钢板的极限变形能力降低,此外,弯曲性降低。因此,将O的含量设为0.0100％以下。应予说明,O的含量的下限没有特别规定,但从生产技术上的制约出发,O的含量优选为0.0001％以上。另外,O的含量优选为0.0050％以下。

[0063] [Sb:0.002％～0.300％]

[0064] Sb是在本发明中影响Sb的表层富集指数、从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率的重要元素。Sb的含量小于0.002％时,Sb的表层富集指数减少。因此,将Sb的含量设为0.002％以上。另一方面,如果Sb的含量超过0.300％,则从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率超过0.1000％/μm,弯曲性降低。因此,将Sb的含量设为0.300以下。Sb的含量优选为0.003％以上,更优选为0.004％以上。另外,Sb的含量优选为0.200％以下,更优选为0.150％以下,进一步优选为0.100％以下。

[0065] 高强度钢板具有含有上述成分且剩余部分由Fe和不可避免的杂质构成的成分组成。这里,作为不可避免的杂质,可以举出Zn、Pb、As、Ge、Sr和Cs。这些杂质合计含有0.100%以下是允许的。

[0066] 高强度钢板中,除了上述成分组成外,还可以进一步单独或组合地以质量%计含有选自Ti:0.200%以下、Nb:0.200%以下、V:0.200%以下、Ta:0.10%以下、W:0.10%以下、B:0.0100%以下、Cr:1.00%以下、Mo:1.00%以下、Ni:1.00%以下、Co:0.010%以下、Cu:1.00%以下、Sn:0.200%以下、Ca:0.0100%以下、Mg:0.0100%以下、REM:0.0100%以下、Zr:0.100%以下、Te:0.100%以下、Hf:0.10%以下和Bi:0.200%以下中的至少1种元素。

[0067] 如果Ti、Nb和V分别为0.200%以下,则不会大量生成粗大的析出物和夹杂物,不会使钢板的极限变形能力降低,因此弯曲性不会降低。因此,当含有时,Ti、Nb和V的含量分别优选为0.200%以下。Ti、Nb和V的含量分别更优选为0.100%以下。应予说明,Ti、Nb和V的含量的下限没有特别规定,但由于在热轧时或连续退火时形成微细的碳化物、氮化物或碳氮化物,使钢板的强度提升,因此Ti、Nb和V的含量分别优选为0.001%以上。

[0068] 如果Ta和W分别为0.10%以下,则不会大量生成粗大的析出物和夹杂物,不会使钢板的极限变形能力降低,因此弯曲性不会降低。因此,当含有时,Ta和W的含量分别优选为0.10%以下。Ta和W的含量分别更优选为0.08%以下。应予说明,Ta和W的含量的下限没有特别规定,但由于在热轧时或连续退火时形成微细的碳化物、氮化物或碳氮化物,使钢板的强度提升,因此Ta和W的含量分别优选为0.01%以上。

[0069] 如果B为0.0100%以下,在铸造时或热轧时,钢板内部不产生裂纹,不会使钢板的极限变形能力降低,因此弯曲性不会降低。因此,当含有时,B的含量优选为0.0100%以下。B的含量更优选为0.0080%以下。应予说明,B的含量的下限没有特别规定,但由于是在退火中在奥氏体晶界处偏析且提高淬透性的元素,因此B的含量优选为0.0003%以上。

[0070] 如果Cr、Mo和Ni分别为1.00%以下,则粗大的析出物、夹杂物不增加,不会使钢板的极限变形能力降低,因此弯曲性不会降低。因此,Cr、Mo和Ni的含量分别优选为1.00%以下。Cr、Mo和Ni的含量分别更优选为0.80%以下。应予说明,Cr、Mo和Ni的含量的下限没有特别规定,但由于是提高淬透性的元素,因此Cr、Mo和Ni的含量分别优选为0.01%以上。

[0071] 如果Co为0.010%以下,则粗大的析出物、夹杂物不增加,不会使钢板的极限变形能力降低,因此弯曲性不会降低。因此,Co的含量优选为0.010%以下。Co的含量更优选为0.008%以下。应予说明,Co的含量的下限没有特别规定,但由于是提高淬透性的元素,因此Co的含量优选为0.001%以上。

[0072] 如果Cu为1.00%以下,则粗大的析出物、夹杂物不增加,不会使钢板的极限变形能力降低,因此弯曲性不会降低。因此,Cu的含量优选为1.00%以下。Cu的含量更优选为0.80%以下。应予说明,Cu的含量的下限没有特别规定,但由于是提高淬透性的元素,因此Cu的含量优选为0.01%以上。

[0073] 如果Sn为0.200%以下,则在铸造时或热轧时在钢板内部不会产生裂纹,不会使钢板的极限变形能力降低,因此弯曲性不会降低。因此,当含有时,Sn的含量优选为0.200%以下。Sn的含量更优选为0.100%以下。应予说明,Sn的含量的下限没有特别规定,但由于是提高Sn淬透性的元素,因此Sn的含量优选为0.001%以上。

[0074] 如果Ca、Mg和REM(Rare Earth Metal、稀土金属)分别为0.0100%以下,则粗大的

析出物、夹杂物不增加,不会使钢板的极限变形能力降低,因此弯曲性不会降低。因此,当含有时,Ca、Mg和REM的含量优选为0.0100％以下。Ca、Mg和REM的含量分别更优选为0.0050％以下。应予说明,Ca、Mg和REM的含量的下限没有特别规定,但由于是使氮化物、硫化物的形状球状化且提高钢板的极限变形能力的元素,因此Ca、Mg和REM的含量分别优选为0.0005％以上。

[0075] 如果Zr和Te分别为0.100％以下,粗大的析出物、夹杂物不会增加,不使钢板的极限变形能力降低,因此弯曲性不会降低。因此,当含有时,Zr和Te的含量优选为0.100％以下。Zr和Te的含量分别更优选为0.080％以下。应予说明,Zr和Te的含量的下限没有特别规定,但由于是将氮化物、硫化物的形状球状化且提高钢板的极限变形能力的元素,因此,Zr和Te的含量分别优选为0.001％以上。

[0076] 如果Hf为0.10％以下,则粗大的析出物、夹杂物不会增加,不会使钢板的极限变形能力降低,因此弯曲性不会降低。因此,当含有时,Hf的含量优选为0.10％以下。Hf的含量更优选为0.08％以下。应予说明,Hf的含量的下限没有特别规定,但由于是将氮化物、硫化物的形状球状化且提高钢板的极限变形能力的元素,因此Hf的含量优选为0.01％以上。

[0077] 如果Bi为0.200％以下,则粗大的析出物、夹杂物不会增加,不会使钢板的极限变形能力降低,因此弯曲性不会降低。因此,当含有时,Bi的含量优选为0.200％以下。Bi的含量更优选为0.100％以下。应予说明,Bi的含量的下限没有特别规定,但由于是减少偏析的元素,因此Bi的含量优选为0.001％以上。

[0078] 应予说明,关于上述的Ti、Nb、V、Ta、W、B、Cr、Mo、Ni、Co、Cu、Sn、Ca、Mg、REM、Zr、Te、Hf和Bi,在各含量小于优选下限值的情况下,不会损害本发明的效果,因此也可以作为不可避免的杂质包含在内。

[0079] 接着,对高强度钢板的钢组织进行说明。

[0080] [马氏体的面积率:30％以上]

[0081] 如果马氏体的面积率为30％以上,则YR和弯曲性优异。因此,将马氏体的面积率设为30％以上。马氏体的面积率优选为45％以上,更优选为60％以上,进一步优选为80％以上。应予说明,马氏体的面积率的上限没有特别限定,即使为100％,也能得到所希望的特性。应予说明,这里所谓的马氏体中,除了淬火马氏体(新鲜马氏体)外,还包括回火马氏体和贝氏体。应予说明,马氏体的面积率的观察位置如后所述设为钢板的板厚的1/4位置。

[0082] [铁素体的面积率:70％以下]

[0083] 通过使铁素体的面积率为70％以下,能够进一步提高YR和弯曲性。因此,将铁素体的面积率设为70％以下。铁素体的面积率优选为50％以下,更优选为40％以下,进一步优选为30％以下。应予说明,铁素体的面积率的下限没有特别限定,即使为0％也可以得到所希望的特性。应予说明,这里所谓的铁素体中包括贝氏体铁素体。应予说明,铁素体的面积率的观察位置如后所述设为钢板的板厚的1/4位置。

[0084] 这里,马氏体(淬火马氏体、回火马氏体和贝氏体)和铁素体的面积率的测定方法如下。

[0085] 以平行于钢板的轧制方向的板厚截面(L截面)作为观察面的方式切出试样。接着,利用金刚石研磨膏对试样的观察面实施研磨,接着,使用氧化铝实施精研磨。接着,将试样的观察面用3vol.％硝酸乙醇进行蚀刻,显现出组织。接着,将钢板的板厚的1/4位置(相当

于距钢板表面在深度方向上板厚的1/4位置)设为观察位置,通过SEM(Scanning Electron Microscope;扫描电子显微镜)以倍率:3000倍观察3个视场。根据得到的组织图像,使用Adobe Systems公司的Adobe Photoshop,将各构成组织(铁素体,马氏体(淬火马氏体、回火马氏体和贝氏体))的面积除以测定面积而得到面积率,计算3个视场的该面积率,取这些值的平均值作为各组织的面积率。另外,在上述的组织图像中,铁素体为凹部的组织且不含碳化物的平坦组织,回火马氏体和贝氏体为凹部的组织且包含微细的碳化物的组织,淬火马氏体为凸部且组织内部具有微细的凹凸的组织,能够相互区分。应予说明,由于回火马氏体和贝氏体是作为马氏体的面积率而求出合计的面积率,因此可以不相互区分。

[0086] [残余奥氏体的体积率:20.0%以下]

[0087] 如果残余奥氏体的体积率为20.0%以下,则能够减少钢中捕获氢量。因此,将残余奥氏体的体积率设为20.0%以下。另外,如果残余奥氏体的体积率为15.0%以下,由残余奥氏体相变的马氏体的量不增加,从而可以得到优异的弯曲性。因此,残余奥氏体的体积率优选为15.0%以下,更优选为10.0%以下,进一步优选为5.0%以下。应予说明,残余奥氏体的体积率的下限没有特别限定,即使为0%,也可以得到所希望的特性。

[0088] 这里,残余奥氏体的体积率的测定方法如下。

[0089] 以距钢板表层的板厚1/4位置为观察面的方式进行磨削,然后,通过化学研磨进一步研磨0.1mm。对该面通过X射线衍射装置使用Co的Kα射线源测定fcc铁(奥氏体)的(200)面、(220)面、(311)面、和bcc铁的(200)面、(211)面、(220)面的积分反射强度,根据fcc铁(奥氏体)的各面的积分反射强度相对于bcc铁的各面的积分反射强度的强度比求出奥氏体的体积率,将其作为残余奥氏体的体积率。

[0090] 另外,在钢板的板厚1/4位置,除马氏体、铁素体和残余奥氏体以外的剩余部分组织的面积率优选为5%以下。作为剩余部分组织,有作为其他钢板的组织已知的组织,例如可以举出珠光体,渗碳体、亚稳态碳化物(epsilon(ε)碳化物,eta(η)碳化物,chi(χ)碳化物等)等碳化物。剩余部分组织的鉴定例如通过利用SEM的观察进行即可。

[0091] 另外,剩余部分组织的面积率通过下式(2)计算。

[0092] [剩余部分组织的面积率(%)]=100-[马氏体的面积率(%)]-[铁素体的面积率(%)]-[残余奥氏体的体积率(%)]・・・・(2)

[0093] [Sb的表层富集指数:1.2以上]

[0094] Sb的表层富集指数是极为重要的发明构成要件。通过增加Sb的表层富集指数,也就是说使Sb在表层富集,能够减少酸浸渍环境下的钢中捕获氢量。为了得到这样的效果,将Sb的表层富集指数设为1.2以上。Sb的表层富集指数优选为1.3以上,更优选为1.4以上,进一步优选为1.5以上。应予说明,Sb的表层富集指数的上限没有特别限定,但为了将从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率控制在适当的范围,优选为10.0以下,更优选为8.0以下,进一步优选为6.0以下。

[0095] 这里,Sb的表层富集指数的测定方法如下。

[0096] 通过剪切从高强度钢板中采集沿轧制方向20mm、沿宽度方向20mm的样品。以高强度钢板的表面为测定面,通过辉光放电发射光谱法(Glow Discharge opticalemission Spectrometry:以下,GDS)在背面4mm、高频条件600V且2.8hPa的放电条件下,沿板厚方向分析Sb的强度。测定结果通过测定时间(s)与Sb的强度(a.u.)的图来整理。从测定开始在测定

时间为1.5秒以内的范围求出Sb的极大值和极小值。通过用该极大值除以极小值((Sb的极大值)/(Sb的极小值)),计算Sb的表层富集指数。

[0097] [从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率:0.1000质量%/μm以下(适宜条件)]

[0098] 从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率是实现良好的弯曲性所需的适宜的发明构成要件。通过减少从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率,也就是说,在从钢板表面向钢板内部的C分布中,没有局部高的部分,而是逐渐增加,从而能够实现所希望的弯曲性。为了得到这样的效果,从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率优选为0.1000质量%/μm以下。从钢板表面沿钢厚方向的C浓度的最大增加率更优选为0.0500质量%/μm以下,进一步优选为0.0300质量%/μm以下,最优选为0.0100质量%/μm以下。应予说明,从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率的下限没有特别限定,为了防止TS降低,优选为0.0001质量%/μm以上,更优选为0.0002质量%/μm以上,进一步优选为0.0003质量%/μm以上。

[0099] 这里,从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率的测定方法如下。从高强度钢板中,以平行于钢板的轧制方向的板厚截面(L截面)为观察面的方式切出试样。接着,利用金刚石研磨膏对试样的观察面实施研磨,接着,使用氧化铝实施精研磨。接下来,通过电子束显微分析仪(EPMA;Electron Probe Micro Analyzer)(EPMA—1720HT:(株)岛津制作所制),以钢板的表层为观察位置,在加速电压:15kV、测定区域:厚度60μm×宽度60μm、电子束电流:50nA的条件下测定3个视场的C浓度。应予说明,利用校准曲线法将测定数据转换为C浓度。然后,对于得到的3个视场,将所得的C浓度在从板厚表面向板厚方向每隔5μm的厚度5μm×宽度60μm的区域计算表层~厚度60μm的平均值。接下来,绘制每隔5μm所得的平均C浓度曲线,对于成为最大斜率的值,确定为从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率。

[0100] 应予说明,钢板的钢组织通常在板厚方向上大体呈上下对称。由此,在组织的鉴定、残余奥氏体的体积率、Sb的表层富集指数以及从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率的测定中,以钢板的表面(正面和背面)中任意一个面为代表,例如将钢板的表面(正面和背面)中的任意一个面作为板厚1/4位置等的板厚位置的起点(板厚0位置)即可。以下相同。

[0101] 高强度钢板的板厚没有特别限定,通常可以为0.3mm以上,另外,可以为2.8mm以下。

[0102] [高强度镀覆钢板]

[0103] 本发明的一个实施方式涉及的高强度镀覆钢板具有高强度钢板和在上述高强度钢板的至少单面形成的镀层。镀层的种类没有特别限定,例如可以是热浸镀层、电镀层中的任意一种。另外,镀层也可以是合金化后的镀层。镀层优选为镀锌层。镀锌层可以含有Al、Mg。另外,还优选热浸镀锌—铝—镁合金(Zn—Al—Mg镀层)。在该情况下,优选将Al含量设为1质量%~22质量%、Mg含量设为0.1质量%~10质量%,剩余部分为Zn。另外,在Zn—Al—Mg镀层的情况下,除了Zn、Al、Mg以外,还可以含有合计为1质量%以下的选自Si、Ni、Ce和La中的一种以上。应予说明,镀覆金属没有特别限定,因此除了上述那种镀Zn以外,也可以镀Al等。另外,镀层可以设置在钢板表面的单面,也可以设置在两面。

[0104] 另外,镀层的组成也没有特别限定,通常的组成即可。例如,在热浸镀锌层、合金化

热浸镀锌层的情况下,一般为如下组成:含有Fe:20质量%以下、Al:0.001质量%～1.0质量%,进一步含有合计为0质量%～3.5质量%的选自Pb、Sb、Si、Sn、Mg、Mn、Ni、Cr、Co、Ca、Cu、Li、Ti、Be、Bi、REM中的1种或2种以上,剩余部分由Zn和不可避免的杂质构成。另外,在热浸镀锌层的情况下,镀层中的Fe含量优选小于7质量%。在合金化热浸镀锌层的情况下,镀层中的Fe含量优选为7～20质量%。

[0105] 进而,镀层的每面的镀覆附着量没有特别限定,例如在热浸镀锌层、(热浸镀锌被合金化的)合金化热浸镀锌层的情况下,优选为20g/m^2以上,另外,优选为80g/m^2以下。

[0106] [高强度钢板的制造方法]

[0107] 接着,对一个实施方式涉及的高强度钢板的制造方法进行说明。

[0108] 首先,熔炼具有上述成分组成的钢坯材,然后,制造钢坯。在本发明中,钢坯材的熔炼方法没有特别限定,转炉、电炉等公知的熔炼方法都是适合的。另外,为了防止宏观偏析,优选钢坯(板坯)通过连续铸造法制造,但也可以通过铸锭法、薄板坯铸造法等制造。

[0109] 接下来,在将制造出的1000℃以上的钢坯冷却的工序中,将700℃～1000℃的温度区域的平均冷却速度设为1500℃/hr以下来进行冷却。

[0110] [700℃～1000℃的温度区域的平均冷却速度:1500℃/hr以下]

[0111] 700℃～1000℃的温度区域的平均冷却速度是极为重要的发明构成要件。通过降低700℃～1000℃的温度区域的平均冷却速度,延长该温度区域内的保温时间,能够提高Sb的表层富集指数,减少从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率。为了得到这样的效果,将700℃～1000℃的温度区域的平均冷却速度设为1500℃/hr以下。应予说明,700℃～1000℃的温度区域的平均冷却速度的下限没有特别规定,为了将从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率控制在适当的范围,优选为50℃/hr以上。另外,700℃～1000℃的温度区域的平均冷却速度优选为1000℃/hr以下。应予说明,将这里的钢坯的温度设为钢坯表面的温度。

[0112] 应予说明,钢坯在按照以往方法进行上述冷却后,也可以暂时冷却至室温,然后再次加热,但也可以应用直送扎制等节能工序。直送轧制是在不冷却至室温的情况下,以温片的状态装入加热炉的工序。

[0113] 接下来,将钢坯加热到1150℃以上的板坯加热温度,且将从1100℃到板坯加热温度的停留时间设为20分钟以上。

[0114] [板坯加热温度:1150℃以上]

[0115] 通过将板坯加热温度设为1150℃以上,能够提高Sb的表层富集指数,减少从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率。为了得到这样的效果,将板坯加热温度设为1150℃以上。应予说明,板坯加热温度的上限没有特别规定,为了将从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率控制在适当的范围,板坯加热温度优选为1300℃以下。另外,板坯加热温度优选为1180℃以上。应予说明,板坯加热温度为板坯表面的温度。

[0116] [从1100℃到板坯加热温度的停留时间:20分钟以上]

[0117] 通过将从1100℃到板坯加热温度的停留时间设为20分钟以上,能够提高Sb的表层富集指数,减少从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率。为了得到这样的效果,将从1100℃到板坯加热温度的停留时间设为20分钟以上。应予说明,从1100℃到板坯加热温度的停留时间的上限没有特别规定,为了将从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率控

制在适当的范围,优选设为300分钟以下。另外,从1100℃到板坯加热温度的停留时间优选为30分钟以上。

[0118] 接下来,对钢坯实施热轧,制成热轧板(热轧工序)。首先,将钢坯在通常的条件下通过粗轧制成薄钢片。应予说明,在降低板坯加热温度的情况下,从防止轧制时的不良情况的观点出发,优选在精轧前使用板带加热器(bar heater)等对薄钢片进行加热。另外,精轧温度优选为Ar_3相变点以上。如果使精轧温度过度降低,则导致轧制载荷增大、奥氏体的未再结晶状态下的压下率增大。由此,沿轧制方向伸长的异常组织发达,其结果,有时使退火后得到的钢板的加工性降低。应予说明,Ar_3相变点通过下式(3)求出。

[0119] Ar_3(℃)=868-396×[%C]+24.6×[%Si]-68.1×[%Mn]-36.1×[%Ni]-20.7×[%Cu]-24.8×[%Cr]・・・・(3)

[0120] 应予说明,式(3)中的[%元素符号]表示上述的成分组成中的该元素的含量(质量%)。

[0121] 应予说明,也可以将薄钢片彼此接合而连续地进行精轧。另外,也可以将薄钢片暂时卷取。另外,为了降低轧制时的轧制载荷,也可以将精轧的一部或全部作为润滑轧制。从钢板形状的均匀化、材质的均匀化的观点出发,进行润滑轧制也是有效的。应予说明,润滑轧制时的摩擦系数优选为0.10~0.25的范围。

[0122] 并且,在热轧中,上述精轧中的最初道次的压下率的控制是特别重要的。

[0123] [精轧的最初道次的压下率:20%以上]

[0124] 通过增加精轧的最初道次的压下率,在高温时导入大的应变,能够提高Sb的表层富集指数,减少从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率。为了得到这样的效果,将精轧的最初道次的压下率设为20%以上。应予说明,精轧的最初道次的压下率的上限没有特别规定,但从生产技术上的制约出发,优选为80%以下。另外,精轧的最初道次的压下率优选为30%以上。

[0125] [酸洗后的酸洗板的内部氧化层的表背平均厚度:0.2μm以上]

[0126] 热轧后,对热轧板进行酸洗(酸洗工序)。通过增加酸洗后的酸洗板的内部氧化层的表背平均厚度,能够使热轧时富集在钢板表面的Sb残留,因此能够提高退火板的Sb的表层富集指数。因此,酸洗后的酸洗板的内部氧化层的表背平均厚度设为0.2μm以上。酸洗后的酸洗板的内部氧化层的表背平均厚度优选为0.3μm以上,更优选为0.4μm以上。另外,酸洗后的酸洗板的内部氧化层的表背平均厚度的上限没有特别规定,为了使弯曲性更好,优选为4.0μm以下,更优选为2.5μm以下。应予说明,酸洗时间的下限优选为5秒以上,更优选为10秒以上。酸洗时间的上限优选为200秒以下,更优选为150秒以下。

[0127] 这里,酸洗后的酸洗板的内部氧化层的表背平均厚度的测定方法如下。从酸洗后的钢卷的首尾端且宽度中央部以平行于钢板的轧制方向的板厚截面(L截面)作为观察面的方式切出试样。接下来,利用金刚石研磨膏对试样的观察面实施研磨。接下来,以酸洗板的表面和背面为观察位置,通过SEM以倍率:2000倍观察5个视场。接着,对每张测定的SEM照片的任意3处测定内部氧化层厚度。将这样的评价分别针对酸洗后的钢卷的首尾端的表面和背面测定,测量共计20个视场、60处的内部氧化层厚度,将这些值平均后的值作为酸洗后的酸洗板的内部氧化层的表背平均厚度。

[0128] 应予说明,酸洗后,还可以对热轧钢板实施任意的热处理(热轧板退火)。热处理条

件没有特别限定,可以按照常规方法。

[0129] 接下来,对酸洗板实施冷轧,制成冷轧板。此时,重要的是满足以下的条件。

[0130] [冷轧的累计压下率:20%~90%]

[0131] 通过将冷轧的累计压下率设为20%以上,能够提高退火时Sb的表层富集指数,减少从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率。另一方面,如果冷轧的累计压下率超过90%,则在退火时的温度下生成的奥氏体的量增多,退火中的来自钢板表层的C脱离不进行。由此,从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率增加,无法实现所希望的弯曲性。另外,如果累计压下率超过90%,则存在残余奥氏体的面积率超过20%的可能性。因此,使冷轧的累计压下率为20%~90%。冷轧的累计压下率优选为25%以上,更优选为27%以上。冷轧的累计压下率优选为75%以下,更优选为70%以下,进一步优选为60%以下。应予说明,由于均匀且高效地导入应变,可以得到均匀的组织,因此优选通过串联式的多机架轧制或可逆轧制等需要2道次以上的道次数的多道次轧制实施冷轧。

[0132] 应予说明,对于轧制道次的次数和各道次的压下率,没有特别限定,按照常规方法即可。

[0133] [退火工序]

[0134] 对如上所述得到的冷轧板进行退火(退火工序)。此时,重要的是满足以下的条件。

[0135] [250℃~700℃的温度区域的平均加热速度:100℃/s以下]

[0136] 通过降低250℃~700℃的温度区域的平均加热速度,能够提高Sb的表层富集指数,减少从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率。因此,250℃~700℃的温度区域的平均加热速度设为100℃/s以下。250℃~700℃的温度区域的平均加热速度优选为80℃/s以下,更优选为60℃/s以下。另外,250℃~700℃的温度区域的平均加热速度的下限没有特别规定,但为了使TS更合适,优选为5℃/s以上,更优选为10℃/s以上。

[0137] [750℃以上加热温度以下的停留时间:10s以上]

[0138] 通过延长750℃以上加热温度以下的停留时间,能够提高Sb的表层富集指数,减少从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率。为了得到这样的效果,将750℃以上加热温度以下的停留时间设为10s以上。应予说明,750℃以上加热温度以下的停留时间的上限没有特别规定,为了使TS更合适,优选为500s以下。750℃以上加热温度以下的停留时间优选为20s以上,更优选为30s以上。750℃以上加热温度以下的停留时间更优选为300s以下。

[0139] [加热温度:780℃以上]

[0140] 加热温度(退火温度)小于780℃时,成为在铁素体与奥氏体双相区的退火处理,因此退火后含有大量的铁素体,难以实现所希望的YR。另外,无法提高Sb的表层富集指数。因此,加热温度设为780℃以上。应予说明,加热温度的上限没有特别规定,但退火时生成的奥氏体的量增多,退火中的从钢板表层的C脱离难以进行。由此,从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率增加,弯曲性降低,因此优选为980℃以下。加热温度优选为790℃以上,更优选为800℃以上。另外,加热温度更优选为950℃以下。应予说明,加热温度以钢板表面的温度为基准来测定。

[0141] 应予说明,加热温度下的保温时间没有特别限定,优选为10s~600s。

[0142] [750℃以上加热温度以下的气氛的氧浓度:0.5体积%~5.0体积%(适宜条件)]

[0143] 退火时通过使750℃以上加热温度以下的氧浓度提升,通过空气中的氧进行脱碳,

能够进一步减少从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率。为了得到这样的效果,750℃以上加热温度以下的氧浓度优选为0.5体积%以上,更优选为1.0体积%以上,进一步优选为1.5体积%以上。另一方面,随着750℃以上加热温度以下的氧浓度的增加,从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率减少,TS降低,因此,750℃以上加热温度以下的氧浓度优选为5.0体积%以下,更优选为4.5体积%以下,进一步优选为4.0体积%以下。应予说明,上述750℃以上加热温度以下的温度以钢板表面温度为基准。即,当钢板表面温度为上述750℃以上加热温度以下时,将氧浓度调整至上述范围。

[0144] [750℃以上加热温度以下的气氛的露点:－35℃以上(适宜条件)]

[0145] 退火时通过使750℃以上加热温度以下的气氛的露点提升,通过空气中的水分进行脱碳,能够进一步减少从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率。为了得到这样的效果,750℃以上加热温度以下的露点优选为－35℃以上,更优选为－30℃以上,进一步优选为－25℃以上。应予说明,750℃以上加热温度以下的气氛的露点的上限没有特别规定,但由于从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率减少,TS降低,因此750℃以上加热温度以下的气氛的露点优选为15℃以下,更优选为5℃以下。应予说明,上述750℃以上加热温度以下的温度以钢板表面温度为基准。即,当钢板表面温度为上述750℃以上加热温度以下时,将露点调整为上述范围。

[0146] [冷却工序]

[0147] 退火工序后任意地冷却冷轧板(冷却工序)。加热温度以下且400℃以上的平均冷却速度没有特别限定,但优选为5℃/s～30℃/s。另外,在加热温度以下、400℃以上的温度区域,也可以暂时冷却高强度钢板,再次提升钢板温度。应予说明,在本发明中,所谓的“冷却停止温度”是指在冷却工序中首次低于400℃后停止了冷却速度、保温温度的管理的温度。

[0148] [250℃～400℃的温度区域的平均冷却速度:1.0℃/s以上(适宜条件)]

[0149] 250℃～400℃的温度区域的平均冷却速度优选为1.0℃/s以上,更优选为2.0℃/s以上,进一步优选为3.0℃/s以上。如果250℃～400℃的温度区域的平均冷却速度为1.0℃/s以上,则能够进一步减少退火后含有的贝氏体铁素体的量,进一步提高YR和弯曲性。应予说明,250℃～400℃的温度区域的平均冷却速度的上限没有特别规定,从生产技术上的制约出发,优选为100.0℃/s以下,更优选为80.0℃/s以下。当冷却停止温度超过250℃时,平均冷却速度为冷却停止温度以上400℃以下的温度区域的值。应予说明,平均冷却速度以钢板表面的温度为基准来测定。

[0150] 应予说明,作为250℃～400℃的温度区域的冷却方法,可以应用气体喷射冷却、水雾冷却、水冷和空冷等。

[0151] [冷却工序中的保温温度:100℃～450℃(适宜条件)]

[0152] 在冷却工序中,优选在100℃～450℃的温度区域的保温温度下保温5s以上。通过使温度区域为上述范围内,对高强度钢板实施保温,能够使YR和弯曲性在更合适的范围内。另外,能够进一步减少贝氏体铁素体的面积率,进一步提高TS。冷却工序中的保温温度更优选为150℃以上,进一步优选为200℃以上。另外,冷却工序中的保温温度更优选为400℃以下,进一步优选为350℃以下。应予说明,冷却工序中的温度以钢板表面温度为基准。

[0153] [冷却工序中的保温时间:5s以上(适宜条件)]

[0154] 通过在冷却工序中的保温温度下进行保温,能够使YR和弯曲性在更合适的范围内。为了得到这样的效果,冷却工序中的保温温度下的保温时间优选为5s以上,更优选为10s以上,进一步优选为15s以上。应予说明,冷却工序中的保温温度下的保温时间的上限没有特别规定,为了使TS在更合适的范围内,冷却工序中的保温温度下的保温时间优选为500s以下,更优选为250s以下。

[0155] [冷却停止温度:250℃以下(适宜条件)]

[0156] 在上述冷却工序中,冷却停止温度优选为250℃以下,更优选为200℃以下。如果冷却停止温度为250℃以下,则能够防止退火后产生大量的残余奥氏体,能够进一步提高弯曲性。应予说明,冷却停止温度的下限没有特别规定,从生产率的观点出发,优选为室温以上。另外,冷却停止速度以钢板表面的温度为基准来测定。

[0157] 应予说明,在冷却停止温度小于250℃的情况下,从250℃到冷却停止温度的平均冷却速度没有特别规定,但为了进一步提高TS,从250℃到冷却停止温度的平均冷却速度优选为1℃/s以上,更优选为2℃/s以上。另一方面,从生产技术上的制约出发,从250℃到冷却停止温度的平均冷却速度优选为1000℃/s以下,更优选为150℃/s以下。

[0158] 应予说明,也可以将冷轧板从冷却停止温度冷却到室温。从冷却停止温度到室温的平均冷却速度没有特别限定,可以通过任意的方法冷却至室温。作为冷却方法,可以应用气体喷射冷却、水雾冷却、水冷和空冷等。

[0159] 可以将如上实施了退火的高强度钢板冷却至冷却停止温度后,进行轧制。轧制的伸长率优选为0.05%以上,更优选为0.10%以上。通过将冷却至冷却停止温度后实施的轧制的伸长率设为0.05%以上,能够将YR控制在所希望的范围。另外,轧制的伸长率优选为2.00%以下,更优选为1.00%以下。通过将冷却至冷却停止温度后的轧制的伸长率设为2.00%以下,能够使残余奥氏体的体积率在更合适的范围内,能够使弯曲性和腐蚀环境下的剪切端面的损伤度为更合适的范围。

[0160] 冷却至冷却停止温度后的轧制可以在与上述连续退火装置连续的装置上(在线)进行,也可以通过与上述连续退火装置不连续的装置上(离线)进行。另外,可以通过一次轧制实现目标伸长率,或者进行多次轧制,实现合计为0.05%~2.00%的伸长率。应予说明,这里记载的轧制通常是指调质轧制,但只要是能够施加与调质轧制同等的伸长率,也可以是使用利用张力矫直机、辊等反复折弯等进行加工的方法。

[0161] [再加热工序]

[0162] [再加热温度:(冷却停止温度+50℃)以上450℃以下(适宜条件)]

[0163] 可以在冷却至冷却停止温度后,或者在冷却到冷却停止温度后进一步进行轧制后,对高强度钢板实施再加热(再加热工序)。应予说明,在冷却工序中进行保温的情况下,不进行再加热工序。通过对高强度钢板实施再加热,能够使YR和弯曲性在更合适的范围内。为了得到这样的效果,再加热温度优选为(冷却停止温度+50℃)以上,更优选为(冷却停止温度+100℃)以上,进一步优选为(冷却停止温度+150℃)以上。另一方面,随着再加热温度的提升,进行马氏体的回火,TS降低,因此再加热温度优选为450℃以下,更优选为400℃以下,进一步优选为380℃以下。应予说明,上述再加热温度以钢板表面温度为基准。

[0164] [再加热温度下的保温时间:5s以上(适宜条件)]

[0165] 通过在再加热温度下进行保温,能够使YR和弯曲性在更合适的范围内。为了得到

这样的效果,再加热温度下的保温时间优选为5s以上,更优选为10s以上,进一步优选为15s以上。应予说明,再加热温度下的保温时间的上限没有特别规定,但为了使TS在更合适的范围内,再加热温度下的保温时间优选为500s以下,更优选为250s以下。

[0166] 应予说明,从再加热温度到室温的冷却速度没有特别限定,可以通过任意的方法冷却至室温。作为冷却方法,可以应用气体喷射冷却、水雾冷却、水冷和空冷等。

[0167] 应予说明,在以高强度钢板作为处理对象时,通常在冷却至室温后作为处理对象。

[0168] [高强度镀覆钢板的制造方法]

[0169] 接着,对本发明的一个实施方式涉及的高强度镀覆钢板的制造方法进行说明。本发明的一个实施方式涉及的高强度镀覆钢板的制造方法具有上述高强度钢板的制造方法以及在退火工序后至少在冷轧板的单面形成镀层的工序(镀覆处理)。例如,作为镀覆处理,可以例示热浸镀锌处理、在热浸镀锌后进行合金化的处理。另外,也可以在一条生产线上连续地进行退火和镀锌。此外,也可以通过电镀Zn—Ni合金等电镀来形成镀层,或者也可以实施热浸镀锌—铝—镁合金。应予说明,上述以镀锌的情况为中心进行了说明,但镀Zn、镀Al等镀覆金属的种类没有特别限定。

[0170] 应予说明,在实施热浸镀锌处理时,优选将高强度钢板浸渍于440℃~500℃的镀锌浴中实施热浸镀锌处理后,通过气体擦拭等调整镀覆附着量。热浸镀锌中优选使用Al量为0.10质量%~0.23质量%的镀锌浴。另外,在热浸镀锌后,实施镀锌的合金化处理时的温度区域优选为470℃~600℃,更优选为470℃~560℃。通过在470℃以上进行合金化处理,能够使Zn—Fe合金化速度更合适,生产率更合适。另外,通过在600℃以下进行合金化处理,防止未相变奥氏体相变为珠光体,TS更合适。另外,也可以实施电镀锌处理。另外,镀覆附着量每单面优选为20~80g/m^2(双面镀覆),合金化热浸镀锌钢板(GA)优选通过实施下述合金化处理使镀层中的Fe浓度为7~15质量%。

[0171] 应予说明,关于镀覆处理,可以在上述退火工序后,不冷却高强度钢板而在加热温度以下、400℃以上的温度区域实施处理,或者也可以将冷轧钢板暂时冷却到小于400℃,并再次将钢板温度提升到400℃以上,然后实施镀覆处理。

[0172] 可以对实施了上述镀覆处理后的高强度钢板实施轧制。轧制的伸长率优选为0.05%以上,更优选为0.10%以上。通过将镀覆处理后实施的轧制的伸长率设为0.05%以上,能够将YR控制在所希望的范围。另外,轧制的伸长率优选为2.00%以下,更优选为1.00%以下。通过将镀覆处理中的轧制的伸长率设为2.00%以下,能够使残余奥氏体的体积率在更合适的范围内,能够使弯曲性和腐蚀环境下的剪切端面的损伤度为更合适的范围。

[0173] 镀覆处理后的轧制可以在与上述连续退火装置连续的装置上(在线上)进行,也可以通过与上述连续退火装置不连续的装置上(离线)进行。另外,可以通过一次轧制实现目标伸长率,或者进行多次轧制,实现合计为0.05%~2.00%的伸长率。应予说明,这里记载的轧制通常是指调质轧制,但只要是能够施加与调质轧制同等的伸长率,也可以是使用利用张力矫直机、辊等反复折弯等进行加工的方法。另外,也可以在镀覆处理后的轧制后实施再加热处理。

[0174] 其他制造方法的条件没有特别限定,从生产率的观点出发,上述的退火、热浸镀锌、镀锌的合金化处理等一系列处理优选在作为热浸镀锌生产线的CGL(Continuous

Galvanizing Line)中进行。在热浸镀锌后可以进行擦拭以调整镀覆量。应予说明,上述条件以外的镀覆等的条件按照热浸镀锌的常规方法。

[0175] 应予说明,在以高强度镀覆钢板作为处理对象上,通常在冷却至室温后作为处理对象。

[0176] 应予说明,上述条件以外的制造条件可以按照常规方法。

[0177] [部件]

[0178] 接着,对本发明的一个实施方式涉及的部件进行说明。

[0179] 本发明的一个实施方式涉及的部件是使用上述本发明的一个实施方式涉及的高强度钢板或高强度镀覆钢板而成的部件。本发明的一个实施方式涉及的部件是例如将上述本发明的一个实施方式涉及的高强度钢板通过冲压加工等成型为目标形状的部件。本发明的一个实施方式涉及的部件优选为汽车的骨架结构部件用或汽车的加强部件用的部件。

[0180] 这里,本发明的一个实施方式涉及的高强度钢板是一种YR和弯曲性优异且在酸浸渍环境下的钢中捕获氢量减少的高强度钢板。因此,本发明的一个实施方式涉及的部件能够有助于车身的轻量化,因此,能够特别适合用于汽车的骨架结构部件用或汽车的加强部件用的所有部件。

[0181] 实施例

[0182] 将具有表1所示的成分组成且剩余部分由Fe和不可避免的杂质构成的钢在转炉中熔炼,通过连续铸造法制成板坯。将1000℃以上的钢坯冷却至室温后,进行加热,然后,进行热轧制成热轧板。对热轧板实施酸洗处理后,实施冷轧,制成冷轧板。然后,对冷轧板进行退火。表2中示出铸造后的冷却条件、热轧条件、酸洗条件、冷轧条件、退火条件。

[0183]

表1

钢种	成分组成（质量%）																										备注
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	O	Sb	Ti	Nb	V	Ta	W	B	Cr	Mo	Ni	Co	Cu	Sn	Ca	Mg	REM	Zr	Te	Hf	Bi	
A	0.198	0.93	2.98	0.011	0.0017	0.032	0.0035	0.0006	0.014	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	适合钢
B	0.291	0.03	2.74	0.033	0.0049	0.040	0.0038	0.0009	0.008	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	适合钢
C	0.107	0.28	2.47	0.013	0.0042	0.028	0.0043	0.0013	0.030	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	适合钢
D	0.352	0.96	2.90	0.039	0.0033	0.040	0.0049	0.0009	0.016	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	适合钢
E	0.044	0.27	2.88	0.015	0.0005	0.040	0.0031	0.0006	0.026	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	适合钢
F	0.025	1.07	2.34	0.047	0.0010	0.048	0.0041	0.0007	0.029	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	比较钢
G	0.167	2.68	1.72	0.005	0.0024	0.047	0.0027	0.0009	0.007	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	适合钢
H	0.187	0.77	0.07	0.031	0.0005	0.048	0.0045	0.0004	0.005	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	比较钢
I	0.177	0.85	5.14	0.037	0.0047	0.034	0.0046	0.0010	0.006	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	适合钢
J	0.189	0.95	2.37	0.047	0.0008	0.031	0.0043	0.0006	0.001	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	比较钢
K	0.169	0.83	1.93	0.027	0.0016	0.044	0.0042	0.0009	0.241	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	适合钢
L	0.187	1.40	2.78	0.017	0.0017	0.047	0.0033	0.0013	0.026	0.027	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	适合钢
M	0.164	0.70	2.83	0.045	0.0049	0.020	0.0030	0.0012	0.026	–	0.013	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	适合钢
N	0.172	0.33	2.56	0.021	0.0005	0.036	0.0027	0.0006	0.019	–	–	0.012	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	适合钢
O	0.188	1.04	2.48	0.044	0.0019	0.039	0.0036	0.0004	0.024	–	–	–	0.016	0.09	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	适合钢
P	0.280	0.72	3.01	0.021	0.0042	0.033	0.0033	0.0013	0.019	–	0.016	–	0.037	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	适合钢
Q	0.216	0.37	3.07	0.007	0.0002	0.037	0.0044	0.0005	0.010	0.036	–	–	–	–	0.0031	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	适合钢
R	0.227	0.73	2.95	0.022	0.0043	0.043	0.0047	0.0009	0.007	–	–	–	–	–	–	0.30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	适合钢
S	0.212	0.38	3.27	0.047	0.0039	0.029	0.0043	0.0011	0.016	–	–	–	–	–	–	–	0.08	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	适合钢
T	0.226	0.39	3.02	0.036	0.0042	0.043	0.0030	0.0010	0.029	–	–	–	–	–	–	–	–	0.16	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	适合钢
U	0.183	0.41	2.74	0.009	0.0019	0.036	0.0036	0.0008	0.046	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.007	–	–	–	–	–	–	–	–	–	适合钢
V	0.188	0.11	2.95	0.018	0.0021	0.044	0.0040	0.0004	0.003	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.13	–	–	–	–	–	–	–	–	适合钢
W	0.136	0.77	2.80	0.004	0.0010	0.044	0.0034	0.0004	0.020	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.026	–	–	–	–	–	–	–	适合钢
X	0.186	0.75	2.90	0.013	0.0036	0.027	0.0032	0.0006	0.013	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.0008	–	–	–	–	–	–	适合钢
Y	0.178	0.83	3.01	0.014	0.0009	0.045	0.0042	0.0011	0.008	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.0004	0.0012	–	–	–	–	适合钢
Z	0.078	0.40	2.44	0.009	0.0043	0.043	0.0049	0.0013	0.028	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.050	–	–	–	适合钢
a	0.167	0.34	2.87	0.040	0.0039	0.030	0.0046	0.0004	0.018	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.004	0.05	0.009	适合钢
b	0.198	3.12	3.10	0.009	0.0019	0.048	0.0040	0.0010	0.031	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	比较钢

下划线部分：表示在本发明的范围外。

[0184]

表2

No.	钢种	铸造后的冷却条件	热轧工序			酸洗工序		冷轧工序	退火工序				冷却工序			再加热工序		表面处理条件	备注
		700~1000℃下的平均冷却速度（℃/hr）	板坯加热温度（℃）	从1100℃到加热温度的停留时间（min）	精轧的最后道次的压下率（%）	酸洗时间（s）	内部氧化物层的表面平均厚度（μm）	累计压下率（%）	250~700℃下的平均加热速度（℃/s）	750℃~加热温度的停留时间（s）	加热温度（℃）	750℃~加热温度下的氧浓度（体积%）	750℃~加热温度下的露点（℃）	250~400℃下的平均冷却速度（℃/s）	保温温度（℃）	保温时间（s）	冷却停止温度（℃）	再加热温度（℃）	再加热温度下的保温时间（s）	种类	备注
1	A	300	1200	40	40	33	1.8	50	20	30	840	2.0	-17	14.7	-	-	50	350	50	GH	发明例
2	A	500	1200	40	50	33	1.8	50	20	30	840	2.0	-17	14.7	300	70	-	-	-	CR	发明例
3	A	500	1200	40	50	78	0.7	50	20	30	840	2.0	-17	14.7	150	120	-	-	-	CR	发明例
4	B	1000	1250	50	60	39	1.6	40	40	100	850	2.5	-11	9.8	-	-	80	250	100	GA	发明例
5	C	300	1250	50	40	52	1.3	45	20	60	830	3.0	-13	5.0	-	-	室温	300	80	GA	发明例
6	C	300	1250	50	40	59	1.1	45	20	60	830	3.0	-13	5.0	350	60	-	-	-	GA	发明例
7	C	300	1250	50	40	39	1.7	45	20	60	830	3.0	-13	5.0	200	100	-	-	-	GA	发明例
8	C	2000	1250	50	40	59	1.1	45	20	60	830	2.0	-13	5.0	-	-	室温	300	60	GA	比较例
9	C	300	1060	50	40	67	0.8	45	20	60	830	2.0	-13	5.0	-	-	室温	300	60	GA	比较例
10	C	300	1250	5	40	94	0.5	45	20	60	870	2.0	-13	5.0	-	-	室温	300	60	GA	比较例
11	C	300	1250	50	10	39	1.6	45	20	60	890	2.0	13	5.0	-	-	室温	300	60	GA	比较例
12	C	300	1250	50	40	936	0.1	45	20	60	890	2.0	-13	5.0	-	-	室温	300	60	GA	比较例
13	C	300	1250	50	40	39	1.7	10	20	60	830	2.0	-13	5.0	-	-	室温	300	60	GA	比较例
14	C	300	1250	50	40	78	0.7	85	20	60	890	2.0	13	5.0	-	-	室温	300	60	GA	发明例
15	C	300	1250	50	40	59	1.0	45	120	60	890	2.0	-13	5.0	-	-	室温	300	60	GA	比较例
16	C	300	1250	50	40	52	1.2	45	20	5	890	2.0	-13	5.0	-	-	室温	300	60	GA	比较例
17	C	300	1250	50	40	47	1.4	45	20	60	250	2.0	13	5.0	-	-	室温	300	60	GA	比较例
18	C	300	1200	50	40	59	1.0	45	20	60	890	2.0	-13	0.5	-	-	室温	300	60	GA	发明例
19	C	300	1200	50	40	67	0.8	45	20	60	890	2.0	-13	5.0	-	-	室温	300	60	GA	发明例
20	D	100	1200	40	60	33	1.9	65	18	90	800	1.5	-5	9.8	-	-	室温	250	100	GA	发明例
21	E	200	1250	50	45	29	2.1	60	5	60	780	3.0	-25	20.4	-	-	室温	250	100	GA	发明例
22	E	300	1250	50	45	47	1.5	55	18	60	800	3.0	-13	3.0	-	-	50	200	90	GA	比较例
23	G	300	1250	50	45	94	0.5	55	18	60	809	3.0	-13	3.0	-	-	50	200	90	GA	发明例
24	H	300	1250	50	45	29	2.0	55	18	60	800	3.0	-13	3.0	-	-	50	200	90	GA	比较例
25	I	300	1250	50	45	59	1.0	55	18	60	809	3.0	-13	3.0	-	-	50	200	90	GA	发明例
26	J	300	1200	50	45	33	1.9	55	18	60	809	3.0	-13	3.0	-	-	50	200	90	GA	比较例
27	K	300	1250	50	45	78	0.6	55	18	60	809	3.0	-13	3.0	-	-	50	200	90	GA	发明例
28	L	300	1250	50	30	156	0.2	50	60	100	809	2.0	-19	8.7	-	-	室温	300	50	GA	发明例
29	M	300	1200	40	30	94	0.5	50	16	100	830	1.5	-25	10.1	-	-	50	250	50	EG	发明例
30	N	500	1200	40	30	23	2.3	50	23	100	825	2.0	-16	15.1	-	-	室温	300	100	GA	发明例
31	O	500	1200	100	30	33	1.8	50	16	30	830	3.0	-16	10.3	-	-	80	250	100	GA	发明例
32	P	200	1200	40	30	67	0.8	50	24	30	840	2.5	-16	20.8	-	-	室温	250	100	GA	发明例
33	Q	100	1150	40	30	33	1.9	50	15	30	850	4.0	-38	14.5	-	-	80	300	50	GA	发明例
34	R	300	1200	100	30	33	1.9	70	14	200	830	3.0	-25	15.2	-	-	100	300	100	GA	发明例
35	S	300	1150	20	40	33	1.6	55	14	60	870	2.0	-24	30.3	-	-	50	250	100	GA	发明例
36	T	1500	1150	40	40	29	2.0	20	25	80	830	3.5	-13	5.9	-	-	50	250	100	GA	发明例
37	U	300	1200	100	40	59	1.1	55	10	60	900	3.0	-15	7.9	-	-	50	350	30	CR	发明例
38	V	100	1200	50	40	29	2.1	35	26	100	900	2.5	-23	8.4	-	-	50	250	100	GH	发明例
39	W	500	1150	50	20	52	1.3	50	31	60	850	2.0	-15	3.1	-	-	150	250	100	GA	发明例
40	X	300	1250	40	40	67	0.8	55	27	60	920	3.0	-16	10.1	-	-	50	250	100	GA	发明例
41	Y	300	1300	50	30	33	1.9	55	34	60	880	2.5	-16	15.1	-	-	50	450	5	GI	发明例
42	Z	200	1250	100	40	94	0.5	50	27	100	800	1.0	-16	10.3	-	-	250	250	100	GA	发明例
43	a	300	1250	100	30	23	2.2	75	27	100	830	2.0	-10	10.3	-	-	50	250	100	GA	发明例
44	b	500	1200	40	50	33	1.8	50	20	30	840	2.3	-17	14.7	-	-	50	350	50	GA	比较例
45	A	500	1200	40	50	33	1.8	50	20	30	840	2.3	-17	14.7	300	3	-	-	-	CR	发明例

下划线部分：表示在本发明的范围外。

[0185] 接下来，在表2所示的条件下冷却冷轧板，在一部分例子中，进一步实施保温或再加热，得到高强度冷轧钢板(CR，未镀覆钢板)。进而，在一部分例子中实施镀覆处理，得到热浸镀锌钢板(GI)、合金化热浸镀锌钢板(GA)或电镀锌钢板(EG)中的任意一种。在得到EG的例子中，在冷轧板的冷却和再加热后(即，得到CR后)实施电镀锌处理。在得到GI和GA的例子

中,在退火后进行镀覆处理,然后进行冷却和再加热。应予说明,在表2中,冷却工序中的保温条件或再加热条件为“-”的例子是指不进行该处理。另外,在表2中,冷却停止温度为“-”的例子是指在保温后进行冷却,但不管理冷却停止温度。另外,冷却停止温度非室温的例子中,在到达表2所示的冷却停止温度后立即进行再加热处理。

[0186] 对于热浸镀锌浴,GI时使用含有Al:0.14~0.19质量%的锌浴,GA时使用含有Al:0.14质量%的锌浴,浴温为470℃。对于镀覆附着量,GI时,每单面为45~72g/m^2(双面镀覆)左右,GA时,每单面为45g/m^2(双面镀覆)左右。另外,GA时,镀层中的Fe浓度设为9质量%~12质量%EG时,镀层设为Zn—Ni镀层,镀层中的Ni含量设为9质量%~25质量%。EG的镀覆附着量每单面设为15g/m^2~100g/m^2(双面镀覆)。

[0187] 将如上所得的高强度冷轧钢板和高强度镀覆钢板作为供试钢,按照上述方法,求出马氏体和铁素体的面积率、残余奥氏体的体积率、Sb的表层富集指数、以及从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率。另外,关于剩余部分组织,按照以下所述的方法进行观察。在以平行于钢板的轧制方向的板厚截面(L截面)为观察面的方式切出试样后,使用金刚石研磨膏对观察面进行镜面研磨,然后,使用胶体二氧化硅进行精研磨,进而,使用3vol.%硝酸乙醇进行蚀刻,使组织显现。在加速电压为15kV的条件下,使用SEM,以钢板的板厚1/4位置为观察位置,在5000倍的倍率下在17μm×23μm的视场范围观察3个视场。从得到的组织图像中将碳化物识别为剩余部分组织。将其结果示于表3。

[0188] 进而,按照以下试验方法,评价拉伸特性、弯曲性和酸浸渍环境下的钢中捕获氢量,将结果示于表3。

[0189] [拉伸试验]

[0190] 拉伸试验依据JIS Z 2241:2021进行。从得到的钢板上以相对于钢板的轧制方向为直角方向的方式采集JIS5号试片,在十字头速度为1.67×10^{-1}mm/s的条件下进行拉伸试验,测定YS和TS。应予说明,在本发明中,将屈服比(YR)为65%以上的情况判断为良好。应予说明,YR按照上式(1)所述的计算方法计算。

[0191] [弯曲试验]

[0192] 弯曲试验依据JIS Z 2248:2022进行。从得到的钢板上以平行于钢板的轧制方向的方向作为弯曲试验的轴向的方式采集宽度为30mm、长度为100mm的条状试片。然后,在压入载荷为100kN、按压保持时间为5秒的条件下,进行90°V弯曲试验。应予说明,在本发明中,弯曲性用弯曲试验的合格率来评价,用弯曲半径(R)除以板厚(t)而得的值R/t为5以下的最大的R(例如,板厚为1.2mm时,弯曲半径为6.0mm),实施5个样品的弯曲试验,接下来,评价弯曲顶点的棱线部有无龟裂产生,将5个样品均无裂纹的情况评价为弯曲性“优异”。另外,5个样品中的一个以上的样品产生小于200μm的微小裂纹的情况判断为弯曲性“良好”。进而,5个样品中一个以上的样品产生200μm以上的微小裂纹的情况下判断为弯曲性“差”。这里,有无龟裂产生是通过使用数码显微镜(RH—2000:HiROX株式会社制)以40倍的倍率测定弯曲顶点的棱线部来评价的。

[0193] [酸浸渍环境下的钢中捕获氢量]

[0194] 利用曲柄压力机从得到的钢板上以母材钢板的轧制直角方向为剪切分离面的方式剪切并采集宽度(轧制直角方向):75mm、长度(轧制方向):18mm的条状试片。应予说明,曲柄压力机的剪切条件设为剪切角:0.5度且间隙:10%。接下来,对曲柄压力机的剪切时的脱

落侧进行2mm研磨加工,制成宽度:75mm、长度:16mm的条状试片。接下来,将0.1重量%硫氰酸铵水溶液与McIlvaine缓冲液(pH4.0)分别浸渍于各混合50体积%的溶液中96小时,然后取出并浸渍于液氮。接下来,从钢板中央采集2片宽度:30mm、长度:8mm的条状试片后,一边适当地浸渍于液氮一边用搅拌机除锈,以使钢板温度不在室温以上,将2片集中地通过升温脱离分析法测定加热试片时从试片释放的氢量。具体而言,将试片在升温速度:200℃/hr的条件下从室温加热到升温到达温度:300℃,然后冷却至室温。此时,测定加热时从室温到200℃的温度区域中由试片释放的累计氢量(以下,也称累计释放氢量)。氢量的测定使用钢材氢测定系统(JTF－20AL,J－Science Lab株式会社制)。然后,根据下式(4)计算酸浸渍环境下的钢中捕获氢量。

[0195] [酸浸渍环境下的捕获氢量(质量ppm)]＝[累计释放氢量(g)]÷[试片的质量(g)]$\times 10^{6}$・・・・(4)

[0196] 另外,若室温在10～25℃的范围内,则对酸浸渍环境下的钢中捕获氢量的测定没有特别的影响。其中,室温在10～25℃的范围外的情况下,将25℃作为室温的代表温度,测定从25℃到200℃的温度区域的来自试片的目标累计释放氢量。

[0197] 表3

[0198]

No.	钢种	M的面积率 (%)	α的面积率 (%)	残余γ的体积率 (%)	剩余部分组织	Sb的表层富集指数	从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率（质量%/μm）	YS (MPa)	TS (MPa)	YR (%)	弯曲性	酸浸渍环境下的钢中捕获氢量 (wt.ppm)	备注
1	A	90	5	3.3	θ	2.7	0.0053	1255	1549	81	优	2.96	发明例
2	A	86	6	3.9	θ	2.2	0.0070	1116	1488	75	优	1.03	发明例
3	A	86	8	2.1	θ	2.2	0.0046	1119	1554	72	优	1.10	发明例
4	B	85	7	3.8	θ	2.7	0.0089	904	1256	72	优	2.44	发明例
5	C	84	8	5.5	θ	1.6	0.0073	1018	1257	81	优	0.69	发明例
6	C	86	6	5.6	θ	2.0	0.0021	858	1208	71	优	1.83	发明例
7	C	86	5	5.4	θ	2.0	0.0067	1040	1223	85	优	1.19	发明例
8	C	82	10	4.8	θ	1.1	0.1174	1145	1301	88	差	6.64	比较例
9	C	88	5	5.0	θ	1.1	0.1170	862	1287	67	差	6.38	比较例
10	C	85	7	5.4	θ	1.1	0.1184	984	1312	75	差	5.71	比较例
11	C	90	0	5.2	θ	1.1	0.1140	1138	1293	88	差	5.43	比较例
12	C	83	7	5.0	θ	1.1	0.0008	873	1196	73	优	5.33	比较例
13	C	87	4	5.3	θ	1.1	0.1123	1182	1313	90	差	5.85	比较例
14	C	74	4	16.3	θ	2.4	0.1073	926	1203	77	差	4.54	发明例
15	C	86	7	5.1	θ	1.1	0.1190	1152	1309	88	差	5.88	比较例
16	C	85	7	5.9	θ	1.1	0.1177	904	1291	70	差	5.43	比较例
17	C	19	75	4.6	θ	1.1	0.0051	701	1113	63	差	5.74	比较例
18	C	30	61	5.8	θ	2.7	0.0056	769	1165	66	良	1.53	发明例
19	C	81	7	7.7	θ	3.1	0.0053	841	1294	65	良	1.41	发明例
20	D	95	0	16.3	θ	3.2	0.0039	1759	2022	87	差	4.22	发明例
21	E	51	42	5.8	θ	2.9	0.0061	709	1042	68	优	0.64	发明例
22	F	18	78	2.0	θ	1.5	0.0071	509	796	64	差	2.66	比较例
23	G	71	5	16.9	θ	1.8	0.0037	1273	1572	81	差	4.83	发明例
24	H	9	87	1.4	θ	3.2	0.0026	400	635	63	差	2.98	比较例
25	I	89	4	3.1	θ	2.0	0.1082	1319	1516	87	差	3.74	发明例
26	J	92	2	2.5	θ	1.0	0.0002	997	1445	69	优	5.96	比较例
27	K	91	3	2.5	θ	18.5	0.1086	1307	1538	85	差	3.55	发明例
28	L	89	4	3.4	θ	2.0	0.0088	1139	1560	73	优	1.03	发明例
29	M	90	1	5.6	θ	1.8	0.0087	1023	1382	74	优	1.30	发明例
30	N	89	2	3.7	θ	1.9	0.0017	1221	1545	79	优	1.70	发明例
31	O	88	3	5.4	θ	1.5	0.0020	1171	1331	88	优	2.78	发明例
32	P	88	5	2.0	θ	1.5	0.0074	1576	1833	86	优	1.38	发明例
33	Q	93	1	2.5	θ	2.9	0.0400	1352	1536	88	良	1.87	发明例
34	R	92	1	3.5	θ	2.8	0.0030	1643	1826	90	优	0.72	发明例
35	S	89	3	4.0	θ	2.2	0.0040	1406	1802	78	优	1.22	发明例
36	T	91	3	2.7	θ	1.4	0.0050	1359	1861	73	优	0.70	发明例
37	U	89	4	3.3	θ	4.4	0.0080	1248	1541	81	优	0.69	发明例
38	V	90	3	3.2	θ	2.7	0.0007	1237	1546	80	优	1.77	发明例
39	W	85	6	5.2	θ	2.2	0.0031	1160	1381	84	优	1.69	发明例
40	X	89	4	2.7	θ	3.3	0.0033	1212	1515	80	优	1.29	发明例
41	Y	93	0	2.4	θ	3.2	0.0086	1066	1545	69	优	2.89	发明例
42	Z	60	34	4.7	θ	3.4	0.0082	789	1143	69	良	1.54	发明例
43	a	87	5	3.7	θ	2.8	0.0054	1121	1536	73	优	0.99	发明例
44	b	50	28	21.2	θ	2.7	0.0053	1151	1621	71	差	5.88	比较例
45	A	88	6	3.7	θ	2.2	0.0070	1027	1488	69	良	1.03	发明例

[0199] 下划线部分:表示在本发明的范围外。

[0200] M:马氏体、α:铁素体、残余γ:残余奥氏体;θ:渗碳体和/或亚稳态碳化物

[0201] 如表3所示,在本发明例中,YR和酸浸渍环境下的钢中捕获氢量优异。另一方面,在比较例中,YR和酸浸渍环境下的钢中捕获氢量中的某一个以上较差。

[0202] 另外,在本发明例中,从钢板表面沿板厚方向的C浓度的最大增加率为0.1000质量%/μm以下、残余奥氏体的体积率为15.0%以下、以及冷轧工序的累计压下率为75%以下

的发明例中,除了上述特性外,弯曲性也优异。汽车的骨架结构部件等中,例如碰撞箱等具有弯曲加工部。因此,对于这样的构件而言,从成型性的观点出发,优选应用具有高弯曲性的钢板。

[0203] 以上,对本发明的实施方式进行了说明,但本发明不限于构成本实施方式的本发明的一部分的描述。即,本领域技术人员等根据本实施方式进行的其他实施方式、实施例和运用技术等全部包含在本发明的范畴内。例如,在上述制造方法中的一系列热处理中,只要满足热历程条件,对钢板实施热处理的设备等没有特别限定。

[0204] 产业上的可利用性

[0205] 根据本发明,可以得到YR优异且酸浸渍环境下的钢中捕获氢量减少的高强度钢板。特别地,本高强度钢板在酸浸渍环境下的钢中捕获氢量减少,因此能够在获得高的部件强度的同时应用于各种大小和形状的汽车的骨架结构部件等。由此,能够通过车身轻量化实现燃油效率的提高,产业上的利用价值极大。