



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106460110 B

(45)授权公告日 2019.01.01

(21)申请号 201580020662.8

(22)申请日 2015.04.23

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106460110 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(30)优先权数据
2014-090601 2014.04.24 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.10.20

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2015/062367 2015.04.23

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/163407 JA 2015.10.29

(73)专利权人 新日铁住金株式会社
地址 日本东京

(72)发明人 平上大辅 小此木真

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 刘凤岭 陈建全

(51)Int.Cl.
G22C 38/00(2006.01)
G22C 38/06(2006.01)
G22C 38/32(2006.01)
G21D 8/06(2006.01)
G21D 9/52(2006.01)

(56)对比文件
JP 特开2000-119805 A,2000.04.25,
CN 101208445 A,2008.06.25,
CN 102292460 A,2011.12.21,
CN 102959115 A,2013.03.06,

审查员 刘彪

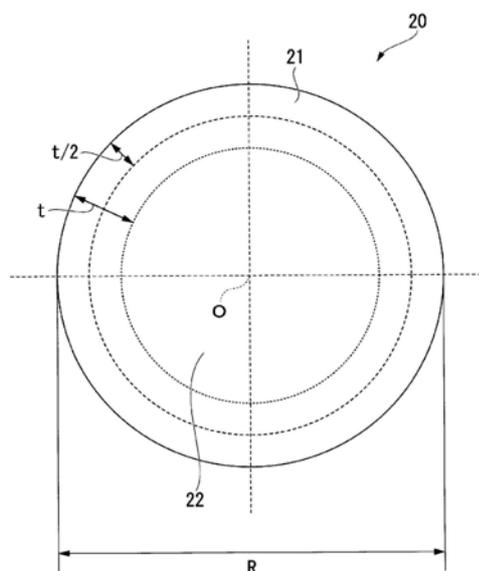
权利要求书1页 说明书17页 附图4页

(54)发明名称

高强度钢帘线用线材

(57)摘要

本发明涉及一种钢帘线用线材,其中,线径R为3.5mm~8.0mm;成分组成以质量%计,含有C:0.70%~1.20%、Si:0.15%~0.60%、Mn:0.10%~1.00%、N:0.0010%~0.0050%、Al:超过0%且在0.0100%以下,剩余部分包括Fe和杂质;具有表层部和中心部;表层部的厚度为50 μm~0.20×R;中心部按面积%计以95%~100%的比例含有珠光体组织;表层部的C含量为中心部的C含量的40%~95%;表层部的厚度中心的片状渗碳体的厚度相对于中心部的片状渗碳体的厚度的比例为95%以下;即使在最终拉丝工序后,也具有高强度性、加工性,而且可以防止起因于剥离现象的开裂等。



1. 一种高强度钢帘线用线材,其特征在于:

线径R为3.5mm~8.0mm;

成分组成以质量%计,含有C:0.70%~1.20%、Si:0.15%~0.60%、Mn:0.10%~1.00%、N:0.0010%~0.0050%、Al:超过0%且在0.0100%以下,剩余部分包括Fe和杂质;

具有表层部和中心部,所述表层部覆盖所述中心部;

所述表层部的厚度为 $50\mu\text{m}\sim 0.20\times R$;

所述中心部按面积%计以95%~100%的比例含有珠光体组织;

所述表层部的C含量为所述中心部的C含量的40%~95%;

所述表层部的厚度中心的片状渗碳体的厚度相对于所述中心部的片状渗碳体的厚度的比例为50%~95%。

2. 根据权利要求1所述的高强度钢帘线用线材,其特征在于:所述成分组成以质量%计,进一步含有Ti:超过0%且在0.1000%以下、Cr:超过0%且在0.5000%以下、Co:超过0%且在0.5000%以下、V:超过0%且在0.5000%以下、Cu:超过0%且在0.2000%以下、Nb:超过0%且在0.1000%以下、Mo:超过0%且在0.2000%以下、W:超过0%且在0.200%以下、B:超过0%且在0.0030%以下、REM:超过0%且在0.0050%以下、Ca:超过0.0005%且在0.0050%以下、Mg:超过0.0005%且在0.0050%以下、Zr:超过0.0005%且在0.0100%以下之中的1种或2种以上。

高强度钢帘线用线材

技术领域

[0001] 本发明涉及一种作为汽车用轮胎、高压橡胶软管、传送带等橡胶制品的增强材料使用的高强度钢帘线(steel cord)用线材。

[0002] 本申请基于2014年4月24日提出的日本专利申请特愿2014-090601号并主张其优先权,这里引用其内容。

背景技术

[0003] 例如,在汽车用轮胎等橡胶制品中,作为增强材料,可以使用人造丝、尼龙、聚酯等化纤、或由线材制造的钢帘线。这些增强材料起着汽车用轮胎的骨架的作用,对安装有该汽车用轮胎的车辆的燃料消费率、高速耐久性、驾驶稳定性产生较大的影响。近年来,从提高这些特性的角度考虑,钢帘线作为增强材料的使用比例增加。

[0004] 在此,钢帘线正如例如专利文献6、7所公开的那样,被设计为由多根钢线材坯料(以下称之为“长丝”)合股加捻而成的绞线结构得到了广泛的提案。

[0005] 使用这种长丝的钢帘线经过如下的工序而进行制造。

[0006] 首先,对线径为3.5~8.0mm的线材进行干式拉丝,制成线径为1.0~4.0mm左右的钢丝,对钢丝实施被称之为钢丝韧化(patenting)处理的热处理而使钢丝软化。

[0007] 接着,为了确保橡胶和钢帘线的附着力,在软化的钢丝表面形成黄铜镀层,进而进行湿式拉丝(最终拉丝),从而形成线径为0.15~0.35mm的长丝。

[0008] 通过对这样得到的长丝进行绞线加工,便制造出绞线结构的钢帘线。

[0009] 近年来,从降低环境负荷的角度考虑,为了推进汽车的低燃料消费,正在进行汽车用轮胎的轻量化,对于钢帘线,则要求高强度化。因此,作为材料的钢帘线用线材也要求高强度化。

[0010] 为了形成高强度的钢帘线,钢丝韧化处理后需要高强度化,从而通过增加C含量等的成分调整来谋求高强度化。

[0011] 然而,在单凭仅使C含量增加的成分调整的高强度化中,钢丝韧化后的拉丝加工时的延展性不足,从而使加工性降低。因此,在湿式拉丝(最终拉丝)加工以及绞线加工中,产生裂纹等缺陷。

[0012] 专利文献1的目的在于:廉价地提供一种对钢帘线等的用途合适的、拉丝加工性优良、且即使真应变超过2.60而进行拉丝加工也不会产生断线的高碳钢线材,其公开了一种如下的线材:在钢线材的横断面上,从外周至所述钢线材的半径的1/50的深度位置的区域中的C含量的平均值相对于线材的C含量为 $0.6\sim 0.9\times C\%$ 。

[0013] 专利文献2的目的在于提供一种线材,其难以发生起因于因运输时的操作等而产生的缺陷的断线,专利文献2公开了一种如下的高强度的直接钢丝韧化线材:对于直径为4.0mm~16mm的直接钢丝韧化线材,从其表层至300 μm 深的层的碳量为整个断面中的平均碳量的0.97倍以下,上述层内的平均片晶间隔为95nm以上,上述层被设计为难以在表层生成摩擦马氏体的层。

[0014] 专利文献3的目的在于:提供一种作为钢帘线等的制造原材料合适的、且冷加工性优良的线材,其公开了一种如下的线材:在该线材中,将以钢的奥氏体结晶粒度号码计的珠光体块的大小调整为6~8号,将以体积率计的初析渗碳体的生成量调整为0.2%以下,将珠光体中的渗碳体厚度调整为20nm以下,而且将该渗碳体中含有的Cr的含量调整为1.5%以下。

[0015] 专利文献4公开了一种拉丝加工用高碳钢线材:在将高碳钢线材的直径设定为D时,将距高碳钢线材的表面在0.05D以下的部位设定为表层部,将距表面超过0.20D的部位设定为内部,表层部的组织的90%以上为片晶间隔在0.10 μm 以上的粗片状珠光体组织,而且内部组织的95%以上为片晶间隔低于0.10 μm 的微细珠光体组织或者伪珠光体组织。

[0016] 专利文献5公开了一种高碳钢线材:其在垂直于长度方向的断面中,珠光体的面积率为95%以上,剩余部分为含有贝氏体、伪珠光体、初析铁素体、初析渗碳体之中的1种以上的非珠光体组织,珠光体的平均块粒径为15 μm ~35 μm ,块粒径在50 μm 以上的珠光体的面积率为20%以下,在从表面至深度1mm的区域中,所述珠光体的片晶间隔在150nm以下的区域为20%以下。

[0017] 现有技术文献

[0018] 专利文献

[0019] 专利文献1:日本特开2000-119805号公报

[0020] 专利文献2:日本特开2001-181793号公报

[0021] 专利文献3:日本特开2004-091912号公报

[0022] 专利文献4:日本特开2011-219829号公报

[0023] 专利文献5:国际公开第2014/208492号公报

[0024] 专利文献6:日本特开2005-054260号公报

[0025] 专利文献7:日本特开2005-036356号公报

发明内容

[0026] 发明所要解决的课题

[0027] 然而,在使用由专利文献1~专利文献5中公开的线材所制造的长丝、和专利文献6~专利文献7中公开的长丝来制造钢帘线的情况下,长丝所存在的问题是将产生剥离现象。

[0028] 所谓剥离现象,是指对钢丝或者长丝施加扭转变形时,产生在长度方向开裂的纵向裂纹的现象,当钢丝或者长丝的强度提高时容易发生。

[0029] 特别地,如果提高强度,则发生起因于剥离现象的扭曲缺陷,从而不能使绞线加工良好地进行。

[0030] 这样一来,以往在最终拉丝工序之后,不能得到虽然为高强度但可以维持加工性、而且可以防止起因于剥离现象的开裂等的钢帘线用线材。

[0031] 本发明的目的在于:提供一种在最终拉丝工序之后,虽然为高强度但可以维持加工性、而且可以防止起因于剥离现象的开裂等的钢帘线用线材。

[0032] 用于解决课题的手段

[0033] 发明人进行了潜心的研究和开发,结果发现了以下的情况。也就是说,如果钢帘线用线材具有后述的成分组成、而且具有表层部和中心部,同时表层部的C含量比所述中心部低、而且使片状渗碳体变细,则钢帘线用长丝的表层部的片状渗碳体变细,成为断线起点的

渗碳体的裂纹变得微细,从而一面确保中心部的强度,一面明显提高表层部的延展性。

[0034] 本发明是基于上述的见解而完成的,其要旨如下。

[0035] (1) 本发明的第1方式涉及一种高强度钢帘线用线材,其中,

[0036] 线径R为3.5mm~8.0mm;

[0037] 成分组成以质量%计,含有C:0.70%~1.20%、Si:0.15%~0.60%、Mn:0.10%~1.00%、N:0.0010%~0.0050%、Al:超过0%且在0.0100%以下,剩余部分包括Fe和杂质;

[0038] 具有表层部和中心部,所述表层部覆盖所述中心部;

[0039] 所述表层部的厚度为 $50\mu\text{m}\sim 0.20\times R$;

[0040] 所述中心部按面积%计以95%~100%的比例含有珠光体组织;

[0041] 所述表层部的C含量为所述中心部的C含量的40%~95%;

[0042] 所述表层部的厚度中心的片状渗碳体的厚度相对于所述中心部的片状渗碳体的厚度的比例为95%以下。

[0043] (2) 在上述(1)的方式中,

[0044] 所述成分组成以质量%计,也可以进一步含有Ti:超过0%且在0.1000%以下、Cr:超过0%且在0.5000%以下、Co:超过0%且在0.5000%以下、V:超过0%且在0.5000%以下、Cu:超过0%且在0.2000%以下、Nb:超过0%且在0.1000%以下、Mo:超过0%且在0.2000%以下、W:超过0%且在0.200%以下、B:超过0%且在0.0030%以下、REM:超过0%且在0.0050%以下、Ca:超过0.0005%且在0.0050%以下、Mg:超过0.0005%且在0.0050%以下、Zr:超过0.0005%且在0.0100%以下之中的1种或2种以上。

[0045] 发明的效果

[0046] 本发明的上述方式的高强度钢帘线用线材由于使表层部的延展性得以提高,在中心部可以确保强度,因而可以取得如下显著的效果:高强度钢帘线用线材的抗拉强度为1100MPa以上,在将高强度钢帘线用线材拉丝加工成0.15~0.35mm的线径之后,可以抑制剥离现象的发生,从而防止扭曲缺陷的发生,而且其抗拉强度为3200MPa以上。

附图说明

[0047] 图1是说明作为本发明实施方式的高强度钢帘线用线材的断面的图。

[0048] 图2是表示作为本发明实施方式的高强度钢帘线用线材的制造方法的流程图。

[0049] 图3是表示拉丝珠光体钢的C含量和片状渗碳体厚度之间的关系示意图。

[0050] 图4是表示拉丝加工应变和硬度之间的关系示意图。

[0051] 图5是使用作为本发明实施方式的高强度钢帘线用线材的断面图而对作为本发明实施方式的高强度钢帘线用线材的片状渗碳体的厚度的测量方法加以说明的图。

具体实施方式

[0052] 本发明的实施方式为以下的(A)或者(B)中记载的高强度钢帘线用线材。

[0053] (A) 本发明的第1方式涉及一种高强度钢帘线用线材,其中,

[0054] 线径R为3.5mm~8.0mm;

[0055] 成分组成以质量%计,含有C:0.70%~1.20%、Si:0.15%~0.60%、Mn:0.10%~1.00%、N:0.0010%~0.0050%、Al:超过0%且在0.0100%以下,剩余部分包括Fe和杂质;

- [0056] 具有表层部和中心部,所述表层部覆盖所述中心部;
- [0057] 所述表层部的厚度为 $50\mu\text{m}\sim 0.20\times R$;
- [0058] 所述中心部按面积%计以95%~100%的比例含有珠光体组织;
- [0059] 所述表层部的C含量为所述中心部的C含量的40%~95%;
- [0060] 所述表层部的厚度中心的片状渗碳体的厚度相对于所述中心部的片状渗碳体的厚度的比例为95%以下。
- [0061] (B)在上述(A)的方式中,
- [0062] 所述成分组成以质量%计,也可以进一步含有Ti:超过0%且在0.1000%以下、Cr:超过0%且在0.5000%以下、Co:超过0%且在0.5000%以下、V:超过0%且在0.5000%以下、Cu:超过0%且在0.2000%以下、Nb:超过0%且在0.1000%以下、Mo:超过0%且在0.2000%以下、W:超过0%且在0.200%以下、B:超过0%且在0.0030%以下、REM:超过0%且在0.0050%以下、Ca:超过0.0005%且在0.0050%以下、Mg:超过0.0005%且在0.0050%以下、Zr:超过0.0005%且在0.0100%以下之中的1种或2种以上。
- [0063] <金属组织的特征>
- [0064] 下面使用图1,就本实施方式的高强度钢帘线用线材的金属组织的特征进行说明。
- [0065] 关于作为本发明实施方式的高强度钢帘线用线材20,其直径即线径(以下称之为“线径”)R为:
- [0066] $3.5\text{mm}\leq R\leq 8.0\text{mm}$ (式1)
- [0067] 具有表层部21和中心部22。优选的是
- [0068] $4.5\text{mm}\leq R\leq 7.0\text{mm}$ (式2)。
- [0069] (表层部)
- [0070] 发明人着眼于在制造长丝的过程中实施的最终拉丝加工、和由长丝制造钢帘线时实施的绞线加工中,由于钢丝或长丝的表层部主要经受变形,因而作为其材料的钢帘线用线材的表层部需要具有良好的加工性。
- [0071] 如图1所示,表层部21是高强度钢帘线用线材20的距外周面的厚度为t的部分。另外,表层部21的厚度(以下称之为“表层部的厚度”)t相对于高强度钢帘线用线材20的线径R,是
- [0072] $50\mu\text{m}\leq t\leq 0.20\times R$ (式3)
- [0073] 的范围内的区域。优选的是
- [0074] $80\mu\text{m}\leq t\leq 0.15\times R$ (式4)。
- [0075] 表层部21的C含量比中心部22低,是高强度钢帘线用线材20的中心O处的C含量的40%~95%。
- [0076] 下面就表层部的厚度t相对于线径R为 $50\mu\text{m}\sim 0.2\times R$ 的理由进行说明。
- [0077] 第1,如果表层部的厚度t被设定为 $50\mu\text{m}$ 以上,则可以充分确保加工性,在最终拉丝加工以及绞线加工中,可以抑制裂纹等缺陷的发生。
- [0078] 第2,如果表层部的厚度t被设定为 $0.2\times R$ 以下,则可以充分确保钢帘线的强度。
- [0079] 接着,将距外周面的深度为t/2的位置、图1中用虚线表示的位置定义为表层部的厚度中心(以下称之为“表层部的中心”)。
- [0080] 表层部的中心的片状渗碳体的厚度为后述的中心部的片状渗碳体的厚度的95%以下。
- [0081] 所谓片状渗碳体,是指珠光体组织中具有层状结构的渗碳体。

[0082] (中心部)

[0083] 中心部22包括高强度钢帘线用线材20的中心0在内,是除表层部以外的部分。

[0084] 中心部22是C含量大致恒定,按面积%计以95%~100%的比例含有珠光体组织的金属组织的区域。

[0085] 这样一来,在中心部22中,可以充分确保强度,从而能够谋求钢帘线的轻量化。

[0086] (片状渗碳体的厚度测量)

[0087] 关于片状渗碳体的厚度,用苦味醇液侵蚀线材的横断面,使珠光体组织现出,在距表层同一深度处,于线材的断面每隔45°的中心角,采用FE-SEM以10000倍对8个部位拍摄照片,在观察照片的最小片晶间隔部,从与2μm的线段垂直交叉的片状渗碳体求出各视场中的片状渗碳体的厚度,并将其设定为8个部位的平均值。

[0088] 另外,还求出了这样得到的表层部的片状渗碳体的厚度相对于长丝的中心部的片状渗碳体的厚度的比例(%)。

[0089] 下面使用图5,就测量点进行说明。

[0090] 图5是使用作为本发明实施方式的高强度钢帘线用线材的断面图而对作为本发明实施方式的高强度钢帘线用线材的片状渗碳体的厚度的测量方法加以说明的图。

[0091] 在作为本发明实施方式的高强度钢帘线用线材20的断面图中,从其中心呈放射状地每隔45°的中心角画出8条虚线,8个黑圆圈26为中心部的测量点,8个白圆圈25为表层部的测量点。

[0092] 如果将表层部的片状渗碳体的厚度的平均值设定为 d_s ,将中心部的片状渗碳体的厚度的平均值设定为 d_i ,则表层部的厚度中心的片状渗碳体的厚度相对于中心部的片状渗碳体的厚度的比例 p 以

[0093] $p = (d_s/d_i) \times 100 (\%)$ (式5)

[0094] 的方式求出。

[0095] p 为95%以下,其下限为50%、优选为60%是作为本发明实施方式的高强度钢帘线用线材的特征。

[0096] (作用效果)

[0097] 作为本发明实施方式的高强度钢帘线用线材取得了如下显著的效果:表层部的延展性得以提高,在中心部可以确保强度,在使用该线材制造长丝的过程中实施的最终拉丝加工、和由长丝制造钢帘线时实施的绞线加工中,具有优良的加工性。

[0098] <成分组成>

[0099] 成分组成以质量%计,含有C:0.70%~1.20%、Si:0.15%~0.60%、Mn:0.10%~1.00%、N:0.0010%~0.0050%、Al:超过0%且在0.0100%以下,剩余部分包括Fe和杂质。

[0100] 所述成分组成以质量%计,也可以进一步含有Ti:超过0%且在0.1000%以下、Cr:超过0%且在0.5000%以下、Co:超过0%且在0.5000%以下、V:超过0%且在0.5000%以下、Cu:超过0%且在0.2000%以下、Nb:超过0%且在0.1000%以下、Mo:超过0%且在0.2000%以下、W:超过0%且在0.200%以下、B:超过0%且在0.0030%以下、REM:超过0%且在0.0050%以下、Ca:超过0.0005%且在0.0050%以下、Mg:超过0.0005%且在0.0050%以下、Zr:超过0.0005%且在0.0100%以下之中的1种或2种以上。

[0101] 下面就成分组成进行详细的说明。下面以质量%进行记载。

[0102] (C:0.70%~1.20%)

[0103] C是提高钢的强度的元素。为了获得作为共析组织的珠光体组织,优选将C含量设定在0.8%附近。这里,在C含量低于0.70%时,成为亚共析,从而非珠光体组织较多地存在。另一方面,如果C含量超过1.20%,则初析渗碳体析出,从而线材以及由该线材制造的钢丝和长丝的加工性有可能降低。因此,将C含量设定在0.70%~1.20%的范围内。

[0104] (Si:0.15%~0.60%)

[0105] Si是对钢的脱氧有效的元素,是固溶于铁素体中而具有提高强度的作用的元素。这里,在Si含量低于0.15%时,有可能不会充分地发挥上述的作用效果。另一方面,如果Si含量超过0.60%,则有可能使加工性降低。因此,将Si含量设定在0.15%~0.60%的范围内。

[0106] (Mn:0.10%~1.00%)

[0107] Mn是对钢的脱氧有效的元素,固定钢中的S而具有抑制钢的脆化的作用效果。这里,在Mn含量低于0.10%时,有可能不会充分地发挥上述的效果。另一方面,如果Mn含量超过1.00%,则有可能使加工性降低。

[0108] 因此,将Mn含量设定在0.10%~1.00%的范围内。

[0109] (N:0.0010%~0.0050%)

[0110] N是与Al、Ti形成氮化物,具有抑制奥氏体粒径的粗大化的作用效果的元素。这里,在N含量低于0.0010%时,有可能不会充分地发挥上述的作用效果。另一方面,如果N含量超过0.0050%,则有可能使延展性降低。

[0111] 因此,将N含量设定在0.0010%~0.0050%的范围内。

[0112] (Al:超过0%且在0.0100%以下)

[0113] Al是具有脱氧作用的元素。设定为超过0%且在0.010%以下,使硬质非变形的氧化铝系夹杂物生成而不会招致线材延展性的劣化和拉丝性的劣化。

[0114] 此外,低于0.001%为Al检出极限值。

[0115] 此外,作为杂质的P和S并没有特别的规定,但从确保与以前的长丝同等程度的延展性的角度考虑,各自优选设定为0.0200%以下。

[0116] 除上述的基本成分以及杂质元素以外,本实施方式的高强度钢帘线用线材20也可以进一步含有Ti、Cr、Co、V、Cu、Nb、Mo、W、B、REM、Ca、Mg、Zr之中的至少1种作为任选成分。下面就任选成分的数值限定范围及其限定理由进行说明。这里记载的%为质量%。

[0117] (Ti:超过0%且在0.1000%以下)

[0118] Ti是具有脱氧作用的元素。另外,还形成氮化物,具有抑制奥氏体粒径的粗大化的作用效果。

[0119] 在此,如果Ti含量超过0.1000%,则有可能通过粗大的碳氮化物(TiCN等)而使加工性降低。

[0120] 在Ti含量低于0.005%时,有可能不会充分地发挥上述的作用效果,通常将Ti含量设定为0.005%以上。但是,在含有Al的情况下,也可以将Ti的含量设定为低于0.0050%。

[0121] 因此,将Ti含量设定在超过0%且在0.1000%以下的范围内。Ti含量更优选在0.0050%~0.1000%的范围。

[0122] (Cr:超过0%且在0.5000%以下)

[0123] Cr使珠光体的片晶间隔微细化,从而提高线材的强度。为了获得该效果,Cr含量优

选为超过0%且在0.5000%以下。

[0124] Cr含量更优选为0.0010%~0.5000%。在Cr含量超过0.5000%时,珠光体相变受到过于抑制而使奥氏体残留于钢丝韧化处理中的线材的金属组织中,从而在钢丝韧化处理后的线材的金属组织中有可能产生马氏体和贝氏体等过冷组织。另外,往往难以通过机械除鳞除去表面氧化物。

[0125] (Co:超过0%且在0.5000%以下)

[0126] Co是抑制初析渗碳体的析出的元素。为了获得该效果,Co含量优选为超过0%且在0.5000%以下。Co含量更优选为0.0010%~0.5000%。在Co含量超过0.5000%时,其效果达到饱和,往往造成含有成本的浪费。

[0127] (V:超过0%且在0.5000%以下)

[0128] V是通过形成微细的碳氮化物而抑制高温区域下的奥氏体晶粒的粗大化、而且使线材的强度上升的元素。为了获得这些效果,V含量优选为超过0%且在0.5000%以下。

[0129] V含量更优选为0.0010%~0.5000%。在V含量超过0.5000%时,碳氮化物的形成量增多,碳氮化物的粒径也增大,因而往往使线材的延展性降低。

[0130] (Cu:超过0%且在0.2000%以下)

[0131] Cu是提高耐蚀性的元素。为了获得该效果,Cu含量优选为超过0%且在0.2000%以下。

[0132] Cu含量更优选为0.0001%~0.2000%。在Cu含量超过0.2000%时,与S反应而在晶界中以CuS的形式发生偏析,因而往往使线材产生缺陷。

[0133] (Nb:超过0%且在0.1000%以下)

[0134] Nb具有提高耐蚀性的效果。另外,Nb是形成碳化物或氮化物而使高温区域下的奥氏体晶粒的粗大化受到抑制的元素。为了获得这些效果,Nb含量优选为超过0%且在0.1000%以下。

[0135] Nb含量更优选为0.0005%~0.1000%。

[0136] 在Nb含量超过0.1000%时,往往使钢丝韧化处理中的珠光体相变受到抑制。

[0137] (Mo:超过0%且在0.2000%以下)

[0138] Mo是在珠光体生长界面浓缩,通过所谓溶质拖曳效应(solute drag like effect)而抑制珠光体生长的元素。另外,Mo还是抑制铁素体生成、从而使非珠光体组织降低的元素。为了获得这些效果,Mo含量优选为超过0%且在0.2000%以下。

[0139] Mo含量更优选为0.0010%~0.2000%。

[0140] 进一步优选为0.005%~0.0600%。

[0141] 在Mo含量超过0.2000%时,珠光体生长受到抑制,钢丝韧化处理需要长时间,从而往往招致生产率的降低。

[0142] 另外,在Mo含量超过0.2000%时,粗大的Mo₂C碳化物析出,从而往往使拉丝加工性降低。

[0143] (W:超过0%且在0.2000%以下)

[0144] W与Mo同样,是在珠光体生长界面浓缩,通过所谓溶质拖曳效应而抑制珠光体生长的元素。另外,W还是抑制铁素体生成、从而使非珠光体组织降低的元素。为了获得这些效果,W含量优选为超过0%且在0.2000%以下。

[0145] W含量更优选为0.0005%~0.2000%。

[0146] 进一步优选为0.0050%~0.0600%。

[0147] 在W含量超过0.20%时,珠光体生长受到抑制,钢丝韧化处理需要长时间,从而往往招致生产率的降低。另外,在W含量超过0.2000%时,粗大的 W_2C 碳化物析出,从而往往使拉丝加工性降低。

[0148] (B:超过0%且在0.0030%以下)

[0149] B是抑制铁素体、伪珠光体、贝氏体等非珠光体的生成的元素。另外,B是形成碳化物或氮化物而使高温区域下的奥氏体晶粒的粗大化受到抑制的元素。为了获得这些效果,B含量优选为超过0%且在0.0030%以下。

[0150] B含量更优选为0.0004%~0.0025%。

[0151] 进一步优选为0.0004%~0.0015%。

[0152] 最优选为0.0006%~0.0012%。

[0153] 在B含量超过0.0030%时,促进粗大的 $Fe_{23}(CB)_6$ 碳化物的析出,从而往往对延展性产生不良影响。

[0154] (REM:超过0%且在0.0050%以下)

[0155] REM(Rare Earth Metal:稀土金属)为脱氧元素。另外,REM是形成硫化物而使作为杂质的S无害化的元素。为了获得该效果,REM含量优选为超过0%且在0.0050%以下。

[0156] REM含量更优选为0.0005%~0.0050%。

[0157] 在REM含量超过0.0050%时,往往形成粗大的氧化物而引起拉丝时的断线。此外,所谓REM,是指从原子序数57的镧到71的镱这15个元素、加上原子序数21的钪以及原子序数39的钇总计17个元素的总称。通常以这些元素的混合物即混合稀土的形式进行供给,从而添加于钢中。

[0158] (Ca:超过0.0005%且在0.0050%以下)

[0159] Ca是降低硬质的氧化铝系夹杂物的元素。另外,Ca是生成微细的氧化物的元素。其结果是,线材的珠光体块尺寸微细化,从而线材的延展性得以提高。为了获得这些效果,Ca含量优选为超过0.0005%且在0.0050%以下。

[0160] Ca含量更优选为0.0005%~0.0040%。

[0161] 在Ca含量超过0.0050%时,往往形成粗大的氧化物而引起拉丝时的断线。此外,在通常的操作条件下,不可避免地含有0.0003%左右的Ca。

[0162] (Mg:超过0.0005%且在0.0050%以下)

[0163] Mg是在钢中生成微细的氧化物的元素。其结果是,线材的珠光体块尺寸微细化,从而线材的延展性得以提高。为了获得该效果,Mg含量优选为超过0.0005%且在0.0050%以下。

[0164] Mg含量更优选为超过0.0005%且在0.0040%以下。

[0165] 在Mg含量超过0.0050%时,往往形成粗大的氧化物而引起拉丝时的断线。

[0166] 此外,在通常的操作条件下,不可避免地含有0.0001%左右的Mg。

[0167] (Zr:超过0.0005%且在0.0100%以下)

[0168] Zr是以 ZrO 的形式结晶析出而成为奥氏体的结晶析出核,因而奥氏体的等轴晶率得以提高,从而使奥氏体晶粒微细化的元素。

[0169] 其结果是,线材的珠光体块尺寸微细化,从而线材的延展性得以提高。为了获得该效果,Zr含量优选为超过0.0005%且在0.0100%以下。

[0170] Zr含量更优选为0.0005%~0.0050%。

[0171] 在Zr含量超过0.010%时,往往形成粗大的氧化物而引起拉丝时的断线。

[0172] (作用效果)

[0173] 通过设定为这样的成分组成以及金属组织,本实施方式的高强度钢帘线用线材的中心部按面积%计以95%~100%的比例含有珠光体组织,在中心部可以充分确保强度,而且具有优良的延展性。

[0174] 其结果是,例如在拉丝加工成0.15~0.35mm的线径之后,能够抑制剥离现象的发生而防止扭曲缺陷的发生,而且谋求钢帘线的轻量化。

[0175] <制造方法>

[0176] 下面主要使用图2,就作为本发明实施方式的高强度钢帘线用线材的制造方法以及使用它而制造高强度钢帘线用长丝的方法进行说明。

[0177] (成分组成)

[0178] 在作为本发明实施方式的高强度钢帘线用线材的制造时,使用调整为如下的成分组成的钢坯。

[0179] 例如,成分组成以质量%计,含有C:0.70%~1.20%、Si:0.15%~0.60%、Mn:0.10%~1.00%、N:0.0010%~0.0050%、Al:超过0%且在0.0100%以下,剩余部分包括Fe和杂质。

[0180] 所述成分组成以质量%计,也可以进一步含有Ti:超过0%且在0.1000%以下、Cr:超过0%且在0.5000%以下、Co:超过0%且在0.5000%以下、V:超过0%且在0.5000%以下、Cu:超过0%且在0.2000%以下、Nb:超过0%且在0.1000%以下、Mo:超过0%且在0.2000%以下、W:超过0%且在0.200%以下、B:超过0%且在0.0030%以下、REM:超过0%且在0.0050%以下、Ca:超过0.0005%且在0.0050%以下、Mg:超过0.0005%且在0.0050%以下、Zr:超过0.0005%且在0.0100%以下之中的1种或2种以上。

[0181] (热轧工序S01)

[0182] 其是在加热炉中将钢坯加热至950℃~1250℃,进行热精轧直至3.5mm~8.0mm的线径的工序。精轧温度为950℃~1050℃,φ8mm以下的线径的精轧所需要的时间为0.1~10秒。

[0183] 在加热炉中加热时,通过加热炉气氛、加热温度以及加热时间对从表层的脱碳量进行控制,从而使轧制后的线材的表层附近的C含量为中心部的C含量的40%~95%。

[0184] 图3是表示拉丝珠光体钢的C含量和片状渗碳体厚度之间的关系关系的示意图。在图3中,横轴为C含量,纵轴为片状渗碳体的厚度。沿横轴越往右,C含量越高,沿纵轴越往上,片状渗碳体厚度越厚。

[0185] 作为本发明实施方式的高强度钢帘线用长丝如图3所示,通过脱碳含量的控制,C含量在热轧后的线材的中心附近和表层部21是不同的,从而形成中心部22和表层部21。

[0186] (在线热处理工序S02)

[0187] 在900℃±100℃下对精轧过的线材进行卷取,以10℃/秒~20℃/秒空冷至500℃~600℃,在500℃~600℃下实施保持或者DLP。在实施500℃~600℃下的保持或者DLP的期间,线材中心的温度为530℃~630℃。

[0188] 发明人发现:通过本在线热处理工序,线材的表层部的厚度中心的片状渗碳体的厚度相对于线材的中心部的片状渗碳体的厚度,其比例为95%以下。

[0189] 如上所述,通过热轧工序S01以及在线热处理工序S02,便可以制造出作为本发明实施方式的高强度钢帘线用线材。

[0190] 以后的工序为使用作为本发明实施方式的高强度钢帘线用线材而制造高强度钢帘线用长丝的工序,但作为本发明实施方式的高强度钢帘线用线材的中心部22和表层部21的特征是为了理解对高强度钢帘线用长丝所产生的影响而记载的。

[0191] (除鳞工序S03)

[0192] 接着,对于通过热轧而制成的作为本发明实施方式的高强度钢帘线用线材,将在其表面形成的氧化皮采用酸洗等化学处理或者机械处理来除去。

[0193] (粗拉丝工序S04)

[0194] 接着,对除去了氧化皮的作为本发明实施方式的高强度钢帘线用线材进行干式拉丝,从而形成线径为1.0mm~3.5mm的钢丝。

[0195] (钢丝韧化工序S05)

[0196] 接着,对于通过粗拉丝工序S04形成的钢丝,加热至850℃~1000℃,然后立即在530℃~580℃的温度条件下进行钢丝韧化处理,从而使钢丝高强度化。

[0197] 即使在该钢丝韧化后,也延续作为本发明实施方式的高强度钢帘线用线材的表层部的C含量较低的状况,即使在高强度钢帘线用钢丝中,也是表层部的C含量降低,表层部的片状渗碳体变细。

[0198] (黄铜镀覆工序S06)

[0199] 对该高强度钢帘线用钢丝的表面实施黄铜镀覆。黄铜镀层是为确保橡胶和钢帘线的附着力而形成的。

[0200] (最终拉丝工序S07)

[0201] 然后,对实施过黄铜镀覆的高强度钢帘线用钢丝进行湿式拉丝,从而使线径为0.15mm~0.35mm。由此,便制造出高强度钢帘线用长丝。

[0202] 图4是表示拉丝加工应变和硬度之间的关系示意图。在图4中,横轴为拉丝加工应变,纵轴为硬度。沿横轴越往右,拉丝加工应变越高,沿纵轴越往上,硬度越高。

[0203] 如图4所示,在对使用具有中心部22和表层部21的作为本发明实施方式的高强度钢帘线用线材而制造的钢丝实施最终拉丝加工的情况下,中心部和表层部的硬度之差增大。

[0204] (绞线加工工序S08)

[0205] 接着,使用多根高强度钢帘线用长丝进行绞线加工。由此,便制造出被设计为绞线结构的高强度钢帘线。

[0206] (作用效果)

[0207] 作为本发明实施方式的高强度钢帘线用线材取得了如下显著的效果:表层部的延展性得以提高,在中心部可以确保强度,具有高强度,而且在制造钢帘线时实施的绞线加工中,具有优良的加工性。

[0208] 以上就作为本发明实施方式的高强度钢帘线用线材进行了说明,但关于热轧线材的线径和高强度钢帘线用长丝的线径等,只要在本实施方式的范围,就并不限定于以下所示的实施例。

[0209] 实施例1

[0210] 对于成分组成以质量%计,含有C:0.70%~1.20%、Si:0.15%~0.60%、Mn:0.10%~1.00%、N:0.0010%~0.0050%、Al:超过0%且在0.0100%以下,剩余部分包括Fe和杂质的情况,使用本发明例和比较例对本发明的效果进行了说明。

[0211] 在表1中,记载了本发明例和比较例的成分组成。

[0212] 在表1的A1组成中,“---”的记载表示低于A1检出极限值。

[0213] 表1

种 别	No.	成分组成 (质量%)				
		C	Si	Mn	Al	N
本 发 明 例	1	0.72	0.16	0.11	0.006	0.0025
	2	0.71	0.17	0.79	---	0.0011
	3	0.71	0.16	0.99	---	0.0028
	4	0.73	0.31	0.12	---	0.0026
	5	0.71	0.30	0.79	---	0.0035
	6	0.72	0.32	0.99	0.006	0.0048
	7	0.71	0.59	0.11	---	0.0034
	8	0.71	0.58	0.79	0.009	0.0031
	9	0.71	0.59	0.98	0.001	0.0031
	10	0.82	0.17	0.99	---	0.0028
	11	0.81	0.31	0.12	---	0.0026
	12	0.80	0.58	0.79	---	0.0035
	13	0.88	0.59	0.12	0.001	0.0034
	14	0.89	0.34	0.98	0.003	0.0031
	15	0.90	0.17	0.78	---	0.0031
	16	0.99	0.30	0.98	---	0.0028
	17	0.98	0.59	0.12	---	0.0026
	18	1.00	0.17	0.99	0.003	0.0035
	19	1.09	0.17	0.98	0.001	0.0034
	20	1.07	0.31	0.12	---	0.0031
	21	1.09	0.59	0.79	---	0.0031
	22	1.19	0.16	0.12	0.003	0.0031
	23	1.18	0.30	0.79	---	0.0028
	24	1.19	0.59	0.98	0.002	0.0026
比 较 例	25	<u>0.68</u>	0.16	0.12	0.005	0.0031
	26	<u>1.23</u>	0.30	0.79	---	0.0028
	27	0.80	<u>0.12</u>	0.12	---	0.0026
	28	0.72	<u>0.65</u>	0.13	---	0.0035
	29	0.81	0.17	<u>0.09</u>	---	0.0035
	30	0.89	0.39	<u>1.05</u>	0.006	0.0048
	31	0.82	0.29	0.12	<u>0.012</u>	0.0036
	32	0.79	0.25	0.35	---	<u>0.0055</u>
	33	0.89	0.39	0.46	0.003	0.0031
	34	0.82	0.29	0.12	0.005	0.0031

[0214]

[0215] 本发明例1-24以及比较例25-34的高强度钢帘线用线材采用包括前述热轧工序S01以及在线热处理工序S02中记载的制造方法的方法进行制作。

[0216] 对于所得到的高强度钢帘线用线材,就中心珠光体面积率(%)、线径R(mm)、表层部的厚度(μm)、表层部和中心部的片状渗碳体的厚度比(%)、抗拉强度(MPa)、以及最终拉丝后的剥离的有无、抗拉强度(MPa)进行了评价。

[0217] 在最终拉丝中,对实施过黄铜镀覆的高强度钢帘线用钢丝进行湿式拉丝,从而使线径为0.15mm~0.35mm。

[0218] 此外,剥离的发生的有无通过对长丝进行扭转试验来判定。在对长丝进行扭转试验的情况下,如果发生剥离,则由扭转断裂产生的断口不是剪切断口,而是沿着纵向裂纹的断口,因而通过用肉眼检查扭转断裂的钢丝的断裂形状,就可以判定剥离的有无。

[0219] 另外,抗拉强度TS通过按照JIS Z 2241“金属材料的拉伸试验方法”的拉伸试验来求出。

[0220] 表2

[0221]

种别	No.	线材的特性评价				拉丝后的钢丝的特性评价			综合评价	
		中心珠光体面积率 (%)	线径 (mm)	表层部厚度 (μm)	片状渗碳体厚度比 (%)	抗拉强度 TS (MPa)	拉丝后的线径 (mm)	剥离的发生		抗拉强度 TS (MPa)
本发明例	1	96	5.5	985	72	1132	0.15	无	3702	G
	2	97	5.5	921	74	1214	0.18	无	3817	G
	3	98	3.5	345	83	1167	0.20	无	3736	G
	4	95	4.0	196	89	1172	0.30	无	3760	G
	5	97	5.5	166	91	1192	0.35	无	3803	G
	6	98	5.5	53	94	1288	0.15	无	3714	G
	7	97	5.5	473	84	1222	0.18	无	3759	G
	8	96	5.5	54	94	1134	0.20	无	3713	G
	9	97	5.5	970	73	1255	0.30	无	3727	G
	10	98	5.5	969	73	1222	0.35	无	4003	G
	11	95	5.5	475	84	1252	0.15	无	3993	G
	12	98	5.5	928	74	1426	0.18	无	3994	G
	13	97	3.5	975	71	1423	0.20	无	4197	G
	14	98	8.0	712	84	1462	0.30	无	4204	G
	15	97	5.5	486	84	1446	0.35	无	4217	G
	16	98	5.5	953	73	1468	0.15	无	4325	G
	17	99	7.0	645	83	1468	0.18	无	4303	G
	18	97	5.5	829	76	1492	0.20	无	4287	G
	19	96	4.0	372	83	1510	0.30	无	4514	G
	20	97	5.5	500	83	1560	0.35	无	4537	G
	21	96	5.5	875	75	1570	0.15	无	4549	G
	22	98	5.5	522	83	1603	0.18	无	4747	G
	23	97	5.0	648	79	1630	0.20	无	4780	G
	24	96	5.5	599	81	1100	0.30	无	4781	G
比较例	25	93	5.5	968	72	1080	0.30	无	3136	B
	26	97	5.5	483	84	1530	0.18	有	4772	B
	27	96	5.5	935	73	1092	0.20	无	3146	B
	28	95	5.5	1059	70	1280	0.20	有	3983	B
	29	95	5.5	487	83	1396	0.23	有	3994	B
	30	96	5.5	488	82	1273	0.25	有	4014	B
	31	95	5.5	959	72	1274	0.21	有	3995	B
	32	97	5.5	501	81	1163	0.18	有	3881	B
	33	96	5.5	43	96	1277	0.21	有	3967	B
	34	96	5.5	1125	68	1060	0.20	无	3105	B

[0222] 评价结果如表2所示。

[0223] 在本发明例1-24中,线材的抗拉强度为1100MPa以上,在拉丝加工成0.15~0.35mm的线径后,没有剥离现象的发生,而且其抗拉强度为3200MPa以上,综合评价为优良(G)。

[0224] 比较例25~34的综合评价为不良(B)。下面就比较例25~34的综合评价为不良(B)

的理由进行说明。

[0225] 比较例25由于C含量为低于下限的0.68%，因而线材的中心珠光体面积率为低于下限的93%，线材的抗拉强度为1080MPa，是低于1100MPa的值，拉丝加工成0.30mm的线径后的抗拉强度为3136MPa，是低于3200MPa的值。

[0226] 比较例26由于C含量为超过上限的1.23%，因而线材的抗拉强度为1530MPa，但拉丝加工成0.18mm的线径后发生了剥离。

[0227] 比较例27由于Si含量为低于下限的0.12%，因而线材的抗拉强度为1092MPa，是低于1100MPa的值，拉丝加工成0.20mm的线径后的抗拉强度为3146MPa，是低于3200MPa的值。

[0228] 比较例28由于Si含量为超过上限的0.65%，因而拉丝加工成0.20mm的线径后发生了剥离。

[0229] 比较例29由于Mn含量为低于下限的0.09%，因而拉丝加工成0.23mm的线径后发生了剥离。

[0230] 比较例30由于Mn含量为超过上限的1.05%，因而拉丝加工成0.25mm的线径后发生了剥离。

[0231] 比较例31由于Al含量为超过上限的0.012%，因而拉丝加工成0.21mm的线径后发生了剥离。

[0232] 比较例32由于N含量为超过上限的0.0055%，因而拉丝加工成0.18mm的线径后发生了剥离。

[0233] 比较例33由于表层部的厚度为低于下限的43 μm ，因而片状渗碳体厚度比超过95%而为96%，拉丝加工成0.21mm的线径后发生了剥离。

[0234] 比较例34由于表层部的厚度为超过上限的1125 μm ，因而线材的抗拉强度低于1100MPa而为1060MPa，拉丝加工成0.21mm的线径后的抗拉强度为3105MPa，是低于3200MPa的值。

[0235] 实施例2

[0236] 对于成分组成以质量%计，进一步含有Ti：超过0%且在0.1000%以下、Cr：超过0%且在0.5000%以下、Co：超过0%且在0.5000%以下、V：超过0%且在0.5000%以下、Cu：超过0%且在0.2000%以下、Nb：超过0%且在0.1000%以下、Mo：超过0%且在0.2000%以下、W：超过0%且在0.200%以下、B：超过0%且在0.0030%以下、REM：超过0%且在0.0050%以下、Ca：超过0.0005%且在0.0050%以下、Mg：超过0.0005%且在0.0050%以下、Zr：超过0.0005%且在0.0100%以下之中的1种或2种以上的情况，使用本发明例和比较例就本发明的效果进行说明。

[0237] 在表3中，记载了本发明例和比较例的成分组成。

[0238] 在表3的Al组成中，“—”的记载表示低于Al检出极限值。

[0239] 在表3中，对于除Al以外的成分组成，“—”的记载表示不含有。

线径为0.15mm~0.35mm。

[0244] 此外,剥离的发生的有无通过对钢丝进行扭转试验来判定。在对发生了剥离的钢丝进行扭转试验的情况下,由扭转断裂产生的断口不是剪切断口,而是沿着纵向裂纹的断口,因而通过用肉眼检查扭转断裂的钢丝的断裂形状,就可以判定剥离的有无。

[0245] 另外,抗拉强度TS通过按照JIS Z 2241“金属材料的拉伸试验方法”的拉伸试验来求出。

[0246] 表4

种别	No.	线材的特性评价				拉丝后的钢丝的特性评价			综合评价	
		中心珠光体面积率 (%)	线径 (mm)	表层部厚度 (μm)	片状渗碳体厚度比 (%)	抗拉强度 TS (MPa)	拉丝后的线径 (mm)	剥离的发生		抗拉强度 TS (MPa)
本发明例	35	97	5.5	990	73	1150	0.15	无	3723	G
	36	98	5.5	935	74	1234	0.18	无	3837	G
	37	99	3.5	350	83	1187	0.20	无	3756	G
	38	96	4.0	200	89	1192	0.30	无	3780	G
	39	98	5.5	165	91	1212	0.35	无	3823	G
	40	99	5.5	55	94	1308	0.15	无	3734	G
	41	98	5.5	495	84	1242	0.18	无	3779	G
	42	97	5.5	55	94	1154	0.20	无	3733	G
	43	98	5.5	990	73	1275	0.30	无	3747	G
	44	99	5.5	979	73	1242	0.35	无	4023	G
	45	96	5.5	483	84	1272	0.15	无	4013	G
	46	99	5.5	935	74	1446	0.18	无	4014	G
	47	98	3.5	683	71	1443	0.20	无	4217	G
	48	99	8.0	720	84	1482	0.30	无	4224	G
	49	98	5.5	499	84	1466	0.35	无	4237	G
	50	99	5.5	963	73	1488	0.15	无	4345	G
	51	99	7.0	645	83	1488	0.18	无	4323	G
	52	98	5.5	842	76	1512	0.20	无	4307	G
	53	97	4.0	374	83	1530	0.30	无	4534	G
	54	98	5.5	519	83	1580	0.35	无	4557	G
55	97	5.5	891	75	1590	0.15	无	4569	G	
56	99	5.5	526	83	1623	0.18	无	4767	G	
57	98	5.0	660	79	1650	0.20	无	4800	G	
58	97	5.5	611	81	1100	0.30	无	4801	G	
比较例	59	94	5.5	979	73	1080	0.30	无	3156	B
	60	98	5.5	483	84	1650	0.18	有	4792	B
	61	97	5.5	935	74	1095	0.20	无	3166	B
	62	96	5.5	1073	71	1281	0.20	有	4003	B
	63	96	5.5	495	84	1397	0.23	有	4014	B
	64	97	5.5	499	84	1275	0.25	有	4034	B
	65	96	5.5	963	73	1275	0.21	有	4015	B
	66	98	5.5	507	83	1165	0.18	有	3901	B
	67	97	5.5	45	96	1278	0.21	有	3987	B
	68	96	5.5	1128	69	1070	0.20	无	3125	B

[0248] 评价结果如表4所示。

[0249] 在本发明例35-58中,线材的抗拉强度为1100MPa以上,在拉丝加工成0.15~0.35mm的线径后,没有剥离现象的发生,而且其抗拉强度为3200MPa以上,综合评价为优良(G)。

[0250] 比较例59~68的综合评价为不良(B)。下面就比较例59~68的综合评价为不良(B)的理由进行说明。

[0251] 比较例59由于C含量为低于下限的0.68%,因而线材的中心珠光体面积率为低于下限的94%,线材的抗拉强度为1080MPa,是低于1100MPa的值,拉丝加工成0.30mm的线径后的抗拉强度为3156MPa,是低于3200MPa的值。

[0252] 比较例60由于C含量为超过上限的1.23%,因而线材的抗拉强度为1650MPa,但拉丝加工成0.18mm的线径后发生了剥离。

[0253] 比较例61由于Si含量为低于下限的0.12%,因而线材的抗拉强度为1095MPa,是低于1100MPa的值,拉丝加工成0.20mm的线径后的抗拉强度为3166MPa,是低于3200MPa的值。

[0254] 比较例62由于Si含量为超过上限的0.65%,因而拉丝加工成0.20mm的线径后发生了剥离。

[0255] 比较例63由于Mn含量为低于下限的0.09%,因而拉丝加工成0.23mm的线径后发生了剥离。

[0256] 比较例64由于Mn含量为超过上限的1.05%,因而拉丝加工成0.25mm的线径后发生了剥离。

[0257] 比较例65由于Al含量为超过上限的0.012%,因而拉丝加工成0.21mm的线径后发生了剥离。

[0258] 比较例66由于N含量为超过上限的0.0055%,因而片状渗碳体厚度比超过95%而为96%,拉丝加工成0.18mm的线径后发生了剥离。

[0259] 比较例67由于表层部的厚度为低于下限的45 μ m,因而拉丝加工成0.21mm的线径后发生了剥离。

[0260] 比较例68由于表层部的厚度为超过上限的1128 μ m,因而线材的抗拉强度低于1100MPa而为1070MPa,拉丝加工成0.21mm的线径后的抗拉强度为3125MPa,是低于3200MPa的值。

[0261] 产业上的可利用性

[0262] 本发明的高强度钢帘线用线材可利用于钢帘线用长丝以及钢帘线的制造。

[0263] 符号说明:

[0264] 20 高强度钢帘线用线材

[0265] 21 表层部

[0266] 22 中心部

[0267] 25 表层部的测量点

[0268] 26 中心部的测量点

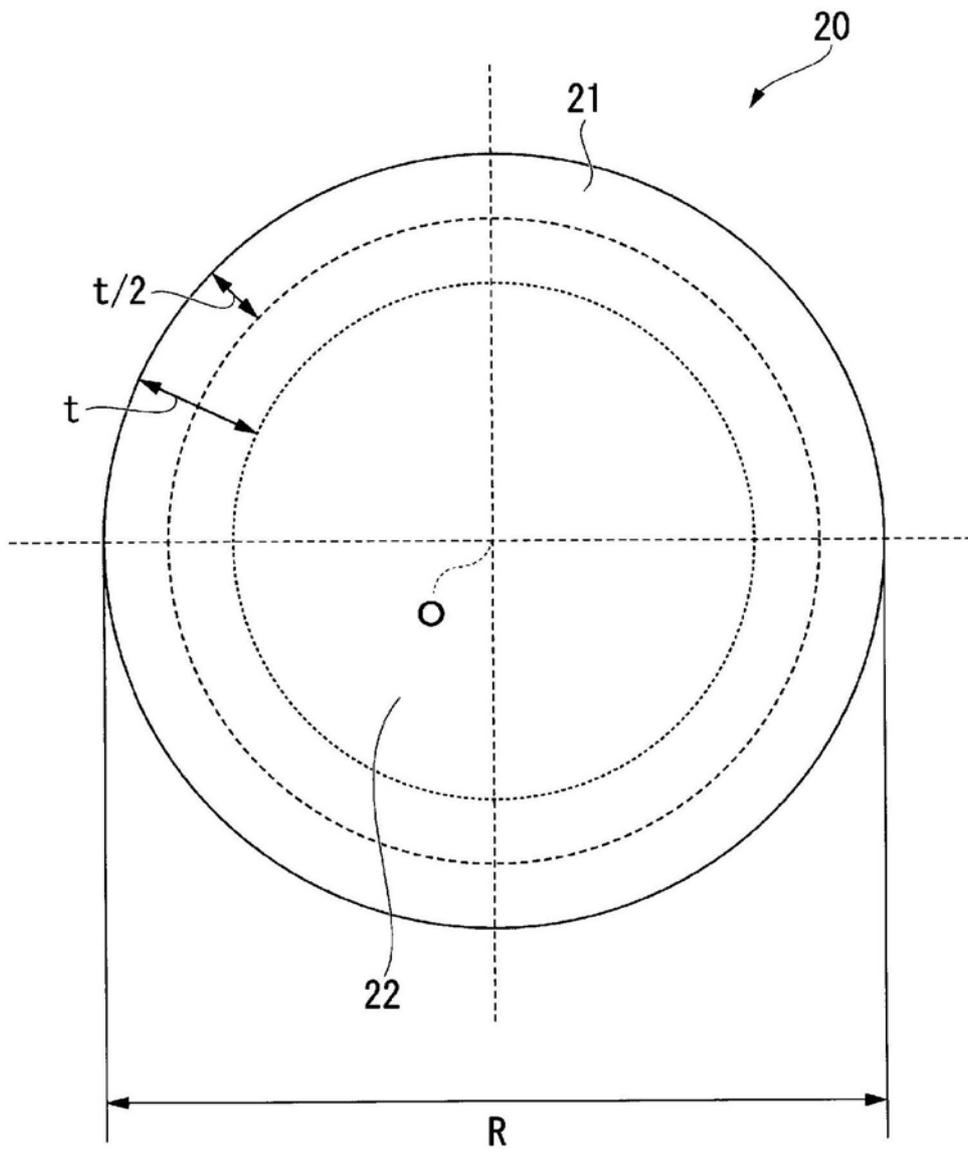


图1

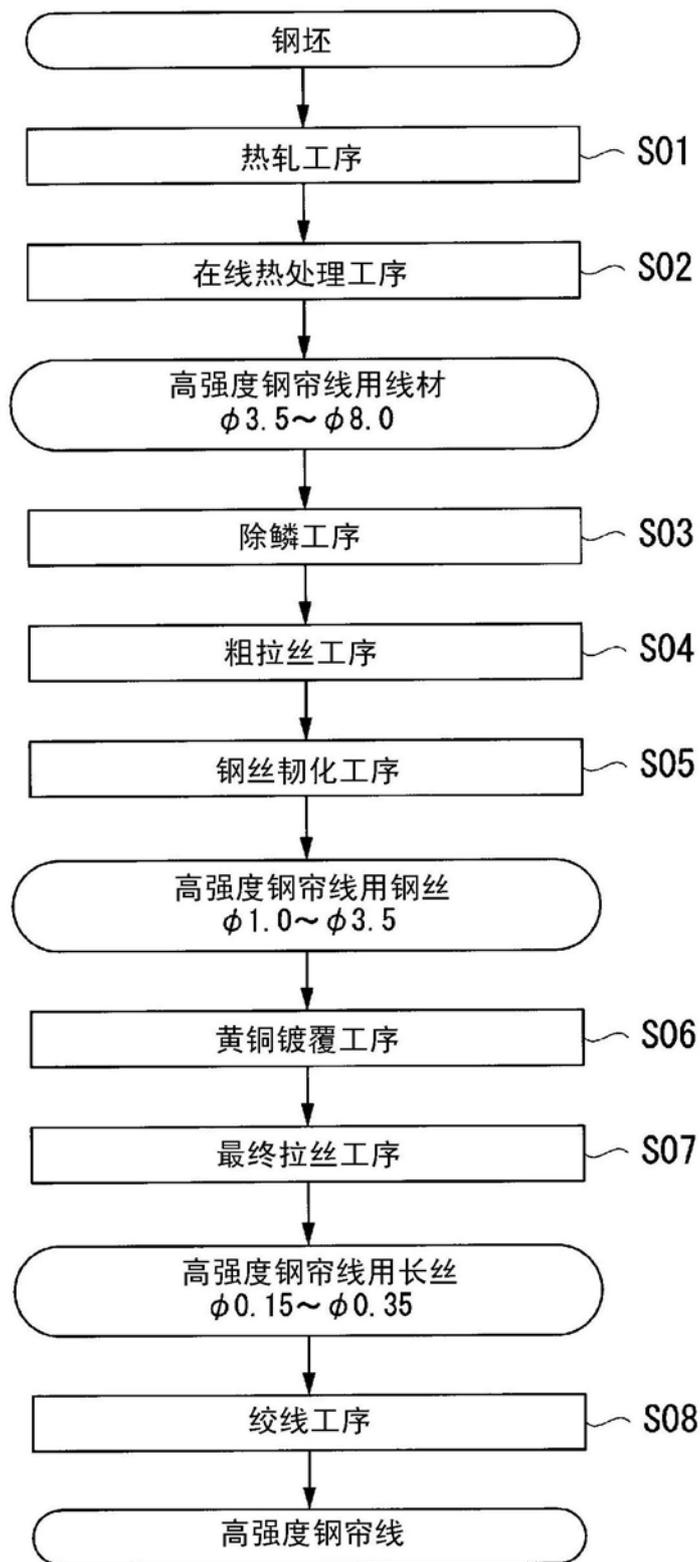


图2

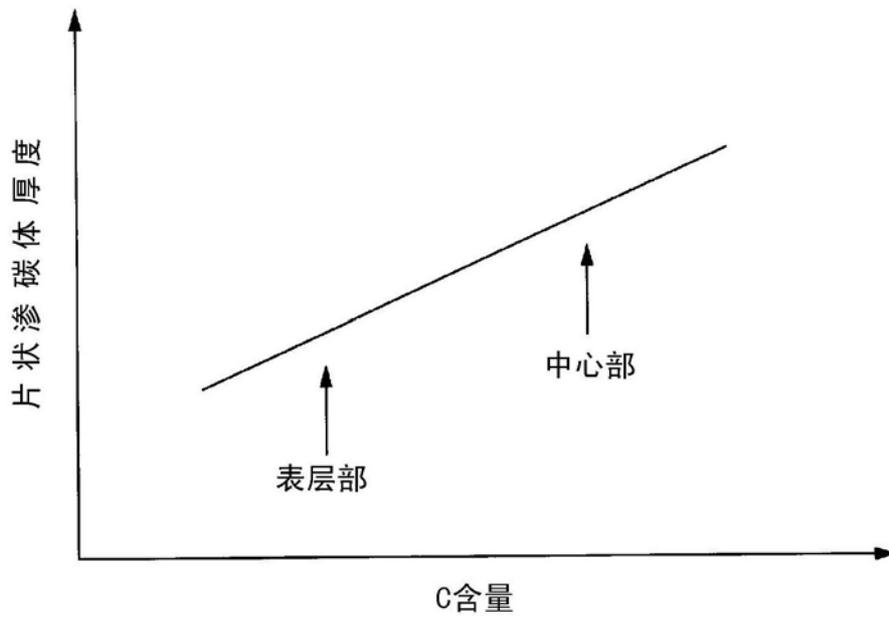


图3

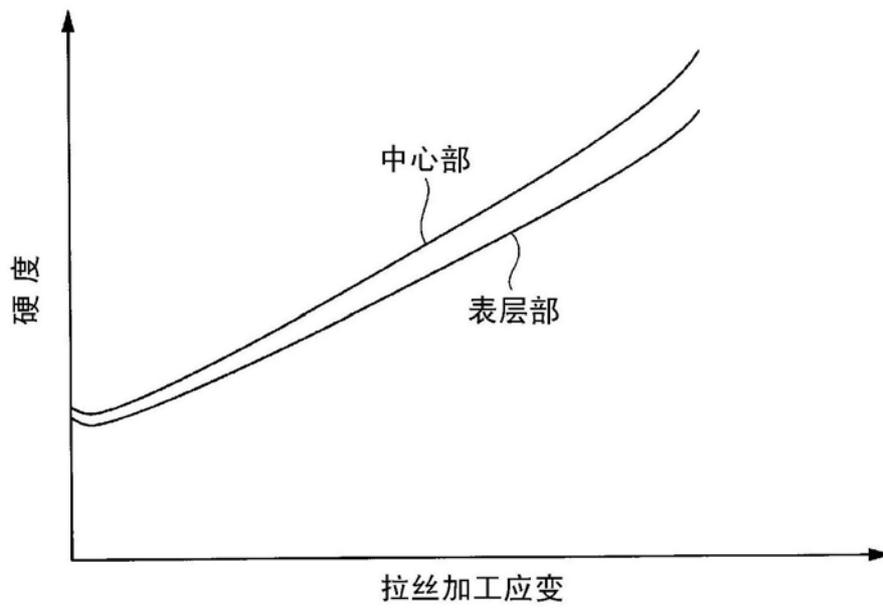


图4

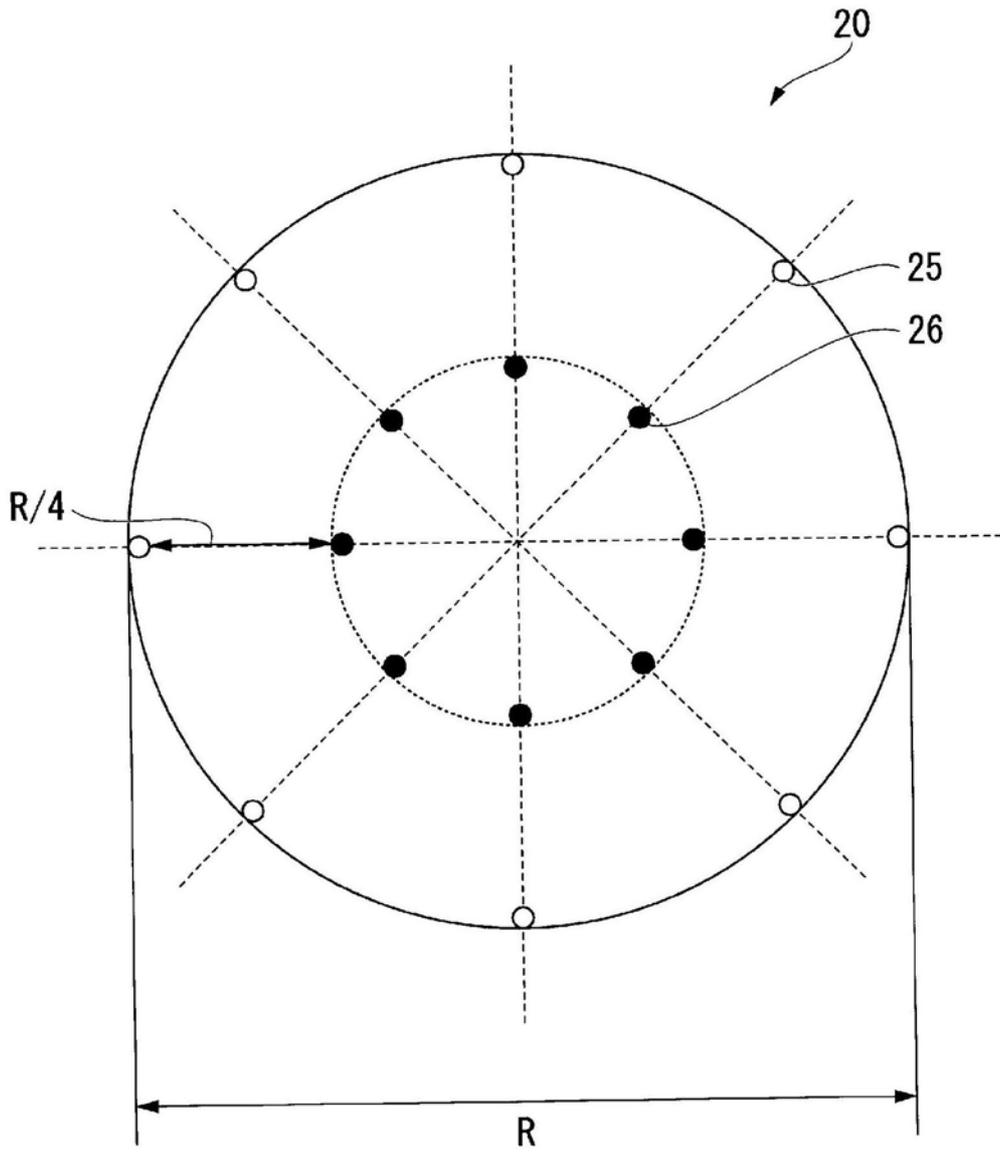


图5