(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年1月2日(02.01.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/003720 A1

(51) 国際特許分類:
C22C 38/00 (2006.01)　*C21D 9/08* (2006.01)
B21C 37/08 (2006.01)　*C21D 9/50* (2006.01)
B21D 7/025 (2006.01)　*C22C 38/38* (2006.01)
B60G 21/055 (2006.01)　*C22C 38/58* (2006.01)
C21D 8/10 (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2019/017399

(22) 国際出願日：　2019年4月24日(24.04.2019)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(30) 優先権データ：
特願 2018-121799　2018年6月27日(27.06.2018)　JP

(71) 出願人：ＪＦＥスチール株式会社(**JFE STEEL CORPORATION**) [JP/JP]；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者：荒 谷　昌 利 (**ARATANI Masatoshi**)；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号 ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 松井 亮二(**MATSUI Ryoji**)；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号 ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 近藤 友則(**KONDO Tomonori**)；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号 ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 小久保 信作(**KOKUBO Shinsaku**)；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号 ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP).

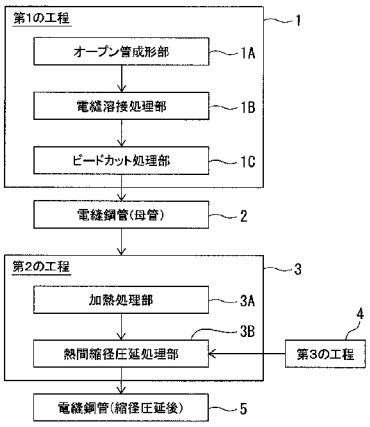
(74) 代理人：田 中　秀 ▲ て つ ▼，外 (**TANAKA Hidetetsu** et al.)；〒1056032 東京都港区虎ノ門四丁目３番１号 城山トラストタワー３２階 特許業務法人日栄国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) **Title:** ELECTRIC-RESISTANCE-WELDED STEEL PIPE FOR PRODUCING HOLLOW STABILIZER, HOLLOW STABILIZER, AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称： 中空スタビライザー製造用の電縫鋼管、中空スタビライザー、及びそれらの製造方法

[図1]



1 First step
1A Open pipe forming unit
1B Electric-resistance welding treatment unit
1C Bead cut treatment unit
2 Electric-resistance-welded steel pipe (header pipe)
3 Second step
3A Heat treatment unit
3B Hot diameter reduction rolling unit
4 Third step
5 Electric-resistance-welded steel pipe (after diameter reduction rolling)

(57) **Abstract:** The present invention makes it possible to provide a high-strength stabilizer having excellent bending workability and fatigue characteristics even when a hollow steel pipe is used as the stabilizer to reduce weight. An electric-resistance-welded steel pipe (5) for producing a hollow stabilizer has a Lankford value (r value) in the pipe longitudinal direction of 0.7 to less than 1.0. The electric-resistance-welded steel pipe (5) is cold-bend formed, then subjected to heat treatment comprising quenching and tempering, and a stabilizer is produced. The cold-bend forming is a cold rotational draw-bending process, in which the bend radius is 1.0 to 3.0 times the outside diameter of the electric-resistance-welded steel pipe (5) prior to cold-bend forming by the process, the flattening ratio when processed is 0% to 10%, the thickness reduction ratio of the outside of the bend and the thickness increase ratio of the inside of the bend are 0% to 10%, and the change in circumference of the center part of the bend is 0% to 10%. The Vickers hardness of the heat-treated stabilizer is adjusted to 400 HV to less than 580 HV.

WO 2020/003720 A1

[続葉有]

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：スタビライザーとして軽量化のために中空鋼管を使用しても、曲げ加工性及び疲労特性に優れた高強度のスタビライザーを提供可能とする。中空スタビライザーを製造するための電縫鋼管（５）は、管長手方向のランクフォード値（ｒ値）が０．７以上１．０未満である。この電縫鋼管（５）に対し、冷間曲げ成形を施した後に、焼入れ処理及び焼戻処理からなる熱処理を行い、スタビライザーを製造する。冷間曲げ成形は、冷間での回転引き曲げ加工であり、その加工による冷間曲げ成形前の電縫鋼管（５）の外径の１．０倍以上３．０倍の曲げ半径で、加工した際の扁平率が０％以上１０％以下で、かつ曲げ外側の減肉率及び曲げ内側の増肉率が０％以上１０％以下で、更に曲げ中心部の周長変化が０％以上１０％以下である。上記熱処理後のスタビライザーのビッカース硬さを４００ＨＶ以上５８０ＨＶ未満に調整する。

明　細　書

発明の名称 ：

中空スタビライザー製造用の電縫鋼管、中空スタビライザー、及びそれらの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、中空スタビライザーに関する技術である。

ここで、本明細書では、ビッカース硬さは肉厚方向の平均硬さで示す。本明細書で「高強度」とは、ビッカース硬さで４００ＨＶ以上、好ましくは４５０ＨＶ以上である場合を指す。

背景技術

[0002] 通常、自動車は、コーナリング時の車体のローリングを緩和したり、高速走行時の走行安定性を保持したりするために、スタビライザーを有する。最近では、自動車車体の軽量化のために、スタビライザーとして、鋼管を用いた中空スタビライザーの使用が一般的となっている。

このような中空スタビライザーは、通常、継目無鋼管や電縫溶接で作製した電縫鋼管を素材としている。そして、そのような鋼管は、冷間で目的のスタビライザー形状に成形された後、焼入れ及び焼入れ焼戻の調質処理が施されて製品となる。なかでも、電縫鋼管は、比較的安価でしかも寸法精度も優れていることから、中空スタビライザー製造用の素材として広く利用されている。

[0003] そして、疲労強度に優れた高強度中空部材用電縫鋼管としては、例えば特許文献１に記載の鋼管がある。特許文献１には、電縫鋼管を構成する鋼板の鋼材を特定することで、疲労特性を向上させることが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第５２８７１６４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] スタビライザーは、周辺部品との干渉をさけるため、その形状が複雑化し小さい曲げ半径で曲げ加工される場合が多くなっている。

しかしながら、特許文献１では、曲げ加工性が不足して、曲率半径が小さく複雑なスタビライザー形状への成形に対応できないおそれがある。

本発明は、上記のような点に着目してなされたもの、スタビライザーとして軽量化のために中空鋼管を使用しても、曲げ加工性及び疲労特性に優れた高強度のスタビライザーを提供可能とすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] スタビライザーは、ねじり疲労特性が重視されるが、ねじった際に最も応力が高くなるのはスタビライザーの曲げ肩部である。発明者が検討したところ、電縫鋼管のように鋼管を曲げ加工してスタビライザーを製造する場合、鋼管を曲げ加工した際に、曲げ部では断面形状が真円から扁平化し、扁平率が高くなるとともに局部的な応力集中が生じ疲労寿命が低下するとの知見を得た。また、発明者は、曲げ部が曲げ加工によって縮径（周長が短くなる）することも同様の悪影響を及ぼすとの知見を得た。

そして、発明者は、中空スタビライザー製造用の電縫鋼管の引張特性、特に管軸方向のランクフォード値を特定の範囲とすることで、スタビライザー形状への冷間曲げ加工での扁平、増減肉、及び周長変化を小さく抑制でき、その結果、高強度であっても疲労特性に優れるスタビライザーを提供可能であるとの知見を得た。

[0007] すなわち、課題を解決するために、本発明の一態様は、中空スタビライザーを製造するための電縫鋼管であって、管長手方向のランクフォード値（ｒ値）が０．７以上１．０未満であることを要旨とする。

また、本発明の一態様である中空スタビライザーの製造方法は、上記一態様の中空スタビライザーを製造するための電縫鋼管に対し、冷間曲げ成形を施した後に、焼入れ処理及び焼戻処理からなる熱処理を行い、上記冷間曲げ成形は、冷間での回転引き曲げ加工であり、その加工による曲げ半径を、上

記冷間曲げ成形を施す前の電縫鋼管の外径の１．０倍以上３．０倍以下で、扁平率を０％以上１０％以下とし、かつ、曲げ外側の減肉率及び曲げ内側の増肉率を０％以上１０％以下、曲げ中心部の周長変化を０％以上１０％以下とし、上記熱処理後のビッカース硬さを４００ＨＶ以上５８０ＨＶ未満に調整することを要旨とする。

発明の効果

[0008] 本発明の態様によれば、スタビライザーとして軽量化のために中空鋼管を使用しても、曲げ加工性及び疲労特性に優れた高強度のスタビライザーを提供することが可能となる。

例えば、本発明の態様によれば、硬さＨＶの下限が４００ＨＶでかつ優れた曲げ加工性及び耐腐食疲労特性を保持する高強度中空スタビライザーを簡易に製造でき、産業上、格段の効果を奏することが可能となる。また、例えば本発明の態様によれば、硬さＨＶの下限を４５０ＨＶと更に高強度化し、且つ、曲げ部の曲げ半径が小さい中空スタビライザーであっても、疲労特性の低下は認められず、スタビライザーの更なる薄肉化に貢献できる、という効果も奏することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明に基づく実施形態に係る中空スタビライザー製造用の電縫鋼管の製造方法を説明するブロック図である。

[図2]本発明に基づく実施形態に係る中空スタビライザー製造用の電縫鋼管の製造方法を説明する概念図である。

[図3]中空スタビライザーの形状の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

ここで、図面は模式的なものであり、厚さと平面寸法との関係や、部品間の距離などは現実のものとは異なる。また、以下に示す実施形態は、本発明の技術的思想を具体化するための構成を例示するものであって、本発明の技術的思想は、構成部品の形状、構造等を下記のものに特定するものでない。

本発明の技術的思想は、特許請求の範囲に記載された請求項が規定する技術的範囲内において、種々の変更を加えることができる。

本実施形態は、自動車その他の車両に使用される中空スタビライザーに加工される鋼管として好適な電縫鋼管、及びその電縫鋼管から製造される中空スタビライザーに関する。特に本実施形態は、高強度で疲労特性が向上した中空スタビライザーを製造可能な電縫鋼管や、高強度の中空スタビライザーを製造するのに好適な技術である。

本実施形態は、その高強度の中空スタビライザーの寸法として、（厚さ／外径）が２０％以下に特に好適な技術である。

[0011] ＜中空スタビライザー製造用の電縫鋼管５の製造方法＞

本実施形態の中空スタビライザー製造用の電縫鋼管５の製造方法は、図１に示すように、第１の工程１と第２の工程３とを有する。

（第１の工程１）

第１の工程１は、図１及び図２に示すように、鋼板を冷間成形により、略円筒状（筒形状）に成形してオープン管とするオープン管成形部１Ａと、そのオープン管の幅方向端部同士を衝合して電縫溶接して母管としての電縫鋼管２とする電縫溶接処理部１Ｂとを有する工程である。

[0012] オープン管成形部１Ａは、図２に示すように、例えば複数のロールにより連続して冷間成形して、鋼板を略円筒状のオープン管とする処理を行う。

電縫溶接処理部１Ｂは、例えばオープン管の幅方向端部同士をスクイズロールで衝合し、高周波抵抗溶接、誘導加熱等により電縫溶接して所定寸法の電縫鋼管２とする処理を行う。

使用する鋼板は、図２では鋼帯の状態の場合を例示している。鋼板は、熱間圧延にて製造された熱延鋼板が好ましい。

第１の工程１は、更に、電縫溶接処理部１Ｂの後処理として、電縫溶接にて管外面側及び管内面側に発生した、電縫鋼管２の溶接ビードをそれぞれカットするビードカット処理部１Ｃを備える。

[0013] （第２の工程３）

第２の工程３は、図１及び図２に示すように、第１の工程１で作製された電縫鋼管２を加熱する加熱処理部３Ａと、加熱した電縫鋼管２に対し熱間縮径圧延を施して電縫鋼管５とする熱間縮径圧延処理部３Ｂとを有する。符号３Ｃは温間切断処理を示す。

加熱処理部３Ａは、母管としての電縫鋼管２を加熱する処理を行う。加熱温度は、８５０℃以上１０００℃以下とすることが好ましい。加熱温度が８５０℃未満では、所望の溶接部靭性を確保できない場合がある。一方、１０００℃を超える高温では、表面脱炭が著しくなり、表面性状が低下する場合がある。このため、加熱温度は８５０℃以上１０００℃以下の範囲の温度が好ましい。

[0014] 熱間縮径圧延処理部３Ｂは、電縫鋼管２に熱間縮径圧延を施して電縫鋼管５とする処理を行う。熱間縮径圧延の条件は、例えば圧延温度：７００℃以上８５０℃以下で且つＡｒ$_3$変態点以下での累積縮径率：０％以上１０％以下とする。

ここで、熱間縮径圧延の際の圧延温度が７００℃未満では、加工性が低下し、所望のスタビライザー形状への成形が難しくなる場合がある。また、累積縮径率は、熱間縮径圧延処理の前後で発生した縮径率である。

[0015] また、本実施形態は、熱間縮径圧延の条件として、熱間縮径圧延温度を７００℃以上８５０℃以下の範囲とし、且つ熱間縮径圧延のＡｒ$_3$変態点以下での累積縮径率を１０％以下に調整する。これにより、作製された中空スタビライザー製造用の電縫鋼管５の、管長手方向のランクフォード値（ｒ値）を０．７以上１．０未満の範囲に制御することが可能となる。

ここで、熱間縮径圧延のＡｒ$_3$変態点以下での累積縮径率を１０％以下とは、熱間縮径圧延での縮径圧延のうちの、Ａｒ$_3$変態点以下の状態のときの累積縮径率である。

[0016] ＜中空スタビライザー製造用の電縫鋼管５の構成＞

本実施形態の中空スタビライザー製造用の電縫鋼管５は、例えば、上述のような製造方法で製造される。

本実施形態の中空スタビライザー製造用の電縫鋼管５は、中空スタビライザーを製造するための鋼管であって、管長手方向のランクフォード値（ｒ値）が０．７以上１．０未満となっている。

中空スタビライザー製造用の電縫鋼管５の引張特性は、降伏比（ＹＳ／ＴＳ）が０．７以上で、均一伸びＵ－ＥＬが１０％以上であることが好ましい。

降伏比（ＹＳ／ＴＳ）が０．７以上で、且つ均一伸びＵ－ＥＬが１０％以上とすることで、曲げ加工部の扁平率を１０％以下に抑制することができる。

[0017] 電縫鋼管５を構成する鋼材は、ビッカース硬さで４００ＨＶ以上、好ましくは４５０ＨＶ以上の鋼材である。４５０ＨＶ以上の中空スタビライザーを得るためには、鋼材は、質量％で、Ｃ：０．２０％以上０．４０％以下、Ｓｉ：０．１％以上１．０％以下、Ｍｎ：０．１％以上２．０％以下、Ｐ：０．１００％以下、Ｓ：０．０１０％以下、Ａｌ：０．０１％以上０．１０％以下、Ｃｒ：０．０１％以上０．５０％以下、Ｔｉ：０．０１％以上０．０５％以下、Ｂ：０．０００５％以上０．００５０％以下、Ｃａ：０．０００１％以上０．００５０％以下、Ｎ：０．００５０％以下を含み、残部Ｆｅ及び不可避的不純物からなることが好ましい。

[0018] 電縫鋼管５を構成する鋼材は、更に、質量％で、Ｃｕ：０．０５％以上１．００％以下、Ｎｉ：０．０５％以上１．００％以下のうちの、一方又は両方を含有することが好ましい。

また、電縫鋼管５を構成する鋼材は、更に、質量％で、Ｎｂ：０．００１％以上０．０５０％以下、Ｗ：０．００１％以上０．０５０％以下、Ｖ：０．０５％以上０．５０％以下のうちから選択した１種又は２種以上を含有することが好ましい。

また、鋼管を構成する鋼材は、更に、質量％で、ＲＥＭ：０．００１％以上０．０２０％以下を含有することが好ましい。

[0019] （組成限定理由）

次に、電縫鋼管５の組成限定理由について説明する。以下、特に断らない限り、質量％は、単に％で記す。

・Ｃ：０．２０％以上０．４０％以下

Ｃは、焼入れ性の向上を介して、マルテンサイトの生成を促進するとともに、固溶して鋼の強度（硬さ）を増加させる作用を有し、中空スタビライザーの高強度化のために重要な元素である。本実施形態では、焼入れ焼戻処理後の硬さをビッカース硬さで４００ＨＶ以上とするためには、Ｃは０．２０％以上の含有を必要とする。一方、Ｃは、０．４０％を超えて多量に含有すると、焼入れ処理後の靭性が低下したり、中空スタビライザーへの加工後の熱処理において焼割れが発生しやすくなる。

このため、Ｃは０．２０％以上０．４０％以下の範囲に限定した。なお、好ましくはＣは０．２２％以上である。好ましくはＣは０．３９％以下である。

[0020] ・Ｓｉ：０．１％以上１．０％以下

Ｓｉは、脱酸剤として作用するとともに、固溶強化元素としても作用する。このような効果を得るためには、Ｓｉは０．１％以上の含有を必要とする。一方、Ｓｉは、１．０％を超えて含有すると、電縫溶接性が低下する。このため、Ｓｉは０．１％以上１．０％以下の範囲に限定した。なお、好ましくはＳｉは０．５％以下である。

[0021] ・Ｍｎ：０．１％以上２．０％以下

Ｍｎは、固溶して鋼の強度増加に寄与するとともに、鋼の焼入れ性を向上させる元素であり、本実施形態では、所望の高強度（高硬さ）を確保するために、Ｍｎは０．１％以上の含有を必要とする。一方、Ｍｎは、２．０％を超えて含有すると、靭性の低下、焼割れの危険が増大する。このため、Ｍｎは０．１％以上２．０％以下の範囲に限定した。なお、好ましくはＭｎは０．５％以上である。好ましくはＭｎは１．８％以下である。

[0022] ・Ｐ：０．１００％以下

Ｐは、不純物として存在し、粒界等に偏析し、溶接割れ性、靭性に悪影響

を及ぼす元素であり、中空スタビライザー用としては０．１００％以下に低減することが必要となる。なお、好ましくはＰは０．０５０％以下である。なお、Ｐは、不可避的に含有してしまうため、通常、Ｐの含有量は０．００１％以上となる。

[0023] ・Ｓ：０．０１０％以下

Ｓは、鋼中では硫化物系介在物として存在し、熱間加工性、靭性、耐疲労特性を低下させる元素であり、中空スタビライザー用としては０．０１％以下に低減することが必要となる。なお、好ましくはＳは０．００５％以下である。なお、Ｓは、不可避的に含有してしまうため、通常、Ｓの含有量は０．００１％以上となる。

[0024] ・Ａｌ：０．０１％以上０．１０％以下

Ａｌは、脱酸剤として作用するとともに、Ｎと結合し、焼入れ性向上に有効な固溶Ｂ量を確保する効果を有する。また、Ａｌは、ＡｌＮとして析出し、焼入れ加熱時のオーステナイト粒の粗大化を防止する作用を有する。このような効果を得るためには、Ａｌは０．０１％以上の含有を必要とする。一方、Ａｌは、０．１０％を超えて多量に含有すると、酸化物系介在物量が増加し、疲労寿命を低下させる場合がある。このため、Ａｌは０．０１％以上０．１０％以下の範囲に限定した。なお、好ましくはＡｌは０．０５％以下である。

[0025] ・Ｃｒ：０．０１％以上０．５０％以下

Ｃｒは、鋼の焼入れ性を向上させるとともに、耐食性の向上に寄与する元素であり、このような効果を得るためには０．０１％以上の含有を必要とする。一方、Ｃｒは０．５０％を超えて含有すると、電縫溶接性が低下する。このため、Ｃｒは０．０１％以上０．５０％の以下範囲に限定した。なお、好ましくはＣｒは０．１０％以上である。好ましくはＣｒは０．３０％以下である。

[0026] ・Ｔｉ：０．０１％以上０．０５％以下

Ｔｉは、Ｎと結合し、焼入れ性向上に有効な固溶Ｂ量を確保する効果を有

する。また、Ｔｉは、微細な炭化物として析出し、焼入れ等の熱処理時に、オーステナイト粒の微細化に寄与し、腐食環境における耐疲労特性（耐腐食疲労特性）の向上に寄与する。このような効果を得るためには、Ｔｉは０．０１％以上の含有を必要とする。一方、０．０５％を超えるＴｉの含有は、粗大な硫化チタン（ＴｉＳ）を形成しやすく、腐食ピットの起点となりやすく、耐食性及び耐腐食疲労特性が低下する。このため、Ｔｉは０．０１％以上０．０５％以下の範囲に限定した。なお、好ましくはＴｉは０．０４％以下である。

[0027] ・Ｂ：０．０００５％以上０．００５０％以下

Ｂは、微量で鋼の焼入れ性を向上させる有効な元素である。また、Ｂは、粒界を強化する作用を有し、Ｐ偏析による粒界脆化を抑制する。このような効果を得るために、Ｂは０．０００５％以上の含有を必要とする。一方、Ｂは、０．００５０％を超えて含有しても、効果が飽和し経済的に不利となる。このため、Ｂは０．０００５％以上０．００５０％以下の範囲に限定した。なお、好ましくはＢは０．００１０％以上である。好ましくはＢは０．００３０％以下である。

[0028] ・Ｃａ：０．０００１％以上０．００５０％以下

Ｃａは、硫化物系介在物の形態を微細な略球形の介在物に制御する作用を有する元素である。粗大なＭｎＳ粒子は疲労破壊の起点になる危険性があるため、ＭｎＳの生成を抑制させるために添加する。このような効果を得るためには、Ｃａは０．０００１％以上の含有を必要とする。一方、Ｃａは、０．００５０％を超えて多量に含有すると、粗大なＣａＳ系のクラスターが多くなりすぎて、かえって疲労き裂の起点となり、疲労特性が低下する。このため、Ｃａは０．０００１％以上０．００５０％以下の範囲に限定した。なお、好ましくはＣａは０．００１０％以上である。好ましくはＣａは０．００３０％以下である。

[0029] ・Ｎ：０．００５０％以下

Ｎは、不純物として不可避的に含有される。鋼中の窒化物形成元素と結合

し、結晶粒の粗大化の抑制、更には焼戻後の強度増加に寄与する。しかし、０．００５０％を超えるＮの含有は、溶接部の靭性を低下させる。このため、Ｎは０．００５０％以下に限定した。なお、好ましくはＮは０．００１％以下である。より好ましくはＮは０．０００３％以下である。なお、Ｎは、不可避的に含有されるため、通常、Ｎの含有量は０．０００１％以上となる。

[0030] ・Ｃｕ：０．０５％以上１．００％以下、Ｎｉ：０．０５％以上１．００％以下のうちから選ばれた１種又は２種

Ｃｕ、Ｎｉはいずれも、焼入れ性を向上させるとともに、耐食性を向上させる元素であり、必要に応じて選択して含有できる。このような効果を得るためには、Ｃｕ：０．０５％以上、Ｎｉ：０．０５％以上の含有を必要とする。一方、Ｃｕ、Ｎｉはいずれも高価な元素であり、Ｃｕ：１．００％、Ｎｉ：１．００％をそれぞれ超えて含有すると、材料コストの高騰を招く。このため、Ｃｕ、Ｎｉを含有する場合には、Ｃｕ：１．００％以下、Ｎｉ：１．００％以下に限定することが好ましい。また、Ｃｕ：０．０５％以上、Ｎｉ：０．０５％以上に限定することが好ましい。なお、より好ましくはＣｕ：０．１０％以上、Ｎｉ：０．１０％以上である。より好ましくはＣｕ：０．５０％以下、Ｎｉ：０．５０％以下である。

[0031] ・Ｎｂ：０．００１％以上０．０５０％以下、Ｗ：０．００１％以上０．０５０％以下、Ｖ：０．０５％以上０．５０％以下のうちから選ばれた１種又は２種以上

Ｎｂ、Ｗ、Ｖはいずれも、微細な炭化物を形成して強度（硬さ）の増加に寄与する元素であり、必要に応じて選択して１種又は２種以上含有できる。このような効果を得るためには、それぞれＮｂ：０．００１％以上、Ｗ：０．０１％以上、Ｖ：０．０５％以上の含有を必要とする。一方、Ｎｂ：０．０５０％、Ｗ：０．０５０％、Ｖ：０．５０％を超えて含有しても、効果が飽和し、含有量に見合う効果が期待できず、経済的に不利となる。また、炭化物が粗大化しやすくなり、靭性に悪影響を及ぼす。このため、Ｎｂ、Ｗ、

Ｖを含有する場合には、Ｎｂ：０．０５０％以下、Ｗ：０．０５０％以下、Ｖ：０．５０％以下にそれぞれ限定することが好ましい。なお、より好ましくはＮｂ：０．０１０％以上、Ｗ：０．０１０％以上、Ｖ：０．１０％以上である。より好ましくはＮｂ：０．０３０％以下、Ｗ：０．０３０％以下、Ｖ：０．３０％以下である。

[0032] ・ＲＥＭ：０．００１％以上０．０２０％以下

ＲＥＭは、Ｃａと同様に、硫化物系介在物の形態を微細な略球形の介在物に制御する作用を有する元素であり、本実施形態では、Ｃａの作用を補完する観点から、０．００１％以上含有することが望ましい。一方、ＲＥＭは０．０２０％を超えて含有すると、介在物量が多くなりすぎて、かえって疲労き裂の起点となり、疲労特性が低下する。このため、含有する場合には、ＲＥＭは０．０２０％以下に限定することが好ましい。なお、より好ましくはＲＥＭは０．００５％以上である。より好ましくはＲＥＭは０．０１０％以下である。

[0033] ＜中空スタビライザー製造用の電縫鋼管５の効果＞

本実施形態は、中空スタビライザー製造用の電縫鋼管５を採用することで、曲げ加工性及び疲労特性に優れた高強度の中空スタビライザーを提供することが可能となる。

例えば、本実施形態によれば、硬さＨＶの下限が４００ＨＶでかつ優れた耐腐食疲労特性を保持する高強度中空スタビライザーを簡易に製造でき、産業上、格段の効果を奏することが可能となる。また、例えば本実施形態によれば、硬さＨＶの下限を４５０ＨＶと更に高強度化し、且つ、曲げ部の曲げ半径が小さい中空スタビライザーであっても、疲労特性の低下は認められず、スタビライザーの更なる薄肉化に貢献できる、という効果も奏することが可能となる。

[0034] またこのとき、鋼管を構成する鋼材は、質量％で、Ｃ：０．２０％以上０．４０％以下、Ｓｉ：０．１％以上１．０％以下、Ｍｎ：０．１％以上２．０％以下、Ｐ：０．１００％以下、Ｓ：０．０１０％以下、Ａｌ：０．０１

％以上０．１０％以下、Ｃｒ：０．０１％以上０．５０％以下、Ｔｉ：０．０１％以上０．０５％以下、Ｂ：０．０００５％以上０．００５０％以下、Ｃａ：０．０００１％以上０．００５０％以下、Ｎ：０．００５０％以下を含み、残部Ｆｅ及び不可避的不純物からなると良い。

この構成を採用することで、本実施形態によれば、製造した中空スタビライザーの硬さを確実に４００ＨＶ以上５８０ＨＶ未満にすることが出来て、疲労特性に優れた高強度の中空スタビライザーを提供することが出来る。

[0035] ＜中空スタビライザー＞

本実施形態の中空スタビライザー４０は、図３のような形状に、上記の中空スタビライザー製造用の電縫鋼管５を冷間曲げ成形するとともに、ビッカース硬さが４００ＨＶ以上５８０ＨＶ未満となった中空スタビライザーである。図３中、符号４０Ａの部分が曲げ部の例である。

中空スタビライザーは、例えば、上記の中空スタビライザー製造用の電縫鋼管５に対して曲げ加工を施す成形工程と、成形工程後に、焼入れ処理又は焼入れ焼戻処理からなる熱処理を施す熱処理工程とを備え、熱処理工程の熱処理によって、熱処理後の硬さをビッカース硬さで４００ＨＶ以上５８０ＨＶ未満に調整されて製造される。更に、管内面あるいは管外面あるいは管内外面にショットブラスト処理を施しても良い。

成形工程では、目的とするスタビライザー形状に曲げ成形する。成形方法としては、公知の成形方法がいずれも適用できる。成形工程での処理は、冷間曲げ成形とすることが、表面脱炭の抑制という観点から好ましい。

[0036] 更に、本実施形態では、冷間曲げ成形として、回転引き曲げ加工を用いた。

本実施形態では、冷間での回転引き曲げ加工によって、例えば、冷間曲げ成形前の電縫鋼管５の外径の１．０倍以上３．０倍以下の曲げ半径の範囲内から選択した曲げ半径に曲げ加工する。本実施形態では、またこの曲げ半径で曲げ加工した際の扁平率を０％以上１０％以下とした。更に、本実施形態では、曲げ外側の減肉率及び曲げ内側の増肉率が０％以上１０％以下で、曲

げ中心部の周長変化が０％以上１０％以下となるように制御した。

[0037] 上記の曲げ曲率、扁平率、増減肉率、及び周長変化率は、下記式で定義される。

曲げ曲率＝曲げ半径Ｒ／鋼管外径Ｄ

扁平率＝｛（長径－短径）／元径｝×１００

増減肉率＝｛（（曲げ内側ｏｒ曲げ外側）の肉厚－元厚）／元厚｝×１００

周長変化率＝｛（曲げ中心部の周長－元周長）／元周長｝×１００

ここで、扁平率は、小さい方が応力集中を抑制するためには好ましい。そして、扁平率が１０％を超えると局部的応力集中による耐久寿命低下にいたる。このため、本実施形態では、扁平率を０％以上１０％とした。なお、加工前の外径の１．０倍以上３．０倍以下の曲げ半径に曲げ加工する際に、扁平率を０％以上１０％以下に制御できることを確認した。

[0038] また、曲げ外側の減肉及び曲げ内側の増肉はともに小さい方が望ましい。いずれも１０％を超えると薄肉部への応力集中や、曲げ部全体の応力バランスの不均衡により局部的な応力集中が生じ耐久寿命低下にいたる。このため、曲げ外側の減肉率及び曲げ内側の増肉率をともに、０％以上１０％以下とした。

また、ランクフォード値（ｒ値）が大きすぎると曲げ部の周長が短くなり、細径になる。したがって、曲げ部の周長変化は小さい方がよく、１０％を超えて周長が短くなると曲げ部での発生応力が大きくなるため耐久寿命が低下する。このため、曲げ中心部の周長変化が０％以上１０％以下とした。

[0039] また、鋼管を軸方向に引っ張ると、鋼管は、周方向に縮径する変形と肉厚方向に減肉する変形との２つの変形が、ある割合をもって発生する。このとき、鋼管の管軸方向のｒ値が高いと、鋼管が引っ張られたときに、周方向に縮径する変形の割合が大きく、肉厚方向に減肉する変形が小さくなる傾向を示す。すなわち、減肉しにくく、鋼管は飴のように縮径しながら伸びる。

ここで、スタビライザーを作製する場合、鋼管は曲げ加工される。その際

に、曲げの外側は、鋼管の引張と同様の引張変形を受けるが、曲げ内側では、それとは逆の圧縮変形を受ける。

[0040] したがって、鋼管は、管軸方向のｒ値が高いと、曲げの外側は減肉されにくく且つ曲げの内側は増肉しにくくなる。その一方で、鋼管は縮径する。すなわち鋼管は周長が短くなる。

以上のことを考慮して、本実施形態では、管軸方向のｒ値を０．７以上１．０未満となるように調整した。

ここで、管軸方向のｒ値が０．７未満の場合、曲げ外側の減肉、及び曲げ内側の増肉が大きくなるため、使用により経時的に局部的な集中応力が発生して疲労寿命が短くなるおそれがある。その一方で、ｒ値が１．０以上の場合には、管の周長が短くなるため、曲げ部で発生する応力が高くなり、寿命が短くなるおそれがある。

[0041] 熱処理工程は、焼入れ処理及び焼戻処理の熱処理からなる。

焼入れ処理は、$Ａｃ_3$変態点以上好ましくは１１００℃以下の温度に加熱し、所定時間、好ましくは１秒以上保持したのち、焼入れ槽に投入し、例えば冷却速度１０℃／ｓ以上１００℃／ｓ以下で急冷する処理とすることが好ましい。これにより、本実施形態の中空スタビライザーは、高強度、高靭性を具備することができる。

焼入れ加熱温度が１１００℃を超えて高温となるとオーステナイト粒が粗大化する。なお、加熱は、通電加熱とすることが、表面脱炭抑制、生産性の観点から好ましい。また、焼入れ槽の冷媒は、水、焼入れ油、又は濃度を調整した水とポリマーとの混合液とすることが好ましい。

[0042] 焼入れ処理後には、更に焼戻処理を施すことが好ましい。焼戻処理は、焼戻温度を所望の硬さに応じて調整することが好ましい。焼戻温度は好適には２００℃以上４５０℃以下である。焼戻処理を施すことにより、靭性が顕著に向上する。

なお、熱処理後には、管内面、管外面あるいは管内外面に通常のショットブラスト処理を施すことが耐疲労特性向上のために好ましいことは言うまで

もない。

そして、熱処理後の、硬さがビッカース硬さで４００ＨＶ以上５８０ＨＶ未満の高強度に設定される。

[0043] ここで、本実施形態では、「高強度」とは、肉厚方向の平均硬さが、ビッカース硬さで硬さＨＶの下限が４００ＨＶ、好ましくは硬さＨＶの下限が４５０ＨＶである場合をいうものとする。なお、肉厚方向の平均硬さが、５８０ＨＶ以上となると靭性の低下が著しくなるため、５８０ＨＶ未満を上限とする。

また、ここでいう「疲労特性に優れた」とは、負荷応力：±４００ＭＰａとする疲労試験（両振り）を行い、割れ発生までの繰返し数が２０万回以上である場合をいうものとする。

[0044] 以上のように、本実施形態の中空スタビライザーは、調質後のＨＶ硬さが４００以上の高強度スタビライザーであり、且つスタビライザーの曲げ肩部の曲げ半径が小さくても扁平が小さいため疲労特性に優れる。このため、スタビライザーとして好適であるので中空化（軽量化）に貢献可能となる。

実施例

[0045] 次に、本実施形態に基づく実施例について説明する。

本実施例で使用する熱延鋼板の組成を表１に示す。

[0046]

[表1]

鋼No.	C	Si	Mn	P	S	Al	Ti	Cr	B	N	Ca	Cu, Ni	Nb, V, W	REM
A	0.40	0.15	1.25	0.013	0.001	0.035	0.035	0.15	0.0025	0.0021	0.0015	–	–	–
B	0.36	0.12	1.24	0.015	0.001	0.032	0.034	0.15	0.0022	0.0025	0.0011	–	–	–
C	0.26	0.11	1.25	0.016	0.001	0.035	0.036	0.15	0.0018	0.0018	0.0013	–	–	–
D	0.22	0.15	0.55	0.012	0.001	0.036	0.015	0.25	0.0015	0.0022	0.0015	–	–	–
E	0.35	0.15	1.35	0.015	0.001	0.035	0.035	0.11	0.0012	0.0025	0.0015	Cu0.15, Ni0.12	–	–
F	0.35	0.15	1.35	0.015	0.001	0.035	0.035	0.11	0.0012	0.0025	0.0015	–	Nb0.015	–
G	0.26	0.15	1.35	0.015	0.001	0.035	0.015	0.11	0.0012	0.0025	0.0015	–	V0.05	
H	0.35	0.15	1.35	0.015	0.001	0.035	0.035	0.11	0.0012	0.0025	0.0015	–	W0.05	
I	0.35	0.15	1.35	0.015	0.001	0.035	0.025	0.11	0.0012	0.0025	0.0015	–	–	0.001
J	0.45	0.12	1.24	0.015	0.001	0.032	0.034	0.15	0.0022	0.0025	0.0011	–	–	–
K	0.16	0.12	1.24	0.015	0.001	0.032	0.034	0.15	0.0022	0.0025	0.0011	–	–	–
L	0.35	0.12	1.24	0.015	0.001	0.032	0.034	0.15	–	0.0025	0.0011	–	–	–
M	0.35	0.12	1.24	0.015	0.001	0.032	0.034	–	0.0015	0.0025	0.0011	–	–	–
N	0.35	0.12	1.24	0.015	0.001	0.032	0.005	0.12	0.0015	0.0025	0.0011	–	–	–
O	0.36	0.12	1.24	0.015	0.001	0.032	0.034	0.15	0.0022	0.0025	–	–	–	–
P	0.36	0.12	1.24	0.015	0.012	0.032	0.034	0.15	0.0022	0.0025	0.0015	–	–	–

[0047] 本実施例では、熱延鋼板（板厚：４．３ｍｍ）を、冷間で、複数のロールで連続的に成形し、略円筒状のオープン管とした。ついで、該オープン管の円周方向端部同士を衝合、圧接し、高周波電気抵抗溶接法を用いて電縫溶接して電縫鋼管２（外径８９．１ｍｍφ×肉厚４．３ｍｍ）とした。

更に、得られた電縫鋼管２に、表２に示す加熱温度に加熱したのち、ストレッチレデューサーで表２に示す縮径率で縮径圧延する縮径圧延工程を施して、表２に示す寸法（外径２５．４ｍｍφ×肉厚４．０ｍｍ）の電縫鋼管５とし、中空スタビライザー製造用の素材とした。

そして、本実施例では、表２に示すように、管Ｎｏ．１～２１の２１本の中空スタビライザー製造用の電縫鋼管５を作製した。

[0048] 表２に各中空スタビライザー製造用の電縫鋼管５における引張特性の測定値を併記した。

また、各中空スタビライザー製造用の電縫鋼管５に回転引き曲げによりＬ字形状への曲げ加工して、中空スタビライザーに擬した各供試体を作製した。

このとき、表２に示す曲げ加工条件及び焼入れ焼戻しの熱処理の条件を施した。

ここで、曲げ加工は、冷間での回転引き曲げ加工であり、Ｌ字形状とした電縫鋼管５の曲げ部は、外径の１．５倍の曲げ半径で曲げた場合である。

また、焼入れ処理は、鋼管外表面が表２に示す加熱温度となるように、通電加熱したのち、水槽に浸漬する処理とした。焼入れ処理後、表２に示す温度で２０ｍｉｎ間保持する焼戻処理を施した。その後、外表面に鋼球でショットブラストを施して、管Ｎｏ．１～２１のＬ字形状の試験片を作製し、ねじり疲労試験の供試体とした。

[0049] また、ショットブラストを施す前の各供試体から硬さ測定片を採取し、硬さ測定を行った。硬さ測定は、鋼管の管軸方向に垂直な断面（Ｃ断面）について行い、管外表面から肉厚方向に管内表面まで０．１ｍｍピッチでビッカース硬度計（荷重：５００ｇｆ（４．９Ｎ））を用いて行った。

また、ねじり疲労試験では、発生応力最大箇所（曲げ内側から管円周方向におよそ６０度の位置）での負荷応力：±４００ＭＰａとする疲労試験（両振り）を行い、割れ発生までの繰返し数を調査した。なお、試験条件は、負荷応力を±４００ＭＰａ（両振り）とし、周波数を１Ｈｚとした。

得られた結果を表２に示す。

[0050]

[表2]

管No.	鋼No.	縮径前 外径(mm)	縮径前 肉厚(mm)	縮径後 外径(mm)	縮径後 肉厚(mm)	縮径圧延前加熱温度(℃)	圧延終了温度(℃)	Ar3変態点以下での累積縮径率(%)	引張特性 YS(MPa)	TS(MPa)	YS/TS(%)	EL(%)	u-EL(%)	管長手方向r値	冷間曲げ加工 曲げ外側減肉率(%)	曲げ内側増肉率(%)	扁平率(%)	曲げ中心の周長変化率(%)	熱処理 焼入れ通電加熱温度(℃)	焼戻し温度(℃)	熱処理後HV硬さ	外面ショットブラスト	疲労試験耐久寿命(σ=400MPa)
1	A	89.1	4.3	25.4	4.0	980	800	0.0	550	760	72	26	15	0.9	6	6	7	7	900	300	520	実施	35万回
2	B	89.1	4.3	25.4	4.0	960	780	0.0	516	713	72	33	18.0	0.9	6	5	6	7	900	260	500	実施	31万回
3	C	89.1	4.3	25.4	4.0	980	780	0.0	490	640	77	36	22.0	0.7	6	7	7	6	900	250	470	実施	28万回
4	D	89.1	4.3	25.4	4.0	960	770	5.0	394	536	74	47	26.0	0.8	6	6	8	8	900	300	440	実施	25万回
5	E	89.1	4.3	25.4	4.0	980	760	0.0	510	720	71	32	16.0	0.8	5	6	6	6	900	260	500	実施	30万回
6	F	89.1	4.3	25.4	4.0	970	780	0.0	510	705	72	30	18.0	0.8	6	6	5	5	900	260	500	実施	31万回
7	G	89.1	4.3	25.4	4.0	960	800	0.0	480	630	76	34	20.0	0.8	6	6	7	7	900	260	500	実施	30万回
8	H	89.1	4.3	25.4	4.0	960	800	0.0	520	702	74	34	19.0	0.8	6	6	8	6	900	260	500	実施	29万回
9	I	89.1	4.3	25.4	4.0	920	780	0.0	536	730	73	32	16.0	0.8	7	6	6	6	900	260	500	実施	32万回
10	J	89.1	4.3	25.4	4.0	950	800	0.0	580	789	74	20	8.0	0.9	6	6	6	6	900	250	590	実施	5万回
11	K	89.1	4.3	25.4	4.0	980	790	0.0	350	480	73	47	26.0	0.9	6	7	7	6	900	280	380	実施	10万回
12	L	89.1	4.3	25.4	4.0	980	790	0.0	490	687	71	36	19.0	0.9	6	6	8	7	900	260	380	実施	10万回
13	M	89.1	4.3	25.4	4.0	980	850	0.0	510	702	73	30	16.0	0.9	5	6	6	6	900	260	390	実施	11万回
14	N	89.1	4.3	25.4	4.0	980	750	0.0	500	687	73	32	17.0	0.9	6	6	7	6	900	260	280	実施	7万回
15	O	89.1	4.3	25.4	4.0	980	720	5.0	516	708	73	35	18.0	0.9	6	6	5	7	900	260	490	実施	15万回
16	P	89.1	4.3	25.4	4.0	980	750	0.0	500	700	71	33	17.0	1.0	6	6	6	6	900	260	500	実施	11万回
19	B	89.1	4.3	25.4	4.0	1080	860	0.0	509	690	74	34	26.0	0.6	12	13	13	2	900	280	500	実施	12万回
20	B	89.1	4.3	25.4	4.0	830	700	15.0	600	750	80	28	9.0	1.1	5	6	4	12	900	260	500	実施	11万回
21	B	89.1	4.3	25.4	4.0	870	680	30.0	625	760	82	23	9	1.2	4	4	4	14	900	260	500	実施	8万回

[0051] 表２から分かるように、本発明に基づく管Ｎｏ．１～９では、電縫鋼管５

のランクフォード値を０．７以上１．０未満に制御することで、焼入れ焼戻処理後の硬さが４００ＨＶ以上とすることができて、高強度（高硬さ）の供試体となっている。更に、本発明に基づく管Ｎｏ．１～９では、疲労試験による破壊までの耐久繰返し回数が２０万回以上となっており、曲げ加工性及び疲労特性に優れた高強度の中空スタビライザーを製造できることが分かる。

[0052] 一方、管Ｎｏ．２と、管Ｎｏ．１９～２１を比較すると、同じ鋼材を使用し、熱処理後の硬さをともに５００ＨＶと高強度としても、電縫鋼管５のランクフォード値が本発明の範囲外の場合には、管Ｎｏ．１９～２１のように、疲労試験による破壊までの耐久繰返し回数が２０万回未満となっている。このように、電縫鋼管５のランクフォード値を本発明の範囲内とすることで、同じ高強度とした場合に、曲げ加工性及び疲労特性に優れた中空スタビライザーとすることができることが分かる。

[0053] ここで、管Ｎｏ．１０は、強度を５９０ＨＶとしたため、靭性が低下して耐久性が悪くなっている。すなわち、管Ｎｏ．１０は、最終製品の硬さを無理に５９０ＨＶまで硬くしようしたため、製品に焼割れの歪が入ってしまって、寿命が短くなった。

管Ｎｏ．１５、１６については、材料としてＳの配合が多すぎるか、Ｃａの配合がないことから、ＭｎＳ系の展伸した介在物が発生し介在物起点割れが生じていた。

なお、管Ｎｏ．１１～１４は、硬さが４００ＨＶ未満と高強度となっていないので、疲労試験による破壊までの耐久繰返し回数が２０万回未満となっている。しかし、電縫鋼管５のランクフォード値を本発明の範囲内とすることで、電縫鋼管５のランクフォード値を本発明の範囲外とする場合よりは、疲労特性は向上している。

[0054] 以上のように、中空スタビライザー製造用の電縫鋼管５のランクフォード値を本発明の範囲内とすることで、その中空スタビライザー製造用の電縫鋼管５の曲げ加工性及び疲労特性を向上させることが出来る。

更に、中空スタビライザー製造用の電縫鋼管５を用いて、硬さ４００ＨＶ以上５８０ＨＶ未満の中空スタビライザーを製造すれば、曲げ加工性及び疲労特性に優れた高強度の中空スタビライザーとすることが出来ることが分かった。

[0055] 以上、本願が優先権を主張する、日本国特許出願２０１８－１２１７９９（２０１８年６月２７日出願）の全内容は、参照により本開示の一部をなす。ここでは、限られた数の実施形態を参照しながら説明したが、権利範囲はそれらに限定されるものではなく、上記の開示に基づく各実施形態の改変は当業者にとって自明なことである。

符号の説明

[0056] １ 第１の工程

１Ａ オープン管成形部

１Ｂ 電縫溶接処理部

１Ｃ ビードカット処理部

２ 電縫鋼管（母管）

３ 第２の工程

３Ａ 加熱処理部

３Ｂ 熱間縮径圧延処理部

５ 電縫鋼管（縮径圧延後）

４０ 中空スタビライザー

４０Ａ 曲げ部

請求の範囲

[請求項1] ビッカース硬さが４００ＨＶ以上５８０ＨＶ未満の中空スタビライザーを製造するための電縫鋼管であって、管長手方向のランクフォード値（ｒ値）が０．７以上１．０未満であることを特徴とする中空スタビライザー製造用の電縫鋼管。

[請求項2] 鋼管を構成する鋼材は、質量％で、Ｃ：０．２０％以上０．４０％以下、Ｓｉ：０．１％以上１．０％以下、Ｍｎ：０．１％以上２．０％以下、Ｐ：０．１００％以下、Ｓ：０．０１０％以下、Ａｌ：０．０１％以上０．１０％以下、Ｃｒ：０．０１％以上０．５０％以下、Ｔｉ：０．０１％以上０．０５％以下、Ｂ：０．０００５％以上０．００５０％以下、Ｃａ：０．０００１％以上０．００５０％以下、Ｎ：０．００５０％以下を含み、残部Ｆｅ及び不可避的不純物からなることを特徴とする請求項１に記載した中空スタビライザー製造用の電縫鋼管。

[請求項3] 鋼管を構成する鋼材は、更に、質量％で、Ｃｕ：０．０５％以上１．００％以下、Ｎｉ：０．０５％以上１．００％以下のうちの、一方又は両方を含有することを特徴とする請求項２に記載した中空スタビライザー製造用の電縫鋼管。

[請求項4] 鋼管を構成する鋼材は、更に、質量％で、Ｎｂ：０．００１％以上０．０５０％以下、Ｗ：０．００１％以上０．０５０％以下、Ｖ：０．０５％以上０．５０％以下のうちから選択した１種又は２種以上を含有することを特徴とする請求項２又は請求項３に記載した中空スタビライザー製造用の電縫鋼管。

[請求項5] 鋼管を構成する鋼材は、更に、質量％で、ＲＥＭ：０．００１％以上０．０２０％以下を含有することを特徴とする請求項２～請求項４のいずれか１項に記載した中空スタビライザー製造用の電縫鋼管。

[請求項6] 請求項１～請求項５のいずれか１項に記載した中空スタビライザー製造用の電縫鋼管からなり、ビッカース硬さが４００ＨＶ以上５８０

ＨＶ未満の中空スタビライザー。

[請求項7] 請求項１～請求項５のいずれか１項に記載した中空スタビライザー製造用の電縫鋼管に対し、冷間曲げ成形を施した後に、焼入れ処理及び焼戻処理からなる熱処理を行い、

上記冷間曲げ成形は、冷間での回転引き曲げ加工であり、その加工において、曲げ半径を上記冷間曲げ成形を施す前の電縫鋼管の外径の１．０倍以上３．０倍以下とし、扁平率を０％以上１０％以下とし、曲げ外側の減肉率及び曲げ内側の増肉率を０％以上１０％以下とし、更に曲げ中心部の周長変化を０％以上１０％以下とし、

上記熱処理後のビッカース硬さを４００ＨＶ以上５８０ＨＶ未満に調整することを特徴とする中空スタビライザーの製造方法。

[請求項8] 鋼板の幅方向端部同士を衝合し電縫溶接して母管としての電縫鋼管とする第１の工程と、

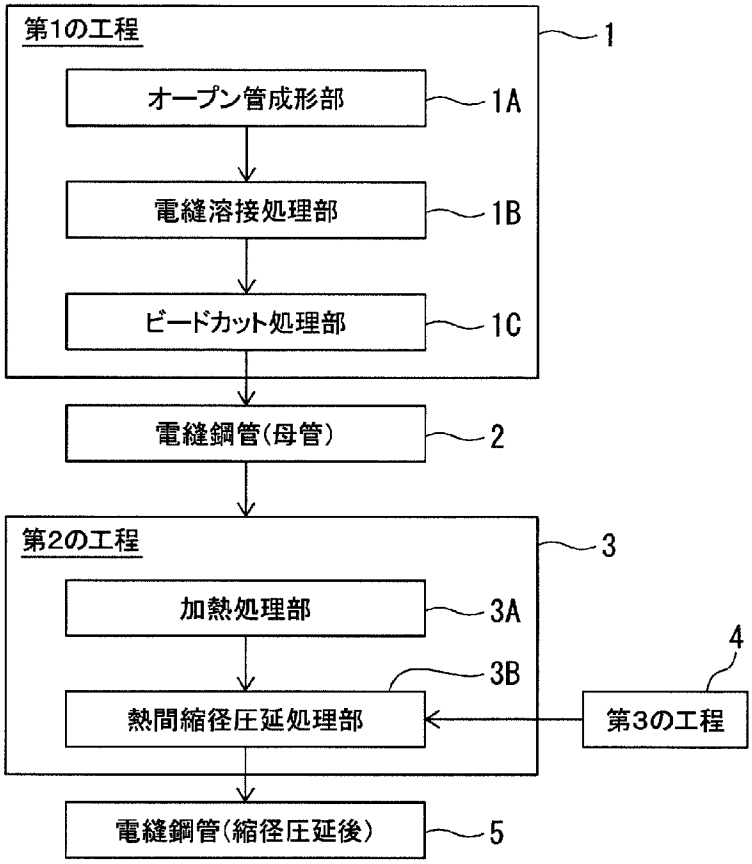
上記母管としての電縫鋼管を８５０℃以上１０００℃以下の温度に加熱した後に、圧延温度：７００℃以上８５０℃以下で且つ$Ａｒ_3$変態点以下での累積縮径率：０％以上１０％以下の条件で熱間縮径圧延を施す第２の工程と、

を有することを特徴とする中空スタビライザー製造用の電縫鋼管の製造方法。

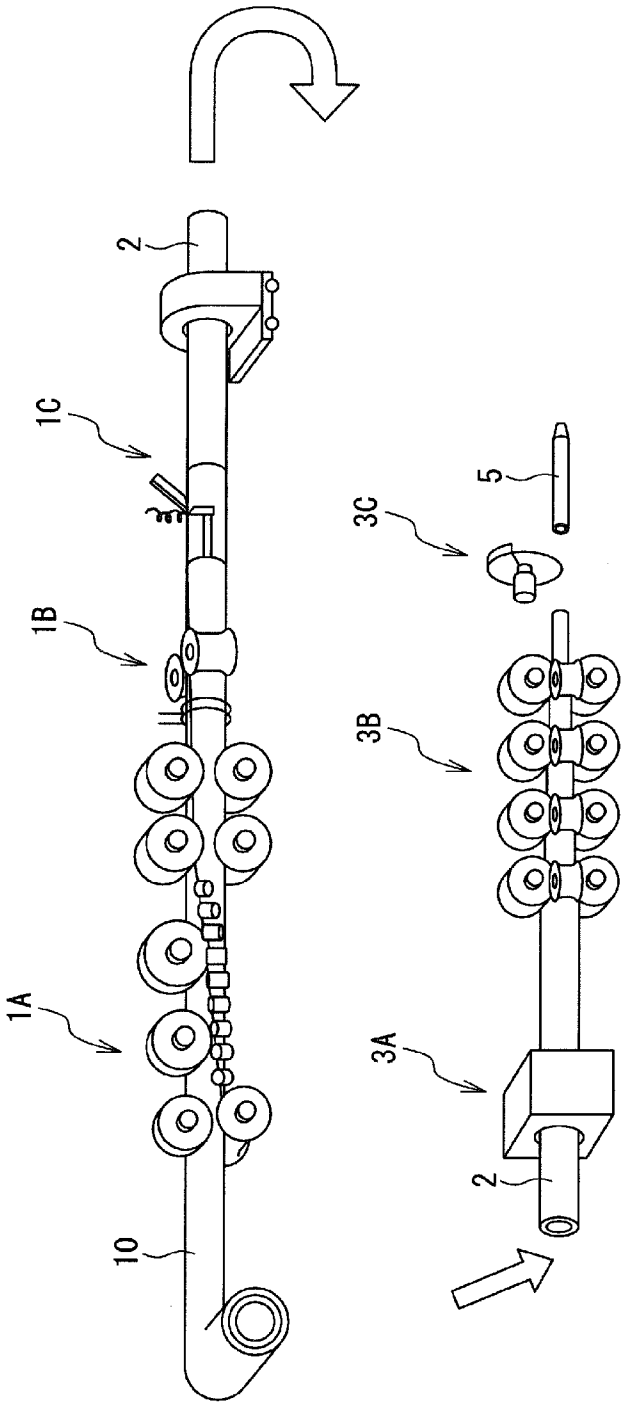
[請求項9] 上記鋼板は、質量％で、Ｃ：０．２０％以上０．４０％以下、Ｓｉ：０．１％以上１．０％以下、Ｍｎ：０．１％以上２．０％以下、Ｐ：０．１００％以下、Ｓ：０．０１０％以下、Ａｌ：０．０１％以上０．１０％以下、Ｃｒ：０．０１％以上０．５０％以下、Ｔｉ：０．０１％以上０．０５％以下、Ｂ：０．０００５％以上０．００５０％以下、Ｃａ：０．０００１％以上０．００５０％以下、Ｎ：０．００５０％以下を含み、残部Ｆｅ及び不可避的不純物からなることを特徴とする請求項８に記載した中空スタビライザー製造用の電縫鋼管の製造方法。

[請求項10] 上記鋼板は、更に、質量％で、Ｃｕ：０．０５％以上１．００％以下、Ｎｉ：０．０５％以上１．００％以下、Ｎｂ：０．００１％以上０．０５０％以下、Ｗ：０．００１％以上０．０５０％以下、Ｖ：０．０５％以上０．５０％以下、ＲＥＭ：０．００１％以上０．０２０％以下のうちから選択した１種又は２種以上を含有することを特徴とする請求項９に記載した中空スタビライザー製造用の電縫鋼管の製造方法。

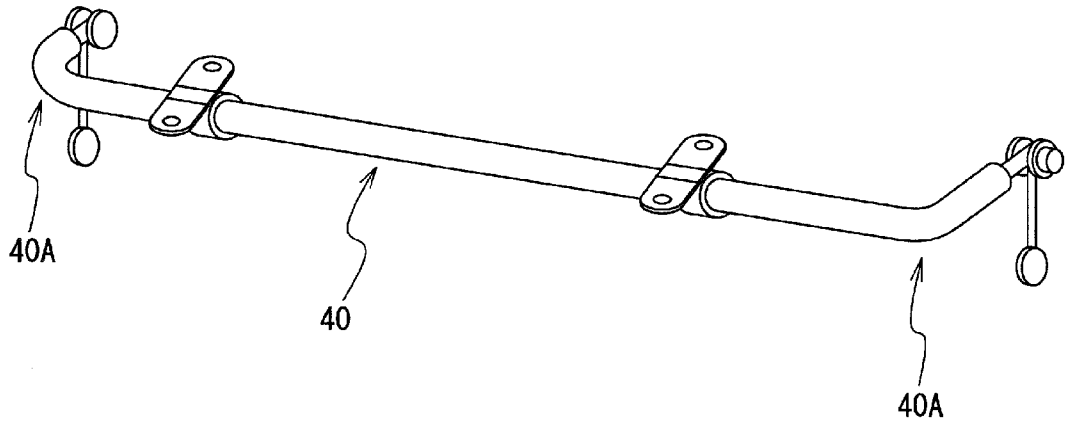
[図1]


第1の工程
1
オープン管成形部
1A
電縫溶接処理部
1B
ビードカット処理部
1C
電縫鋼管(母管)
2
第2の工程
3
加熱処理部
3A
3B
4
熱間縮径圧延処理部
第3の工程
電縫鋼管(縮径圧延後)
5

[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/017399

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. C22C38/00(2006.01)i, B21C37/08(2006.01)i, B21D7/025(2006.01)i, B60G21/055(2006.01)i, C21D8/10(2006.01)i, C21D9/08(2006.01)i, C21D9/50(2006.01)i, C22C38/38(2006.01)i, C22C38/58(2006.01)i
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int. Cl. C22C38/00-C22C38/60, B21C37/08, B21D7/025, B60G21/055, C21D8/10, C21D9/08, C21D9/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2017/056384 A1 (JFE STEEL CORP.) 06 April 2017, claims, paragraphs [0001], [0011], [0041]-[0049], [0052]-[0055], tables 1-3 & US 2018/0305780 A1, claims, paragraphs [0001], [0014], [0066]-[0074], [0077]-[0080], tables 1-3 & EP 3358028 A1 & CA 2991104 A1 & KR 10-2018-0043344 A & CN 108138279 A & MX 2018003854 A	6, 8-10 1-7
X Y A	JP 2006-206999 A (JFE STEEL CORP.) 10 August 2006, claims, paragraphs [0001]-[0008], [0030]-[0036], [0046], [0047] (Family: none)	6 1, 6-7 2-5, 8-10
Y A	JP 2003-201543 A (JFE STEEL CORP.) 18 July 2003, claims, paragraphs [0001]-[0007], [0026], [0034]-[0038], tables 1-3 (Family: none)	1-6 7-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
19.07.2019	30.07.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/017399

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2009-191330 A (NISSHIN STEEL CO., LTD.) 27 August 2009, claims, paragraphs [0001]-[0007], [0026], [0029] (Family: none)	7 1-6, 8-10
Y A	JP 2010-274716 A (NHK SPRING CO., LTD.) 09 December 2010, paragraphs [0001]-[0011], fig. 7-11 (Family: none)	7 1-6, 8-10
A	JP 2005-76047 A (JFE STEEL CORP.) 24 March 2005 (Family: none)	1-10
A	JP 2010-121157 A (JFE STEEL CORP.) 03 June 2010 (Family: none)	1-10
A	JP 2013-203309 A (NHK SPRING CO., LTD.) 07 October 2013 (Family: none)	1-10
A	US 2017/0009321 A1 (BENTELER STEEL/TUBE GMBH) 12 January 2017 & DE 102015111150 A1	1-10

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０１７３９９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C22C38/00(2006.01)i, B21C37/08(2006.01)i, B21D7/025(2006.01)i, B60G21/055(2006.01)i, C21D8/10(2006.01)i, C21D9/08(2006.01)i, C21D9/50(2006.01)i, C22C38/38(2006.01)i, C22C38/58(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C22C38/00-C22C38/60, B21C37/08, B21D7/025, B60G21/055, C21D8/10, C21D9/08, C21D9/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	WO 2017/056384 A1 (ＪＦＥスチール株式会社) 2017.04.06, 請求の範囲,0001,0011,0041-0049,0052-0055,表 1-表 3 & US 2018/0305780 A1 ,CLAIMS,0001,0014,0066-0074,0077-0080, TABLE 1-TABLE 3 & EP 3358028 A1 & CA 2991104 A1 & KR 10-2018-0043344 A & CN 108138279 A & MX 2018003854 A	6,8-10 1-7

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 １９．０７．２０１９	国際調査報告の発送日 ３０．０７．２０１９
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　４Ｋ　３５５７ 鈴木　葉子 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４３５

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y A	JP 2006-206999 A（ＪＦＥスチール株式会社）2006.08.10, 特許請求の範囲,0001-0008,0030-0036,0046-0047（ファミリーなし）	6 1,6-7 2-5,8-10
Y A	JP 2003-201543 A（ＪＦＥスチール株式会社）2003.07.18, 特許請求の範囲,0001-0007,0026,0034-0038,表1-表3 （ファミリーなし）	1-6 7-10
Y A	JP 2009-191330 A（日新製鋼株式会社）2009.08.27, 特許請求の範囲,0001-0007,0026,0029 （ファミリーなし）	7 1-6,8-10
Y A	JP 2010-274716 A（日本発條株式会社）2010.12.09, 0001-0011,図7-図11 （ファミリーなし）	7 1-6,8-10
A	JP 2005-76047 A（ＪＦＥスチール株式会社）2005.03.24, （ファミリーなし）	1-10
A	JP 2010-121157 A（ＪＦＥスチール株式会社）2010.06.03, （ファミリーなし）	1-10
A	JP 2013-203309 A（日本発條株式会社）2013.10.07, （ファミリーなし）	1-10
A	US 2017/0009321 A1 (BENTELER STEEL/TUBE GMBH) 2017.01.12, & DE 102015111150 A1	1-10