



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110268083 B

(45) 授权公告日 2021.05.28

(21) 申请号 201780086013.7

(22) 申请日 2017.04.19

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110268083 A

(43) 申请公布日 2019.09.20

(30) 优先权数据
2017-022934 2017.02.10 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.08.08

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2017/015714 2017.04.19

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/146828 JA 2018.08.16

(73) 专利权人 杰富意钢铁株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 平岛拓弥 中垣内达也 木庭正贵
江桥辰哉 今村真人

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 苗堃 金世煜

(51) Int. Cl.

C22C 38/00 (2006.01)

C21D 9/46 (2006.01)

C22C 38/06 (2006.01)

C22C 38/60 (2006.01)

审查员 周海峰

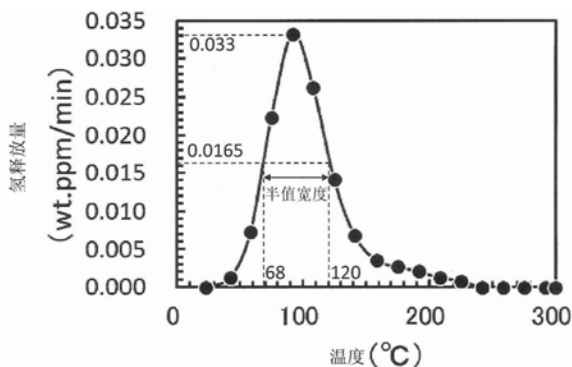
权利要求书3页 说明书19页 附图1页

(54) 发明名称

高强度镀锌钢板及其制造方法

(57) 摘要

本发明提供通过减少钢中的扩散性氢量而使耐延迟断裂特性优异的高强度镀锌钢板及其制造方法。该高强度镀锌钢板具备具有特定的成分组成和以面积率计马氏体和回火马氏体的合计为30%以上的钢组织的钢板、以及形成于该钢板的表面的镀锌层,由下述的分析方法得到的扩散性氢量为0.50wt.ppm以下,氢释放峰的半值宽度为70℃以下。



1. 一种高强度镀锌钢板, 具备具有如下成分组成和如下钢组织的钢板和形成于该钢板的表面的镀锌层,

所述成分组成以质量%计, 含有C:0.10%~0.5%、Si:0.001%以上且小于0.5%、Mn:2.0%~3.5%、P:0.05%以下、S:0.020%以下、Al:0.01%~1.0%、N:0.010%以下, 剩余部分为Fe和不可避免的杂质,

所述钢组织中, 以面积率计, 马氏体和回火马氏体的合计为30%以上,

由下述的分析方法得到的扩散性氢量为0.50wt.ppm以下, 氢释放峰的半值宽度为70℃以下,

分析方法:

从高强度镀锌钢板的宽度中央部采取长轴长度30mm、短轴长度5mm的长条状的试验板, 采取后, 用手持式剝削机将试验板的表面的镀层完全除去, 除去后, 立即使用升温脱离分析装置, 在分析开始温度为25℃、分析结束温度为300℃、升温速度为200℃/小时的条件下进行氢分析, 测定各温度下从试验板表面放出的氢量、即氢释放量, 氢释放量的单位为wt.ppm/分钟, 基于氢释放量与温度的关系算出氢释放峰的半值宽度, 另外, 算出从分析开始温度到200℃的氢释放量的合计作为扩散性氢量。

2. 根据权利要求1所述的高强度镀锌钢板, 其中, 所述成分组成以质量%计, 进一步含有作为任意元素的以下A组~E组中的1种以上,

A组: 选自Nb:0.001%~0.10%、Ti:0.001%~0.10%、V:0.001%~0.3%中的1种或2种以上的元素,

B组: 选自Mo:0.001%~1.0%、Cr:0.001%~1.0%、B:0.005%以下中的1种或2种以上的元素,

C组: 选自Cu:0.001%~1.0%、Ni:0.001%~1.0%中的1种或2种元素,

D组: 选自Sn:0.2%以下、Sb:0.2%以下中的1种或2种元素,

E组: 选自Mg:0.0001%~0.01%、Ca:0.0001%~0.01%、Ce:0.0001%~0.01%、La:0.0001%~0.01%、REM:0.0001%~0.01%中的1种或2种以上的元素。

3. 根据权利要求1或2所述的高强度镀锌钢板, 其中, 所述镀锌层为热浸镀锌层、合金化热浸镀锌层或电镀锌层。

4. 一种高强度镀锌钢板的制造方法, 具有如下工序:

热轧工序, 将具有权利要求1或2所述的成分组成的板坯以800℃~1000℃的精轧结束温度进行轧制, 以700℃以下的卷取温度进行卷取;

退火工序, 将由所述热轧工序得到的热轧钢板在 A_{C3} 点-40℃以上的温度区域加热, 在氢浓度为2体积%以上且小于10体积%的炉内保持10秒以上的时间后, 在平均冷却速度为5℃/秒以上的条件下冷却到600℃以下的冷却停止温度;

镀锌工序, 对由所述退火工序得到的退火板实施镀锌处理, 冷却至室温; 和

再加热工序, 将由所述镀锌工序得到的镀覆板在加热温度为50℃~300℃、50℃~300℃的温度区域的滞留时间为30秒以上的条件下进行再加热, 该再加热后, 冷却至室温。

5. 一种高强度镀锌钢板的制造方法, 具有如下工序:

热轧工序, 将具有权利要求1或2所述的成分组成的板坯以800℃~1000℃的精轧结束温度进行轧制, 以700℃以下的卷取温度进行卷取;

冷轧工序,对由所述热轧工序得到的热轧钢板进行酸洗、冷轧;

退火工序,将由所述冷轧工序得到的冷轧钢板在 A_{C3} 点 -40°C 以上的温度区域加热,在氢浓度为2体积%以上且小于10体积%的炉内保持10秒以上的时间后,在平均冷却速度为 $5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上的条件下冷却至 600°C 以下的冷却停止温度;

镀锌工序,对由所述退火工序得到的退火板实施镀锌处理,冷却至室温;和

再加热工序,将由所述镀锌工序得到的镀覆板在加热温度为 $50^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 、 $50^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 的温度区域的滞留时间为30秒以上的条件下进行再加热,该再加热后,冷却至室温。

6. 一种高强度镀锌钢板的制造方法,具有如下工序:

热轧工序,将具有权利要求1或2所述的成分组成的板坯以 $800^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 的精轧结束温度进行轧制,以 700°C 以下的卷取温度进行卷取;

退火工序,将由所述热轧工序得到的热轧钢板在 A_{C3} 点 -40°C 以上的温度区域加热,在氢浓度为2体积%以上且小于10体积%的炉内保持10秒以上的时间后,在平均冷却速度为 $5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上的条件下冷却至 600°C 以下的冷却停止温度;和

镀锌工序,对由所述退火工序得到的退火板实施镀锌处理,在平均冷却速度为 $1^{\circ}\text{C}/\text{秒}\sim 20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 、 $50^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 的温度区域的滞留时间为30秒以上的条件下冷却至室温。

7. 一种高强度镀锌钢板的制造方法,具有如下工序:

热轧工序,将具有权利要求1或2所述的成分组成的板坯以 $800^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 的精轧结束温度进行轧制,以 700°C 以下的卷取温度进行卷取;

冷轧工序,对由所述热轧工序得到的热轧钢板进行酸洗、冷轧;

退火工序,将由所述冷轧工序得到的冷轧钢板在 A_{C3} 点 -40°C 以上的温度区域加热,在氢浓度为2体积%以上且小于10体积%的炉内保持10秒以上的时间后,在平均冷却速度为 $5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上的条件下冷却至 600°C 以下的冷却停止温度;和

镀锌工序,对由所述退火工序得到的退火板实施镀锌处理,在平均冷却速度为 $1^{\circ}\text{C}/\text{秒}\sim 20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 、 $50^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 的温度区域的滞留时间为30秒以上的条件下冷却至室温。

8. 根据权利要求4~7中任一项所述的高强度镀锌钢板的制造方法,其中,所述镀锌处理为热浸镀锌处理或合金化热浸镀锌处理。

9. 一种高强度镀锌钢板的制造方法,具有如下工序:

热轧工序,将具有权利要求1或2所述的成分组成的板坯以 $800^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 的精轧结束温度进行轧制,以 700°C 以下的卷取温度进行卷取;

退火工序,将由所述热轧工序得到的热轧钢板在 A_{C3} 点 -40°C 以上的温度区域加热,在氢浓度为2体积%以上且小于10体积%的炉内保持10秒以上的时间后,在平均冷却速度为 $5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上的条件下冷却至 600°C 以下的冷却停止温度;和

镀锌工序,对由所述退火工序得到的退火板实施电镀锌处理,该电镀处理后,在 $50^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 的温度区域的滞留时间为30秒以上的条件下滞留后,冷却至室温。

10. 一种高强度镀锌钢板的制造方法,具有如下工序:

热轧工序,将具有权利要求1或2所述的成分组成的板坯以 $800^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 的精轧结束温度进行轧制,以 700°C 以下的卷取温度进行卷取;

冷轧工序,对由所述热轧工序得到的热轧钢板进行酸洗、冷轧;

退火工序,将由所述冷轧工序得到的冷轧钢板在 A_{C3} 点 -40°C 以上的温度区域加热,在

氢浓度为2体积%以上且小于10体积%的炉内保持10秒以上的时间后,在平均冷却速度为5℃/秒以上的条件下冷却至600℃以下的冷却停止温度;和

镀锌工序,对由所述退火工序得到的退火板实施电镀锌处理,该电镀处理后,在50℃~300℃的温度区域的滞留时间为30秒以上的条件下滞留后,冷却至室温。

11. 一种高强度镀锌钢板的制造方法,具有如下工序:

热轧工序,将具有权利要求1或2所述的成分组成的板坯以800℃~1000℃的精轧结束温度进行轧制,以700℃以下的卷取温度进行卷取;

退火工序,将由所述热轧工序得到的热轧钢板在 A_{C3} 点-40℃以上的温度区域加热,在氢浓度为2体积%以上且小于10体积%的炉内保持10秒以上的时间后,在平均冷却速度为5℃/秒以上的条件下冷却至600℃以下的冷却停止温度;

镀锌工序,对由所述退火工序得到的退火板实施电镀锌处理,冷却至室温;和

再加热工序,将由所述镀锌工序得到的镀覆板在加热温度为50℃~300℃、50℃~300℃的温度区域的滞留时间为30秒以上的条件下进行再加热,该再加热后,冷却至室温。

12. 一种高强度镀锌钢板的制造方法,具有如下工序:

热轧工序,将具有权利要求1或2所述的成分组成的板坯以800℃~1000℃的精轧结束温度进行轧制,以700℃以下的卷取温度进行卷取;

冷轧工序,对由所述热轧工序得到的热轧钢板进行酸洗、冷轧;

退火工序,将由所述冷轧工序得到的冷轧钢板在 A_{C3} 点-40℃以上的温度区域加热,在氢浓度为2体积%以上且小于10体积%的炉内保持10秒以上的时间后,在平均冷却速度为5℃/秒以上的条件下冷却至600℃以下的冷却停止温度;

镀锌工序,对由所述退火工序得到的退火板实施电镀锌处理,冷却至室温;

再加热工序,将由所述镀锌工序得到的镀覆板在加热温度为50℃~300℃、50℃~300℃的温度区域的滞留时间为30秒以上的条件下进行再加热,该再加热后,冷却至室温。

高强度镀锌钢板及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于汽车部件等的高强度镀锌钢板及其制造方法。更详细而言,本发明涉及耐延迟断裂特性优异的高强度镀锌钢板及其制造方法。

背景技术

[0002] 近年来,从保护地球环境的观点考虑,提高汽车的燃油效率成为重要课题。与此相伴,正在积极进行通过使车体所使用的钢板高强度化而实现薄壁化、使车体本身轻量化的研究。

[0003] 随着钢板的高强度化,有可能发生延迟断裂(氢脆性)。到目前为止,提高耐延迟断裂特性的技术仅用于螺栓、条钢、厚板等产品。但是,在薄板等汽车所使用的镀覆钢板中,在钢板的制造过程中侵入的氢因镀覆而难以被放出,存在发生延迟断裂的危险。

[0004] 例如,专利文献1是通过添加大量的B而改善延迟断裂特性的专利。作为摘要,通过以质量%计,具有C:0.11~0.20%、Si:0.001~0.35%、Mn:2.0~3.0%、P:0.1%以下、S:0.01%以下、sol.Al:0.001~1.5%、Ti:0.001~0.30%、N:0.02%以下、B:0.0021~0.0080%以下,根据情况进一步含有适量的Nb、V、Cr、Mo、Cu、Ni、Ca、REM和Bi中的1种或2种以上,且成分组成满足式(15×sol.Al+100×Ti数学1.5),使残余奥氏体为7体积%以下,从而提供在拉伸强度为1180MPa以上的强度下延迟断裂特性良好的热浸镀锌钢板和合金化热浸镀锌钢板。

[0005] 另外,专利文献2提供一种伸长率、拉伸凸缘性和焊接性良好且耐延迟断裂特性优异的具有980MPa级以上的拉伸强度的高强度钢板,由成分组成满足C:0.12~0.25%、Si:1.0~3.0%、Mn:1.5~3.0%、P:0.15%以下、S:0.02%以下、Al:0.4%以下且剩余部分为Fe和不可避杂质的钢构成,上述Si与C的含有比率(Si/C)在质量比为7~14的范围,且纵截面的钢组织以相对于所有组织的占积率计满足1)贝氏体铁素体:50%以上、2)板条状残余奥氏体:3%以上、3)块状残余奥氏体:1%以上~1/2×板条状奥氏体占积率,4)块状第2相的平均尺寸为10μm以下。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2013-108154号公报

[0009] 专利文献2:日本特开2007-321236号公报

发明内容

[0010] 在专利文献1或2所公开的技术中,通过对试验片施加弯曲、拉伸等应力后,在酸性溶液中浸渍一定时间,使氢侵入钢板中来评价延迟断裂。但是,在这样的试验中强制性地使氢侵入到钢中而进行评价,无法对在钢板的制造工序中侵入的氢的影响进行评价。因此,为了对镀覆钢板的延迟断裂特性进行评价,需要使用带有镀层的试验片来评价耐延迟断裂特性。特别是,汽车用钢板在实施剪切等加工后使用。由于剪切面导致延迟断裂发生,因此需

要对来自剪切面的延迟断裂进行评价。

[0011] 本发明的目的在于提供通过减少钢中的扩散性氢量而使耐延迟断裂特性优异的高强度镀锌钢板及其制造方法。

[0012] 本发明人等为了解决上述课题而反复进行深入研究。其结果,发现为了得到优异的耐延迟断裂特性,需要特别减少母材钢中的在200℃以下的低温下移动的扩散性氢量。另外,成功地通过对炉内氢浓度等制造条件、成分组成和钢组织进行控制而减少了钢中的扩散性氢量,制造出了耐延迟断裂特性优异的高强度镀锌钢板。此外,发现通过使氢释放峰的半值宽度变窄,从而减少由剪切等产生的钢板损伤部中的氢富集量,使耐延迟断裂优异。其要旨如下。

[0013] [1]一种高强度镀锌钢板,具备具有如下成分组成和如下钢组织的钢板、以及形成于该钢板的表面的镀锌层,所述成分组成以质量%计含有C:0.10%~0.5%、Si:0.001%以上且小于0.5%、Mn:2.0%~3.5%、P:0.05%以下、S:0.020%以下、Al:0.01%~1.0%、N:0.010%以下,剩余部分为Fe和不可避免的杂质,所述钢组织中,以面积率计,马氏体和回火马氏体的合计为30%以上,由下述的分析方法得到的扩散性氢量为0.50wt.ppm以下,氢释放峰的半值宽度为70℃以下。

[0014] (分析方法)

[0015] 从高强度镀锌钢板的宽度中央部采取长轴长度30mm、短轴长度5mm的长条状的试验板。采取后,用手持式刮刨机(ハンディルーター)将试验板的表面的镀层完全除去,除去后,立即使用升温脱离分析装置,在分析开始温度为25℃、分析结束温度为300℃、升温速度为200℃/小时的条件下进行氢分析,测定各温度下从试验板表面放出的氢量、即氢释放量(wt.ppm/分钟)。基于氢释放量与温度的关系算出氢释放峰的半值宽度。另外,算出从分析开始温度到200℃的氢释放量的合计作为扩散性氢量。

[0016] [2]根据[1]所述的高强度镀锌钢板,其中,上述成分组成以质量%计,进一步含有选自Nb:0.001%~0.10%、Ti:0.001%~0.10%、V:0.001%~0.3%中的1种或2种以上元素。

[0017] [3]根据[1]或[2]所述的高强度镀锌钢板,其中,上述成分组成以质量%计,进一步含有选自Mo:0.001%~1.0%、Cr:0.001%~1.0%、B:0.005%以下中的1种或2种以上元素。

[0018] [4]根据[1]~[3]中任一项所述的高强度镀锌钢板,其中,上述成分组成以质量%计,进一步含有选自Cu:0.001%~1.0%、Ni:0.001%~1.0%中的1种或2种元素。

[0019] [5]根据[1]~[4]中任一项所述的高强度镀锌钢板,其中,上述成分组成以质量%计,进一步含有选自Sn:0.2%以下、Sb:0.2%以下中的1种或2种元素。

[0020] [6]根据[1]~[5]中任一项所述的高强度镀锌钢板,其中,上述成分组成以质量%计,进一步含有选自Mg:0.0001%~0.01%、Ca:0.0001%~0.01%、Ce:0.0001%~0.01%、La:0.0001%~0.01%、REM:0.0001%~0.01%中的1种或2种以上元素。

[0021] [7]根据[1]~[6]中任一项所述的高强度镀锌钢板,其中,上述镀锌层为热浸镀锌(GI)层、合金化热浸镀锌(GA)层或电镀锌层。

[0022] [8]一种高强度镀锌钢板的制造方法,具有如下工序:热轧工序,将具有[1]~[6]中任一项所述的成分组成的板坯以800℃~1000℃的精轧结束温度进行轧制,以700℃以下

的卷取温度进行卷取;退火工序,将由上述热轧工序得到的热轧钢板在 A_{C3} 点 -40°C 以上的温度区域加热,在氢浓度为2体积%以上且小于10体积%的炉内保持10秒以上的时间内,在平均冷却速度为 $5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上的条件下冷却至 600°C 以下的冷却停止温度;镀锌工序,对由上述退火工序得到的退火板实施镀锌处理,冷却至室温;再加热工序,将由上述镀锌工序得到的镀覆板在加热温度为 $50^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 、 $50^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 的温度区域的滞留时间为30秒以上的条件下进行再加热,该再加热后,冷却至室温。

[0023] [9]一种高强度镀锌钢板的制造方法,具有如下工序:热轧工序,将具有[1]~[6]中任一项所述的成分组成的板坯以 $800^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 的精轧结束温度进行轧制,以 700°C 以下的卷取温度进行卷取;冷轧工序,对由上述热轧工序得到的热轧钢板进行酸洗、冷轧;退火工序,将由上述冷轧工序得到的冷轧钢板在 A_{C3} 点 -40°C 以上的温度区域加热,在氢浓度为2体积%以上且小于10体积%的炉内保持10秒以上的时间内,在平均冷却速度为 $5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上的条件下冷却至 600°C 以下的冷却停止温度;镀锌工序,对由上述退火工序得到的退火板实施镀锌处理,冷却至室温;再加热工序,将由上述镀锌工序得到的镀覆板在加热温度为 $50^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 、 $50^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 的温度区域的滞留时间为30秒以上的条件下进行再加热,该再加热后,冷却至室温。

[0024] [10]一种高强度镀锌钢板的制造方法,具有如下工序:热轧工序,将具有[1]~[6]中任一项所述的成分组成的板坯以 $800^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 的精轧结束温度进行轧制,以 700°C 以下的卷取温度进行卷取;退火工序,将由上述热轧工序得到的热轧钢板在 A_{C3} 点 -40°C 以上的温度区域加热,在氢浓度为2体积%以上且小于10体积%的炉内保持10秒以上的时间内,在平均冷却速度为 $5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上的条件下冷却至 600°C 以下的冷却停止温度;镀锌工序,对由上述退火工序得到的退火板实施镀锌处理,在平均冷却速度为 $1^{\circ}\text{C}/\text{秒}\sim 20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 、 $50^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 的温度区域的滞留时间为30秒以上的条件下冷却至室温。

[0025] [11]一种高强度镀锌钢板的制造方法,具有如下工序:热轧工序,将具有[1]~[6]中任一项所述的成分组成的板坯以 $800^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 的精轧结束温度进行轧制,以 700°C 以下的卷取温度进行卷取;冷轧工序,对由上述热轧工序得到的热轧钢板进行酸洗、冷轧;退火工序,将由上述冷轧工序得到的冷轧钢板在 A_{C3} 点 -40°C 以上的温度区域加热,在氢浓度为2体积%以上且小于10体积%的炉内保持10秒以上的时间内,在平均冷却速度为 $5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上的条件下冷却至 600°C 以下的冷却停止温度;镀锌工序,对由上述退火工序得到的退火板实施镀锌处理,在平均冷却速度为 $1^{\circ}\text{C}/\text{秒}\sim 20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 、 $50^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 的温度区域的滞留时间为30秒以上的条件下冷却至室温。

[0026] [12]根据[8]~[11]中任一项所述的高强度镀锌钢板的制造方法,其中,上述镀锌处理为热浸镀锌处理或合金化热浸镀锌处理。

[0027] [13]一种高强度镀锌钢板的制造方法,具有如下工序:热轧工序,将具有[1]~[6]中任一项所述的成分组成的板坯以 $800^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 的精轧结束温度进行轧制,以 700°C 以下的卷取温度进行卷取;退火工序,将由上述热轧工序得到的热轧钢板在 A_{C3} 点 -40°C 以上的温度区域加热,在氢浓度为2体积%以上且小于10体积%的炉内保持10秒以上的时间内,在平均冷却速度为 $1^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上的条件下冷却至室温;镀锌工序,对由上述退火工序得到的退火板实施电镀处理,该电镀处理后,在 $50^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 的温度区域的滞留时间为30秒以上的条件下滞留后,冷却至室温。

[0028] [14]一种高强度镀锌钢板的制造方法,具有如下工序:热轧工序,将具有[1]~[6]中任一项所述的成分组成的板坯以800℃~1000℃的精轧结束温度进行轧制,以700℃以下的卷取温度进行卷取;冷轧工序,对由上述热轧工序得到的热轧钢板进行酸洗、冷轧;退火工序,将由上述冷轧工序得到的冷轧钢板在 A_{C3} 点-40℃以上的温度区域加热,在氢浓度为2体积%以上且小于10体积%的炉内保持10秒以上的时间后,在平均冷却速度为5℃/秒以上的条件下冷却至600℃以下的冷却停止温度;镀锌工序,对由上述退火工序得到的退火板实施电镀处理,该电镀处理后,在50℃~300℃的温度区域的滞留时间为30秒以上的条件下滞留后,冷却至室温。

[0029] [15]一种高强度镀锌钢板的制造方法,具有如下工序:热轧工序,将具有[1]~[6]中任一项所述的成分组成的板坯以800℃~1000℃的精轧结束温度进行轧制,以700℃以下的卷取温度进行卷取;退火工序,将由上述热轧工序得到的热轧钢板在 A_{C3} 点-40℃以上的温度区域加热,在氢浓度为2体积%以上且小于10体积%的炉内保持10秒以上的时间后,在平均冷却速度为5℃/秒以上的条件下冷却至600℃以下的冷却停止温度;镀锌工序,对由上述退火工序得到的退火板实施电镀锌处理,冷却至室温;再加热工序,将由上述镀锌工序得到的镀覆板在加热温度为50℃~300℃、50℃~300℃的温度区域的滞留时间为30秒以上的条件下进行再加热,该再加热后,冷却至室温。

[0030] [16]一种高强度镀锌钢板的制造方法,具有如下工序:热轧工序,将具有[1]~[6]中任一项所述的成分组成的板坯以800℃~1000℃的精轧结束温度进行轧制,以700℃以下的卷取温度进行卷取;冷轧工序,对由上述热轧工序得到的热轧钢板进行酸洗、冷轧;退火工序,将由上述冷轧工序得到的冷轧钢板在 A_{C3} 点-40℃以上的温度区域加热,在氢浓度为2体积%以上且小于10体积%的炉内保持10秒以上的时间后,在平均冷却速度为5℃/秒以上的条件下冷却至600℃以下的冷却停止温度;镀锌工序,对由上述退火工序得到的退火板实施电镀锌处理,冷却至室温;再加热工序,将由上述镀锌工序得到的镀覆板在加热温度为50℃~300℃、50℃~300℃的温度区域的滞留时间为30秒以上的条件下进行再加热,该再加热后,冷却至室温。

[0031] 本发明通过调整炉内的氢浓度,控制成分组成、钢组织、制造条件而使钢中的扩散性氢量减少。通过调整成特定的成分组成和特定的钢组织,使扩散性氢量为0.5wt.ppm以下且氢释放峰的半值宽度为70℃以下,从而成为耐延迟断裂特性优异、拉伸强度为980MPa以上的高强度镀锌钢板。通过将本发明的高强度镀锌钢板应用于汽车结构部件,能够兼得汽车用钢板的高强度化和耐延迟断裂特性提高。即,根据本发明,使汽车车体高性能化。

附图说明

[0032] 图1是表示算出钢中的扩散性氢量和氢释放峰的半值宽度的氢分布图的一个例子的图。

具体实施方式

[0033] 以下,对本发明的实施方式进行说明。应予说明,本发明不限于以下的实施方式。

[0034] 本发明的高强度镀锌钢板具备钢板和形成于该钢板上的镀锌层。首先,按照成分组成、钢组织的顺序对钢板进行说明,其后,对镀锌层进行说明,最后,对属于高强度镀锌钢

板的性质的扩散性氢量和氢释放峰的半值宽度进行说明。应予说明,对于本发明的高强度镀锌钢板的制造方法,在说明了高强度镀锌钢板后进行说明。

[0035] C:0.10%~0.5%

[0036] C由于对钢板的强度造成很大影响,因此需要进行某种程度的添加。另外,由于C是使相变点降低的元素,因此能够通过含有C而以更低温度进行奥氏体退火,对抑制使拉伸强度降低的铁素体的生成非常有效。C含量小于0.10%时,即便实现了制造条件的最佳化,也无法达到980MPa以上的拉伸强度。因此,C含量为0.10%以上,优选为0.12%以上。更优选为0.14%以上。进一步优选为0.16%以上。另一方面,C含量超过0.5%时,使汽车钢板所必需的焊接性降低,还使耐延迟断裂特性也降低。因此,C含量为0.5%以下。优选为0.4%以下。更优选为0.35%以下。进一步优选为0.30%以下。

[0037] Si:0.001%以上且小于0.5%

[0038] Si是抑制钢板中的碳化物的生成、提高强度和成型性的元素。为了得到该作用,使Si含量为0.001%以上。优选为0.010%以上,更优选为0.030%以上。进一步优选为0.060%以上。如果Si含量为0.5%以上,则退火时容易在钢板表面生成Si氧化物,使镀覆性降低。因此,使Si含量小于0.5%。优选为0.3%以下,更优选为0.2%以下,进一步优选为0.15%以下。

[0039] Mn:2.0%~3.5%

[0040] Mn是作为固溶强化元素而提高钢板的拉伸强度的元素。另外,Mn由于还具有提高淬透性的效果,因此能够通过含有Mn而在退火的冷却过程中抑制铁素体的生成。Mn含量小于2.0%时,铁素体的生成量变多,无法达到980MPa以上的拉伸强度。因此,使Mn含量为2.0%以上。优选为2.1%以上,更优选为2.2%以上,进一步优选为2.3%以上。另一方面,如果Mn含量超过3.5%,则有助于P向晶界偏析,使耐延迟断裂特性降低。因此,使Mn含量为3.5%以下。优选为3.0%以下,更优选为2.8%以下,进一步优选为2.6%以下。

[0041] P:0.05%以下

[0042] P通常作为杂质元素而不可避免地含有。P由于偏析于原始奥氏体晶界使晶界脆化的作用而促进钢板损伤部的龟裂产生。其结果,龟裂前端的扩散性氢浓度变高,耐延迟断裂特性降低。因此,P含量尽量少即可,也可以不含有(可以为0%)。本发明中使P含量为0.05%以下。优选为0.03%以下。更优选为0.02%以下。应予说明,如果考虑制造成本,P含量优选0.001%以上。更优选为0.005%以上。

[0043] S:0.020%以下

[0044] S通常作为杂质元素而不可避免地含有。由于S在钢中形成MnS夹杂物并粗大化,因而铁基质(铁母相)与MnS夹杂物界面的扩散性氢浓度变高,耐延迟断裂特性降低。因此,S含量尽量少即可,也可以不含有(可以为0%)。本发明中使S含量为0.020%以下、优选0.010%以下、更优选0.008%以下。应予说明,如果考虑制造成本,S含量优选为0.0005%以上。更优选为0.001%以上。

[0045] Al:0.01%~1.0%

[0046] Al是作为脱氧剂而含有的元素。为了得到该作用,使Al含量为0.01%以上。优选为0.02%以上,更优选为0.03%以上。另一方面,如果Al含量超过1.0%,则使钢的清洁度降低,进而氧化铝等夹杂物增加并粗大化。由此,铁基质与氧化铝等的夹杂物界面的扩散性氢

浓度变高,耐延迟断裂特性降低。因此,为了得到良好的耐延迟断裂特性,使Al含量为1.0%以下。优选为0.7%以下,更优选为0.5%以下。

[0047] N:0.010%以下

[0048] N含量增加时以AlN的形式消耗的Al的量变多,通过含有Al而得到的效果变小。另外,N含量增加时,由于AlN增加而粗大化,因而铁基质与AlN界面的扩散性氢浓度变高,耐延迟断裂特性降低。因此,N含量尽量少即可,也可以不含有(可以为0%)。本发明中使N含量为0.010%以下,优选为0.007%以下。更优选为0.005%以下。应予说明,如果考虑制造成本,N含量优选0.0001%以上。更优选为0.001%以上。

[0049] 另外,上述成分组成可以在不损害本发明的效果的范围含有以下的任意成分。

[0050] Nb:0.001%~0.10%、Ti:0.001%~0.10%、V:0.001%~0.3%

[0051] 这些元素通过在具有提高拉伸强度的作用的同时使碳化物微细地析出而具有使氢的捕集位点分散、提高耐延迟断裂特性的效果。各元素都在含量小于0.001%时无法有效地发挥如上所述的作用。另外,各元素都在超过各规定的上限值时,因生成粗大的碳化物而使铁基质与碳化物界面的扩散性氢浓度变高,耐延迟断裂特性降低。上述元素既可以单独含有,也可以含有2种以上。对于下限的优选含量,Nb优选0.010%以上,更优选为0.020%以上。进一步优选为0.025%以上。Ti优选0.010%以上,更优选为0.015%以上。进一步优选为0.020%以上。V优选0.010%以上,更优选为0.020%以上。对于上限的优选范围,Nb优选0.080%以下,更优选为0.070%以下。进一步优选为0.065%以下。Ti优选0.090%以下,更优选为0.070%以下。进一步优选为0.065%以下。V优选0.060%以下,更优选为0.040%以下。进一步优选为0.035%以下。

[0052] Mo:0.001%~1.0%、Cr:0.001%~1.0%、B:0.005%以下

[0053] 这些元素是具有提高淬透性、抑制退火中的铁素体的生成、提高拉伸强度的作用的元素。为了得到该作用,需要各规定的下限值以上的含量。另外,各元素都在超过各规定的上限值时,由于析出物、夹杂物增加而粗大化,从而使铁基质与析出物或夹杂物的界面的扩散性氢浓度变高,耐延迟断裂特性降低。因此,为各规定的上限值以下的含量。对于下限的优选含量,Mo优选0.05%以上,更优选为0.10%以上。Cr优选0.05%以上,更优选为0.10%以上。B优选0.0008%以上,更优选为0.0010%以上。对于上限的优选含量,Mo优选0.50%以下,更优选为0.40%以下。Cr优选0.70%以下,更优选为0.60%以下。B优选0.0030%以下,更优选为0.0020%以下。上述元素既可以单独含有,也可以含有2种以上。

[0054] Cu:0.001%~1.0%、Ni:0.001%~1.0%

[0055] 这些元素具有腐蚀抑制效果,具有富集于表面而抑制氢的侵入、抑制延迟断裂的效果。为了得到这样的作用,需要各规定的下限值以上。然而,各元素都是即便超过各规定的上限值,其效果也饱和,因此从降低成本的观点考虑,各元素都为各规定的上限值以下。对于下限的优选含量,Cu优选0.01%以上,更优选为0.02%以上。进一步优选为0.05%以上。Ni优选0.01%以上,更优选为0.02%以上。进一步优选为0.05%以上。对于上限的优选含量,Cu优选0.80%以下,更优选为0.60%以下。Ni优选0.60%以下,更优选为0.40%以下。

[0056] Sn:0.2%以下、Sb:0.2%以下

[0057] Sn、Sb是抑制由钢板表面的氮化、氧化产生的钢板表面的脱碳的元素。通过抑制脱碳而防止钢板表面的马氏体生成量的减少,防止拉伸强度的降低。然而,如果各自的含量超

过0.2%，则夹杂物粗大化，铁基质与夹杂物界面的扩散性氢浓度变高，耐延迟断裂特性降低。因此，为各规定的上限值以下。对于下限的优选含量，Sn优选0.005%以上，更优选为0.010%以上。Sb优选0.005%以上，更优选为0.010%以上。对于上限的优选范围，Sn优选0.04%以下，更优选为0.02%以下。Sb优选0.05%以下，更优选为0.03%以下。上述元素既可以单独含有，也可以含有2种。

[0058] Mg:0.0001%~0.01%、Ca:0.0001%~0.01%、Ce:0.0001%~0.01%、La:0.0001%~0.01%、REM:0.0001%~0.01%

[0059] 这些元素是具有通过使夹杂物微细化，减少铁基质与夹杂物界面的钢中扩散性氢浓度而使耐延迟断裂特性提高的效果的元素。为了得到该作用，需要含有0.0001%以上。任一元素都优选为0.0005%以上，更优选为0.0010%以上。另外，超过0.01%时，由于夹杂物粗大化，铁基质与夹杂物界面的扩散性氢浓度变高，因此耐延迟断裂特性降低。任意元素都优选为0.005%以下，更优选为0.003%以下。上述元素既可以单独含有，也可以含有2种以上。

[0060] 以上以外的剩余部分为Fe和不可避免的杂质。应予说明，由于即便以小于下限值含有上述任意成分也不损害本发明的效果，因此小于下限值的任意成分作为不可避免的杂质而含有。

[0061] 接下来，对钢组织进行说明。

[0062] 马氏体和回火马氏体的合计面积率:30%以上

[0063] 为了提高钢板的拉伸强度，需要构成该钢板的钢组织包含马氏体、回火马氏体。相对于钢组织整体的马氏体和回火马氏体的面积率小于30%时，难以确保980MPa以上的拉伸强度。因此，马氏体和回火马氏体的面积率合计为30%以上，优选为40%以上。另外，回火马氏体与马氏体的比例只要根据所需特性控制即可。本发明中，马氏体是指低温(马氏体相变点以下)下由奥氏体生成的硬质的组织，回火马氏体是指将马氏体再加热时进行回火的组织。马氏体和回火马氏体的合计面积率的上限没有特别限定，优选80%以下，更优选为70%以下。应予说明，马氏体和回火马氏体各自的含量没有特别限定。通常，多数情况下，马氏体的面积率为20%以下。多数情况下，回火马氏体的面积率为30%以上。回火马氏体的面积率的上限例如为44%以下、35%以下、进而小于30%。

[0064] 其它组织没有特别限定，除了马氏体和回火马氏体以外，也可以包含铁素体、珠光体和贝氏体。本发明中，铁素体是指由较高温度的奥氏体相变而生成、由BCC晶格的晶粒构成的组织。珠光体是指由铁素体和渗碳体构成的层状组织，贝氏体是指在较低温度(马氏体相变点以上)下由奥氏体生成、微细的碳化物分散在针状或板状铁素体中的硬质的组织。应予说明，从确保强度的观点考虑，铁素体的面积率优选为20%以下，更优选为19%，进一步优选为10%以下。铁素体的面积率的下限没有特别限定，通常，多数情况下为1%以上。贝氏体和珠光体的合计面积率优选70%以下，更优选为60%以下。贝氏体和珠光体的合计面积率的下限没有特别限定，多数情况下为35%以上。

[0065] 接下来，对镀锌层进行说明。

[0066] 镀锌层没有特别限定。本发明中，优选热浸镀锌层、合金化热浸镀锌层、电镀锌层。镀锌层的组成也没有特别限定，只要是一般的镀锌层的组成即可。一般为如下组成，即含有Fe:0质量%~20质量%、Al:0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。这样,既可以含有除Zn以外的成分,也可以不含有除Zn以外的成分。作为含有除Zn以外的成分的镀覆,例如可举出电镀Zn—Ni、热浸镀锌—铝、热浸镀锌—铝—镁等。

[0067] 接着,对高强度镀锌钢板的性质、即扩散性氢量和氢释放峰的半值宽度进行说明。

[0068] 钢板中的扩散性氢量为0.50wt.ppm以下(包含0wt.ppm)

[0069] 本发明中,扩散性氢量是指除去镀层后,使用升温脱离分析装置以200℃/hr的升温速度升温时的到200℃为止的累积氢释放量。详细而言,是利用实施例记载的方法而得到的扩散性氢量。钢中的扩散性氢量超过0.50wt.ppm时得不到目标耐延迟断裂特性。因此,使钢中的扩散性氢量为0.50wt.ppm以下。优选为0.45wt.ppm以下,更优选为0.40wt.ppm以下。下限没有特别限定,通常,许多情况下为0.01wt.ppm以上、0.05wt.ppm以上、0.10wt.ppm以上、0.20wt.ppm以上。

[0070] 氢释放峰的半值宽度为70℃以下

[0071] 氢释放峰的半值宽度是指将钢板升温时产生的氢释放峰值的一半的值处的温度的最大值与最小值之差。具体而言,是由实施例记载的方法得到的氢释放峰的半值宽度。即便在钢中的扩散性氢量较少、为0.50wt.ppm以下的情况下,当该半值宽度较宽、超过70℃时,以低温、即低能量进行扩散的扩散性氢也较多。其结果,应力集中的钢板损伤部的氢浓度变得容易提高,有助于龟裂进展,耐延迟断裂特性降低。因此,使氢释放峰的半值宽度为70℃以下、优选65℃以下、更优选60℃以下。氢释放峰的半值宽度的下限没有特别限定,通常,许多情况下为10℃以上、20℃以上。

[0072] 接着,对高强度镀锌钢板的制造方法进行说明。高强度镀锌钢板的制造方法具有热轧工序、根据需要进行的冷轧工序、退火工序、镀锌工序和根据需要进行的再加热工序。以下,对各工序进行说明。应予说明,在以下的说明中,温度只要没有特别说明,就指钢板表面温度。钢板表面温度可以使用辐射温度计等进行测定。

[0073] 热轧工序是指将具有上述成分组成的板坯以800℃~1000℃的精轧结束温度进行轧制、以700℃以下的卷取温度进行卷取的工序。

[0074] 为了防止成分的宏观偏析,所使用的板坯优选利用连续铸造法进行制造。板坯也可以利用铸锭法、薄板坯铸造法而进行制造。

[0075] 供于该热轧的板坯的温度优选1000℃以上。在板坯的温度小于1000℃的情况下,精轧时,难以确保温度,因温度降低而使轧制负荷增加,无法充分轧制到规定的厚度。因此,板坯的温度优选1000℃以上。

[0076] 精轧结束温度:800℃~1000℃

[0077] 精轧结束温度为800℃~1000℃。精轧结束温度小于800℃时,不仅轧制负荷变高给轧机带来负担,而且钢板内部的品质也有可能降低。因此,精轧结束温度为800℃以上,优选为850℃以上。另外,由于难以冷却到卷取温度,因此精轧结束温度为1000℃以下。优选为950℃以下。

[0078] 卷取温度:700℃以下

[0079] 轧制后,将冷却后的钢板以700℃以下的温度进行卷取。卷取温度超过700℃时,有可能钢基表面脱碳,在钢板内部和表面产生组织差异,导致合金浓度不均。因此,卷取温度

为700℃以下,优选为650℃以下。卷取温度的下限没有特别限定,为了防止冷轧性降低,优选450℃以上。

[0080] 上述热轧工序后,根据需要,进行冷轧工序。冷轧工序是指对由热轧工序得到的热轧钢板进行酸洗、冷轧的工序。

[0081] 酸洗的条件没有特别限定。另外,冷轧的压下率没有特别限定,压下率小于20%时,存在表面的平坦度差,组织变得不均匀的危险性,因此压下率优选为20%以上。另外,压下率的上限没有特别限定,本发明中,多数情况下为70%以下。应予说明,只要在钢组织、机械特性方面满足本发明,也可以省略冷轧工序。

[0082] 上述冷轧工序后,在不进行冷轧工序的情况下为热轧工序后,进行退火工序。退火工序为如下工序:将热轧钢板或冷轧钢板在 A_{C3} 点-40℃以上的温度区域加热,在氢浓度为2体积%以上且小于10体积%的炉内保持10秒以上的时间后,在600℃以下的平均冷却速度为5℃/秒以上的条件下进行冷却。

[0083] 退火温度: A_{C3} 点-40℃以上

[0084] 退火温度小于 A_{C3} 点-40℃时,铁素体含量过量,难以得到具有980MPa以上的拉伸强度的钢板。因此,退火温度为 A_{C3} 点-40℃以上。优选为 A_{C3} 点-20℃以上。退火温度的上限没有特别限定,从抑制奥氏体晶粒直径的粗大化的观点考虑,退火温度优选900℃以下。

[0085] 炉内的氢浓度:2体积%以上且小于10体积%

[0086] 炉内的氢浓度小于2体积%时,退火时的基于氢的还原效果降低,在钢板表面生成氧化物。其结果,难以使锌镀层附着。因此,炉内的氢浓度为2体积%以上,优选为5体积%以上。另一方面,炉内的氢浓度为10体积%以上时,扩散性氢量超过0.50wt.ppm,耐延迟断裂特性降低。因此,炉内氢浓度小于10体积%,优选小于9体积%。

[0087] 保持时间:10秒以上

[0088] 退火温度下的保持时间为10秒以上。如果保持时间小于10秒,则碳化物的溶解和奥氏体相变不充分进行,因此钢组织中容易残留铁素体,难以成为980MPa以上的拉伸强度。因此,退火温度下的保持时间为10秒以上,优选为20秒以上。退火温度下的保持时间的上限没有特别限定,从抑制奥氏体晶粒直径的粗大化的观点考虑,退火温度下的保持时间优选为1200秒以下。更优选为300秒以下,进一步优选为100秒以下。

[0089] 在退火温度下保持后,在平均冷却速度为5℃/秒以上的条件下冷却至600℃以下的冷却停止温度。平均冷却速度小于5℃/秒时,难以生成铁素体和贝氏体,因马氏体分率减少而使拉伸强度降低。因此,平均冷却速度为5℃/秒以上,优选为10℃/秒以上。该平均冷却速度为100℃以下的平均冷却速度(冷却停止温度超过100℃时到该温度为止),冷却中以规定的温度保持时,为到保持开始为止的平均冷却速度。另外,平均冷却速度的上限没有特别限定,优选70℃/秒以下,更优选为40℃/秒以下。

[0090] 另外,冷却停止温度为600℃以下。由于超过600℃时耐延迟断裂特性降低。优选为550℃以下。冷却停止温度的下限没有特别限定,本发明中大多为100℃以上。

[0091] 在冷却中也可以保持600℃以下的规定的温度。能够通过保持而生成珠光体、贝氏体用以调整强度。保持温度超过600℃时,保持中发生渗碳体的生长和贝氏体相变。贝氏体与马氏体、回火马氏体相比所生成的粗大碳化物更多。因此,由于进行贝氏体相变而使最终的钢组织的粗大碳化物量增加,铁基质与碳化物界面的扩散性氢量变高,耐延迟断裂特性

降低。因此,保持温度优选600℃以下。保持时间没有特别限定,超过1200秒时,生成过量的贝氏体,贝氏体在钢组织整体中的面积率超过70%,难以确保980MPa以上的拉伸强度。因此,保持时间优选1200秒以下。更优选为300秒以下,进一步优选为100秒以下。

[0092] 退火工序后,进行镀锌工序。镀锌工序在后续进行再加热工序情况和不进行再加热的情况下内容不同。首先,对进行镀锌工序、其后进行再加热工序的情况进行说明。另外,由于进行电镀时镀锌工序的条件不同,因此在镀锌工序的说明的最后对其进行说明。

[0093] 在再加热工序之前进行的镀锌工序为如下工序:对由退火工序得到的退火板实施镀锌处理,冷却至室温。

[0094] 镀锌处理的种类没有特别限定,可以例示热浸镀锌处理、合金化热浸镀锌处理等。作为镀覆处理,进行热浸镀锌处理时,大多通常具有以质量%计0.12~0.22%的溶解Al含量,进行合金化热浸镀锌处理时,大多通常具有以质量%计0.08~0.18%的溶解Al含量。另外,通常,使退火板侵入到浴温为440~500℃的镀覆浴中进行镀覆处理,利用气体擦拭等来调整附着量。合金化热浸镀锌处理例如在调整附着量后加热到450~600℃并保持1~30秒的条件下进行。

[0095] 从镀锌处理后冷却至室温时的冷却速度没有特别限定。应予说明,室温是指0~50℃。

[0096] 在镀锌工序后进行的再加热工序为如下工序:将由镀锌工序得到的镀覆板在加热温度为50℃~300℃、50℃~300℃的温度区域的滞留时间为30秒以上的条件下进行再加热,该再加热后,冷却至室温。

[0097] 加热温度为50℃~300℃。通过以该加热温度进行再加热而使钢板内的扩散性氢减少,特别使容易扩散的低温区域的扩散性氢减少,由此使氢释放峰的半值宽度降低,耐延迟断裂特性提高。加热温度小于50℃时,由于可移动的扩散性氢量少,因此不产生上述的效果。另外,加热温度超过300℃时,因马氏体的软化而使强度降低。因此,加热温度为50℃~300℃,优选为60℃~280℃。

[0098] 再加热工序中的滞留时间为30秒以上。再加热工序中的滞留时间小于30秒时氢的扩散时间短,因此并未充分减少钢中的扩散性氢。因此,再加热工序中的滞留时间为30秒以上,优选为40秒以上。上限没有特别限定,从抑制因生产率和碳化物的粗大化所致的强度降低的观点考虑,优选为3天以内。

[0099] 接下来,对不进行再加热工序时的镀锌工序进行说明。不进行再加热工序时的镀锌工序为如下工序:对由退火工序得到的退火板实施镀锌处理,在平均冷却速度为1℃/秒~20℃/秒、50℃~300℃的温度区域的滞留时间为30秒以上的条件下冷却至室温。

[0100] 镀锌处理可以与进行再加热工序时的镀锌处理同样地进行,因此省略说明。

[0101] 另外,平均冷却速度小于1℃/秒时,由于发生贝氏体的生成和生长,以及碳化物的生长,因而贝氏体生成量变得过量,强度降低。进而,最终组织的粗大碳化物量增加,铁基质与碳化物界面的扩散性氢浓度变高,耐延迟断裂特性降低。因此,平均冷却速度为1℃/秒以上。另外,为了获得钢中的扩散性氢向大气释放的时间,需要使平均冷却速度为20℃/秒以下。

[0102] 对于“50℃~300℃的温度区域的滞留时间为30秒以上的条件”,由于与再加热工序中的温度和滞留时间的技术意义相同,因此省略说明。

[0103] 最后,对电镀时的镀锌工序进行说明。在电镀的情况下,不进行再加热工序的制造方法的镀锌工序是指如下工序:对由退火工序得到的退火板实施电镀锌处理,该电镀锌处理后,在 $50^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 的温度区域的滞留时间为30秒以上的条件下滞留后,冷却至室温。

[0104] 在电镀锌处理中,例如能够通过 $10\sim 80\text{A}/\text{dm}^2$ 的范围调整电流密度来改变Fe—Zn合金层的Fe浓度,能够通过调整电解时间来改变Fe—Zn合金层的被覆量。

[0105] 对于在 $50^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 的温度区域的滞留时间为30秒以上,由于与上述的进行不是电镀的镀覆处理时的再加热工序的温度区域、滞留时间的技术意义相同,因此省略说明。

[0106] 在电镀的情况下,进行再加热工序的制造方法的镀锌工序是指如下工序:对由退火工序得到的退火板实施电镀锌处理,冷却至室温。对于电镀锌处理,与不进行再加热工序时相同,因此省略说明。应予说明,室温是指 $0\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。

[0107] 电镀时的制造方法中的再加热工序是指如下工序:将由镀锌工序得到的镀覆板在加热温度为 $50^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 、 $50^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 的温度区域的滞留时间为30秒以上的条件下进行再加热,该再加热后,冷却至室温。

[0108] 由于该再加热工序中的温度和滞留时间的技术意义与不是电镀时的制造方法的再加热工序的温度和滞留时间的技术意义相同,因此省略说明。

[0109] 实施例

[0110] 评价用钢板的制造

[0111] 将具有表1中示出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真空熔炼炉中熔炼后,进行开坯轧制,得到厚度27mm的开坯轧制材料。将得到的开坯轧制材料热轧到板厚 $4.0\sim 2.8\text{mm}$ 的厚度为止。对于热轧的条件,使板坯加热温度为 $1000^{\circ}\text{C}\sim 1250^{\circ}\text{C}$ 的温度,以表2中示出的条件进行热轧。接着,对于进行冷轧的样品,将热轧钢板进行研削加工,制成板厚 3.2mm 后,冷轧至板厚 $2.5\sim 1.4\text{mm}$,制造冷轧钢板。接着,对由上述得到的热轧钢板或冷轧钢板以表2中示出的条件进行热处理,制造镀锌钢板。

[0112] 合金化热浸镀锌钢板以合金化温度 550°C 进行制造。在电镀锌钢板的制造中,作为电镀液,使用将二价铁离子浓度: $150\text{g}/\text{L}$ 、二价锌离子浓度: $40\text{g}/\text{L}$ 以硫酸盐的形式添加并利用硫酸调节为pH 2.0而得的电镀液。

[0113] 热浸镀锌、合金化热浸镀锌、电镀锌的附着量在每个单面为 $35\text{g}/\text{m}^2\sim 50\text{g}/\text{m}^2$ 的范围内。

[0114]

[表1]

钢种	化学成分 (质量%)														A _{CS} 点 (°C)								
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Nb	Ti	V	Cr	Mo	Cu	Ni		B	Sn	Sb	Mg	Ca	Ce	La	REM
A	0.14	0.10	2.4	0.010	0.002	0.045	0.004																787
B	0.18	0.25	2.3	0.005	0.006	0.026	0.003																778
C	0.11	0.40	2.8	0.018	0.003	0.038	0.004																794
D	0.42	0.15	2.2	0.008	0.003	0.035	0.005																735
E	0.17	0.02	2.6	0.007	0.004	0.048	0.003																771
F	0.12	0.13	3.1	0.009	0.002	0.043	0.006																772
G	0.22	0.10	2.4	0.012	0.002	0.039	0.003	0.016															765
H	0.14	0.02	2.5	0.010	0.004	0.040	0.004	0.014															784
I	0.43	0.12	2.6	0.016	0.003	0.038	0.003	0.031															722
J	0.13	0.07	3.2	0.012	0.001	0.027	0.005	0.016															763
K	0.42	0.10	2.4	0.012	0.001	0.029	0.004	0.027	0.021														733
L	0.12	0.01	3.1	0.024	0.002	0.043	0.004	0.041	0.033		0.10				0.001								783
M	0.23	0.07	2.2	0.019	0.007	0.036	0.003	0.074															766
N	0.16	0.12	2.3	0.023	0.008	0.034	0.002	0.081															813
O	0.18	0.30	2.4	0.020	0.018	0.034	0.003	0.060	0.060	0.025				0.001									807
P	0.32	0.09	2.2	0.018	0.008	0.048	0.004	0.020	0.028	0.034				0.003									771
Q	0.14	0.13	2.7	0.016	0.002	0.035	0.003								0.38								860
R	0.20	0.11	2.5	0.018	0.003	0.6	0.003																900
S	0.25	0.10	2.2	0.014	0.004	0.041	0.010	0.034	0.017						0.10								774
T	0.36	0.04	2.5	0.008	0.003	0.035	0.003									0.015	0.022						733
U	0.48	0.20	2.5	0.006	0.002	0.036	0.006											0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	721
V	0.08	0.06	2.6	0.011	0.002	0.046	0.004																798
W	0.07	0.12	2.7	0.014	0.004	0.033	0.003	0.036	0.025	0.014													807
X	0.60	0.10	2.4	0.019	0.004	0.041	0.003																704
Y	0.56	0.17	2.2	0.008	0.003	0.038	0.004	0.031	0.027														728
Z	0.21	0.70	2.2	0.007	0.003	0.025	0.003																794
AA	0.14	0.65	2.6	0.012	0.004	0.031	0.003		0.042														816
AB	0.14	0.01	1.7	0.009	0.004	0.029	0.004																797
AC	0.22	0.04	1.8	0.012	0.003	0.033	0.004	0.024	0.033														791
AD	0.14	0.02	3.9	0.010	0.002	0.037	0.005																735
AE	0.21	0.09	3.7	0.007	0.004	0.027	0.003	0.029	0.024	0.012													733
AF	0.16	0.02	2.8	0.070	0.003	0.046	0.004																767
AG	0.22	0.06	2.2	0.072	0.004	0.036	0.004	0.015															768
AH	0.18	0.10	2.4	0.007	0.025	0.047	0.003																778
AI	0.16	0.07	2.6	0.008	0.023	0.033	0.004	0.026	0.031														782
AJ	0.25	0.01	2.4	0.010	0.002	1.5	0.003																950
AK	0.21	0.05	2.2	0.006	0.004	1.3	0.003	0.033	0.026	0.021													900
AL	0.18	0.01	2.2	0.012	0.002	0.041	0.015																778
AM	0.15	0.04	2.4	0.006	0.003	0.035	0.013		0.019														785
AN	0.14	0.15	2.7	0.019	0.013	0.031	0.003	0.120	0.025														784
AO	0.16	0.06	2.2	0.012	0.007	0.042	0.003	0.022	0.120														833

[0115]

[表2-1]

No.	钢种	热轧		冷轧		制造条件										
		板坯加热温度 °C	终轧温度 °C	卷取温度 °C	压下率 %	退火温度 °C	退火保持时间 秒	炉内氢浓度 体积%	冷却速度 °C/秒	冷却停止温度 °C	保持时间 秒	破后冷却速度 °C/秒	300~50°C的滞留时间 秒	破后处理	再加热温度 °C	再加热时间 秒
1		1250	880	600	-	840	17	4	20	470	63	8	50	GA	-	发明例
2		1250	880	600	56	900	17	7	18	470	63	8	50	GA	-	发明例
3		1250	880	600	56	740	17	9	23	470	63	9	50	GA	-	比较例
4	A	1250	880	600	56	840	17	12	23	470	63	9	50	GA	-	比较例
5		1250	880	600	56	840	17	4	20	470	63	9	50	电	233	发明例
6		1250	880	600	56	840	17	4	18	470	63	8	50	电	214	发明例
7		1250	880	600	56	840	17	3	23	470	63	8	50	电	208	发明例
8		1250	880	600	56	840	17	3	23	470	63	8	50	电	198	发明例
9		1250	880	600	-	840	17	5	23	470	63	7	80	GI	-	发明例
10		1250	880	600	56	840	17	5	23	470	63	6	90	GI	-	发明例
11		1250	880	600	56	840	17	5	23	470	63	5	100	GI	-	发明例
12	B	1250	880	600	56	840	17	5	23	470	63	5	120	GI	-	发明例
13		1250	880	600	56	840	17	5	23	470	63	32	7	GI	-	比较例
14		1250	880	600	56	840	17	5	18	470	63	14	35	GI	150	发明例
15		1250	880	600	56	840	17	5	18	470	63	9	60	GI	150	发明例
16		1250	880	600	56	840	17	5	18	470	63	8	80	GI	150	发明例
17	C	1250	880	600	56	840	17	6	18	470	63	18	25	GI	55	发明例
18		1250	880	600	56	840	17	6	18	470	63	18	25	GI	80	发明例
19		1250	880	600	56	840	17	6	18	470	63	18	25	GI	120	发明例
20		1250	880	600	56	840	17	6	18	470	63	18	25	GI	80	发明例
21	D	1250	880	600	56	840	17	6	18	470	63	18	25	GI	150	发明例
22		1250	880	600	56	840	17	6	18	470	63	18	25	GI	-	比较例
23		1250	880	600	56	840	17	5	20	470	63	9	62	GI	-	发明例
24		E	1250	880	600	56	840	17	5	20	470	63	9	64	GI	-
25	1250		880	600	-	840	17	5	20	470	63	8	58	GI	-	发明例
26	1250		880	600	56	710	17	5	18	470	63	14	38	GI	210	比较例
27	F		1000	880	600	-	780	17	7	20	470	63	18	26	GI	198
28		1100	880	600	56	830	17	9	23	470	63	19	20	GI	-	比较例
29		1250	880	600	56	840	17	5	18	470	63	19	20	GI	-	比较例
30		G	1250	880	600	56	840	17	5	18	470	63	8	60	GI	-
31	1250		880	600	-	840	17	5	18	470	63	7	80	GI	-	发明例
32	1250		880	600	56	840	17	5	18	470	63	11	40	GI	-	发明例
33	H		1250	880	600	56	840	17	5	18	470	63	9	60	GI	-
34		1250	880	600	56	840	17	5	18	470	63	7	80	GI	-	发明例

[0116]

[表2-2]

No.	钢种	热轧			冷轧		制造条件									
		板坯加热温度 °C	终轧温度 °C	卷取温度 °C	压下率 %	退火温度 °C	退火保持时间 秒	炉内氢浓度 体积%	冷却速度 °C/秒	冷却停止温度 °C	保持时间 秒	镀覆后冷却速度 °C/秒	300~50°C的滞留时间 秒	镀覆处理	再加热温度 °C	再加热时间 秒
35	I	1250	880	600	-	820	17	2	18	470	63	12	38	GA	-	发明例
36		1250	880	600	56	840	17	2	18	470	63	11	47	GA	-	发明例
37		1250	880	600	56	860	17	6	18	470	63	11	48	GA	-	发明例
38	J	1250	880	600	56	900	17	5	18	470	63	11	51	GA	-	发明例
39		1250	880	600	56	860	17	4	18	470	63	10	55	GA	110	发明例
40		1250	880	600	56	840	17	7	18	470	63	10	59	GA	88 73	发明例
41	K	1250	880	600	56	840	17	6	18	470	63	9	67	GA	75	发明例
42		1250	880	600	56	840	17	5	18	470	63	8	71	GA	68	发明例
43		1250	880	600	56	840	17	5	18	470	63	19	24	GI	38	比较例
44	L	1250	880	600	56	840	17	6	18	470	63	20	21	GI	65	520 发明例
45		1250	880	600	56	840	17	4	18	470	63	19	28	GI	60	450 发明例
46		1250	880	600	56	840	17	4	18	470	63	19	30	GI	55	300 发明例
47	M	1250	880	600	56	740	17	6	18	470	-	20	21	GI	153	49 比较例
48		1250	880	600	56	780	17	3	20	470	-	19	27	GI	182	54 发明例
49		1250	880	600	56	830	17	9	23	470	-	11	48	GI	201	64 发明例
50	N	1250	880	600	-	840	17	3	23	470	63	11	46	GA	-	发明例
51		1250	880	600	56	840	17	5	23	470	-	10	57	GA	-	发明例
52		1250	880	600	56	840	17	7	23	470	63	10	55	GA	-	发明例
53	O	1250	880	600	56	840	17	4	23	470	63	22	18	GA	-	比较例
54		1250	880	600	56	780	17	5	23	470	63	23	16	GI	55	300 比较例
55		1250	880	600	56	800	17	6	23	470	63	22	18	GI	153	49 发明例
56	P	1250	880	600	56	840	17	7	23	470	63	22	18	GI	182	54 发明例
57		1250	880	600	56	880	17	4	23	470	63	20	20	GI	201	64 发明例
58		1250	880	600	56	840	17	8	23	470	63	20	21	电	270	49 发明例
59	Q	1250	880	600	56	840	17	7	23	470	63	21	18	电	156	105 发明例
60		1250	880	700	56	840	17	7	23	470	63	14	38	电	164	50 发明例
61		1250	880	700	56	840	17	9	23	470	63	21	19	电	-	- 比较例
62	R	1250	880	600	56	840	17	15	23	470	63	20	20	电	-	- 比较例
63		1250	800	600	56	720	17	6	18	470	50	23	16	GA	161	118 比较例
64		1250	800	600	56	780	17	7	20	470	63	14	33	GA	55	86400 发明例
65	S	1250	800	600	56	830	17	9	10	470	63	17	26	GA	280	61 发明例
66		1250	880	700	56	840	17	4	18	470	63	17	24	GA	109	28 比较例
67		1250	880	600	56	840	17	7	20	470	63	18	22	GA	40	67 比较例
68	T	1250	880	600	56	840	12	9	20	470	63	18	23	GA	320	91 比较例
69		1250	880	600	56	840	30	7	20	470	63	14	35	GA	241	62 发明例
70		1250	880	600	56	840	50	6	20	470	63	17	29	GA	233	52 发明例
71	U	1250	880	600	56	840	17	8	20	600	1250	18	22	GA	214	103 发明例
72		1250	880	600	56	880	5	5	18	470	63	17	27	GI	208	50 比较例
73		1250	880	600	56	880	17	7	1	470	63	18	24	GI	198	60 比较例
74	V	1250	880	600	56	880	17	9	18	200	63	15	31	GI	285	83 发明例
75		1250	880	600	56	880	17	8	18	350	63	8	82	GI	-	- 发明例
76		1250	880	600	56	880	17	6	18	500	63	18	25	GI	-	- 比较例
77	1250	880	600	56	880	17	7	18	650	63	8	62	GA	-	- 比较例	

[0117]

[表2-3]

No.	钢种	热轧		冷轧		制造条件										
		板坯加热温度 °C	终轧温度 °C	卷取温度 °C	压下率 %	退火温度 °C	退火保持时间 秒	炉内氢浓度 体积%	冷却速度 °C/秒	冷却速度 停止温度 °C	冷却保持时间 秒	冷却速度 °C/秒	300~50°C 的滞留时间 秒	镀层处理	再加热温度 °C	再加热时间 秒
78		1250	800	600	20	840	17	9	18	470	50	2	200	GA	-	发明例
79	S	1250	900	600	30	840	17	8	20	470	63	6	91	GA	-	发明例
80		1250	1000	600	56	840	17	6	23	470	63	4	146	GA	-	发明例
81		1250	880	600	56	840	17	5	18	470	63	11	44	GA	-	发明例
82	T	1250	880	600	56	840	17	4	20	470	63	10	49	GA	-	发明例
83		1250	880	600	56	840	17	9	23	470	63	5	106	GA	-	发明例
84		1250	880	600	56	660	17	5	18	470	63	10	53	GA	-	比较例
85	U	1250	880	600	56	740	17	8	20	470	63	14	36	GA	-	发明例
86		1250	880	600	56	830	17	6	23	470	63	9	64	GA	-	发明例
87	V	1250	880	600	56	700	17	7	18	470	63	10	56	GA	-	比较例
88		1250	880	600	56	780	17	9	20	470	63	5	111	GA	-	比较例
89		1250	880	600	56	830	17	5	23	470	63	10	47	GA	-	比较例
90	W	1250	880	600	56	840	17	3	23	470	63	11	41	GI	-	比较例
91	X	1250	870	600	56	840	17	6	23	470	63	11	43	GI	-	比较例
92	Y	1250	880	600	56	840	17	4	23	470	63	10	51	GI	-	比较例
93	Z	1250	880	600	56	840	17	3	23	470	63	11	43	GI	-	比较例
94	AA	1250	880	600	56	840	17	4	23	470	63	11	42	GI	-	比较例
95	AB	1250	880	600	56	840	17	5	23	470	63	11	46	GI	-	比较例
96	AC	1250	880	600	56	840	17	3	23	470	63	10	48	GI	-	比较例
97	AD	1250	880	600	56	840	17	5	23	470	63	9	59	GI	-	比较例
98	AE	1250	880	600	56	840	17	4	23	470	63	8	67	GI	-	比较例
99	AF	1250	880	600	56	840	17	5	23	470	63	4	112	GI	-	比较例
100	AG	1250	880	600	56	840	17	3	23	470	63	11	44	GI	-	比较例
101	AH	1250	880	600	56	840	17	8	23	470	63	8	86	GI	-	比较例
102	AI	1250	880	600	56	840	17	4	23	470	63	11	46	GI	-	比较例
103	AJ	1250	880	600	56	920	17	7	23	470	63	10	49	GI	-	比较例
104	AK	1250	880	600	56	880	17	5	23	470	63	10	47	GI	-	比较例
105	AL	1250	880	600	56	840	17	9	23	470	63	10	53	GI	-	比较例
106	AM	1250	880	600	56	840	17	3	23	470	63	11	43	GI	-	比较例
107	AN	1250	880	600	56	840	17	4	23	470	63	9	61	GI	-	比较例
108		1250	880	600	56	840	17	6	23	470	63	8	72	GI	-	比较例
109	AO	1250	880	600	56	840	17	1	23	470	63	7	84	GI	-	比较例

[0118] 评价方法

[0119] 对于在各种制造条件下得到的镀锌钢板,通过对钢组织进行解析来调查组织分率,通过实施拉伸试验来评价拉伸强度等拉伸特性,通过恒载荷拉伸试验来评价耐延迟断裂特性。各评价的方法如下。

[0120] (马氏体和回火马氏体的面积率)

[0121] 从与镀锌钢板的轧制方向和轧制方向垂直的方向采取试验片,对与轧制方向平行的板厚L截面进行镜面研磨,用硝酸酒精溶液使组织显现后,利用扫描电子显微镜进行观察,在倍率1500倍的SEM图像上的实际长度82μm×57μm的区域上设置间隔4.8μm的16×15的格子,利用数出在各相上的点数的点计数法,对马氏体和回火马氏体的面积率进行调查。面积率为由倍率1500倍的各自分开的SEM图像求出的3个面积率的平均值。马氏体呈现为白色

的组织。回火马氏体也呈现为白色的组织,但与马氏体相比更容易被腐蚀,因此呈现为在原始奥氏体晶界内出现块、包的组织。

[0122] 另外,作为其它组织,利用相同的方法算出铁素体、珠光体、贝氏体的面积率。另外,上述的组织用颜色和组织内的碳化物形态进行区别。铁素体呈现为黑色的组织,珠光体呈现为铁素体和碳化物层状地排列的组织,贝氏体呈现为碳化物分散在晶粒内的组织。

[0123] (拉伸试验)

[0124] 自镀锌钢板从与轧制方向垂直的方向(板宽度方向为拉伸方向)采取标点间距离50mm、标点间宽度25mm、板厚1.2mm的JIS5号试验片,以拉伸速度为10mm/分钟进行拉伸试验,测定拉伸强度(TS)和总伸长率(E1)。

[0125] (延迟断裂试验)

[0126] 自镀锌钢板从与轧制方向垂直的方向采取长轴长度100mm、短轴长度20mm的长条状的板,在长轴短轴的中心位置以直径15mm、间隙12.5%开冲裁孔。耐延迟断裂特性以是否产生来自该冲裁孔的延迟断裂进行评价。另外,为了防止因经时变化所致的钢中的扩散性氢的放出,使从自大板采取长条状的板后到开始延迟断裂的拉伸试验为止的时间为10分钟以内。负荷时间最大为100小时。这里,将100小时负荷后未产生龟裂(这里,龟裂是指拉伸应力负荷时的断裂。)的最大应力作为极限应力,用极限应力与降伏应力之比来评价耐延迟断裂特性。将极限应力/屈服应力为1.00以上时评价为耐延迟断裂特性优异,将小于1.00时评价为耐延迟断裂特性差。

[0127] (氢分析方法)

[0128] 从高强度镀锌钢板的宽度中央部采取长轴长度30mm、短轴长度5mm的长条状的试验板。采取后,用手持式刨削机将试验板的表面的镀层完全除去,除去后,立即使用升温脱离分析装置,在分析开始温度为25℃、分析结束温度为300℃、升温速度为200℃/小时的条件下进行氢分析,对各温度下从试验板表面放出的氢量、即氢释放量(wt.ppm/分钟)进行测定。基于氢释放量与温度的关系算出氢释放峰的半值宽度。另外,算出从分析开始温度到200℃的氢释放量的合计作为扩散性氢量。

[0129] 在图1中示出算出钢中的扩散性氢量和氢释放峰的半值宽度的氢分布图的一个例子。到200℃为止的扩散性氢量由升温温度200℃以下的面积算出。氢释放峰的半值宽度是由在峰值的一半的值处的氢释放量的最大温度与最小温度之差而算出。

[0130] (镀覆性)

[0131] 镀覆性通过目视和SEM观察来确认,将钢板整面一样地附着有镀层的情况评价为镀覆性良好(○(Good)),将具有未附着镀层的部分的情况评价为镀覆不良(×(NG))。基于SEM观察的镀覆性的评价通过以倍率150倍观察钢板表面来实施。

[0132]

[表3-1]

No.	钢种	组织		钢中的 扩散性氢量 wt.ppm	氢释放峰 的半值宽度 °C	机械特性			耐延迟断裂特性		镀覆性	
		M+TM %	α %			P+B %	YS MPa	TS MPa	El %	极限应力 MPa		极限应力/屈服应力
1	A	45	5	50	0.32	54	786	985	14.9	860	1.09	发明例
2		61	2	37	0.35	60	869	1080	12.3	930	1.07	发明例
3		28	24	48	0.48	66	688	971	15.7	690	1.00	比较例
4		47	4	49	0.62	59	811	988	14.4	790	0.97	比较例
5		44	5	51	0.31	59	795	992	14	860	1.08	发明例
6	B	45	4	51	0.28	60	791	995	14.1	900	1.14	发明例
7		44	3	53	0.25	57	797	987	14.9	910	1.14	发明例
8		47	3	50	0.23	55	808	996	14.5	930	1.15	发明例
9		48	4	48	0.25	55	813	1034	13.3	910	1.12	发明例
10		67	1	32	0.27	58	916	1246	9.6	1010	1.10	发明例
11	C	45	5	50	0.25	63	801	1028	12.8	920	1.15	发明例
12		46	4	50	0.24	52	805	1021	12.6	940	1.17	发明例
13		46	4	50	0.46	74	808	1146	11.2	790	0.98	比较例
14		35	11	54	0.36	57	787	1132	11.4	830	1.05	发明例
15		46	5	49	0.26	58	806	1067	12.2	900	1.12	发明例
16	D	47	4	49	0.22	47	811	1059	12.3	970	1.20	发明例
17		36	11	53	0.37	60	716	1036	13.8	760	1.06	发明例
18		37	12	51	0.34	61	719	1041	13.6	760	1.06	发明例
19		35	11	54	0.37	60	708	1038	13.6	750	1.06	发明例
20		54	3	43	0.31	67	848	1191	11.5	890	1.05	发明例
21	E	46	5	49	0.45	59	774	1167	10.9	780	1.01	发明例
22		42	4	54	0.45	75	756	1152	11.7	740	0.98	比较例
23		35	10	55	0.29	52	709	1108	11.8	790	1.11	发明例
24		34	11	55	0.3	49	838	1224	9.7	940	1.12	发明例
25		34	10	56	0.31	50	702	1116	11.7	780	1.11	发明例
26	F	19	28	53	0.38	58	647	914	21.8	680	1.05	比较例
27		38	14	48	0.38	57	784	997	13.6	820	1.05	发明例
28		56	3	41	0.42	75	876	1136	11.8	840	0.96	比较例
29		44	5	51	0.53	76	703	1159	11	680	0.97	比较例
30		46	4	50	0.41	33	799	1164	10.7	950	1.19	发明例
31	G	46	5	49	0.36	34	704	1170	10.6	860	1.22	发明例
32		44	5	51	0.42	30	698	1011	13.1	840	1.20	发明例
33		58	3	39	0.38	44	784	1121	11.5	930	1.19	发明例
34		43	4	53	0.35	35	701	990	13.9	870	1.24	发明例

[0133]

[表3-2]

No.	钢种	组织		钢中的扩散性氢量 wt.ppm	氢释放峰 的半值宽度 °C	机械特性			耐延迟断裂特性		铁覆性
		M+TM %	α %			P+B %	YS MPa	TS MPa	EI %	屈服应力/屈服应力	
35		48	5	47	48	1026	1377	12.4	1150	1.12	发明例
36	I	47	4	49	49	1010	1382	12.6	1140	1.13	发明例
37		47	3	50	46	1009	1374	12.8	1140	1.13	发明例
38		46	3	51	50	1021	1372	12.5	1180	1.14	发明例
39		47	4	49	42	911	1266	12.9	1070	1.17	发明例
40	J	45	5	50	47	924	1263	13	1030	1.11	发明例
41		43	5	52	46	921	1259	13.1	1040	1.13	发明例
42		45	4	51	45	919	1255	13.4	1050	1.14	发明例
43		49	3	48	46	1021	1337	11.3	910	0.89	比较例
44	K	47	4	49	43	1015	1331	11.2	1080	1.06	发明例
45		44	4	52	44	1011	1330	11.2	1110	1.10	发明例
46		46	4	50	44	1016	1343	11	1110	1.09	发明例
47		28	21	51	45	655	948	18.5	780	1.19	比较例
48	L	46	5	49	69	708	1074	12.9	870	1.23	发明例
49		59	3	38	46	872	1144	11.4	990	1.14	发明例
50		48	5	47	45	824	1113	11.7	960	1.17	发明例
51	M	61	2	37	43	958	1289	8.6	1080	1.13	发明例
52		47	4	49	41	813	1110	11.8	970	1.19	发明例
53		46	4	50	81	808	1104	11.9	780	0.97	比较例
54		24	22	54	45	724	945	17.2	810	1.12	比较例
55	N	35	15	50	40	757	992	15.1	910	1.20	发明例
56		48	4	48	41	771	1008	13.4	900	1.17	发明例
57		56	3	41	40	793	1023	12.6	940	1.19	发明例
58		47	5	48	46	809	1187	10.7	870	1.08	发明例
59		45	4	51	46	806	1191	10.7	880	1.09	发明例
60	O	47	4	49	48	816	1174	10.8	870	1.07	发明例
61		56	3	41	72	857	1208	9.9	840	0.98	比较例
62		52	4	44	86	853	1211	10	730	0.86	比较例
63		22	24	54	48	638	960	16.5	730	1.14	比较例
64	P	40	9	51	35	776	1082	12.2	960	1.24	发明例
65		42	7	51	41	801	1217	9.9	900	1.12	发明例
66		56	3	41	81	857	1067	12.9	790	0.92	比较例
67		58	3	39	84	862	1081	12.7	780	0.90	比较例
68		26	14	60	45	678	957	19.8	800	1.18	比较例
69	Q	59	3	38	44	868	1094	12.2	1000	1.15	发明例
70		58	3	39	47	859	1209	9.8	990	1.15	发明例
71		32	4	64	45	689	986	16.4	800	1.16	发明例
72		24	9	67	43	684	964	18.4	800	1.17	发明例
73		21	10	69	39	672	943	19.3	790	1.18	比较例
74	R	48	4	48	42	842	1128	11.5	960	1.14	发明例
75		50	4	46	45	849	1107	11.4	980	1.15	发明例
76		51	4	45	81	848	1142	11.3	800	0.94	比较例
77		50	4	46	45	842	1114	11.1	830	0.99	比较例

[0134]

[表3-3]

No.	钢种	组织			钢中的 扩散性氢量 wt.ppm	氢释放峰 的半值宽度 °C	机械特性			耐延迟断裂特性		镀覆性	
		M+TM %	α %	P+B %			YS MPa	TS MPa	EI %	极限应力 MPa	极限应力/屈服应力		
78	S	35	11	54	0.41	25	726	1144	11.2	890	1.23	○	发明例
79		51	4	45	0.39	36	847	1157	11.7	1050	1.24	○	发明例
80		58	3	39	0.32	35	921	1152	11.6	1140	1.24	○	发明例
81	T	41	5	54	0.43	62	685	1124	14.9	660	1.03	○	发明例
82		42	5	53	0.43	58	841	1127	13.1	860	1.02	○	发明例
83		52	4	44	0.42	57	850	1179	12.8	880	1.04	○	发明例
84		28	21	51	0.42	58	686	974	14.9	710	1.03	○	比较例
85		56	4	40	0.48	59	859	1142	11.1	860	1.00	○	发明例
86	U	54	4	42	0.47	60	852	1286	8.8	860	1.01	○	发明例
87		11	24	65	0.38	54	644	821	22.2	680	1.06	○	比较例
88	V	16	18	66	0.41	64	667	843	21.5	710	1.06	○	比较例
89		19	12	69	0.21	65	689	867	20.3	820	1.19	○	比较例
90	W	23	13	64	0.23	62	693	871	20.1	830	1.20	○	比较例
91	X	70	0	30	0.53	66	1048	1271	8.9	980	0.94	○	比较例
92	Y	71	0	29	0.59	65	1056	1297	8.5	990	0.94	○	比较例
93	Z	47	4	49	0.33	48	726	1058	12.6	810	1.12	×	比较例
94	AA	43	4	53	0.35	46	715	1031	12.8	810	1.13	×	比较例
95	AB	24	8	68	0.23	64	600	782	26.1	720	1.20	○	比较例
96	AC	25	8	67	0.24	61	767	954	16.1	910	1.19	○	比较例
97	AD	74	0	26	0.62	50	1078	1316	9.2	1050	0.97	○	比较例
98	AE	68	1	31	0.61	63	1063	1305	9.4	1030	0.97	○	比较例
99	AF	55	2	43	0.72	61	764	1147	13.7	680	0.89	○	比较例
100	AG	58	2	40	0.71	59	798	1081	11.9	710	0.89	○	比较例
101	AH	43	4	53	0.57	60	802	1055	12.7	770	0.96	○	比较例
102	AI	41	4	55	0.58	58	669	1087	14.2	640	0.96	○	比较例
103	AJ	37	7	56	0.55	59	880	1210	9	850	0.97	○	比较例
104	AK	34	7	59	0.56	57	743	1065	12.2	720	0.97	○	比较例
105	AL	32	6	62	0.54	56	768	994	13.6	740	0.96	○	比较例
106	AM	32	6	62	0.55	54	771	1004	13.4	750	0.97	○	比较例
107	AN	42	5	53	0.61	59	772	1072	13.3	750	0.97	○	比较例
108	AO	44	5	51	0.58	58	776	1024	12.9	740	0.95	○	比较例
109		48	4	48	0.47	57	781	1041	12.5	790	1.01	×	比较例

[0135] 评价结果

[0136] 本实施例(发明例)中,拉伸强度(TS)为980MPa以上,且极限应力与屈服应力之差为1.00以上,镀覆性的项目为“○”。发明例在表3中作为发明钢示出。比较例中,拉伸强度(TS)小于980MPa,极限应力与屈服应力之差小于1.00,镀覆性的项目为“×”。应予说明,表1~3的涂黑了的各项目表示不满足本发明的要件、制造条件、特性。

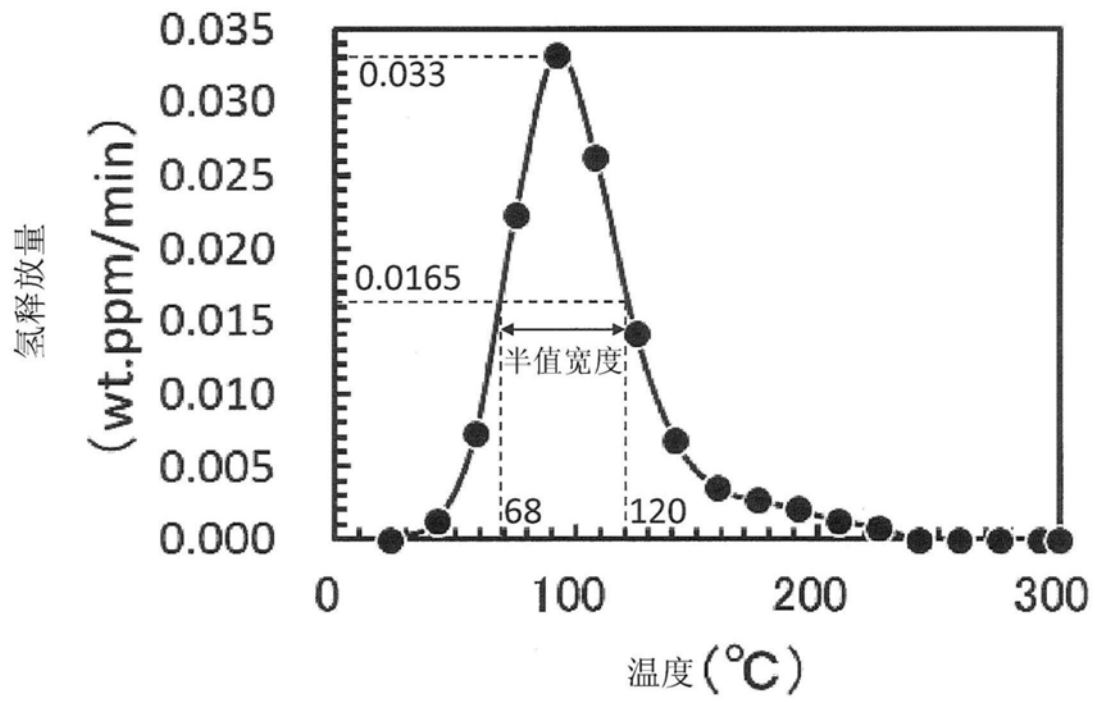


图1