



(10) 授权公告号 CN 112955575 B

(45) 授权公告日 2022.07.08

(21) 申请号 201980071910.X

(22) 申请日 2019.09.25

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112955575 A

(43) 申请公布日 2021.06.11

(30) 优先权数据
2018-204875 2018.10.31 JP
2019-121143 2019.06.28 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.04.29

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2019/037688 2019.09.25

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/090302 JA 2020.05.07

(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 吉冈真平 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 盛曼 金龙河

(51) Int.Cl.
C22C 38/00 (2006.01)
C21D 9/46 (2006.01)
C22C 38/60 (2006.01)

(56) 对比文件
W0 2018062381 A1, 2018.04.05
CN 106048412 A, 2016.10.26
CN 102971442 A, 2013.03.13
CN 108603269 A, 2018.09.28
W0 2018062380 A1, 2018.04.05
W0 2018127984 A1, 2018.07.12
W0 2018030400 A1, 2018.02.15

审查员 黄洋杨

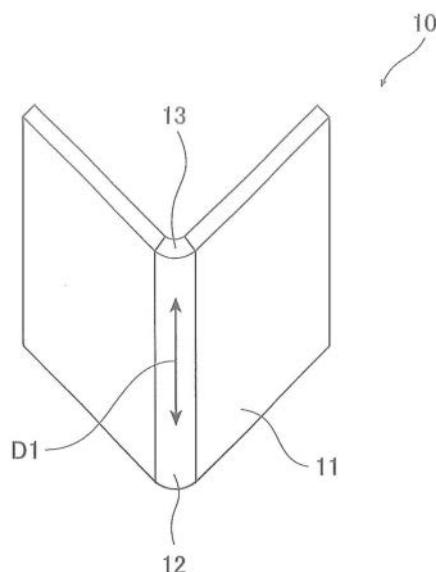
权利要求书2页 说明书20页 附图2页

(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800MPa以下,并且从弯曲棱线部(12)的端面(13)沿弯曲棱线方向D1延伸的龟裂中最长的龟裂长度为10 μ m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800MPa以下,并且

从所述弯曲棱线部的端面沿弯曲棱线方向延伸的龟裂中最长的龟裂长度为10 μ m以下,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:0.02%以下、S:0.001%以下、Al:0.01%以上且0.2%以下和N:0.010%以下且余量由Fe和不可避免的杂质构成的成分组成;以及

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合计为90%以上的显微组织。

2. 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800MPa以下,并且

从所述弯曲棱线部的端面沿弯曲棱线方向延伸的龟裂中最长的龟裂长度为10 μ m以下,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:0.02%以下、S:0.001%以下、Al:0.01%以上且0.2%以下、N:0.010%以下和Sb:0.001%以上且0.1%以下且余量由Fe和不可避免的杂质构成的成分组成;以及

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合计为90%以上的显微组织。

3. 如权利要求1或2所述的高强度构件,其中,所述钢板的所述成分组成以质量%计还含有选自下述A组~F组中的至少一组元素,

A组:B:0.0002%以上且小于0.0035%,

B组: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,

C组: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,

D组: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,

E组: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,

F组:Sn:0.002%以上且0.1%以下。

4. 如权利要求1~3中任一项所述的高强度构件的制造方法,其具有如下端面处理工序:切出所述钢板后,在弯曲加工之前或之后,对由切割产生的端面进行端面切削加工,从表面起除去200 μ m以上,并在所述弯曲加工和所述端面切削加工之后在80℃以上且250℃以下的温度下进行加热。

5. 如权利要求4所述的高强度构件的制造方法,其具有如下工序来制造所述钢板,

对具有如权利要求1~3中任一项所述的成分组成的钢实施热轧和冷轧的工序;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至550℃的温度范围内的平均冷却速度为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℃以下的温度范围内停留20秒以上且1500秒以下的时间。

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] 本发明涉及汽车部件等中使用的高强度构件、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。

[0002] 背景技术

[0003] 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。

[0004] 伴随着钢板的高强度化,担心会发生延迟断裂,近年来,担心加工成部件形状的样品、特别是从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。

[0005] 例如,在专利文献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。

[0006] 在专利文献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降低端面的残余应力、从而使耐延迟断裂特性优良的成形构件的制造方法。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本特开2003-166035号公报

[0010] 专利文献2:日本特开2017-125228号公报

发明内容

[0011] 发明所要解决的问题

[0012] 专利文献1所公开的技术提供了通过规定化学成分以及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量较少,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。

[0013] 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降低端面的残余应力、从而使耐延迟断裂特性优良的成形构件。但是,即使在本发明中规定的800MPa以下的端面的残余应力下也发生延迟断裂,认为这是因为,端面的龟裂长度比本发明中规定的长度长。即使实施喷丸处理,但若在剪切端面的状态下,由剪切产生的龟裂也会超过10 μ m,从耐延迟断裂特性的改善效果来说变得不充分。

[0014] 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、高强度构件的制造方法和高强度构件用钢板的制造方法。

[0015] 在本发明中,高强度是指拉伸强度(TS)为1470MPa以上。

[0016] 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)以上。

[0017] 用于解决问题的方法

[0018] 本发明人为了解决上述问题进行了深入研究,结果发现,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800MPa以下、并且从弯曲棱线部的端面沿弯曲棱线方向延伸的龟裂中最长的龟裂长度为10μm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。

[0019] [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,

[0020] 构件的拉伸强度为1470MPa以上,

[0021] 上述弯曲棱线部的端面的残余应力为800MPa以下,并且

[0022] 从上述弯曲棱线部的端面沿弯曲棱线方向延伸的龟裂中最长的龟裂长度为10μm以下。

[0023] [2]如[1]所述的高强度构件,其中,上述钢板具有:

[0024] 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:0.02%以下、S:0.001%以下、Al:0.01%以上且0.2%以下和N:0.010%以下且余量由Fe和不可避免的杂质构成的成分组成;以及

[0025] 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合计为90%以上的显微组织。

[0026] [3]如[1]所述的高强度构件,其中,上述钢板具有:

[0027] 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:0.02%以下、S:0.001%以下、Al:0.01%以上且0.2%以下、N:0.010%以下和Sb:0.001%以上且0.1%以下且余量由Fe和不可避免的杂质构成的成分组成;以及

[0028] 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合计为90%以上的显微组织。

[0029] [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%。

[0030] [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。

[0031] [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。

[0032] [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。

[0033] [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。

[0034] [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。

[0035] [10]一种高强度构件的制造方法,其具有如下端面处理工序:切出拉伸强度为1470MPa以上的钢板后,在弯曲加工之前或之后对由切割产生的端面进行端面切削加工,在上述弯曲加工和上述端面切削加工之后在270℃以下的温度下进行加热。

[0036] [11]一种高强度构件的制造方法,其具有如下端面处理工序:切出[2]~[9]中任一项所述的钢板后,在弯曲加工之前或之后对由切割产生的端面进行端面切削加工,在上述弯曲加工和上述端面切削加工之后在270℃以下的温度下进行加热。

[0037] [12]一种高强度构件用钢板的制造方法,其是用于制造[2]~[9]中任一项所述的高强度构件的高强度构件用钢板的制造方法,其具有:

[0038] 对具有上述成分组成的钢实施热轧和冷轧的工序;以及

[0039] 退火工序,将通过上述冷轧得到的冷轧钢板加热至AC3点以上的退火温度后,进行从上述退火温度至550℃的温度范围内的平均冷却速度为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℃以下的温度范围内停留20秒以上且1500秒以下的时间。

[0040] 发明效果

[0041] 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

[0042] 图1是示出本发明的高强度构件的一例的立体图。

[0043] 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。

[0044] 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

[0045] 以下,对本发明的实施方式进行说明。需要说明的是,本发明不限于以下实施方式。

[0046] 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800MPa以下,并且从弯曲棱线部的端面沿弯曲棱线方向延伸的龟裂中最长的龟裂长度为10μm以下。

[0047] 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。

[0048] 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,则不一定需要使用具有后述的成分组成和显微组织的钢板。

[0049] 首先,对高强度构件中使用的优选钢板(原材钢板)的优选成分组成进行说明。在下述的优选成分组成的说明中,作为成分的含量的单位的“%”是指“质量%”。

[0050] <C:0.17%以上且0.35%以下>

[0051] C是提高淬透性的元素。从确保规定的马氏体和贝氏体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升高而确保 $TS \geq 1470\text{MPa}$ 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,即使在弯曲加工之前或之后对端面(板厚面)进行端面切削加工、并且在弯曲加工之后进行加热,弯曲棱线部的端面的残余应力也超过800MPa,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。

[0052] <Si:0.001%以上且1.2%以下>

[0053] Si是基于固溶强化的强化元素。另外,Si在将钢板在200℃以上的温度范围内进行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。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,助长弯曲加工时的龟裂生成,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。

[0054] <Mn:0.9%以上且3.2%以下>

[0055] 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增加而助长弯曲加工时的龟裂生成,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。

[0056] <P:0.02%以下>

[0057] P是使钢强化的元素,但其含量多时,助长龟裂产生,使耐延迟断裂特性劣化。因此,P含量优选为0.02%以下,更优选为0.015%以下,进一步优选为0.01%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%。

[0058] <S:0.001%以下>

[0059] S形成MnS、TiS、Ti(C,S)等夹杂物。为了抑制由该夹杂物引起的龟裂产生,S含量优选设定为0.001%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%。

[0060] <Al:0.01%以上且0.2%以下>

[0061] Al是为了进行充分的脱氧、减少钢中的粗大的夹杂物而添加的。为了得到该效果,Al含量优选为0.01%以上,更优选为0.015%以上。另一方面,Al含量超过0.2%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,有可能助长龟裂产生,使耐延迟断裂特性劣化。因此,A1含量优选为0.2%以下,更优选为0.17%以下,进一步优选为0.15%以下。

[0062] <N:0.010%以下>

[0063] 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,由于它们的生成而助长龟裂产生。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%。

[0064] <Sb:0.001%以上且0.1%以下>

[0065] 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0.1%而含有时,在原奥氏体(γ)晶界发生偏析而助长龟裂产生,因此有可能使耐延迟断裂特性劣化。因此,Sb含量优选为0.1%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而可以充分得到提高钢板的高强度化和耐延迟断裂特性的效果的情况下,也可以不含有Sb。

[0066] 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可以含有以下的允许成分(任选元素)。

[0067] <B:0.0002%以上且小于0.0035%>

[0068] B是提高钢的淬透性的元素,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,因此助长龟裂产生而使耐延迟断裂特性劣化。因此,B含量优选为小于0.0035%,更优选为0.0030%以下,进一步优选为0.0025%以下。

[0069] <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>

[0070] 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含量各自优选为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,助长龟裂产生而使耐延迟断裂特性劣化。因此,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,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。

[0071] <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>

[0072] 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,优选含有0.005%以上

的Cu、Ni,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,Cu含量和Ni含量各自优选为1%以下,更优选为0.8%以下,进一步优选为0.6%以下。

[0073] <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>

[0074] 出于提高钢的淬透性的效果目的,可以含有Cr、Mo、V。为了得到这样的效果,Cr含量和Mo含量各自优选为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助长龟裂产生,使耐延迟断裂特性劣化。因此,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。Mo含量优选为小于0.3%,更优选为0.2%以下,进一步优选为0.1%以下。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。

[0075] 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含量各自优选为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,助长龟裂产生而使耐延迟断裂特性劣化。因此,Zr含量和W含量各自优选为0.20%以下,更优选为0.15%以下,进一步优选为0.10%以下。

[0076] <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>

[0077] 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,助长龟裂产生,使耐延迟断裂特性劣化。因此,这些元素的含量各自优选为0.0030%以下,更优选为0.0020%以下,进一步优选为0.0010%以下。

[0078] 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,助长龟裂产生,使耐延迟断裂特性劣化,因此,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。

[0079] <Sn:0.002%以上且0.1%以下>

[0080] 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。通过抑制脱碳而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)晶界发生偏析而助长龟裂产生,因此使耐延迟断裂特性劣化。因此,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。

[0081] 接着,对本发明的高强度构件中使用的优选钢板所具有的优选显微组织进行说明。

[0082] <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的一种或两种的面积率合计为90%以上>

[0083] 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。需要说明的是,马氏体和贝氏体相对于组织整体的面积率可以合计为100%。另外,可以是马氏体和贝氏体中的任一者的面积率在上述范围内,也可以是两者的合计面积率在上述范围内。另外,从提高强度的观点出发,上述面积率更优选为91%以上进一步优选为92%以上特别优选为93%以上。

[0084] 马氏体是指淬火状态下的马氏体和回火后的回火马氏体的合计。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,回火马氏体是指进行再加热时使马氏体回火后的组织。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、在针状或板状的铁素体中分散有微细的碳化物的硬质组织。

[0085] 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,其合计量为10%以下就可以允许。也可以为0%。

[0086] 在本发明中,铁素体是指在较高温度下通过从奥氏体起的相变生成、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。

[0087] 本发明中所述的平均粒径为50nm以下的碳化物是在利用SEM进行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,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。

[0088] 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。

[0089] 接着,对高强度构件进行说明。

[0090] [高强度构件]

[0091] 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,上述弯曲棱线部的端面的残余应力为800MPa以下,并且从上述弯曲棱线部的端面沿弯曲棱线方向延伸的龟裂中最长的龟裂长度为10 μm 以下。

[0092] 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。

[0093] 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。

[0094] 只要弯曲棱线部的端面的残余应力为800MPa以下、并且从弯曲棱线部的端面沿弯曲棱线方向延伸的龟裂中最长的龟裂长度为10 μm 以下,则弯曲加工的角度没有特别限定。

[0095] 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个以上的部位进行弯曲加工而具有2个以上的弯曲棱线部。

[0096] <构件的拉伸强度为1470MPa以上>

[0097] 高强度构件的、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。

[0098] 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,如果事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。

[0099] <弯曲棱线部的端面的残余应力为800MPa以下>

[0100] 高强度构件的弯曲棱线部的端面(板厚面)的残余应力为800MPa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800MPa以下,优选为700MPa以下,更优选为600MPa以下,进一步优选为400MPa以下,最优选为200MPa以下。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。

[0101] <从弯曲棱线部的端面沿弯曲棱线方向延伸的龟裂中最长的龟裂长度为10 μ m以下>

[0102] 从弯曲棱线部的端面沿弯曲棱线方向延伸的龟裂中最长的龟裂长度(以下也简称为龟裂长度)为10 μ m以下。通过缩短龟裂长度,不易在弯曲棱线部的端面产生大的龟裂,因此能够得到耐延迟断裂特性优良的构件。从通过缩短龟裂长度而抑制延迟断裂的观点出发,龟裂长度为10 μ m以下,优选为8 μ m以下,更优选为5 μ m以下。龟裂长度可以通过本说明书的实施例中记载的方法来计算。

[0103] 接着,对本发明的高强度构件的制造方法的一个实施方式进行说明。

[0104] 本发明的高强度构件的制造方法的实施方式的一例具有如下端面处理工序:切出拉伸强度为1470MPa以上的钢板后,在弯曲加工之前或之后对由切割产生的端面进行端面切削加工,在上述弯曲加工和上述端面切削加工之后在270℃以下的温度下进行加热。

[0105] 另外,本发明的高强度构件的制造方法的实施方式的一例具有如下端面处理工序:切出具有上述成分组成和上述显微组织的钢板后,在弯曲加工之前或之后对由切割产生的端面进行端面切削加工,在弯曲加工和端面切削加工之后在270℃以下的温度下进行加热。

[0106] 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对具有上述成分组成的钢(钢原材)实施热轧和冷轧的工序以及如下的退火工序: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至550℃的温度范围内的平均冷却速度为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℃以下的温度范围内停留20秒以上且1500秒以下的时间。

[0107] 以下,对这些工序和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,以下所示的温度是指钢坯、钢板等的表面温度。

[0108] [铸造工序]

[0109] 对具有前述成分组成的钢进行铸造。铸造速度没有特别限定,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,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。

[0110] [热轧工序]

[0111] 将具有上述成分组成的钢(钢坯)供于热轧。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,具有如下倾向:可实现硫化物的固溶的促进和Mn偏析的减少,可实现上述粗大的夹杂物量的减少,使耐延迟断裂特性提高。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。

[0112] 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,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。

[0113] 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,具有如下倾向:由于表层的脱碳,钢板表层的具有碳化物的贝氏体、马氏体的面积率减少,因此难以确保期望的强度。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。

[0114] [冷轧工序]

[0115] 在冷轧工序中,对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。压下率小于20%时,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。

[0116] [退火工序]

[0117] 将冷轧后的钢板加热至 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,无法得到期望的强度。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。

[0118] A_{C3} 点利用下式来计算。另外,下式中,(%元素符号)是指各元素的含量(质量%)。

[0119] A_{C3} 点(℃) = $910 - 203 \sqrt{(\%C) + 45(\%Si) - 30(\%Mn) - 20(\%Cu) - 15(\%Ni) + 11(\%Cr) + 32(\%Mo) + 104(\%V) + 400(\%Ti) + 460(\%Al)}$

[0120] 如上所述,将冷轧钢板加热至 A_{C3} 点以上的退火温度后,进行从该退火温度至550℃的温度范围内的平均冷却速度为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℃以下的温度范围内停留20秒以上且1500秒以下的时间。

[0121] 从退火温度至550℃的温度范围内的平均冷却速度小于3℃/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,从退火温度至550℃的温度范围内的平均冷却速度为3℃/秒以上,优选为5℃/秒以上,更优选为10℃/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引起马氏体相变的不均匀化,可能由于形状劣化而使钢板接触设备,因此,从得到最低限度的形状

的观点出发,优选设定为3000℃/s以下。

[0122] 在没有特别说明的情况下,从退火温度至550℃的温度范围内的平均冷却速度为“(退火温度-550℃)/(从退火温度至550℃的冷却时间)”。

[0123] 冷却停止温度为350℃以下。冷却停止温度超过350℃时,回火不会充分进行,在最终组织中过量生成不含碳化物的淬火状态的马氏体、残余奥氏体,钢板表层的微细碳化物量减少,由此使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℃以下,优选为300℃以下,更优选为250℃以下。

[0124] 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。停留温度低于100℃或停留时间小于20秒时,不会生成贝氏体,另外生成不含碳化物的淬火状态的马氏体,因此,钢板表层的微细碳化物量减少,得不到上述的效果。

[0125] 另外,停留温度超过260℃或停留时间超过1500秒时,发生脱碳,并且在贝氏体内部生成粗大的碳化物,因此使耐延迟断裂特性劣化。

[0126] 因此,停留温度为100℃以上且260℃以下,停留时间为20秒以上且1500秒以下。另外,停留温度优选为130℃以上且240℃以下,停留时间优选为50秒以上且1000秒以下。

[0127] 需要说明的是,对于热轧后的热轧钢板,可以进行用于组织软质化的热处理,也可以在钢板表面实施Zn、Al等的镀覆。另外,也可以在退火冷却后或镀覆处理后进行用于形状调整的平整轧制。

[0128] [端面处理工序]

[0129] 本发明的高强度构件的制造方法的一个实施方式具有如下的端面处理工序:切出钢板后,在弯曲加工之前或之后对由切割产生的端面进行端面切削加工,在上述弯曲加工和上述端面切削加工之后在270℃以下的温度下进行加热。

[0130] 本发明中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。

[0131] 通过进行端面处理工序,将切出钢板时产生的微小龟裂除去,并且降低残余应力,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。只要能够使从弯曲棱线部的端面沿弯曲棱线方向延伸的龟裂中最长的龟裂长度为10μm以下,则端面的端面切削量没有特别限定,为了降低残余应力,优选从表面起除去200μm以上,更优选除去250μm以上。另外,关于端面的端面切削加工方法,没有特别限定,可以使用例如激光、磨削和压印处理中的任意一种方法。弯曲加工和端面的端面切削加工中的哪一个先进行都行,可以在弯曲加工后进行端面的端面切削加工,也可以在端面的端面切削加工后进行弯曲加工。

[0132] 为了降低端面的残余应力,将对钢板进行上述弯曲加工和上述端面切削加工后的成形构件在270℃以下的温度下进行加热。加热温度超过270℃时,发生马氏体组织的回火,因此,难以得到期望的TS。因此,加热温度为270℃以下,优选为250℃以下。另外,只要能够使弯曲棱线部的端面的残余应力为800MPa以下,则加热温度的下限和加热时间没有特别限定。

[0133] 需要说明的是,270℃以下的温度下的加热可以用烤漆中进行的加热来代替。

[0134] 另外,关于该加热,至少对端面切削加工后的端面进行加热即可,也可以对钢板整体进行加热。

[0135] 实施例

[0136] 参考实施例对本发明具体地进行说明,但本发明不限于此。

[0137] 1. 评价用构件的制造

[0138] 将具有表1所示的成分组成、余量由Fe和不可避免的杂质构成的钢在真空熔化炉中熔炼后,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4.0~2.8mm的板厚,制造热轧钢板。接着,将热轧钢板冷轧至1.4mm的板厚,制造冷轧钢板。接着,对通过上述步骤得到的冷轧钢板在表2~4所示的条件下进行热处理(退火工序)。需要说明的是,表1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2~4所示。

[0139] 将热处理后的钢板剪切成30mm×110mm的小片,在一部分样品中,在弯曲加工前通过激光或磨削对由剪切生成的端面进行端面切削加工。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,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)解析,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。

[0140] 对于在弯曲加工前未对端面进行端面切削加工的样品的一部分,在进行弯曲加工后,以各种与临界负荷应力对应的紧固量与上述同样地如图2所示用螺栓20紧固后,通过激光或磨削对端面进行除去(端面切削加工)。

[0141] 在弯曲加工和端面切削加工之后,将一部分样品在各种加热温度下进行热处理。端面处理的各条件示于表2~4中。表2~4的端面处理中,将端面切削加工的栏记载为“—”是指未进行端面切削加工,将热处理温度(°C)的栏记载为“—”是指未进行热处理。

[0142] [表1]

[0143]

钢种	成分组成(质量%)									Ac3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	0.31	0.20	1.2	0.008	0.0003	0.07	0.0048	0.01		801
C	0.17	0.20	2.8	0.008	0.0005	0.08	0.0021	0.02		788
D	0.34	0.90	1.1	0.018	0.0002	0.02	0.0043	0.01		809
E	0.18	0.02	1.8	0.010	0.0010	0.08	0.0043	0.01		806
F	0.19	0.85	3.0	0.010	0.0010	0.05	0.0058	0.04		792
G	0.28	1.15	1.1	0.007	0.0004	0.04	0.0014	0.01		838
H	0.29	0.30	1.0	0.007	0.0010	0.08	0.0034	0.02		820
I	0.23	0.12	3.2	0.006	0.0007	0.10	0.0046	0.03		766
J	0.31	0.40	1.2	0.015	0.0002	0.09	0.0028	0.01		821
K	0.32	0.38	1.2	0.009	0.0009	0.03	0.0031	0.005		788
L	0.22	0.01	2.7	0.016	0.0004	0.04	0.0028	0.003	B:0.0020	752
M	0.23	0.07	2.8	0.005	0.0004	0.05	0.0015	0.07	B:0.0032	755
N	0.22	0.21	2.8	0.006	0.0010	0.07	0.0053	0.09	B:0.0004	771
O	0.23	0.30	2.9	0.018	0.0006	0.05	0.0040	0.01	Nb:0.0150	763
P	0.26	0.09	1.7	0.006	0.0002	0.06	0.0027	0.01	Nb:0.0700	788
Q	0.24	0.75	2.4	0.009	0.0002	0.06	0.0051	0.05	Nb:0.0025	801
R	0.24	0.11	2.5	0.007	0.0004	0.04	0.0051	0.01	Ti:0.017	765
S	0.25	0.10	2.3	0.006	0.0003	0.04	0.0037	0.01	Ti:0.090	798
T	0.26	0.04	2.2	0.017	0.0005	0.03	0.0019	0.06	Ti:0.003	759
U	0.28	0.20	1.6	0.009	0.0003	0.10	0.0060	0.01	Cu:0.15	805
V	0.28	0.60	1.6	0.015	0.0010	0.10	0.0020	0.02	Cu:0.90	808
W	0.26	0.12	1.8	0.008	0.0010	0.07	0.0020	0.02	Cu:0.02	789
X	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	780
Y	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	800
Z	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	796
AA	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
AB	0.27	0.10	1.8	0.007	0.0007	0.06	0.0027	0.01	Sn:0.004	783
AC	0.21	0.10	1.2	0.005	0.0008	0.05	0.0021			813
AD	0.26	0.50	2.2	0.005	0.0005	0.03	0.0019			759
AE	0.37	0.20	1.2	0.019	0.0002	0.04	0.0021	0.01		776
AF	0.14	0.90	3.0	0.006	0.0002	0.08	0.0055	0.01		820
AG	0.21	2.40	2.8	0.008	0.0010	0.02	0.0028	0.01		852
AH	0.22	0.12	3.4	0.014	0.0006	0.07	0.0024	0.01		750
AI	0.26	0.16	0.8	0.008	0.0007	0.06	0.0010	0.01		817
AJ	0.28	0.84	1.4	0.030	0.0004	0.07	0.0058	0.01		830
AK	0.26	0.07	1.5	0.007	0.0020	0.06	0.0028	0.01		792
AL	0.25	0.11	1.6	0.006	0.0003	0.25	0.0021	0.01		880
AM	0.21	0.05	2.9	0.018	0.0008	0.07	0.0015	0.15		765
AN	0.18	0.01	3.0	0.009	0.0005	0.08	0.0015	0.02	B:0.0040	770
AO	0.25	0.04	1.8	0.009	0.0002	0.05	0.0057	0.02	Nb:0.100	781
AP	0.24	0.15	2.0	0.006	0.0009	0.07	0.0054	0.02	Ti:0.140	846

[0144] [表2]

[0145]

No.	钢种	热轧			冷轧	退火					端面处理			备注
		※1 (°C)	※2 (°C)	※3 (°C)	压下率 (%)	退火 温度 (°C)	※4 (°C/秒)	※5 (°C)	停留 温度 (°C)	停留 时间 (秒)	※6	※7	热处理 温度 (°C)	
1	A	1250	880	550	56	880	2000	150	150	100	-	-	-	比较例
2		1250	880	550	56	860	2000	150	200	100	-	-	-	比较例
3		1250	880	550	56	860	2000	250	150	100	-	-	-	比较例
4		1250	880	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	250	发明例
5		1250	880	550	56	860	2000	150	150	100	磨削	-	250	发明例
6		1250	880	550	56	860	2000	150	150	100	磨削	-	180	发明例
7	B	1250	880	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	150	发明例
8		1250	880	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	220	发明例
9		1250	880	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	280	比较例
10		1250	880	550	56	860	2000	150	150	100	磨削	-	150	发明例
11		1250	880	550	56	860	2000	150	150	100	磨削	-	220	发明例
12		1250	880	550	56	860	2000	150	150	100	磨削	-	280	比较例
13	C	1210	880	550	56	860	10	150	150	100	激光	-	240	发明例
14		1230	880	550	56	860	10	150	150	100	激光	-	250	发明例
15		1280	880	550	56	860	10	150	150	100	激光	-	230	发明例
16		1300	880	550	56	860	10	150	150	100	激光	-	180	发明例
17	D	1280	850	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	200	发明例
18		1280	860	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	210	发明例
19		1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	170	发明例
20		1280	900	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	240	发明例
21	E	1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	-	比较例
22		1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	140	发明例
23		1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	180	发明例
24		1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	220	发明例
25		1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	250	发明例
26		1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	280	比较例
27	F	1280	880	550	56	860	10	150	150	100	磨削	-	250	发明例
28		1280	880	550	56	860	10	200	150	100	磨削	-	250	发明例
29		1280	880	550	56	860	10	250	150	100	磨削	-	250	发明例
30		1280	880	550	56	860	10	300	150	100	磨削	-	250	发明例
31		1280	880	550	56	860	10	350	150	100	磨削	-	250	发明例
32		1280	880	550	56	860	10	400	150	100	磨削	-	250	比较例
33	G	1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	磨削	-	250	发明例
34		1280	880	550	56	860	2000	150	200	100	磨削	-	250	发明例
35		1280	880	550	56	860	2000	150	220	100	磨削	-	250	发明例
36		1280	880	550	56	860	2000	150	270	100	磨削	-	250	比较例
37	H	1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	磨削	-	250	发明例
38		1280	880	550	40	860	2000	150	150	100	磨削	-	250	发明例
39		1280	880	550	30	860	2000	150	150	100	磨削	-	250	发明例
40		1280	880	550	20	860	2000	150	150	100	磨削	-	250	发明例

[0146] ※1:钢坯加热温度、※2:精轧结束温度、※3:卷取温度

[0147] ※4:从退火温度至550°C的温度范围内的平均冷却速度、※5:冷却停止温度

[0148] ※6:弯曲加工前的端面切削加工、※7:弯曲加工后的端面切削加工

[0149] [表3]

[0150]

No.	钢种	热轧			冷轧	退火					端面处理			备注
		※1 (°C)	※2 (°C)	※3 (°C)	压下率 (%)	退火 温度 (°C)	※4 (°C/秒)	※5 (°C)	停留 温度 (°C)	停留 时间 (秒)	※6	※7	热处理 温度 (°C)	
41	I	1280	880	550	56	900	10	150	150	100	磨削	-	250	发明例
42		1280	880	550	56	850	10	150	150	100	磨削	-	250	发明例
43		1280	880	550	56	800	10	150	150	100	磨削	-	250	发明例
44		1280	880	550	56	750	10	150	150	100	磨削	-	250	比较例
45	J	1250	880	550	56	860	2000	150	150	100	磨削	-	250	发明例
46		1250	880	550	56	860	2000	200	150	100	磨削	-	250	发明例
47		1250	880	550	56	860	2000	250	150	100	磨削	-	250	发明例
48		1250	880	550	56	860	2000	300	150	100	磨削	-	250	发明例
49		1250	880	550	56	860	2000	350	150	100	磨削	-	250	发明例
50		1250	880	550	56	860	2000	400	150	100	磨削	-	250	比较例
51	K	1250	880	550	56	860	2000	150	150	100	-	-	250	比较例
52		1250	880	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	250	发明例
53		1250	880	550	56	860	2000	150	150	100	磨削	-	250	发明例
54		1250	880	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	-	比较例
55		1250	880	550	56	860	2000	150	150	100	磨削	-	-	比较例
56		1250	880	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	220	发明例
57	L	1250	880	550	56	860	10	150	150	100	-	激光	250	发明例
58		1250	880	550	56	800	10	150	150	100	-	激光	250	发明例
59		1250	880	550	56	740	10	150	150	100	-	激光	250	比较例
60	M	1250	880	550	56	860	10	150	150	100	-	激光	250	发明例
61		1250	880	550	56	860	8	150	150	100	-	激光	250	发明例
62		1250	880	550	56	860	5	150	150	100	-	激光	250	发明例
63	N	1250	880	550	56	860	7	150	150	100	-	激光	250	发明例
64		1250	880	550	56	860	3	150	150	100	-	激光	250	发明例
65		1250	880	550	56	860	1	150	150	100	-	激光	250	比较例
66	O	1250	880	550	56	860	10	150	150	100	-	激光	250	发明例
67		1250	880	550	56	860	10	180	150	100	-	激光	250	发明例
68		1250	880	550	56	860	10	150	150	100	-	激光	250	发明例
69	P	1250	880	550	56	860	2000	150	150	100	-	激光	250	发明例
70		1250	880	550	56	860	2000	180	150	100	-	激光	250	发明例
71		1250	880	550	56	860	2000	200	150	100	-	激光	250	发明例
72	Q	1250	880	550	56	860	10	150	150	100	-	激光	250	发明例
73		1250	880	550	56	860	10	150	100	100	-	激光	250	发明例
74		1250	880	550	56	860	10	150	70	100	-	激光	250	比较例
75	R	1250	880	550	56	860	10	150	150	100	-	激光	250	发明例
76		1250	880	550	56	860	10	150	220	100	-	激光	250	发明例
77		1250	880	550	56	860	10	150	270	100	-	激光	250	比较例
78	S	1250	880	550	56	860	10	150	150	100	-	激光	250	发明例
79		1250	880	550	56	860	10	150	150	80	-	激光	250	发明例
80		1250	880	550	56	860	10	150	150	50	-	激光	250	发明例

[0151] ※1:钢坯加热温度、※2:精轧结束温度、※3:卷取温度

[0152] ※4:从退火温度至550°C的温度范围内的平均冷却速度、※5:冷却停止温度

[0153] ※6:弯曲加工前的端面切削加工、※7:弯曲加工后的端面切削加工

[0154] [表4]

[0155]

No.	钢种	热轧			冷轧	退火					端面处理			备注
		※1 (℃)	※2 (℃)	※3 (℃)	压下率 (%)	退火 温度 (℃)	※4 (℃/秒)	※5 (℃)	停留 温度 (℃)	停留 时间 (秒)	※6	※7	热处理 温度 (℃)	
81	T	1280	880	550	56	860	10	150	150	10	-	激光	250	比较例
82		1280	880	550	56	860	10	150	150	1000	-	激光	250	发明例
83		1280	880	550	56	860	10	150	150	1700	-	磨削	-	比较例
84	U	1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	-	磨削	250	发明例
85		1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	-	-	220	比较例
86		1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	-	磨削	200	发明例
87	V	1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	-	磨削	200	发明例
88		1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	-	-	250	比较例
89		1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	-	磨削	-	比较例
90	W	1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	-	-	-	比较例
91		1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	-	激光	140	发明例
92		1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	-	激光	200	发明例
93	X	1280	880	550	56	860	10	150	150	100	-	激光	220	发明例
94		1280	880	550	56	860	10	150	150	100	-	激光	250	发明例
95		1280	880	550	56	860	10	150	150	100	-	激光	280	比较例
96	Y	1280	880	550	56	780	10	150	150	100	-	激光	250	比较例
97		1280	880	550	56	820	10	150	150	100	-	激光	250	发明例
98		1280	880	550	56	860	10	150	150	100	-	激光	250	发明例
99	Z	1280	880	550	56	860	10	150	150	100	-	激光	250	发明例
100		1280	880	550	56	860	30	250	150	100	-	激光	250	发明例
101		1280	880	550	56	860	50	400	150	100	-	激光	250	比较例
102	AA	1280	880	500	56	860	10	150	150	100	-	激光	250	发明例
103		1280	880	550	56	860	10	200	150	100	-	激光	250	发明例
104		1280	880	600	56	860	10	250	150	100	-	激光	250	发明例
105	AB	1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	-	激光	250	发明例
106		1280	880	550	56	860	2000	250	170	100	-	激光	250	发明例
107		1280	880	550	56	860	2000	380	220	100	-	激光	250	比较例
108	AC	1280	880	550	56	860	1500	150	150	100	激光	-	80	发明例
109		1280	880	550	56	860	1500	150	150	100	激光	-	170	发明例
110		1280	880	550	56	860	1500	150	150	100	激光	-	250	发明例
111	AD	1280	880	550	56	860	1500	150	150	100	激光	-	120	发明例
112		1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	250	比较例
113		1280	880	550	56	860	10	150	150	100	激光	-	250	比较例
114	AG	1280	880	550	56	860	10	150	150	100	激光	-	250	比较例
115	AH	1280	880	550	56	860	10	150	150	100	激光	-	250	比较例
116	AI	1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	250	比较例
117	AJ	1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	250	比较例
118	AK	1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	250	比较例
119	AL	1280	880	550	56	900	2000	150	150	100	激光	-	250	比较例
120	AM	1280	880	550	56	860	10	150	150	100	激光	-	250	比较例
121	AN	1280	880	550	56	860	10	150	150	100	激光	-	250	比较例
122	AO	1280	880	550	56	860	2000	150	150	100	激光	-	250	比较例
123	AP	1280	880	550	56	860	10	150	150	100	激光	-	250	比较例

[0156] ※1:钢坯加热温度、※2:精轧结束温度,※3:卷取温度

[0157] ※4:从退火温度至550℃的温度范围内的平均冷却速度,※5:冷却停止温度

[0158] ※6:弯曲加工前的端面切削加工、※7:弯曲加工后的端面切削加工

[0159] 2.评价方法

[0160] 对于利用各种制造条件得到的构件,通过对钢组织(显微组织)进行解析来考察组织百分率,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。各评价的方法如下所述。

[0161] (相对于钢板组织整体的、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的一种或两种的面积率的合计)

[0162] 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 $82\mu\text{m}\times 57\mu\text{m}$ 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。马氏体呈现出白色的组织,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计算。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。

[0163] (贝氏体和马氏体中的碳化物的平均粒径)

[0164] 从退火钢板的与轧制方向垂直的方向裁取试验片,对与轧制方向平行的板厚L截面进行镜面研磨,利用硝酸乙醇溶液使组织显现后,使用扫描电子显微镜进行观察,通过基于二值化的图像解析测定倍率5000倍的SEM图像上的碳化物的总面积,将其总面积进行个数平均,由此算出每1个碳化物的面积。将由每1个碳化物的面积求出的等效圆直径作为平均粒径。

[0165] (拉伸试验)

[0166] 从退火钢板的轧制方向,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JIS Z2241(2011),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)。

[0167] (临界负荷应力的测定)

[0168] 通过延迟断裂试验测定临界负荷应力。具体而言,将利用各制造条件得到的构件浸渍在 $\text{pH}=1$ (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来进行评价。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小时而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。

[0169] (端面的残余应力的测定)

[0170] 对于利用各制造条件得到的构件,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各自标注符号来示出。

[0171] (端面的龟裂长度的测定)

[0172] 对于利用各制造条件得到的构件,利用实体显微镜放大至倍率50倍,测定从弯曲棱线部的端面沿弯曲棱线方向延伸的龟裂的长度。将从弯曲棱线部的端面沿弯曲棱线方向延伸的龟裂中最长的龟裂长度示于表5~7中。

[0173] 3.评价结果

[0174] 将上述评价结果示于表5~7中。

[0175] [表5]

[0176]

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)	※2 (μ m)	临界负荷应力 (MPa)	※3	
1	A	94	1512	1810	1420	30	1422	0.94	比较例
2		95	1452	1720	1420	20	1351	0.93	比较例
3		95	1537	1820	1400	20	1337	0.87	比较例
4		96	1376	1800	200	0	1761	1.28	发明例
5		92	1480	1810	200	0	1776	1.20	发明例
6		98	1551	1780	300	0	1907	1.23	发明例
7	B	95	1512	1790	640	0	1844	1.22	发明例
8		100	1609	1810	380	0	1947	1.21	发明例
9		83	1324	1320	100	30	1231	0.93	比较例
10		99	1364	1550	400	0	1664	1.22	发明例
11		96	1306	1530	380	0	1632	1.25	发明例
12		88	1232	1390	80	30	1096	0.89	比较例
13	C	94	1320	1580	260	0	1690	1.28	发明例
14		96	1357	1590	200	0	1696	1.25	发明例
15		100	1431	1610	320	0	1660	1.16	发明例
16		90	1248	1560	400	0	1485	1.19	发明例
17	D	98	1368	1570	500	0	1682	1.23	发明例
18		93	1637	1980	440	0	2062	1.26	发明例
19		97	1733	2010	680	0	2097	1.21	发明例
20		99	1760	2000	260	0	2094	1.19	发明例
21	E	93	1629	1970	1100	0	1498	0.92	比较例
22		92	1369	1770	630	0	1588	1.16	发明例
23		91	1448	1790	620	0	1752	1.21	发明例
24		100	1618	1820	380	0	1958	1.21	发明例
25		90	1224	1580	200	0	1542	1.26	发明例
26		80	1424	1380	50	25	1267	0.89	比较例
27	F	100	1609	1810	200	0	1947	1.21	发明例
28		97	1496	1790	200	0	1914	1.28	发明例
29		98	1568	1800	200	0	1929	1.23	发明例
30		93	1432	1670	200	0	1732	1.21	发明例
31		91	1503	1580	200	0	1909	1.27	发明例
32		88	1559	1390	200	0	1528	0.98	比较例
33	G	94	1291	1650	200	8	1613	1.25	发明例
34		93	1344	1680	200	7	1653	1.23	发明例
35		91	1430	1630	200	8	1845	1.29	发明例
36		82	1423	1340	200	15	1352	0.95	比较例
37	H	96	1493	1750	200	0	1897	1.27	发明例
38		99	1549	1760	200	0	1890	1.22	发明例
39		86	1170	1530	200	0	1497	1.28	发明例
40		91	1246	1540	200	0	1507	1.21	发明例

[0177] ※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

[0178] 以下的碳化物的马氏体中的一种或两种的合计面积率

[0179] ※2:从弯曲棱线部的端面沿弯曲棱线方向延伸的龟裂中最长的龟裂长度

[0180] ※3:临界负荷应力/YS

[0181] [表6]

[0182]

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)	※2 (μm)	临界负荷应力 (MPa)	※3	
41	I	98	1287	1540	200	4	1647	1.28	发明例
42		98	1359	1560	200	5	1671	1.23	发明例
43		93	1273	1540	200	4	1642	1.29	发明例
44		85	1309	1350	60	4	1662	1.27	比较例
45	J	100	1671	1880	200	0	2022	1.21	发明例
46		96	1464	1810	200	0	1772	1.21	发明例
47		94	1521	1820	200	0	1947	1.28	发明例
48		91	1488	1740	200	0	1801	1.21	发明例
49		90	1671	1680	200	0	2022	1.21	发明例
50		78	1629	1370	200	0	1515	0.93	比较例
51	K	93	1158	1570	1200	20	1066	0.92	比较例
52		92	1325	1620	200	0	1590	1.20	发明例
53		97	1440	1670	200	0	1785	1.24	发明例
54		91	1278	1580	1000	0	1227	0.96	比较例
55		95	1351	1600	1200	0	1311	0.97	比较例
56		92	1086	1490	380	0	1336	1.23	发明例
57	L	93	1356	1640	200	0	1749	1.29	发明例
58		90	1296	1520	200	0	1594	1.23	发明例
59		80	1074	1310	80	0	1364	1.27	比较例
60	M	95	1288	1670	200	0	1584	1.23	发明例
61		94	1379	1650	200	0	1765	1.28	发明例
62		93	1455	1620	200	0	1789	1.23	发明例
63	N	95	1537	1820	200	0	1952	1.27	发明例
64		91	1496	1710	200	0	1930	1.29	发明例
65		81	1570	1440	200	0	1507	0.96	比较例
66	O	91	1335	1650	200	0	1628	1.22	发明例
67		90	1312	1640	200	0	1614	1.23	发明例
68		97	1449	1680	200	0	1796	1.24	发明例
69	P	96	1408	1650	200	0	1774	1.26	发明例
70		97	1431	1660	200	0	1775	1.24	发明例
71		94	1370	1640	200	0	1754	1.28	发明例
72	Q	94	1420	1700	200	0	1818	1.28	发明例
73		91	1327	1640	400	0	1618	1.22	发明例
74		80	1304	1630	500	15	1213	0.93	比较例
75	R	94	1613	1930	200	0	2064	1.28	发明例
76		100	1742	1960	500	7	2108	1.21	发明例
77		87	1415	1830	400	30	1373	0.97	比较例
78	S	100	1591	1790	200	0	1925	1.21	发明例
79		92	1415	1730	200	0	1698	1.20	发明例
80		92	1203	1650	200	0	1491	1.24	发明例

[0183] ※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

[0184] 以下的碳化物的马氏体中的一种或两种的合计面积率

[0185] ※2:从弯曲棱线部的端面沿弯曲棱线方向延伸的龟裂中最长的龟裂长度

[0186] ※3:临界负荷应力/YS

[0187] [表7]

[0188]

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)	※2 (μm)	临界负荷应力 (MPa)	※3	
81	T	85	1461	1730	400	20	1417	0.97	比较例
82		96	1485	1740	200	7	1871	1.26	发明例
83		87	1509	1750	600	30	1433	0.95	比较例
84	U	97	1474	1710	200	0	1828	1.24	发明例
85		96	1451	1700	880	25	1378	0.95	比较例
86		94	1404	1680	500	0	1797	1.28	发明例
87	V	96	1382	1620	500	0	1742	1.26	发明例
88		94	1362	1630	950	30	1335	0.98	比较例
89		94	1362	1630	1200	0	1335	0.98	比较例
90	W	99	1478	1680	1400	35	1301	0.88	比较例
91		95	1402	1660	660	0	1626	1.16	发明例
92		98	1455	1670	500	0	1789	1.23	发明例
93	X	94	1310	1630	380	0	1586	1.21	发明例
94		91	1362	1610	200	0	1743	1.28	发明例
95		86	1425	1440	40	0	1781	1.25	比较例
96	Y	84	1354	1420	120	2	1719	1.27	比较例
97		99	1443	1640	200	3	1775	1.23	发明例
98		94	1362	1630	200	2	1743	1.28	发明例
99	Z	93	1298	1570	200	2	1700	1.31	发明例
100		94	1312	1570	200	3	1692	1.29	发明例
101		82	1276	1360	200	3	1174	0.92	比较例
102	AA	98	1334	1550	200	0	1668	1.25	发明例
103		94	1287	1540	200	0	1647	1.28	发明例
104		90	1224	1530	250	0	1530	1.25	发明例
105	AB	99	1813	2060	200	0	2212	1.22	发明例
106		97	1013	1610	200	0	1276	1.26	发明例
107		98	1176	1380	200	4	1094	0.93	比较例
108	AC	96	1220	1510	790	2	1244	1.02	发明例
109		97	1230	1520	300	0	1488	1.21	发明例
110	AD	97	1510	1880	200	0	1872	1.24	发明例
111		97	1505	1870	720	2	1565	1.04	发明例
112	AE	93	1521	1840	1100	0	1354	0.89	比较例
113	AF	83	1055	1430	200	2	1287	1.22	比较例
114	AG	92	1431	1750	900	20	1288	0.90	比较例
115	AH	90	1384	1730	960	15	1218	0.88	比较例
116	AI	80	1368	1410	200	0	1683	1.23	比较例
117	AJ	93	1347	1630	200	30	1199	0.89	比较例
118	AK	90	1356	1620	300	25	1193	0.88	比较例
119	AL	96	1487	1660	200	25	1368	0.92	比较例
120	AM	94	1513	1730	200	30	1407	0.93	比较例
121	AN	93	1520	1740	200	20	1398	0.92	比较例
122	AO	83	1515	1710	200	25	1409	0.93	比较例
123	AP	84	1530	1730	200	25	1438	0.94	比较例

[0189] ※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

[0190] 以下的碳化物的马氏体中的一种或两种的合计面积率

[0191] ※2:从弯曲棱线部的端面沿弯曲棱线方向延伸的龟裂中最长的龟裂长度

[0192] ※3:临界负荷应力/YS

[0193] 本实施例中,将 $TS \geq 1470\text{MPa}$ 、并且临界负荷应力 $\geq YS$ 的构件设定为合格,在表5~

7中作为发明例示出。另外,将 $TS < 1470\text{MPa}$ 、或临界负荷应力 $< YS$ 的构件设定为不合格,在表5~7中作为比较例示出。另外,表5~7中,“临界负荷应力/ YS ”为1.00以上是指临界负荷应力 $\geq YS$ 。

[0194] 如表5~7所示,本发明例的构件的强度高,并且耐延迟断裂特性优良。

[0195] 符号说明

[0196] 10 高强度构件

[0197] 11 钢板

[0198] 12 弯曲棱线部

[0199] 13 弯曲棱线部的端面

[0200] 20 螺栓

[0201] 21 螺母

[0202] 22 锥形垫圈

[0203] C1 板厚中心

[0204] D1 弯曲棱线方向

[0205] D2 测定方向

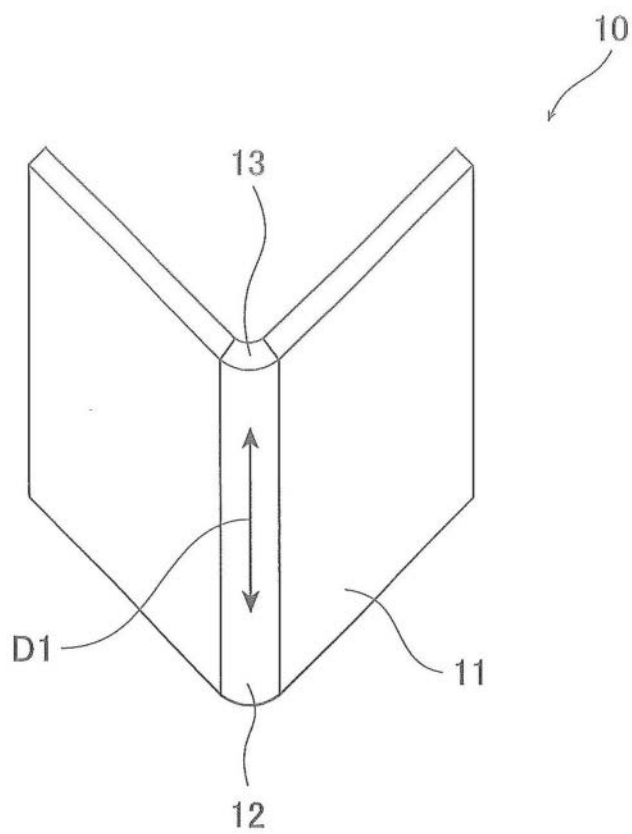


图1

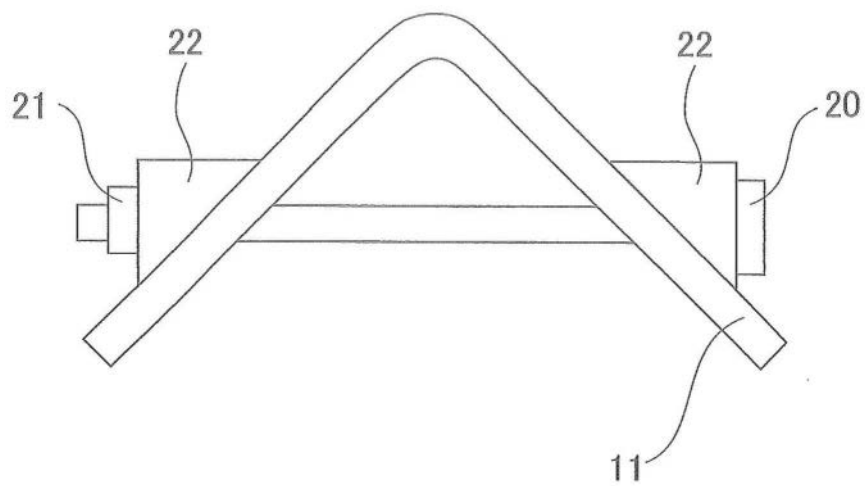


图2

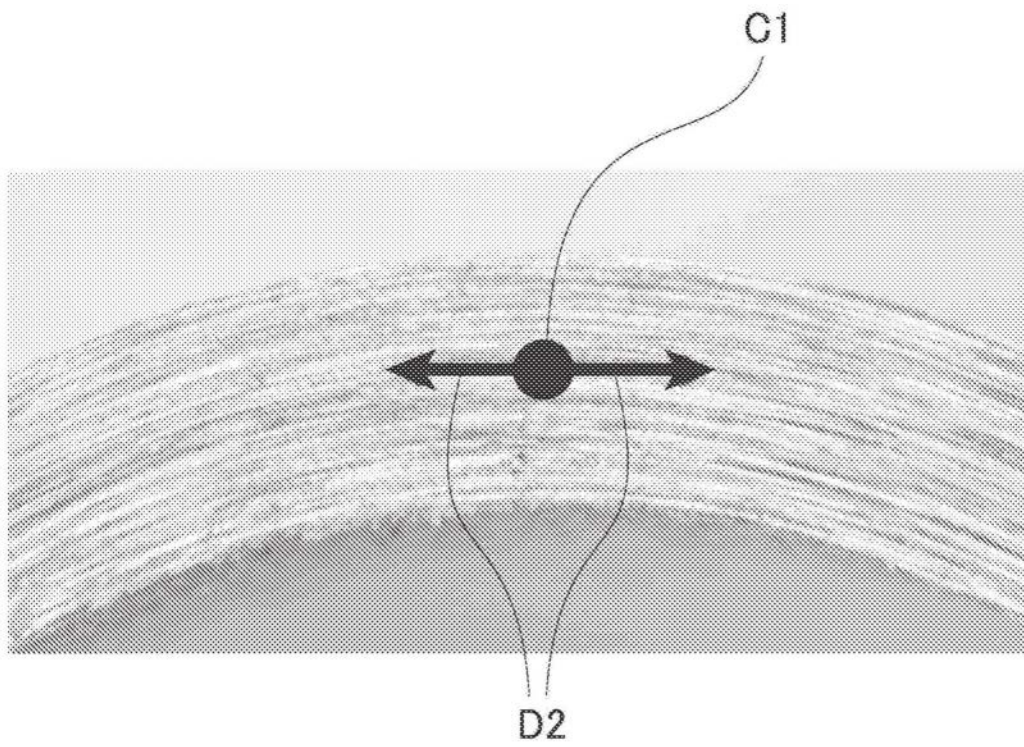


图3