



(10) 授权公告号 CN 113840934 B

(45) 授权公告日 2022. 10. 28

(21) 申请号 202080035625.5

(22) 申请日 2020.05.12

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113840934 A

(43) 申请公布日 2021.12.24

(30) 优先权数据

2019-092656 2019.05.16 JP

2019-121144 2019.06.28 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.11.12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2020/019021 2020.05.12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/230796 JA 2020.11.19

(73) 专利权人 杰富意钢铁株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 平岛拓弥 金子真次郎

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

专利代理师 满凤 金龙河

(51) Int.Cl.

C22C 38/02 (2006.01)

C22C 38/04 (2006.01)

C22C 38/06 (2006.01)

B21B 1/38 (2006.01)

B21C 37/02 (2006.01)

B21D 5/00 (2006.01)

审查员 吴启帆

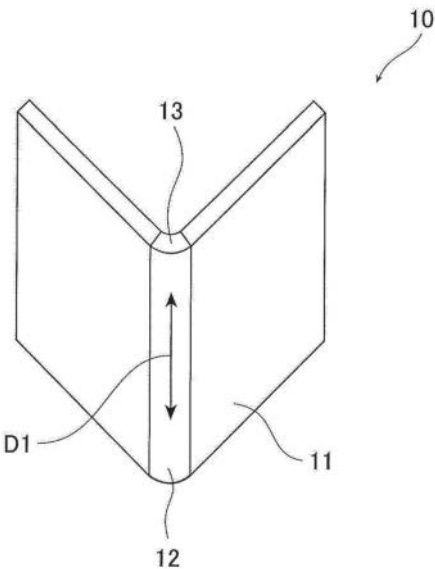
权利要求书2页 说明书23页 附图2页

(54) 发明名称

高强度构件、高强度构件的制造方法和高强度
构件用钢板的制造方法

(57) 摘要

本发明的课题在于提供耐延迟断裂特性优良的高强度构件、高强度构件的制造方法和高强度构件用钢板的制造方法。本发明的高强度构件(10)是使用钢板(11)得到的具有弯曲棱线部(12)的高强度构件(10),其中,构件的拉伸强度为1470MPa以上,弯曲棱线部(12)的端面(13)的残余应力为300MPa以下,并且弯曲棱线部(12)的端面(13)的维氏硬度(HV)为200以上且450以下。



1. 一种高强度构件,其是使用钢板得到的具有弯曲棱线部的高强度构件,其中,构件的拉伸强度为1470MPa以上,所述弯曲棱线部的端面的残余应力为300MPa以下,并且所述弯曲棱线部的端面的维氏硬度为200以上且450以下,浸渍在pH=1、25℃的盐酸中,测定不发生延迟断裂的最大负荷应力作为临界负荷应力时,该临界负荷应力为屈服强度的1.10倍以上。

2. 如权利要求1所述的高强度构件,其中,所述钢板具有:

以质量%计含有C:0.17%以上且0.35%以下、Si:0.001%以上且1.2%以下、Mn:0.9%以上且3.2%以下、P:0.020%以下、S:0.0010%以下、Al:0.010%以上且0.20%以下和N:0.010%以下、余量由铁和不可避免的杂质构成的成分组成;以及

含有平均粒径为50nm以下的碳化物的贝氏体和含有平均粒径为50nm以下的碳化物的马氏体中的一种或两种的面积率合计为90%以上的显微组织。

3. 如权利要求1所述的高强度构件,其中,所述钢板具有:

以质量%计含有C:0.17%以上且0.35%以下、Si:0.001%以上且1.2%以下、Mn:0.9%以上且3.2%以下、P:0.020%以下、S:0.0010%以下、Al:0.010%以上且0.20%以下、N:0.010%以下和Sb:0.001%以上且0.10%以下、余量由铁和不可避免的杂质构成的成分组成;以及

含有平均粒径为50nm以下的碳化物的贝氏体和含有平均粒径为50nm以下的碳化物的马氏体中的一种或两种的面积率合计为90%以上的显微组织。

4. 如权利要求2或3所述的高强度构件,其中,所述钢板的所述成分组成以质量%计还含有B:0.0002%以上且小于0.0035%。

5. 如权利要求2~4中任一项所述的高强度构件,其中,所述钢板的所述成分组成以质量%计还含有选自Nb:0.002%以上且0.08%以下和Ti:0.002%以上且0.12%以下中的至少一种。

6. 如权利要求2~5中任一项所述的高强度构件,其中,所述钢板的所述成分组成以质量%计还含有选自Cu:0.005%以上且1%以下和Ni:0.005%以上且1%以下中的至少一种。

7. 如权利要求2~6中任一项所述的高强度构件,其中,所述钢板的所述成分组成以质量%计还含有选自Cr:0.01%以上且1.0%以下、Mo:0.01%以上且小于0.3%、V:0.003%以上且0.5%以下、Zr:0.005%以上且0.20%以下和W:0.005%以上且0.20%以下中的至少一种。

8. 如权利要求2~7中任一项所述的高强度构件,其中,所述钢板的所述成分组成以质量%计还含有选自Ca:0.0002%以上且0.0030%以下、Ce:0.0002%以上且0.0030%以下、La:0.0002%以上且0.0030%以下和Mg:0.0002%以上且0.0030%以下中的至少一种。

9. 如权利要求2~8中任一项所述的高强度构件,其中,所述钢板的所述成分组成以质量%计还含有Sn:0.002%以上且0.1%以下。

10. 一种高强度构件的制造方法,其具有:

弯曲加工工序,切出拉伸强度为1470MPa以上的钢板,对所述钢板实施弯曲加工;以及

端面处理工序,在所述弯曲加工后,在400℃以上且900℃以下的温度下以大于0秒且10秒以下的条件对由切割产生的端面进行加热。

11. 一种高强度构件的制造方法,其具有:

弯曲加工工序,切出权利要求2~9中任一项所述的钢板,对钢板实施弯曲加工;以及
端面处理工序,在所述弯曲加工后,在400℃以上且900℃以下的温度下以大于0秒且10秒以下的条件对由切割产生的端面进行加热。

12. 一种高强度构件的制造方法,其具有:

端面处理工序,切出拉伸强度为1470MPa以上的钢板后,在400℃以上且900℃以下的温度下以大于0秒且10秒以下的条件对由切割产生的端面进行加热;以及
弯曲加工工序,对所述端面处理工序后的钢板实施弯曲加工。

13. 一种高强度构件的制造方法,其具有:

端面处理工序,切出权利要求2~9中任一项所述的钢板后,在400℃以上且900℃以下的温度下以大于0秒且10秒以下的条件对由切割产生的端面进行加热;以及
弯曲加工工序,对所述端面处理工序后的钢板实施弯曲加工。

14. 一种高强度构件用钢板的制造方法,其是用于通过权利要求10~13中任一项所述的高强度构件的制造方法得到的高强度构件的高强度构件用钢板的制造方法,其具有:

热轧工序,对钢原材进行热轧;

冷轧工序,对通过所述热轧得到的热轧钢板进行冷轧;以及

退火工序,将通过所述冷轧得到的冷轧钢板加热至 A_{C3} 点以上的退火温度后,进行从所述退火温度到550℃的温度范围的平均冷却速度为3℃/秒以上、并且冷却停止温度为350℃以下的冷却,然后,在100℃以上且260℃以下的温度范围内保持20秒以上且1500秒以下。

高强度构件、高强度构件的制造方法和高强度构件用钢板的 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构件、高强度构件的制造方法和高强度构件用钢板的制造方法。更详细而言,本发明涉及耐延迟断裂特性优良的高强度构件及其制造方法。另外,涉及该高强度构件用的钢板的制造方法。

背景技术

[0002] 近年来,对于中柱R/F(加强件)等车身骨架部件、保险杠、冲击梁部件等(以下也称为部件),正在推进应用拉伸强度(TS)为1320~1470MPa级的高强度钢板。进而,从汽车车身的进一步轻量化的观点出发,也在研究对部件应用具有TS为1800MPa(1.8GPa)级以上的强度的钢板。

[0003] 伴随着钢板的高强度化,担心发生延迟断裂。近年来,担心从加工成部件形状的样品、特别是应变集中的弯曲加工部的剪切端面发生延迟断裂,抑制这样的以剪切端面为起点的延迟断裂变得重要。

[0004] 例如,专利文献1中提供了一种薄钢板,其由化学成分满足C:0.05~0.3%、Si:3.0%以下、Mn:0.01~3.0%、P:0.02%以下、S:0.02%以下、Al:3.0%以下、N:0.01%以下、余量为Fe和不可避免的杂质的钢构成,并对Mg的氧化物、硫化物、复合结晶物和复合析出物的粒径和密度进行规定,由此使成形加工后的耐延迟断裂特性优良。

[0005] 专利文献2中提供了通过对具有1180MPa以上的TS的钢板的剪切端面实施喷丸处理而使端面的残余应力降低、从而耐延迟断裂特性优良的成形构件的制造方法。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2003-166035号公报

[0009] 专利文献2:日本特开2017-125228号公报

发明内容

[0010] 发明所要解决的问题

[0011] 专利文献1所公开的技术提供了通过规定化学成分和钢中的析出物的粒径和密度而使耐延迟断裂特性优良的钢板。但是,对于专利文献1的钢板而言,添加的C量少,因此,与本发明的高强度构件中使用的钢板相比强度较低,TS小于1470MPa。对于专利文献1的钢板,认为即使使C量增多等而提高强度,但由于强度升高时端面的残余应力也增加,因此耐延迟断裂特性也会劣化。

[0012] 专利文献2所公开的技术中,提供了通过对剪切端面实施喷丸处理而使端面的残余应力降低、从而耐延迟断裂特性优良的成形构件。但是,与作为本发明所规定的300MPa以下的端面的残余应力相比较,作为耐延迟断裂特性的改善效果并不充分。

[0013] 本发明是鉴于上述情况而完成的,其目的在于提供耐延迟断裂特性优良的高强度

构件及其制造方法。

[0014] 在本发明中,高强度是指拉伸强度(TS)为1470MPa以上。

[0015] 在本发明中,耐延迟断裂特性优良是指,如实施例所记载的那样,将对钢板进行弯曲加工后的构件浸渍在 $\text{pH}=1$ (25℃)的盐酸中,测定不发生延迟断裂的最大负荷应力作为临界负荷应力时,该临界负荷应力为屈服强度(YS)的1.10倍以上。

[0016] 用于解决问题的方法

[0017] 本发明人为了上述问题进行了深入研究。本发明人发现,通过将使用钢板得到的具有弯曲棱线部的高强度构件设定为构件的拉伸强度为1470MPa以上、弯曲棱线部的端面的残余应力为300MPa以下、并且弯曲棱线部的端面的维氏硬度(HV)为200以上且450以下,能够制成耐延迟断裂特性优良的高强度构件,从而完成了本发明。上述问题通过以下手段来解决。

[0018] [1]一种高强度构件,其是使用钢板得到的具有弯曲棱线部的高强度构件,其中,

[0019] 构件的拉伸强度为1470MPa以上,

[0020] 上述弯曲棱线部的端面的残余应力为300MPa以下,并且

[0021] 上述弯曲棱线部的端面的维氏硬度(HV)为200以上且450以下。

[0022] [2]如[1]所述的高强度构件,其中,上述钢板具有:

[0023] 以质量%计含有C:0.17%以上且0.35%以下、Si:0.001%以上且1.2%以下、Mn:0.9%以上且3.2%以下、P:0.020%以下、S:0.0010%以下、Al:0.010%以上且0.20%以下和N:0.010%以下、余量由铁和不可避免的杂质构成的成分组成;以及

[0024] 含有平均粒径为50nm以下的碳化物的贝氏体和含有平均粒径为50nm以下的碳化物的马氏体中的一种或两种的面积率合计为90%以上的显微组织。

[0025] [3]如[1]所述的高强度构件,其中,上述钢板具有:

[0026] 以质量%计含有C:0.17%以上且0.35%以下、Si:0.001%以上且1.2%以下、Mn:0.9%以上且3.2%以下、P:0.020%以下、S:0.0010%以下、Al:0.010%以上且0.20%以下、N:0.010%以下和Sb:0.001%以上且0.10%以下、余量由铁和不可避免的杂质构成的成分组成;以及

[0027] 含有平均粒径为50nm以下的碳化物的贝氏体和含有平均粒径为50nm以下的碳化物的马氏体中的一种或两种的面积率合计为90%以上的显微组织。

[0028] [4]如[2]或[3]所述的高强度构件,其中,上述钢板的上述成分组成以质量%计还含有B:0.0002%以上且小于0.0035%。

[0029] [5]如[2]~[4]中任一项所述的高强度构件,其中,上述钢板的上述成分组成以质量%计还含有选自Nb:0.002%以上且0.08%以下和Ti:0.002%以上且0.12%以下中的至少一种。

[0030] [6]如[2]~[5]中任一项所述的高强度构件,其中,上述钢板的上述成分组成以质量%计还含有选自Cu:0.005%以上且1%以下和Ni:0.005%以上且1%以下中的至少一种。

[0031] [7]如[2]~[6]中任一项所述的高强度构件,其中,上述钢板的上述成分组成以质量%计还含有选自Cr:0.01%以上且1.0%以下、Mo:0.01%以上且小于0.3%、V:0.003%以上且0.5%以下、Zr:0.005%以上且0.20%以下和W:0.005%以上且0.20%以下中的至少一种。

[0032] [8]如[2]~[7]中任一项所述的高强度构件,其中,上述钢板的上述成分组成以质量%计还含有选自Ca:0.0002%以上且0.0030%以下、Ce:0.0002%以上且0.0030%以下、La:0.0002%以上且0.0030%以下和Mg:0.0002%以上且0.0030%以下中的至少一种。

[0033] [9]如[2]~[8]中任一项所述的高强度构件,其中,上述钢板的上述成分组成以质量%计还含有Sn:0.002%以上且0.1%以下。

[0034] [10]一种高强度构件的制造方法,其具有:

[0035] 弯曲加工工序,切出拉伸强度为1470MPa以上的钢板,对上述钢板实施弯曲加工;以及

[0036] 端面处理工序,在上述弯曲加工后,在400℃以上且900℃以下的温度下以大于0秒且10秒以下的条件对由切割产生的端面进行加热。

[0037] [11]一种高强度构件的制造方法,其具有:

[0038] 弯曲加工工序,切出[2]~[9]中任一项所述的钢板,对钢板实施弯曲加工;以及

[0039] 端面处理工序,在上述弯曲加工后,在400℃以上且900℃以下的温度下以大于0秒且10秒以下的条件对由切割产生的端面进行加热。

[0040] [12]一种高强度构件的制造方法,其具有:

[0041] 端面处理工序,切出拉伸强度为1470MPa以上的钢板后,在400℃以上且900℃以下的温度下以大于0秒且10秒以下的条件对由切割产生的端面进行加热;以及

[0042] 弯曲加工工序,对上述端面处理工序后的钢板实施弯曲加工。

[0043] [13]一种高强度构件的制造方法,其具有:

[0044] 端面处理工序,切出[2]~[9]中任一项所述的钢板后,在400℃以上且900℃以下的温度下以大于0秒且10秒以下的条件对由切割产生的端面进行加热;以及

[0045] 弯曲加工工序,对上述端面处理工序后的钢板实施弯曲加工。

[0046] [14]一种高强度构件用钢板的制造方法,其是用于通过[10]~[13]中任一项所述的高强度构件的制造方法得到的高强度构件的高强度构件用钢板的制造方法,其具有:

[0047] 热轧工序,对钢原材进行热轧;

[0048] 冷轧工序,对通过上述热轧得到的热轧钢板进行冷轧;以及

[0049] 退火工序,将通过上述冷轧得到的冷轧钢板加热至 A_{c3} 点以上的退火温度后,进行从上述退火温度到550℃的温度范围的平均冷却速度为3℃/秒以上、并且冷却停止温度为350℃以下的冷却,然后,在100℃以上且260℃以下的温度范围内保持20秒以上且1500秒以下。

[0050] 发明效果

[0051] 根据本发明,能够提供耐延迟断裂特性优良的高强度构件、高强度构件的制造方法和高强度构件用钢板的制造方法。另外,通过将本发明的高强度构件应用于汽车结构构件,能够兼顾汽车用钢板的高强度化和耐延迟断裂特性的提高。即,通过本发明,使汽车车身高性能化。

附图说明

[0052] 图1是示出本发明的高强度构件的一例的立体图。

[0053] 图2是示出实施例中用螺栓和螺母紧固后的构件的状态的侧面图。

[0054] 图3是示出实施例的端面的残余应力的测定中作为测定部位的板厚中心和测定方向的端面的放大图。

具体实施方式

[0055] 以下,对本发明的实施方式进行说明。需要说明的是,本发明不限定于以下实施方式。

[0056] 本发明是使用钢板得到的具有弯曲棱线部的高强度构件,其中,构件的拉伸强度为1470MPa以上,弯曲棱线部的端面的残余应力为300MPa以下,并且弯曲棱线部的端面的维氏硬度(HV)为200以上且450以下。

[0057] 只要可以得到满足这些条件的高强度构件,则高强度构件中使用的钢板就没有特别限定。以下,对用于得到本发明的高强度构件的优选钢板进行说明,但本发明的高强度构件中使用的钢板不限于以下说明的钢板。

[0058] 用于得到高强度构件的优选钢板优选具有后述的成分组织和显微组织。需要说明的是,只要可以得到本发明的高强度构件,则无需一定使用具有后述的成分组成和显微组织的钢板。

[0059] 首先,对高强度构件中使用的优选钢板(原材钢板)的优选的成分组成进行说明。在下述的优选的成分组成的说明中,作为成分的含量的单位的“%”是指“质量%”。

[0060] <C:0.17%以上且0.35%以下>

[0061] C是提高淬透性的元素。从确保规定的马氏体和贝氏体中的一种或两种的合计面积率、并且使马氏体和贝氏体的强度提高而确保 $TS \geq 1470\text{MPa}$ 的观点出发,C含量优选为0.17%以上,更优选为0.18%以上,进一步优选为0.19%以上。另一方面,C含量超过0.35%时,即使在弯曲加工后进行加热,弯曲棱线部的端面的残余应力也超过300MPa,有可能使耐延迟断裂特性劣化。因此,C含量优选为0.35%以下,更优选为0.33%以下,进一步优选为0.31%以下。

[0062] <Si:0.001%以上且1.2%以下>

[0063] Si是基于固溶强化的强化元素。另外,Si在将钢板在200℃以上的温度范围内保持的情况下抑制粗大的碳化物的过量生成而有助于提高伸长率。此外,还减少板厚中央部的Mn偏析而有助于抑制MnS的生成,使耐延迟断裂特性提高。为了充分地得到如上所述的效果,Si含量优选为0.001%以上,更优选为0.003%以上,进一步优选为0.005%以上。另一方面,Si含量过多时,容易在板厚方向上生成粗大的MnS,使耐延迟断裂特性劣化。因此,Si含量优选为1.2%以下,更优选为1.1%以下,进一步优选为1.0%以下。

[0064] <Mn:0.9%以上且3.2%以下>

[0065] Mn是为了提高钢的淬透性、确保规定的马氏体和贝氏体中的一种或两种的合计面积率而含有的。Mn含量小于0.9%时,有可能由于在钢板表层部生成铁素体而使强度降低。因此,Mn含量优选为0.9%以上,更优选为1.0%以上,进一步优选为1.1%以上。另外,为了避免MnS增加而使耐延迟断裂特性劣化,Mn含量优选为3.2%以下,更优选为3.1%以下,进一步优选为3.0%以下。

[0066] <P:0.020%以下>

[0067] P是使钢强化的元素,但其含量多时,使耐延迟断裂特性劣化。因此,P含量优选为

0.020%以下,更优选为0.015%以下,进一步优选为0.010%以下。需要说明的是,P含量的下限没有特别限定,但目前能够在工业上实施的下限为约0.003%。

[0068] <S:0.0010%以下>

[0069] S形成MnS、TiS、Ti(C,S)等夹杂物。为了抑制由该夹杂物引起的耐延迟断裂特性的劣化,S含量优选设定为0.0010%以下。S含量更优选为0.0009%以下,进一步优选为0.0007%以下,特别优选为0.0005%以下。需要说明的是,S含量的下限没有特别限定,但目前能够在工业上实施的下限为约0.0002%。

[0070] <Al:0.010%以上且0.20%以下>

[0071] Al是为了进行充分的脱氧、减少钢中的粗大夹杂物而添加的。为了得到该效果,Al含量优选为0.010%以上,更优选为0.015%以上。另一方面,Al含量超过0.20%时,在热轧后的卷取时生成的渗碳体等以Fe作为主要成分的碳化物在退火工序中难以固溶,有可能生成粗大的夹杂物、碳化物,因此,有可能使耐延迟断裂特性劣化。因此,Al含量优选为0.20%以下,更优选为0.17%以下,进一步优选为0.15%以下。

[0072] <N:0.010%以下>

[0073] N是在钢中形成TiN、(Nb,Ti)(C,N)、AlN等氮化物、碳氮化物系的粗大的夹杂物的元素,由于它们的生成而使耐延迟断裂特性劣化。为了防止耐延迟断裂特性的劣化,N含量优选为0.010%以下,更优选为0.007%以下,进一步优选为0.005%以下。需要说明的是,N含量的下限没有特别限定,但目前能够在工业上实施的下限为约0.0006%。

[0074] <Sb:0.001%以上且0.10%以下>

[0075] Sb抑制钢板表层部的氧化、氮化,从而抑制钢板表层部的氧化、氮化所引起的脱碳。通过抑制脱碳而抑制钢板表层部的铁素体生成,有助于高强度化。进而,通过抑制脱碳,耐延迟断裂特性也提高。从这样的观点出发,Sb含量优选为0.001%以上,更优选为0.002%以上,进一步优选为0.003%以上。另一方面,Sb超过0.10%而含有时,在原奥氏体(γ)晶界发生偏析而促进龟裂产生,因此有可能使耐延迟断裂特性劣化。因此,Sb含量优选为0.10%以下,更优选为0.08%以下,进一步优选为0.06%以下。需要说明的是,优选含有Sb,但在不含有Sb就能够充分地得到钢板的高强度化和耐延迟断裂特性的提高效果的情况下,也可以不含有Sb。

[0076] 本发明的高强度构件中使用的优选钢优选基本上含有上述成分,余量为铁和不可避免的杂质。在不损害本发明的作用的范围内,本发明的高强度构件中使用的优选钢可以含有以下的任选元素。需要说明的是,在含有小于下述下限值的下述任选元素的情况下,该任选元素作为不可避免的杂质而含有。

[0077] <B:0.0002%以上且小于0.0035%>

[0078] B是使钢的淬透性提高的元素,其具有即使在Mn含量少的情况下也生成规定面积率的马氏体和贝氏体的优点。为了得到这样的B的效果,B含量优选为0.0002%以上,更优选为0.0005%以上,进一步优选为0.0007%以上。另外,从固定N的观点出发,优选与0.002%以上的Ti复合添加。另一方面,B含量为0.0035%以上时,会使退火时的渗碳体的固溶速度延迟,残留未固溶的渗碳体等以Fe作为主要成分的碳化物,由此,生成粗大的夹杂物、碳化物,因此使耐延迟断裂特性劣化。因此,在含有B的情况下,B含量优选小于0.0035%,更优选为0.0030%以下,进一步优选为0.0025%以下。

[0079] <选自Nb:0.002%以上且0.08%以下和Ti:0.002%以上且0.12%以下中的至少一种>

[0080] Nb、Ti通过原奥氏体(γ)晶粒的微细化而有助于高强度化。从这样的观点出发,Nb含量和Ti含量分别优选为0.002%以上,更优选为0.003%以上,进一步优选为0.005%以上。另一方面,大量含有Nb、Ti时,在热轧工序的钢坯加热时以未固溶形式残留的NbN、Nb(C,N)、(Nb,Ti)(C,N)等Nb系的粗大的析出物、TiN、Ti(C,N)、Ti(C,S)、TiS等Ti系的粗大的析出物增加,使耐延迟断裂特性劣化。因此,在含有Nb的情况下,Nb含量优选为0.08%以下,更优选为0.06%以下,进一步优选为0.04%以下。另外,在含有Ti的情况下,Ti含量优选为0.12%以下,更优选为0.10%以下,进一步优选为0.08%以下。

[0081] <选自Cu:0.005%以上且1%以下和Ni:0.005%以上且1%以下中的至少一种>

[0082] Cu、Ni具有提高汽车的使用环境下的耐腐蚀性、并且腐蚀产物被覆钢板表面而抑制氢向钢板侵入的效果。另外,从提高耐延迟断裂特性的观点出发,Cu和Ni分别优选含有0.005%以上,更优选为0.008%以上。但是,Cu、Ni变得过多时,导致表面缺陷的产生,使镀覆性、化学转化处理性劣化,因此,在含有Cu和Ni中的至少一种的情况下,Cu含量和Ni含量分别优选为1%以下,更优选为0.8%以下,进一步优选为0.6%以下。

[0083] <选自Cr:0.01%以上且1.0%以下、Mo:0.01%以上且小于0.3%、V:0.003%以上且0.5%以下、Zr:0.005%以上且0.20%以下和W:0.005%以上且0.20%以下中的至少一种>

[0084] 出于提高钢的淬透性的效果的目的,可以含有Cr、Mo、V。为了得到这样的效果,Cr含量和Mo含量分别优选为0.01%以上,更优选为0.02%以上,进一步优选为0.03%以上。V含量优选为0.003%以上,更优选为0.005%以上,进一步优选为0.007%以上。但是,任意一种元素变得过多时,都会由于碳化物的粗大化而使耐延迟断裂特性劣化。因此,在含有Cr的情况下,Cr含量优选为1.0%以下,更优选为0.4%以下,进一步优选为0.2%以下。在含有Mo的情况下,Mo含量优选小于0.3%,更优选为0.2%以下,进一步优选为0.1%以下。在含有V的情况下,V含量优选为0.5%以下,更优选为0.4%以下,进一步优选为0.3%以下。

[0085] Zr、W通过原奥氏体(γ)晶粒的微细化而有助于高强度化。从这样的观点出发,Zr含量和W含量分别优选为0.005%以上,更优选为0.006%以上,进一步优选为0.007%以上。但是,大量含有Zr、W时,在热轧工序的钢坯加热时以未固溶形式残留的粗大的析出物增加,使耐延迟断裂特性劣化。因此,在含有Zr和W中的至少一种的情况下,Zr含量、W含量分别优选为0.20%以下,更优选为0.15%以下,进一步优选为0.10%以下。

[0086] <选自Ca:0.0002%以上且0.0030%以下、Ce:0.0002%以上且0.0030%以下、La:0.0002%以上且0.0030%以下和Mg:0.0002%以上且0.0030%以下中的至少一种>

[0087] Ca、Ce、La通过将S以硫化物的形式固定而有助于改善耐延迟断裂特性。因此,这些元素的含量分别优选为0.0002%以上,更优选为0.0003%以上,进一步优选为0.0005%以上。另一方面,这些元素大量添加时,由于硫化物的粗大化而使耐延迟断裂特性劣化。因此,在含有Ca、Ce和La中的至少一种的情况下,这些元素的含量分别优选为0.0030%以下,更优选为0.0020%以下,进一步优选为0.0010%以下。

[0088] Mg将O以MgO的形式固定,成为钢中氢的捕获位点,因此有助于改善耐延迟断裂特性。因此,Mg含量优选为0.0002%以上,更优选为0.0003%以上,进一步优选为0.0005%以

上。另一方面,Mg大量添加时,由于MgO的粗大化而使耐延迟断裂特性劣化。因此,在含有Mg的情况下,Mg含量优选为0.0030%以下,更优选为0.0020%以下,进一步优选为0.0010%以下。

[0089] <Sn:0.002%以上且0.1%以下>

[0090] Sn抑制钢板表层部的氧化、氮化,从而抑制钢板表层部的氧化、氮化所引起的脱碳。通过抑制脱碳,抑制钢板表层部的铁素体生成,有助于高强度化。从这样的观点出发,Sn含量优选为0.002%以上,更优选为0.003%以上,进一步优选为0.004%以上。另一方面,含有超过0.1%的Sn时,在原奥氏体(γ)晶界发生偏析而使耐延迟断裂特性劣化。因此,在含有Sn的情况下,Sn含量优选为0.1%以下,更优选为0.08%以下,进一步优选为0.06%以下。

[0091] 接着,对本发明的高强度构件中使用的钢板所具有的显微组织的优选的条件进行说明。

[0092] <含有平均粒径为50nm以下的碳化物的贝氏体和含有平均粒径为50nm以下的碳化物的马氏体中的一种或两种的面积率合计为90%以上>

[0093] 为了得到 $TS \geq 1470\text{MPa}$ 的高强度,相对于钢板组织整体,含有平均粒径为50nm以下的碳化物的贝氏体和含有平均粒径为50nm以下的碳化物的马氏体中的一种或两种的面积率优选设定为合计为90%以上。小于90%时,铁素体变多,强度降低。另外,从提高强度的观点出发,该合计面积率更优选为91%以上,进一步优选为92%以上,特别优选为93%以上。该合计面积率可以合计为100%。另外,可以是任一者的面积率为90%以上,也可以是两者的合计面积率为90%以上。

[0094] 马氏体不包含淬火状态的马氏体,设定为回火马氏体。在本发明中,马氏体是指在低温下(马氏体相变点以下)由奥氏体生成的硬质组织,回火马氏体是指对马氏体进行再加热时回火后的组织。贝氏体是指在较低温度下(马氏体相变点以上)由奥氏体生成、在针状或板状铁素体中分散有微细的碳化物的硬质组织。

[0095] 需要说明的是,马氏体和贝氏体以外的余量组织为铁素体、珠光体、残余奥氏体,其合计量小于10%就可以允许。也可以为0%。

[0096] 在本发明中,铁素体是指在较高温度下通过从奥氏体开始的相变而生成、由bcc晶格的晶粒构成的组织。珠光体是指铁素体和渗碳体以层状生成的组织。残余奥氏体是指由于马氏体相变温度为室温以下而没有发生马氏体相变的奥氏体。

[0097] 本发明中所述的平均粒径为50nm以下的碳化物是在利用SEM观察时在贝氏体和马氏体中能够观察到的微细的碳化物。具体而言,碳化物可以列举例如Fe碳化物、Ti碳化物、V碳化物、Mo碳化物、W碳化物、Nb碳化物、Zr碳化物。

[0098] 需要说明的是,钢板可以具备热镀锌层等镀层。作为该镀层,可以列举例如电镀层、化学镀层、热浸镀层等。此外,也可以为合金化镀层。

[0099] 接着,对高强度构件进行说明。

[0100] 本发明的高强度构件是使用钢板得到的具有弯曲棱线部的高强度构件,其中,构件的拉伸强度为1470MPa以上,弯曲棱线部的端面的残余应力为300MPa以下,并且弯曲棱线部的端面的维氏硬度(HV)为200以上且450以下。

[0101] 本发明的高强度构件是使用钢板得到的,是通过以形成规定形状的方式进行成形加工和弯曲加工等加工而得到的成形构件。本发明的高强度构件例如可以优选用于汽车部

件。

[0102] 本发明的高强度构件具有弯曲棱线部。本发明中所述的“弯曲棱线部”是指通过对钢板实施弯曲加工而不为平板的区域。图1所示的高强度构件10的一例是对钢板11进行V字形弯曲加工而得到的。高强度构件10在进行了弯曲加工的部分的钢板11的侧面具有弯曲棱线部12。弯曲棱线部12的端面13是位于弯曲棱线部12的侧面的板厚面。本发明中所述的弯曲棱线方向D1是与弯曲棱线部12平行的方向。

[0103] 本发明的高强度构件只要弯曲棱线部的端面的残余应力为300MPa以下、并且弯曲棱线部的端面的维氏硬度(HV)为200以上且450以下,则弯曲加工的角度就没有特别限定。

[0104] 图1所示的高强度构件10的一例示出了进行了弯曲加工的部位为1个的例子,但也可以对2个以上部位进行弯曲加工而具有2个以上弯曲棱线部。

[0105] <构件的拉伸强度为1470MPa以上>

[0106] 高强度构件的拉伸强度(TS)为1470MPa以上。为了使拉伸强度(TS)为1470MPa以上,优选使用上述钢板。

[0107] 本发明中的拉伸强度(TS)和屈服强度(YS)通过对高强度构件的作为未被弯曲加工的部分的平坦部进行测定来计算。另外,如果预先测定弯曲加工前的退火钢板(退火工序后的钢板)的拉伸强度(TS)和屈服强度(YS),这些测定值被视为使用该退火钢板得到的高强度构件的拉伸强度(TS)和屈服强度(YS)的测定值。构件的强度可以通过实施例记载的方法来计算。

[0108] <弯曲棱线部的端面的残余应力为300MPa以下>

[0109] 高强度构件的弯曲棱线部的端面(板厚面)的残余应力为300MPa以下。由此,不易在弯曲棱线部的端面产生龟裂,因此,能够得到耐延迟断裂特性优良的构件。从抑制因延迟断裂引起的龟裂产生的观点出发,残余应力为300MPa以下,优选为250MPa以下,更优选为200MPa以下。下限没有特别限定,变为压应力也没有关系。弯曲棱线部的端面的残余应力可以通过本说明书的实施例中记载的方法来计算。

[0110] <弯曲棱线部的端面的维氏硬度(HV)为200以上且450以下>

[0111] 高强度构件的弯曲棱线部的端面(板厚面)的维氏硬度(HV)为200以上且450以下。由此,不易在弯曲棱线部的端面产生龟裂,因此,能够得到耐延迟断裂特性优良的构件。从抑制因延迟断裂引起的龟裂产生的观点出发,硬度为450以下,优选为430以下,更优选为400以下。另外,弯曲棱线部的端面的硬度变低时,与母材硬度的差异变大,因此龟裂的产生被促进。因此,从抑制因延迟断裂引起的龟裂产生、得到构件的强度的观点出发,端面的维氏硬度(HV)设定为200以上。优选为220以上,更优选为250以上。弯曲棱线部的端面的维氏硬度可以通过本说明书的实施例中记载的方法来计算。

[0112] 接着,对本发明的高强度构件的制造方法的实施方式进行说明。

[0113] 本发明的高强度构件的制造方法的实施方式的一例具有:弯曲加工工序,切出拉伸强度为1470MPa以上的钢板,对钢板实施弯曲加工;以及端面处理工序,在弯曲加工后,在400℃以上且900℃以下的温度下以大于0秒且10秒以下的条件对由切割产生的端面进行加热。

[0114] 另外,本发明的高强度构件的制造方法的实施方式的另一例具有:弯曲加工工序,切出具有上述成分组成和上述显微组织的钢板,对钢板实施弯曲加工;以及端面处理工序,

在弯曲加工后,在400℃以上且900℃以下的温度下以大于0秒且10秒以下的条件对由切割产生的端面进行加热。

[0115] 另外,本发明的高强度构件的制造方法的实施方式的另一例具有:端面处理工序,切出拉伸强度为1470MPa以上的钢板后,在400℃以上且900℃以下的温度下以大于0秒且10秒以下的条件对由切割产生的端面进行加热;以及弯曲加工工序,对端面处理工序后的钢板实施弯曲加工。

[0116] 另外,本发明的高强度构件的制造方法的实施方式的另一例具有:端面处理工序,切出具有上述成分组成和上述显微组织的钢板后,在400℃以上且900℃以下的温度下以大于0秒且10秒以下的条件对由切割产生的端面进行加热;以及弯曲加工工序,对端面处理工序后的钢板实施弯曲加工。

[0117] [端面处理工序]

[0118] 如上所述,本发明的高强度构件的制造方法具有如下所述的端面处理工序:切出钢板后,在400℃以上且900℃以下的温度下以大于0秒且10秒以下的条件对由切割产生的端面进行加热。在此,切出的钢板例如是拉伸强度为1470MPa以上的钢板。另外,切出的钢板例如是具有上述成分组成和上述显微组织的钢板。

[0119] 本发明所述的切割是指包括剪切切割(机械切割)、激光切割、放电加工等电切割、气体切割等公知的切割的含义。

[0120] 通过进行端面处理工序,使钢板端面的残余应力降低,使端面软质化,由此,不易在弯曲棱线部的端面产生龟裂,能够得到耐延迟断裂特性优良的构件。关于端面的加热方法,没有特别限定,例如有利用激光的加热。

[0121] 为了降低端面的残余应力,将对钢板进行弯曲加工后的成形构件的端面在400℃以上且900℃以下的温度下进行加热。加热温度超过900℃时,铁素体的生成和粗大化变得显著,因此,成形构件的强度降低,并且过度软质化,也使耐延迟断裂特性劣化。因此,加热温度为900℃以下,优选为870℃以下。另外,低于400℃时,加热能力不足而不发生组织的软质化。因此,加热温度为400℃以上。优选为450℃以上,更优选为500℃以上,进一步优选大于600℃,特别优选为700℃以上。加热时间设定为10秒以下。加热时间大于10秒时,组织粗大化,使耐延迟断裂特性劣化。因此,加热时间设定为10秒以下。优选为9秒以下,更优选为8秒以下。只要发生组织的软质化、端面的维氏硬度为200以上且450以下即可,加热时间没有特别限定。因此,加热时间大于0秒,优选为1秒以上,更优选为2秒以上。

[0122] 加热范围没有特别限定,为了确保成形构件的强度,优选自弯曲棱线部的端面起约5mm。另外,加热方向没有特别限定,为了消除板厚方向上的温度不均,优选为与板厚面垂直的方向。

[0123] [弯曲加工工序]

[0124] 本发明的高强度构件的制造方法具有对钢板实施弯曲加工的弯曲加工工序。弯曲加工工序既可以在端面处理工序之前进行,也可以在端面处理工序之后进行。

[0125] 本发明的弯曲加工例如包括至少一个被分类为弯曲变形、拉深变形、鼓胀变形、拉伸凸缘变形的四种变形方式。

[0126] 接着,对通过高强度构件的制造方法得到的高强度构件所使用的高强度构件用钢板的制造方法的一个实施方式进行说明。

[0127] 另外,本发明的高强度构件用钢板的制造方法的实施方式的一例具有:热轧工序,对钢(钢原材)进行热轧;冷轧工序,对通过热轧得到的热轧钢板进行冷轧;以及退火工序,将通过冷轧得到的冷轧钢板加热至 A_{C3} 点以上的退火温度后,进行从退火温度到550℃的温度范围的平均冷却速度为3℃/秒以上、并且冷却停止温度为350℃以下的冷却,然后,在100℃以上且260℃以下的温度范围内保持20秒以上且1500秒以下。

[0128] 以下,对这些工序以及在热轧工序前进行的优选的铸造工序进行说明。需要说明的是,只要没有特别说明,以下所示的温度是指钢原材(钢坯)、钢板等的表面温度。

[0129] [铸造工序]

[0130] 对具有上述成分组成的钢进行铸造。铸造速度没有特别限定,但为了抑制上述夹杂物的生成、提高耐延迟断裂特性,铸造速度优选为1.80m/分钟以下,更优选为1.75m/分钟以下,进一步优选为1.70m/分钟以下。下限也没有特别限定,但从生产率的观点出发,优选为1.25m/分钟以上,更优选为1.30m/分钟以上。

[0131] [热轧工序]

[0132] 在热轧工序中,例如,对具有上述成分组成的钢原材(钢坯)进行热轧。钢坯加热温度没有特别限定,但通过将钢坯加热温度设定为1200℃以上,能够实现硫化物的固溶促进和Mn偏析的减少,能够实现上述粗大的夹杂物量的减少,具有使耐延迟断裂特性提高的倾向。因此,钢坯加热温度优选为1200℃以上。更优选为1220℃以上。另外,钢坯加热时的加热速度优选为5~15℃/分钟,钢坯均热时间优选为30~100分钟。

[0133] 精轧结束温度优选为840℃以上。精轧结束温度低于840℃时,达成温度的降低需要花费时间,由于夹杂物生成而使耐延迟断裂特性劣化,不仅如此,钢板的内部的品质也可能降低。因此,精轧结束温度优选为840℃以上,更优选为860℃以上。另一方面,上限没有特别限定,但由于冷却至之后的卷取温度变得困难,因此,精轧结束温度优选为950℃以下,更优选为920℃以下。

[0134] 优选将冷却后的热轧钢板在630℃以下的温度下进行卷取。卷取温度超过630℃时,钢基表面有可能发生脱碳,在钢板内部与表面产生组织差异,有可能导致合金浓度不均。另外,由于表层的脱碳,钢中表层的具有碳化物的贝氏体、马氏体的面积率减少,因此存在难以确保期望的强度的倾向。因此,卷取温度优选为630℃以下,更优选为600℃以下。卷取温度的下限没有特别限定,为了防止冷轧性的降低,优选为500℃以上。

[0135] [冷轧工序]

[0136] 在冷轧工序中,对通过热轧得到的热轧钢板进行冷轧。在冷轧工序中,例如,对如上所述卷取后的热轧钢板进行酸洗后,进行冷轧,制造冷轧钢板。酸洗的条件没有特别限定。在压下率小于20%的情况下,有可能表面的平坦度差、组织变得不均匀,因此,压下率优选为20%以上,更优选为30%以上,进一步优选为40%以上。

[0137] [退火工序]

[0138] 将通过冷轧得到的冷轧钢板加热至 A_{C3} 点以上的退火温度。退火温度低于 A_{C3} 点时,在组织中生成铁素体,不能得到期望的强度。因此,退火温度为 A_{C3} 点以上,优选为 A_{C3} 点+10℃以上,更优选为 A_{C3} 点+20℃以上。退火温度的上限没有特别限定,但从抑制奥氏体的粗大化、防止耐延迟断裂特性的劣化的观点出发,退火温度优选为900℃以下。需要说明的是,可以在加热至 A_{C3} 点以上的退火温度后,在该退火温度下进行均热。

[0139] A_{C3} 点通过下式计算。另外,下式中,(%元素符号)是指各元素的含量(质量%)。

[0140] A_{C3} 点($^{\circ}\text{C}$) = $910 - 203 \sqrt{(\%C) + 45(\%Si) - 30(\%Mn) - 20(\%Cu) - 15(\%Ni) + 11(\%Cr) + 32(\%Mo) + 104(\%V) + 400(\%Ti) + 460(\%Al)}$

[0141] 如上所述,将冷轧钢板加热至 A_{C3} 点以上的退火温度后,进行从该退火温度到 550°C 的温度范围的平均冷却速度为 $3^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上、并且冷却停止温度为 350°C 以下的冷却,然后,在 100°C 以上且 260°C 以下的温度范围内保持20秒以上且1500秒以下。

[0142] 从退火温度到 550°C 的温度范围的平均冷却速度小于 $3^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 时,导致铁素体的过度生成,因此难以得到期望的强度。另外,在表层生成铁素体,由此难以得到表层附近的具有碳化物的贝氏体、马氏体百分率,使耐延迟断裂特性劣化。因此,从退火温度到 550°C 的温度范围的平均冷却速度为 $3^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上,优选为 $5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上,更优选为 $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上。需要说明的是,平均冷却速度的上限没有特别规定,但过快时,在卷材宽度方向上容易发生马氏体相变的不均匀化,有可能因形状劣化而使钢板接触到设备,因此,从得到最低限度的形状的观点出发,优选设定为 $3000^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以下。

[0143] 在没有特别说明的情况下,从退火温度到 550°C 的温度范围的平均冷却速度为“(退火温度- 550°C)/(从退火温度到 550°C 的冷却时间)”。

[0144] 冷却停止温度为 350°C 以下。冷却停止温度超过 350°C 时,回火不会充分进行,在最终组织中生成淬火状态的马氏体、残余奥氏体,弯曲棱线部的端面的硬度提高,由此耐延迟断裂特性劣化。因此,为了得到优良的耐延迟断裂特性,冷却停止温度为 350°C 以下,优选为 300°C 以下,更优选为 250°C 以下。需要说明的是,冷却停止温度的下限没有特别限定,但从容易确保之后再加热时的温度的观点出发,优选为 0°C 以上。

[0145] 分布在贝氏体内部的碳化物是在淬火后的低温范围内的保持中生成的碳化物,通过成为氢的捕获位点而捕获氢,能够防止耐延迟断裂特性的劣化。保持温度低于 100°C 或者保持时间小于20秒时,不会生成贝氏体,并且生成不含碳化物的淬火状态的马氏体,因此,弯曲棱线部的端面的硬度变高,不能得到上述效果。

[0146] 另外,保持温度超过 260°C 或者保持时间超过1500秒时,发生脱碳,而且在贝氏体内部生成粗大的碳化物,因此,过度软质化,使耐延迟断裂特性劣化。

[0147] 因此,保持温度为 100°C 以上且 260°C 以下,保持时间为20秒以上且1500秒以下。另外,保持温度优选为 130°C 以上且 240°C 以下,保持时间优选为50秒以上且1000秒以下。

[0148] 需要说明的是,本发明中的保持不仅包括在恒定温度下的保持,也包括在本发明的保持温度的范围内变化的情况。

[0149] 需要说明的是,可以对热轧后的热轧钢板进行用于组织软质化的热处理。另外,也可以对钢板表面实施Zn、Al等的镀覆。另外,退火冷却后或镀覆处理后可以进行用于形状调整的表面光轧。

[0150] 实施例

[0151] 参考实施例对本发明具体地进行说明,但本发明不限于此。

[0152] [实施例1]

[0153] 将具有表1所记载的拉伸强度的钢板剪切成 $30\text{mm} \times 110\text{mm}$ 的小片。需要说明的是,拉伸试验如下进行:从钢板的轧制方向,裁取标点间距离为50mm、标点间宽度为25mm、板厚为1.4mm的JIS5号试验片,依据JISZ2241,以10mm/分钟的拉伸速度进行拉伸试验。测定的拉

伸强度(TS)和屈服强度(YS)示于表1中。

[0154] 针对剪切后的一部分钢板,在表1所示的条件下对由切割产生的端面实施端面处理。接着,在具有90°的角度的冲模上放置钢板的样品,利用具有90°的角度的冲头对钢板进行冲压,由此进行V字形弯曲加工。接着,如图2的侧面图所示,使用螺栓20、螺母21和锥形垫圈22,将弯曲加工后的钢板(构件)从钢板11的板面的两侧利用螺栓20紧固。通过CAE(计算机辅助工程,Computer Aided Engineering)分析,算出负荷应力与紧固量的关系,使紧固量与临界负荷应力一致。临界负荷应力通过后述的方法进行测定。接着,针对一部分弯曲加工后的钢板(构件),在表1所示的条件下对钢板的端面实施端面处理。端面处理的各条件示于表1中。在表1的端面处理中,将热处理温度(°C)栏记载为“-”的情况是指未进行热处理。

[0155] 2. 评价方法

[0156] 对于在各种制造条件下得到的构件,利用通过延迟断裂试验测定的临界负荷应力来评价耐延迟断裂特性。另外,如下测定构件的端面的残余应力和维氏硬度。各评价的方法如下所述。

[0157] (临界负荷应力的测定)

[0158] 通过延迟断裂试验测定临界负荷应力。具体而言,将在各制造条件下得到的构件浸渍在pH=1(25°C)的盐酸中,将不发生延迟断裂的最大负荷应力作为临界负荷应力进行评价。延迟断裂的判定通过目视和利用实体显微镜放大至倍率×20的图像进行,将浸渍96小时不发生破裂的情况作为无断裂。此处所述的破裂是指产生龟裂长度为200μm以上的龟裂的情况。

[0159] (端面的残余应力的测定)

[0160] 对于在各制造条件下得到的构件,通过X射线衍射测定端面的残余应力。残余应力的测定部位为弯曲棱线部的端面的板厚中心,X射线的照射直径设定为150μm。测定方向设定为与板厚方向垂直且与弯曲棱线方向垂直的方向。图3是弯曲棱线部的端面的放大图,对板厚中心C1和测定方向D2分别标注符号来示出。

[0161] (端面的维氏硬度的测定)

[0162] 对于在各制造条件下得到的构件,通过维氏硬度试验测定端面的维氏硬度(HV)。维氏硬度的测定部位设定为将弯曲棱线部的端面沿弯曲棱线方向D1方向切割、在镜面研磨后的该截面的板厚中心自端面起100μm的部位。测定载荷设定为1kgf。

[0163] 3. 评价结果

[0164] 将评价结果示于表1中。

[0165] [表1]

No.	端面处理		机械特性				耐延迟断裂特性		备注
	热处理温度(°C)	热处理时间(秒)	YS(MPa)	TS(MPa)	端面的残余应力(MPa)	端面的硬度(HV)	临界负荷应力(MPa)	※1	
1	500	8	1386	1490	80	270	1746	1.26	发明例
2	800	3	1184	1300	60	200	1385	1.17	比较例
3	390	3	1375	1495	350	370	1444	1.05	比较例
4	300	4	1392	1513	70	460	1503	1.08	比较例
5	700	5	1345	1508	50	240	1560	1.16	发明例
6	950	5	1321	1501	40	180	1400	1.06	比较例
7	700	15	1333	1502	50	140	1386	1.04	比较例
8	-	-	1342	1511	1220	650	1355	1.01	比较例

[0166]

[0167] ※1:临界负荷应力/YS

[0168] 将 $TS \geq 1470\text{MPa}$ 、并且临界负荷应力 $\geq 1.10 \times YS$ 的构件设为合格,在表1中作为发明例示出。另外,将 $TS < 1470\text{MPa}$ 或临界负荷应力 $< 1.10 \times YS$ 的构件设为不合格,在表1中作为比较例示出。需要说明的是,在表1中,“临界负荷应力/YS”为1.10以上是指临界负荷应力 $\geq 1.10 \times YS$ 。如表1所示,本发明例的构件的强度高且耐延迟断裂特性优良。

[0169] [实施例2]

[0170] 1.评价用构件的制造

[0171] 将具有表2所示的成分组成、余量由Fe和不可避免的杂质构成的钢利用真空熔炼炉熔炼后,进行开坯轧制,得到厚度为27mm的开坯轧制材料。将所得到的开坯轧制材料热轧至4.2mm的板厚,制造热轧钢板。接着,对热轧钢板进行磨削加工,使板厚为3.2mm后,冷轧至2.4~1.12mm的板厚,制造冷轧钢板。接着,在表3和表4所示的条件下对通过上述得到的冷轧钢板进行热处理(退火工序)。需要说明的是,表2的成分组成的空栏表示不主动地添加该成分,不仅包括不含有(0质量%)的情况,还包括不可避免地含有的情况。需要说明的是,热轧工序、冷轧工序、退火工序的各条件的详细情况如表3和表4所示。

[0172] 将热处理后的钢板剪切成 $30\text{mm} \times 110\text{mm}$ 的小片,在具有 90° 的角度的冲模上放置钢板的样品,利用具有 90° 的角度的冲头对钢板进行冲压,由此进行V字形弯曲加工。接着,如图2的侧面图所示,使用螺栓20、螺母21和锥形垫圈22,将弯曲加工后的钢板(构件)从钢板11的板面的两侧利用螺栓20紧固。通过CAE(计算机辅助工程,Computer Aided Engineering)分析,算出负荷应力与紧固量的关系,使紧固量与临界负荷应力一致。临界负荷应力通过后述的方法进行测定。

[0173] 表3和表4的No.1~No.72是在弯曲加工后在各种温度下对弯曲棱线部的端面进行加热。表4的No.73是将钢板剪切成小片后在进行上述弯曲加工前对由切割产生的端面进行加热。端面处理的各条件示于表3和表4中。在表3和表4的端面处理中,将热处理温度($^\circ\text{C}$)栏记载为“-”的情况是指未进行热处理。

[0174] [表2]

[0175]

钢种	成分组成(质量%)									A _{c3} 点 (°C)
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Sb	其他	
A	0.21	0.20	1.2	0.007	0.0008	0.05	0.0021	0.01		813
B	0.17	0.20	2.8	0.008	0.0005	0.08	0.0021	0.02		788
C	0.34	0.90	1.1	0.018	0.0002	0.02	0.0043	0.01		809
D	0.18	0.02	1.8	0.010	0.0010	0.08	0.0043	0.01		806
E	0.28	1.15	1.1	0.007	0.0004	0.04	0.0014	0.01		838
F	0.29	0.30	1.0	0.007	0.0010	0.08	0.0034	0.02		820
G	0.23	0.12	3.2	0.006	0.0007	0.10	0.0046	0.03		766
H	0.31	0.40	1.2	0.015	0.0002	0.09	0.0028	0.01		821
I	0.22	0.01	2.7	0.016	0.0004	0.04	0.0028	0.003	B:0.0020	752
J	0.23	0.30	2.9	0.018	0.0006	0.05	0.0040	0.01	Nb:0.0150	763
K	0.24	0.11	2.5	0.007	0.0004	0.04	0.0051	0.01	Ti:0.017	758
L	0.28	0.20	1.6	0.009	0.0003	0.10	0.0060	0.01	Cu:0.15	808
M	0.22	0.35	2.7	0.009	0.0001	0.06	0.0043	0.01	B:0.0025, Ti:0.015, Ni:0.12	776
N	0.23	1.10	2.8	0.009	0.0009	0.04	0.0029	0.03	Nb:0.0130, Cr:0.05, Mo:0.05	797
O	0.25	1.00	2.4	0.009	0.0007	0.03	0.0039	0.03	Cu:0.13, Cr:0.03, V:0.012	797
P	0.24	0.10	2.6	0.018	0.0010	0.03	0.0033	0.04	Zr:0.009, W:0.01, Ca:0.0008, Ce:0.0009, La:0.0006, Mg:0.0005	753
Q	0.27	0.10	1.8	0.007	0.0007	0.06	0.0027	0.01	Sn:0.004	783
R	0.37	0.20	1.2	0.019	0.0002	0.04	0.0021	0.01		776
S	0.14	0.90	1.6	0.006	0.0002	0.08	0.0055	0.01		862
T	0.21	2.40	2.8	0.008	0.0010	0.02	0.0028	0.01		852
U	0.22	0.12	3.4	0.014	0.0006	0.07	0.0024	0.01		750
V	0.26	0.16	0.8	0.008	0.0007	0.06	0.0010	0.01		817
W	0.28	0.84	1.4	0.030	0.0004	0.07	0.0058	0.01		830
X	0.26	0.07	1.5	0.007	0.0020	0.06	0.0028	0.01		792
Y	0.25	0.11	1.6	0.006	0.0003	0.25	0.0021	0.01		880
Z	0.21	0.05	2.9	0.018	0.0008	0.07	0.0015	0.15		765

[0176] [表3]

[0177]

No.	钢种	铸造	热轧			冷轧	退火					端面处理		备注
		铸造速度 (m/分钟)	※1 (°C)	※2 (°C)	※3 (°C)	压下率 (%)	退火温度 (°C)	※4 (°C/秒)	※5 (°C)	保持温度 (°C)	保持时间 (秒)	热处理温度 (°C)	热处理时间 (秒)	
1	A	1.50	1250	880	550	56	880	2060	50	150	500	800	5	发明例
2		1.50	1250	880	550	56	880	2000	50	150	500	550	5	发明例
3		1.50	1250	880	550	56	880	2050	50	150	500	300	5	比较例
4		1.50	1250	880	550	56	880	2100	50	150	500	800	5	发明例
5		1.50	1250	880	550	56	880	1900	50	150	500	800	8	发明例
6		1.50	1250	880	550	56	880	2060	50	150	500	800	15	比较例
7	B	1.50	1220	880	550	56	880	1910	50	150	500	800	5	发明例
8		1.50	1250	880	550	56	880	2010	50	150	500	920	5	比较例
9		1.50	1300	880	550	56	880	2050	50	150	500	800	5	发明例
10	C	1.50	1250	840	550	56	880	1920	50	150	500	800	5	发明例
11		1.50	1250	880	550	56	880	1980	50	150	500	700	5	发明例
12		1.50	1250	900	550	56	880	2050	50	150	500	600	5	发明例
13		1.50	1250	920	550	56	880	2010	50	150	500	800	7	发明例
14	D	1.50	1250	880	550	56	880	2000	50	150	500	—	—	比较例
15		1.50	1250	880	550	56	880	1980	50	200	1000	—	—	比较例
16		1.50	1250	880	550	56	880	1990	50	150	500	800	5	发明例
17		1.50	1250	880	550	56	880	2080	50	200	1000	800	5	发明例
18	E	1.50	1250	880	630	56	880	1900	50	150	500	800	5	发明例
19		1.50	1250	880	600	56	880	1960	50	150	500	800	13	比较例
20		1.50	1250	880	550	56	880	1900	50	150	500	800	2	发明例
21		1.50	1250	880	520	56	880	1920	50	150	500	800	4	发明例
22	F	1.50	1250	880	550	25	880	2040	50	150	500	800	5	发明例
23		1.50	1250	880	550	35	880	1940	50	150	500	800	5	发明例
24		1.50	1250	880	550	45	880	1930	50	150	500	800	5	发明例
25		1.50	1250	880	550	65	880	2010	50	150	500	800	5	发明例
26	G	1.50	1250	880	550	56	750	1960	50	150	500	800	5	比较例
27		1.50	1250	880	550	56	780	1980	50	150	500	800	5	发明例
28		1.50	1250	880	550	56	820	2080	50	150	500	800	5	发明例
29		1.50	1250	880	550	56	880	1970	50	150	500	800	5	发明例
30	H	1.50	1250	880	550	56	880	2	50	150	500	800	5	比较例
31		1.50	1250	880	550	56	880	8	50	150	500	800	5	发明例
32		1.50	1250	880	550	56	880	20	50	150	500	800	5	发明例
33		1.50	1250	880	550	56	880	50	50	150	500	800	5	发明例

[0178] ※1钢坯加热温度、※2:精轧结束温度、※3:卷取温度

[0179] ※4从退火温度到550℃的温度范围的平均冷却速度、※5:冷却停止温度

[0180] [表4]

[0181]

No.	钢种	铸造	热轧			冷轧	退火					端面处理		备注
		铸造速度 (m/分钟)	※1 (°C)	※2 (°C)	※3 (°C)	压下率 (%)	退火温度 (°C)	※4 (°C/秒)	※5 (°C)	保持温度 (°C)	保持时间 (秒)	热处理温度 (°C)	热处理时间 (秒)	
34	I	1.50	1250	880	550	56	880	1960	50	150	500	800	5	发明例
35		1.50	1250	880	550	56	880	2030	200	150	500	800	5	发明例
36		1.50	1250	880	550	56	880	2000	320	150	500	800	5	发明例
37		1.50	1250	880	550	56	880	1940	400	150	500	800	5	比较例
38	J	1.50	1250	880	550	56	880	2060	50	80	500	800	5	比较例
39		1.50	1250	880	550	56	880	2080	50	150	500	800	5	发明例
40		1.50	1250	880	550	56	880	2000	50	200	500	800	5	发明例
41		1.50	1250	880	550	56	880	2020	50	270	500	800	5	比较例
42	K	1.50	1250	880	550	56	880	1900	50	150	10	800	5	比较例
43		1.50	1250	880	550	56	880	2060	50	150	100	800	5	发明例
44		1.50	1250	880	550	56	880	2020	50	150	500	800	5	发明例
45		1.50	1250	880	550	56	880	2030	50	150	1800	800	5	比较例
46	L	1.50	1250	880	550	56	880	1940	50	150	500	920	5	比较例
47		1.50	1250	880	550	56	880	1900	50	150	500	380	5	比较例
48		1.50	1250	880	550	56	880	1920	50	150	500	700	5	发明例
49		1.50	1250	880	550	56	880	1970	50	150	500	—	—	比较例
50	M	1.50	1250	880	550	56	880	1960	50	150	500	420	5	发明例
51		1.50	1250	880	550	56	880	2000	50	150	500	750	5	发明例
52	N	1.50	1250	880	550	56	880	1910	50	150	500	800	1	发明例
53		1.50	1250	880	550	56	880	2050	50	150	500	800	6	发明例
54		1.50	1250	880	550	56	880	1900	50	150	500	800	15	比较例
55	O	1.50	1250	880	550	56	880	2090	50	50	500	800	5	比较例
56		1.50	1250	880	550	56	880	2000	50	150	500	800	5	发明例
57		1.50	1250	880	550	56	880	1990	50	300	500	800	5	比较例
58	P	1.50	1250	880	550	56	880	1990	10	150	500	800	5	发明例
59		1.50	1250	880	550	56	880	1980	120	150	500	800	5	发明例
60		1.50	1250	880	550	56	880	2020	370	150	500	800	5	比较例
61	Q	1.30	1250	880	550	56	880	2020	50	150	500	850	5	发明例
62		1.50	1250	880	550	56	880	2080	50	150	500	750	5	发明例
63		1.70	1250	880	550	56	880	1910	50	150	500	600	5	发明例
64	R	1.50	1250	880	550	56	880	2080	50	150	500	800	5	比较例
65	S	1.50	1250	880	550	56	880	2050	50	150	500	800	5	比较例
66	T	1.50	1250	880	550	56	880	1920	50	150	500	800	5	比较例
67	U	1.50	1250	880	550	56	880	2090	50	150	500	800	5	比较例
68	V	1.50	1250	880	550	56	880	1960	50	150	500	800	5	比较例
69	W	1.50	1250	880	550	56	880	1980	50	150	500	800	5	比较例
70	X	1.50	1250	880	550	56	880	2080	50	150	500	800	5	比较例
71	Y	1.50	1250	880	550	56	880	1970	50	150	500	800	5	比较例
72	Z	1.50	1250	880	550	56	880	2100	50	150	500	800	5	比较例
73	A	1.50	1250	880	550	56	880	2050	50	150	500	700	5	发明例

[0182] ※1钢坯加热温度、※2:精轧结束温度、※3:卷取温度

[0183] ※4从退火温度到550℃的温度范围的平均冷却速度、※5冷却停止温度

[0184] 2. 评价方法

[0185] 对于在各种制造条件下得到的构件,通过对钢组织(显微组织)进行分析来调查组织百分率。另外,通过实施拉伸试验来评价拉伸强度等拉伸特性,利用通过延迟断裂试验测定的临界负荷应力来评价耐延迟断裂特性。另外,如下测定构件的端面的残余应力和维氏硬度。各评价的方法如下所述。

[0186] (含有平均粒径为50nm以下的碳化物的贝氏体和含有平均粒径为50nm以下的碳化物的马氏体中的一种或两种的面积率的合计)

[0187] 对于通过退火工序得到的钢板(以下称为退火钢板),从垂直方向裁取试验片,对与轧制方向平行的板厚L截面进行镜面研磨,利用硝酸乙醇溶液液使组织显现出来后,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 $82\mu\text{m}\times 57\mu\text{m}$ 的区域上放置 $4.8\mu\text{m}$ 间隔的 $16\text{mm}\times 15\text{mm}$ 的网格,通过对位于各相上的点数进行计数的点计数法,计算含有平均粒径为50nm以下的碳化物的马氏体和含有平均粒径为50nm以下的碳化物的贝氏体的面积率,算出它们的合计的面积率。面积率设定为由倍率1500倍的各个SEM图像求出的三个面积率的平均值。马氏体呈现为白色的组织,贝氏体在黑色的组织的内部析出有微细的碳化物。碳化物的平均粒径如下算出。另外,面积率为相对于观察范围整体的面积率,将其视为相对于钢板组织整体的面积率。

[0188] (贝氏体和马氏体中的碳化物的平均粒径)

[0189] 从退火钢板的与轧制方向垂直的方向截取试验片,对与轧制方向平行的板厚L截面进行镜面研磨,利用硝酸乙醇溶液液使组织显现出来后,使用扫描电子显微镜进行观察,通过基于二值化的图像分析测定倍率5000倍的SEM图像上的碳化物的总面积,将该总面积进行个数平均,由此算出每1个碳化物的平均面积。将由每1个碳化物的平均面积求出的等效圆直径作为平均粒径。

[0190] (拉伸试验)

[0191] 从退火钢板的轧制方向,截取标点间距离为50mm、标点间宽度为25mm、板厚1.4mm的JIS5号试验片,依据JISZ2241,以10mm/分钟的拉伸速度进行拉伸试验,测定拉伸强度(TS)和屈服强度(YS)。

[0192] (临界负荷应力的测定)

[0193] 通过延迟断裂试验测定临界负荷应力。具体而言,将在各制造条件下得到的构件浸渍在 $\text{pH}=1$ (25℃)的盐酸中,将不发生延迟断裂的最大负荷应力作为临界负荷应力进行评价。延迟断裂的判定通过目视和利用实体显微镜放大至倍率 $\times 20$ 的图像进行,将浸渍96小时不发生破裂的情况作为无断裂。此处所述的破裂是指产生龟裂长度为 $200\mu\text{m}$ 以上的龟裂的情况。

[0194] (端面的残余应力的测定)

[0195] 对于在各制造条件下得到的构件,通过X射线衍射测定端面的残余应力。残余应力的测定部位为弯曲棱线部的端面的板厚中心,X射线的照射直径设定为 $150\mu\text{m}$ 。测定方向设定为与板厚方向垂直且与弯曲棱线方向垂直的方向。图3是弯曲棱线部的端面的放大图,对板厚中心C1和测定方向D2分别标注符号来示出。

[0196] (端面的维氏硬度的测定)

[0197] 对于在各制造条件下得到的构件,通过维氏硬度试验测定端面的维氏硬度(HV)。维氏硬度的测定部位设定为将弯曲棱线部的端面沿弯曲棱线方向D1方向切割、在镜面研磨后的该截面的板厚中心自端面起 $100\mu\text{m}$ 的部位。测定载荷设定为1kgf。

[0198] 3. 评价结果

[0199] 将上述评价结果示于表5和表6中。

[0200] [表5]

[0201]

No.	钢种	钢组织	机械特性				耐延迟断裂特性		备注
		※1 (%)	YS (MPa)	TS (MPa)	端面的残余应力 (MPa)	端面的硬度 (HV)	临界负荷应力 (MPa)	※2	
1	A	93	1386	1490	80	270	1746	1.26	发明例
2		93	1404	1510	150	370	1643	1.17	发明例
3		92	1375	1495	350	470	1444	1.05	比较例
4		92	1392	1513	70	260	1782	1.28	发明例
5		93	1402	1508	50	240	1627	1.16	发明例
6		94	1411	1501	40	180	1496	1.06	比较例
7	B	93	1748	1880	90	250	2133	1.22	发明例
8		95	1777	1870	30	175	1901	1.07	比较例
9		95	1781	1875	140	390	2227	1.25	发明例
10	C	93	1572	1690	100	330	1745	1.11	发明例
11		96	1637	1705	120	390	1850	1.13	发明例
12		94	1607	1710	140	400	1784	1.11	发明例
13		95	1618	1703	120	290	1844	1.14	发明例
14	D	95	1515	1595	550	320	1394	0.92	比较例
15		93	1475	1586	580	360	1239	0.84	比较例
16		93	1481	1592	80	330	1806	1.22	发明例
17		94	1493	1588	50	300	1642	1.10	发明例
18	E	93	1458	1568	80	290	1692	1.16	发明例
19		92	1446	1572	10	175	1388	0.96	比较例
20		95	1500	1579	220	420	1695	1.13	发明例
21		91	1444	1587	100	320	1690	1.17	发明例
22	F	96	1512	1575	130	290	1845	1.22	发明例
23		92	1445	1571	110	350	1749	1.21	发明例
24		96	1511	1574	140	320	1843	1.22	发明例
25		91	1435	1577	90	330	1751	1.22	发明例
26	G	76	1102	1450	130	330	1300	1.18	比较例
27		91	1492	1640	130	280	1746	1.17	发明例
28		93	1665	1790	70	400	1948	1.17	发明例
29		94	1805	1920	120	380	2094	1.16	发明例
30	H	79	1090	1380	100	340	1156	1.06	比较例
31		90	1332	1480	140	260	1532	1.15	发明例
32		92	1398	1520	140	340	1692	1.21	发明例
33		91	1420	1560	140	400	1718	1.21	发明例

[0202] ※1:含有平均粒径为50nm以下的碳化物的贝氏体和含有平均粒径为50nm以下的碳化物的马氏体中的一种或两种的合计面积率

[0203] ※2:临界负荷应力/YS

[0204] [表6]

[0205]

No.	钢种	钢组织	机械特性				耐延迟断裂特性		备注
		※1 (%)	YS (MPa)	TS (MPa)	端面的残余应力 (MPa)	端面的硬度 (HV)	临界负荷应力 (MPa)	※2	
34	I	96	1867	1945	130	240	2297	1.23	发明例
35		93	1800	1935	80	290	2033	1.13	发明例
36		94	1805	1920	50	340	2021	1.12	发明例
37		97	1848	1905	90	480	1903	1.03	比较例
38	J	98	1970	2010	80	480	1989	1.01	比较例
39		94	1894	2015	60	380	2292	1.21	发明例
40		98	1965	2005	150	300	2181	1.11	发明例
41		92	1835	1995	140	190	1854	1.01	比较例
42	K	97	1858	1915	80	490	1988	1.07	比较例
43		92	1766	1920	120	430	2155	1.22	发明例
44		94	1803	1918	80	250	2254	1.25	发明例
45		93	1762	1895	90	160	1850	1.05	比较例
46	L	93	1604	1725	50	160	1749	1.09	比较例
47		98	1697	1732	320	460	1833	1.08	比较例
48		92	1590	1728	70	370	2035	1.28	发明例
49	M	95	1838	1935	510	470	1783	0.97	比较例
50		93	1806	1942	160	340	2131	1.18	发明例
51		95	1879	1978	110	300	2386	1.27	发明例
52	N	97	1930	1990	120	290	2162	1.12	发明例
53		92	1827	1986	80	260	2247	1.23	发明例
54		93	1848	1987	20	150	1922	1.04	比较例
55	O	94	1791	1905	210	460	1934	1.08	比较例
56		94	1794	1908	130	400	2278	1.27	发明例
57		95	1811	1906	60	180	1937	1.07	比较例
58	P	92	1792	1948	110	300	2115	1.18	发明例
59		95	1854	1952	50	400	2077	1.12	发明例
60		97	1880	1938	60	470	1823	0.97	比较例
61	Q	97	1715	1768	50	370	2212	1.29	发明例
62		95	1684	1773	100	310	2122	1.26	发明例
63		93	1645	1769	70	270	1925	1.17	发明例
64	R	92	1649	1792	350	480	1698	1.03	比较例
65	S	92	1320	1435	50	260	1663	1.26	比较例
66	T	94	1831	1948	130	460	1886	1.03	比较例
67	U	98	2112	2155	110	460	2260	1.07	比较例
68	V	93	1350	1452	80	330	1715	1.27	比较例
69	W	94	1573	1673	220	500	1667	1.06	比较例
70	X	96	1593	1659	120	460	1704	1.07	比较例
71	Y	91	1521	1671	80	470	1612	1.06	比较例
72	Z	94	1579	1680	60	480	1627	1.03	比较例
73	A	97	1448	1531	160	320	1622	1.12	发明例

[0206] ※1:含有平均粒径为50nm以下的碳化物的贝氏体和含有平均粒径为50nm以下的碳化物的马氏体中的一种或两种的合计面积率

[0207] ※2:临界负荷应力/YS

[0208] 在本实施例中,将 $TS \geq 1470\text{MPa}$ 、且临界负荷应力 $\geq 1.10 \times YS$ 的构件设为合格,在表5和表6中作为发明例示出。另外,将 $TS < 1470\text{MPa}$ 或临界负荷应力 $< 1.10 \times YS$ 的构件设为不合格,在表5和表6中作为比较例示出。需要说明的是,在表5和表6中,“临界负荷应力/YS”为1.10以上是指临界负荷应力 $\geq 1.10 \times YS$ 。如表5和表6所示,本发明例的构件的强度高且

耐延迟断裂特性优良。

[0209] [实施例3]

[0210] 在实施例3中,利用不含有Sb的钢种制造构件并进行评价。

[0211] 1.评价用构件的制造

[0212] 将具有表7所示的成分组成、余量由Fe和不可避免的杂质构成的钢利用真空熔炼炉熔炼后,进行开坯轧制,得到厚度为27mm的开坯轧制材料。将所得到的开坯轧制材料热轧至4.2mm的板厚,制造热轧钢板。接着,对热轧钢板进行磨削加工,使板厚为3.2mm后,冷轧至2.4~1.12mm的板厚,制造冷轧钢板。接着,在表8所示的条件下对通过上述得到的冷轧钢板进行热处理(退火工序)。需要说明的是,表7的成分组成的空栏表示不主动地添加该成分,不仅包括不含有(0质量%)的情况,还包括不可避免地含有的情况。需要说明的是,热轧工序、冷轧工序、退火工序的各条件的详细情况如表8所示。

[0213] 将热处理后的钢板剪切成30mm×110mm的小片,在具有90°的角度的冲模上放置钢板的样品,利用具有90°的角度的冲头对钢板进行冲压,由此进行V字形弯曲加工。接着,如图2的侧面图所示,使用螺栓20、螺母21和锥形垫圈22,将弯曲加工后的钢板(构件)从钢板11的板面的两侧利用螺栓20紧固。通过CAE(计算机辅助工程,Computer Aided Engineering)分析,算出负荷应力与紧固量的关系,使紧固量与临界负荷应力一致。临界负荷应力通过实施例2记载的方法进行测定。

[0214] 弯曲加工后,在各种温度下对弯曲棱线部的端面进行加热。端面处理的各条件如表8所示。

[0215] [表7]

钢种	成分组成(质量%)								A _{c3} 点 (°C)
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	其他	
A	0.21	0.20	1.2	0.007	0.0008	0.05	0.0021		813
B	0.17	0.20	2.8	0.008	0.0005	0.08	0.0021		788
C	0.34	0.90	1.1	0.018	0.0002	0.02	0.0043		809
D	0.28	1.15	1.1	0.007	0.0004	0.04	0.0014		838
E	0.29	0.30	1.0	0.007	0.0010	0.08	0.0034		820
F	0.23	0.12	3.2	0.006	0.0007	0.10	0.0046		766
G	0.31	0.40	1.2	0.015	0.0002	0.09	0.0028		821
H	0.22	0.01	2.7	0.016	0.0004	0.04	0.0028	B:0.0020	752
I	0.23	0.30	2.9	0.018	0.0006	0.05	0.0040	Nb:0.0150	763
J	0.24	0.11	2.5	0.007	0.0004	0.04	0.0051	Ti:0.017	758
K	0.28	0.20	1.6	0.009	0.0003	0.10	0.0060	Cu:0.15	808
L	0.22	0.35	2.7	0.009	0.0001	0.06	0.0043	B:0.0025, Ti:0.015, Ni:0.12	776
M	0.23	1.10	2.8	0.009	0.0009	0.04	0.0029	Nb:0.0130, Cr:0.05, Mo:0.05	797
N	0.25	1.00	2.4	0.009	0.0007	0.03	0.0039	Cu:0.13, Cr:0.03, V:0.012	797
O	0.37	0.20	1.2	0.019	0.0002	0.04	0.0021		776
P	0.14	0.90	1.6	0.006	0.0002	0.08	0.0055		862
Q	0.21	2.40	2.8	0.008	0.0010	0.02	0.0028		852
R	0.22	0.12	3.4	0.014	0.0006	0.07	0.0024		750
S	0.26	0.16	0.8	0.008	0.0007	0.06	0.0010		817
T	0.28	0.84	1.4	0.030	0.0004	0.07	0.0058		830
U	0.26	0.07	1.5	0.007	0.0020	0.06	0.0028		792

[0216]

[0217] [表8]

No.	钢种	铸造	热轧			冷轧	退火					端面处理		备注
		铸造速度 (m/分钟)	※1 (°C)	※2 (°C)	※3 (°C)	压下率 (%)	退火温度 (°C)	※4 (°C/秒)	※5 (°C)	保持温度 (°C)	保持时间 (秒)	热处理温度 (°C)	热处理时间 (秒)	
1	A	1.40	1250	880	550	56	880	2060	50	150	500	800	5	发明例
2		1.60	1250	880	550	56	880	2060	50	150	500	800	5	发明例
3	B	1.50	1220	880	550	56	880	2060	50	150	500	800	5	发明例
4		1.50	1200	880	550	56	880	2060	50	150	500	800	5	发明例
5	C	1.50	1250	840	550	56	880	2060	50	150	500	800	5	发明例
6		1.50	1250	860	550	56	880	2060	50	150	500	800	5	发明例
7	D	1.50	1250	880	600	56	880	2060	50	150	500	800	5	发明例
8		1.50	1250	880	630	56	880	2060	50	150	500	800	5	发明例
9	E	1.50	1250	880	550	40	880	2060	50	150	500	800	5	发明例
10		1.50	1250	880	550	80	880	2060	50	150	500	800	5	发明例
11	F	1.50	1250	880	550	56	800	2060	50	150	500	800	5	发明例
12		1.50	1250	880	550	56	840	2060	50	150	500	800	5	发明例
13	G	1.50	1250	880	550	56	880	5	50	150	500	800	5	发明例
14		1.50	1250	880	550	56	880	20	50	150	500	800	5	发明例
15	H	1.50	1250	880	550	56	880	2060	320	150	500	800	5	发明例
16		1.50	1250	880	550	56	880	2060	250	150	500	800	5	发明例
17	I	1.50	1250	880	550	56	880	2060	50	120	500	800	5	发明例
18		1.50	1250	880	550	56	880	2060	50	250	500	800	5	发明例
19	J	1.50	1250	880	550	56	880	2060	50	150	30	800	5	发明例
20		1.50	1250	880	550	56	880	2060	50	150	1200	800	5	发明例
21	K	1.50	1250	880	550	56	880	2060	50	150	500	420	5	发明例
22		1.50	1250	880	550	56	880	2060	50	150	500	550	5	发明例
23	L	1.50	1250	880	550	56	880	2060	50	150	500	800	2	发明例
24		1.50	1250	880	550	56	880	2060	50	150	500	800	9	发明例
25	M	1.30	1250	880	550	56	880	2060	50	150	500	800	8	发明例
26		1.70	1250	880	550	56	880	2060	50	150	500	800	1	发明例
27	N	1.50	1250	880	550	56	880	2060	50	150	500	600	5	发明例
28		1.50	1250	880	550	56	880	2060	50	150	500	900	5	发明例
29	O	1.50	1250	880	550	56	880	2060	50	150	500	800	5	比较例
30	P	1.50	1250	880	550	56	880	2060	50	150	500	800	5	比较例
31	Q	1.50	1250	880	550	56	880	2060	50	150	500	800	5	比较例
32	R	1.50	1250	880	550	56	880	2060	50	150	500	800	5	比较例
33	S	1.50	1250	880	550	56	880	2060	50	150	500	800	5	比较例
34	T	1.50	1250	880	550	56	880	2060	50	150	500	800	5	比较例
35	U	1.50	1250	880	550	56	880	2060	50	150	500	800	5	比较例

[0219] ※1钢坯加热温度、※2:精轧结束温度、※3:卷取温度

[0220] ※4:从退火温度到550°C的温度范围的平均冷却速度、※5:冷却停止温度

[0221] 2.评价方法

[0222] 对在各种制造条件下得到的构件,与实施例2同样地,进行构件的测定和评价。

[0223] 3.评价结果

[0224] 将评价结果示于表9中。

[0225] [表9]

[0226]

No.	钢种	钢组织	机械特性				耐延迟断裂特性		备注
		※1 (%)	YS (MPa)	TS (MPa)	端面的残余应力 (MPa)	端面的硬度 (HV)	临界负荷应力 (MPa)	※2	
1	A	98	1495	1526	80	280	1854	1.24	发明例
2		97	1479	1525	100	250	1790	1.21	发明例
3	B	97	1482	1528	90	310	1838	1.24	发明例
4		100	1523	1523	90	330	1889	1.24	发明例
5	C	99	1510	1525	90	260	1902	1.26	发明例
6		98	1496	1527	80	280	1886	1.26	发明例
7	D	98	1466	1496	100	270	1847	1.26	发明例
8		91	1339	1471	100	280	1660	1.24	发明例
9	E	98	1495	1526	80	260	1884	1.26	发明例
10		98	1492	1522	90	260	1864	1.25	发明例
11	F	94	1384	1472	90	280	1716	1.24	发明例
12		97	1467	1512	100	260	1833	1.25	发明例
13	G	93	1373	1476	100	310	1716	1.25	发明例
14		94	1417	1507	80	290	1771	1.25	发明例
15	H	96	1468	1529	90	340	1820	1.24	发明例
16		95	1450	1526	90	320	1812	1.25	发明例
17	I	97	1481	1527	100	340	1851	1.25	发明例
18		99	1512	1527	150	230	1769	1.17	发明例
19	J	100	1522	1522	100	360	1918	1.26	发明例
20		95	1447	1523	100	230	1678	1.16	发明例
21	K	96	1465	1526	270	260	1641	1.12	发明例
22		95	1447	1523	210	260	1693	1.17	发明例
23	L	97	1476	1522	180	320	1727	1.17	发明例
24		97	1478	1524	100	250	1715	1.16	发明例
25	M	100	1527	1527	90	230	1756	1.15	发明例
26		98	1496	1527	210	340	1736	1.16	发明例
27	N	98	1491	1521	160	280	1819	1.22	发明例
28		95	1449	1525	80	230	1710	1.18	发明例
29	O	100	1728	1728	80	480	1780	1.03	比较例
30	P	91	1205	1324	80	180	1578	1.31	比较例
31	Q	100	1522	1522	90	460	1613	1.06	比较例
32	R	100	1629	1629	100	520	1645	1.01	比较例
33	S	92	1142	1241	100	270	1165	1.02	比较例
34	T	100	1521	1521	80	510	1597	1.05	比较例
35	U	95	1447	1523	80	520	1505	1.04	比较例

[0227] ※1: 含有平均粒径为50nm以下的碳化物的贝氏体和含有平均粒径为50nm以下的碳化物的马氏体中的一种或两种的合计面积率

[0228] ※2: 临界负荷应力/YS

[0229] 在本实施例中, 将 $TS \geq 1470\text{MPa}$ 、且临界负荷应力 $\geq 1.10 \times YS$ 的构件设为合格, 在表9中作为发明例示出。另外, 将 $TS < 1470\text{MPa}$ 或临界负荷应力 $< 1.10 \times YS$ 的构件设为不合格, 在表9中作为比较例示出。需要说明的是, 在表9中, “临界负荷应力/YS”为1.10以上是指临界负荷应力 $\geq 1.10 \times YS$ 。如表9所示, 本发明例的构件的强度高且耐延迟断裂特性优良。

[0230] 符号说明

[0231] 10 高强度构件

[0232] 11 钢板

[0233] 12 弯曲棱线部

- [0234] 13 弯曲棱线部的端面
- [0235] 20 螺栓
- [0236] 21 螺母
- [0237] 22 锥形垫圈
- [0238] C1 板厚中心
- [0239] D1 弯曲棱线方向
- [0240] D2 测定方向

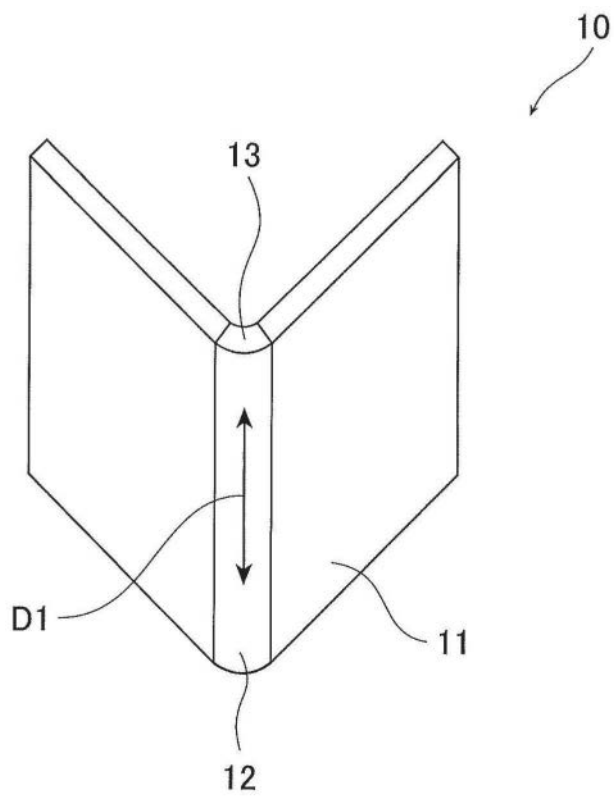


图1

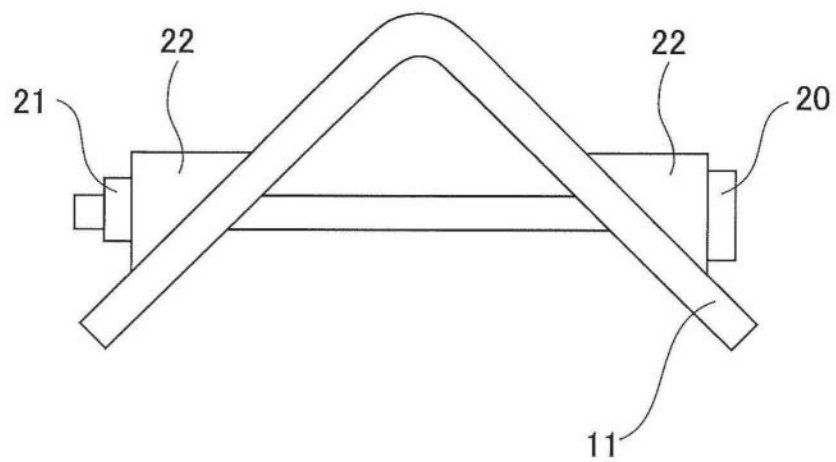


图2

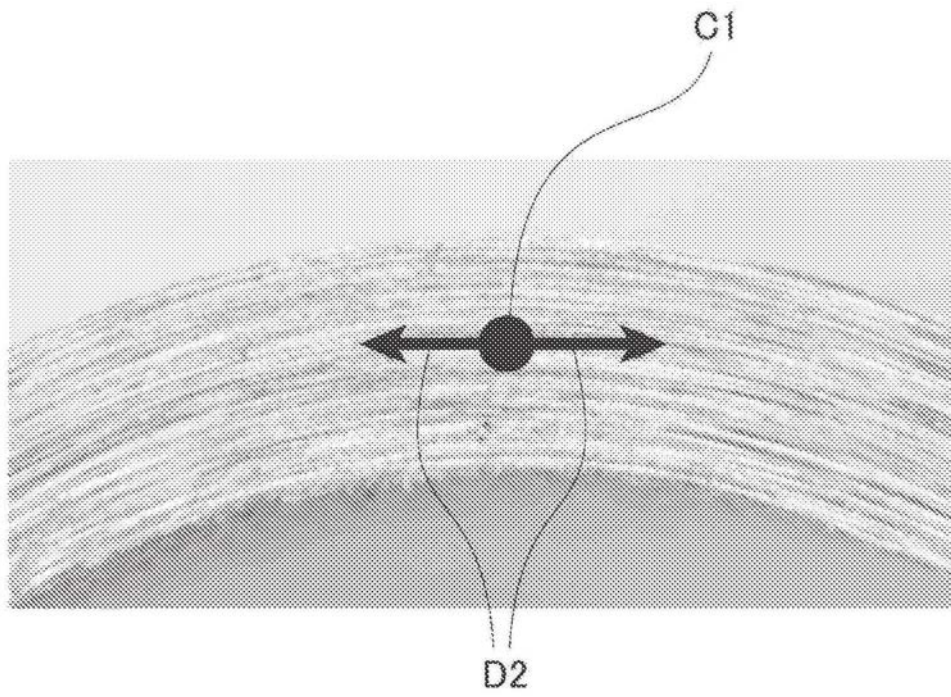


图3