

(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
2016 年 9 月 29 日(29.09.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/152668 A1

- (51) 国際特許分類:
B60G 21/055 (2006.01) C21D 9/08 (2006.01)
B21D 53/88 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/058278
- (22) 国際出願日: 2016 年 3 月 16 日(16.03.2016)
- (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 2015-061552 2015 年 3 月 24 日(24.03.2015) JP
- (71) 出願人: 日本発條株式会社(NHK SPRING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦 3 丁目 1 〇 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 若林 豊(WAKABAYASHI Yutaka); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦 3 丁目 1 〇 番地 日本発條株式会社内 Kanagawa (JP). 高橋研(TAKAHASHI Ken); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦 3 丁目 1 〇 番地 日本発條株式会社

内 Kanagawa (JP). 菅原 正人(SUGAWARA Masato); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦 3 丁目 1 〇 番地 日本発條株式会社内 Kanagawa (JP). 岡田 秀樹(OKADA Hideki); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦 3 丁目 1 〇 番地 日本発條株式会社内 Kanagawa (JP).

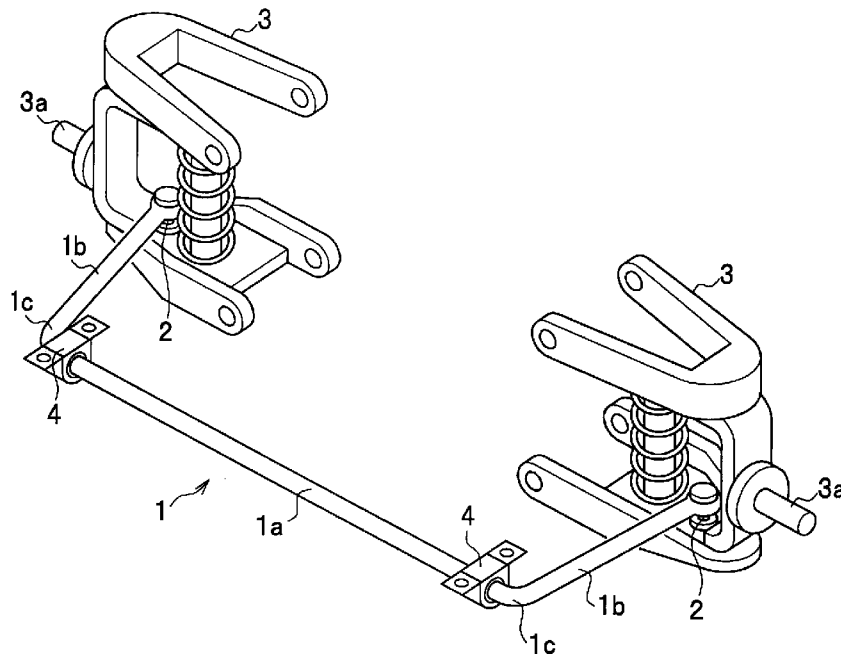
(74) 代理人: 特許業務法人磯野国際特許商標事務所 (ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目 1 番 1 8 号 ヒューリック虎ノ門ビル Tokyo (JP).

(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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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,

[続葉有]

(54) Title: HOLLOW STABILIZER

(54) 発明の名称: 中空スタビライザ



(57) Abstract: A hollow stabilizer (1) has a tubular shape and is provided with: a torsion section (1a) that is provided to a vehicle and that extends in the vehicle width direction; an arm section (1b) that extends in the front-back direction of the vehicle; and bent sections (1c, 1c) that connect the torsion section (1a) and the arm section (1b). The hollow stabilizer (1) is characterized in that the hardness of the outer surface (1e) of the bent inner sides (1c1, 1c2) of the bent sections (1c, 1c) is 70% or more with respect to the hardness of the outer surface (1e) of the arm section (1b).

(57) 要約: 本発明のスタビライザは、車両に備えられ、車幅方向に延びるトーション部(1a)と、車両の前後方向に延びるアーム部(1b)と、トーション部(1a)とアーム部(1b)とを接続する曲げ部(1c、1c)とを備える管状の中空スタビライザ(1)であって、アーム部(1b)の外面(1e)の硬度に対して、曲げ部(1c、1c)の曲げ内側(1c1、1c2)の外面(1e)の硬度が70%以上であることを特徴としている。

WO 2016/152668 A1



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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 中空スタビライザ

技術分野

[0001] 本発明は、中空構造の中空スタビライザに関する。

背景技術

[0002] 自動車等の車両には、車輪の上下の偏移による車体のロールを抑制するスタビライザ（スタビライザバー又はアンチロールバー）が備えられている。スタビライザは、一般に、車幅方向に延びるトーション部と、車両の前後方向に向けて曲げ成形された左右一対のアーム部とを備えており略コ字状の棒体からなる。車両において、スタビライザは、各アーム部の先端が車輪の懸架装置にそれぞれ連結され、トーション部が車体側に固定されたブッシュに挿通されることによって、左右の懸架装置の間に懸架された状態で支持される。

[0003] 運転時に車両がコーナリングしたり路面の起伏を乗り越えたりする際には、左右の車輪の上下により左右の懸架装置にストローク差が生じる。このとき、スタビライザの各アーム部には、各懸架装置間のストローク差に起因する荷重（変位）がそれぞれ入力され、各アーム部からの荷重（変位差）によってトーション部がねじれ、ねじれ変形を復元しようとする弾性力が生じる。スタビライザは、このねじれ変形を復元しようとする弾性力によって左右の車輪の上下変位差を抑え車体のロール剛性を高め、車体のロールを抑制する。

[0004] スタビライザの形態としては、中実構造を有する中実スタビライザと、中空構造を有する中空スタビライザとがある。中実スタビライザは、機械的強度に優れ、製造コストも低廉に抑えられるといった特徴を有している。これに対して、中空スタビライザは、中実スタビライザと比較して機械的強度の確保が容易でないものの、車両の軽量化を図るのに適した形態となっている。中空スタビライザの素材としては、一般に、電縫鋼管、継目無鋼管、鍛接

鋼管等が利用されている。これらの中でも、電縫鋼管は、製造コストが低く量産性にも優れていることから中空スタビライザの素材として多用されている。

[0005] 従来、スタビライザの材料としては、S 4 8 C (J I S 規格) 等の炭素鋼、引張強さ等の機械的強度や耐疲労性が良好な S U P 9 (J I S 規格)、S U P 9 A (J I S 規格) 等のばね鋼が一般に採用されている。中空スタビライザは、ばね鋼鋼管に曲げ加工を施して製品形状に賦形した後、熱処理を施すことによって製造することが多い。曲げ加工としては、N C ベンダを使用して行う冷間曲げ加工や、総曲げ型を使用して行う熱間曲げ加工等が鋼管の厚さや径に応じて実施されている。

熱処理としては、焼入れ処理と焼戻し処理とが行われており、焼入れの方法は、油焼入れが主流である。そして、熱処理された素管は、通常、ショットピーニングによる表面加工処理や、塗装処理等の仕上処理を経て製品化されている。

[0006] なお、本願に係る文献公知発明として下記の特許文献 1、2 がある。

例えば、特許文献 1 には、板厚 t と外径 D の % 比が $t / D \geq 20\%$ である中空スタビライザー用電縫溶接鋼管が、電縫溶接後に縮径圧延されてなる電縫溶接鋼管を採用することによって実現することが記載されている。

[0007] また、特許文献 2 には、スタビライザの耐久性を得る技術として、電縫管を熱間または温間の温度範囲で縮管して外径に対する板厚の割合を $18 \sim 35\%$ にする縮管を行い、縮管された電縫管をスタビライザ形状に成形し、熱処理工程、ショットピーニング、塗装を行う中空スタビライザの製造方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献 1：特開 2004-009126 号公報

特許文献 2：特開 2002-331326 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] ところで、従来、スタビライザは中実構造を有する中実スタビライザが主流であった。しかしながら、昨今、燃費向上の点から車両の軽量化が強く求められている。そのため、スタビライザに関しても、軽量化が求められ中空構造（管状）の中空スタビライザが広く普及されつつある。

[0010] しかし、中空スタビライザは、中空構造であることから断面係数が低く曲げ剛さ（ EI ）などが低下し、強度が中実構造の中実スタビライザに比較して不利であるという弱点がある。

[0011] 一方、最近は、ハイブリット車や電気自動車に伴うモータの搭載、回生エネルギーの蓄電のための二次電池の搭載、車両の電装化の促進により、車両重量が増加する傾向にある。

 そこで、強度が高いながら軽量である中空スタビライザが求められるというニーズがある。

[0012] 上述したように、中空構造の中空スタビライザは、軽量であるが、中空であるために断面係数が低下し中実構造の中実スタビライザに比べ、強度が低下する。

 また、中空スタビライザの曲げ部は、焼入れに際して、通電加熱の場合に凹状のため電流密度が高く局所的な高温化を生じる場合がある。また、冷却に際しても曲げ部は凹状のために冷却速度が低く成り易い。そのため、曲げ部は、焼入れが不十分となり、硬度が低下するおそれがある。

[0013] 加えて、中空スタビライザの曲げ部は、大きな曲げ応力とねじり応力がともに発生し、応力が高い部位である。そのため、曲げ部は、中空スタビライザの強度や疲労強度（耐久性）の向上が最も望まれる部位となっている。そこで、中空スタビライザの板厚を厚くした場合には、さらに焼入れが不十分となる。

 一方、前記したように、中実構造の中実スタビライザは断面係数が高く、強度が高いものの、重量が嵩むという欠点がある。

[0014] 本発明は、上記実情に鑑み創案されたものであり、曲げ部の硬度が向上し

た強度が高い軽量な中空スタビライザを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0015] 前記課題を解決するために、本発明の請求項 1 に係る中空スタビライザは、車両に備えられ、車幅方向に延びるトーション部と、車両の前後方向に延びるアーム部と、前記トーション部と前記アーム部とを接続する曲げ部とを備える管状の中空スタビライザであって、前記アーム部外面の硬度に対して、前記曲げ部の曲げ内側の外面の硬度が 70%以上であることを特徴としている。
- [0016] 本発明の請求項 1 の中空スタビライザによれば、アーム部外面の硬度に対して、曲げ部の曲げ内側の外面の硬度が 70%以上であるので、疲労耐久性が高い中空スタビライザを得られる。
- [0017] 本発明の請求項 2 に係る中空スタビライザは、車両に備えられ、車幅方向に延びるトーション部と、車両の前後方向に延びるアーム部と、前記トーション部と前記アーム部とを接続する曲げ部とを備える管状の中空スタビライザであって、前記曲げ部は、局所的にまたは内面側から硬度が高められる処理が行われている。
- [0018] 本発明の請求項 2 の中空スタビライザによれば、曲げ部は、局所的にまたは内面側から硬度が高められる処理が行われているので、曲げ部の硬度向上により曲げ部での疲労破壊を抑制できる。
- [0019] 本発明の請求項 6 に係る中空スタビライザは、車両に備えられ、車幅方向に延びるトーション部と、車両の前後方向に延びるアーム部と、前記トーション部と前記アーム部とを接続する曲げ部とを備える管状の中空スタビライザであって、前記曲げ部の曲げ内側の外面に対して冷却剤が噴射される焼入れが施されている。
- [0020] 本発明の請求項 6 の中空スタビライザによれば、曲げ部の曲げ内側の外面に対して冷却剤が噴射される焼入れが施されているので、曲げ部の硬度が向上し曲げ部での疲労破壊を抑制できる。
- [0021] 本発明の請求項 8 に係る中空スタビライザは、車両に備えられ、車幅方向

に延びるトーション部と、車両の前後方向に延びるアーム部と、前記トーション部と前記アーム部とを接続する曲げ部とを備える管状の中空スタビライザであって、前記中空スタビライザの内部に冷却剤が噴入される焼入れが施されている。

[0022] 本発明の請求項 8 の中空スタビライザによれば、中空スタビライザの内部に冷却剤が噴入される焼入れが施されているので、曲げ部の曲げ内側の硬度を高められ、疲労破壊を抑制できる。

発明の効果

[0023] 本発明によれば、曲げ部の硬度が向上した強度が高い軽量な中空スタビライザを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1A]車両に備えられる懸架装置に連結された本発明の実施形態に係る中空スタビライザの斜視図。

[図1B]車両に備えられる懸架装置に連結された本発明の実施形態に係る中空スタビライザの平面図。

[図2A]電縫管を示す横断面図。

[図2B]S R 管を示す横断面図。

[図3]中空スタビライザと等価サイズの中空スタビライザとを重量、外面応力、内面応力で比較した図。

[図4]本発明の実施形態に係る中空スタビライザの製造方法を示す工程図。

[図5A]曲げ成形された中空パイプ素管を水焼入れする状態を示す上面図。

[図5B]水焼入れする際に曲げ加工が施された中空パイプ素管を揺動させる状態を示す斜め上方向から見た斜視模式図。

[図6A]中空パイプ素管の揺動なしでのロックウェル硬さ（HRC）を比較した図。

[図6B]中空パイプ素管の揺動速度 220 mm/sec のロックウェル硬さ（HRC）を比較した図。

[図6C]中空パイプ素管の揺動速度 500 mm/sec のロックウェル硬さ

(HRC)を比較した図。

[図7]曲げ成形された中空パイプ素管の曲げ部の内側を外面から局所的に焼入れを行っている状態を示す上面図。

[図8]外面ジェットによる効果を硬度で示す図。

[図9]約900℃以上約1200℃以下での成形の鋼種Cを焼戻し温度350℃で焼戻しを行い、約900℃以上約1200℃以下での成形の鋼種Dを焼戻し温度350℃、400℃で焼戻しを行い、耐久性を比較したS-N線図。

[図10]約720℃以下での成形の鋼種Dの焼戻し温度250℃、300℃の耐久性を比較したS-N線図。

[図11]内面ジェットによる焼入れ方法で、曲げ成形された中空パイプ素管を内面から局所的に焼入れを行っている状態を示す上面図。

[図12]水焼入れおよび内面ジェットによる焼入れの効果を、水焼入れのみの場合との比較を疲労試験で示すS-N線図。

[図13]他例の内面ジェットによる焼入れ方法で、曲げ成形された中空パイプ素管を内面から焼入れを行っている状態を示す上面図。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、本発明の実施形態に係る中空スタビライザについて図を用いて説明する。なお、各図において共通する構成要素については同一の符号を付して示し、重複する説明を省略する。

[0026] 図1Aは、車両に備えられる懸架装置に連結された本発明の実施形態に係る中空スタビライザの斜視図である。図1Bは車両に備えられる懸架装置に連結された本発明の実施形態に係る中空スタビライザの平面図である。

[0027] 実施形態に係る中空スタビライザ1は、中空の鋼管などを用いて成形される管状のスタビライザである。

中空スタビライザ1は、車幅方向に延びるトーション部1aと、車両の前後方向に延びる左右一対のアーム部1b、1bとを備えている。

[0028] 中空スタビライザ1は、車幅方向に延びるトーション部1aの両端に対称

的に位置する曲げ部 1 c, 1 c (図 1 B に破線で示す) でそれぞれ屈曲され、左右一対のアーム部 1 b, 1 b に連なる略コ字状の形状を有している。

なお、曲げ部 1 c は 2 か所以上有する構成としてもよい。

[0029] 中空スタビライザ 1 は、トーション部 1 a の外径 D が約 10 mm ~ 約 43 mm であり、板厚 t が約 2 mm ~ 約 10 mm である。後記する t/D とは、上記の (板厚 t / 外径 D) を示す。

[0030] 各アーム部 1 b, 1 b の先端には、取り付け部となる平板状の連結部 (目玉部) 1 d, 1 d を有している。連結部 (目玉部) 1 d, 1 d は、プレス加工によって取り付け孔 1 d 1, 1 d 1 を有する平板状 (扁平状) に形成されている。

アーム部 1 b, 1 b の先端の各連結部 1 d, 1 d は、スタビライザリンク 2, 2 を介して、不図示の車体に固定される左右一対の懸架装置 3, 3 にそれぞれ連結されている。各懸架装置 3 の車軸部 3 a には、不図示の車輪が取り付けられる。懸架装置 3 は、圧縮ばね、オイルダンパを有し、車輪からの衝撃、振動等を内部摩擦、粘性抵抗により減衰して車体に和らげて伝える働きをする。

[0031] トーション部 1 a は、車体の不図示のクロスメンバ等に固定されるゴム製のブッシュ 4 に挿通されて、左右の懸架装置 3, 3 の間に懸架される。

この構成により、左右の車輪の上下移動により左右の懸架装置 3, 3 にストローク差が生じると、各懸架装置 3, 3 から各アーム部 1 b, 1 b に変位による荷重が伝達され、トーション部 1 a がねじり変形する。そして、トーション部 1 a には、該ねじり変形を復元しようとする弾性力が生じる。中空スタビライザ 1 は、このねじり変形に抗する弾性力によって、車体の左右の傾きを抑えてロール剛性を高め、車両の走行を安定化させる。

[0032] 中空スタビライザ 1 は、マンガンボロン鋼が使用される。

[0033] <中空スタビライザ 1 の素管>

中空スタビライザ 1 に用いられる中空パイプは、電縫管、SR (Stretch Reduce) 管 (熱間圧延電縫鋼管)、電縫引抜鋼管等が使用される。図 2 A は、

電縫管を示す横断面図であり、図 2 B は、S R 管を示す横断面図である。

[0034] 電縫管は、熱間で鋼板がロールによりパイプ状に成形され、パイプの長手方向の継目となる短手方向の端縁が電気抵抗溶接で接合される。そして、図 2 A に示すパイプの継目にある外面ビード g b は、機能上障害となるため、切削加工により除去される。

[0035] S R 管は、大径の電縫管が用意され、高周波加熱が行われる。その後、熱間絞り加工による成形により小径管に厚肉化され、いわば厚肉小径管の電縫管が製管される（図 2 B 参照）。

[0036] 例えば、外径約 12 mm～約 44 mm、板厚 t が約 2 mm～約 6.5 mm の中空スタビライザ 1 には、電縫管が使用される。 $t/D = 0.09 \sim 0.22$ 程度の中空スタビライザ 1 である。

また、外径約 12 mm～約 44 mm、板厚 t が約 2 mm～約 10 mm の中空スタビライザ 1 には、S R 管が使用される。 $t/D = 0.12 \sim 0.31$ 程度の中空スタビライザ 1 である。

[0037] 中空スタビライザ 1 において、深部まで均一な機械的特性を実現させるためには、焼入れ深さを十分に深くし、横断面の中心部分まで金属組織の主相を硬度が高いマルテンサイト化させることが望まれる。

中空スタビライザ 1 は、後記する冷却剤への浸漬や冷却剤の噴射、噴入を含む冷却を伴う焼入れを行うことにより、主相がマルテンサイトである金属組織で形成されている。

[0038] ところで、中空スタビライザ 1 に引張応力が残留している場合、外力、繰返し荷重などによりき裂の発生や進展を促し、早期破壊し易くなる。これに対して、中空スタビライザ 1 に圧縮残留応力がある場合は、圧縮残留応力が外力、繰返し荷重などの引張荷重を打ち消す方向に働くき裂抑制効果により長寿命化が可能となる。

このように、残留応力は金属材料の寿命と密接な関係があり、特に繰返し負荷によってき裂が徐々に進展する金属疲労においては、影響が顕著となる。

[0039] そこで、中空スタビライザ１の基体の表層に、圧縮残留応力が付与されていることが好適である。

中空スタビライザ１の素管の中空パイプの焼入れ時には、熱応力による圧縮残留応力と変態応力による引張残留応力が発生する。これらの兼ね合いから、表面残留応力が所定の分布を示すことになる。中空パイプの表面近傍は、水焼入れによって発生する熱応力は圧縮残留応力が優位である。

[0040] したがって、圧縮残留応力が残留する熱応力を、引張残留応力が残留する変態応力よりも優位にするためには、熱応力の生成に適する冷却速度が速い焼入れ条件を選定することが好ましい。また、中空スタビライザ１では、一定の値以上の圧縮残留応力が腐食耐久性に関わる要因である腐食ピットの深さが及ばない一定の深さ以上に存在することが好ましい。

[0041] そこで、中空スタビライザ１の製造に際しては、冷却剤として、水と同等以上または水に近い熱伝達率を有する媒体による焼入れを施すものとする。ここでは、水焼き入れを例に挙げて説明する。

[0042] ＳＲ管の場合、中空スタビライザ１は、曲げ部１ｃ，１ｃ（図１Ａ、図１Ｂ参照）の内側が焼入れが完全に入らないおそれがある。何故なら、焼入れした際、厚肉化や形状的に水が当たり難いことによる冷却速度の低下が起因するものと考えられる。焼入れが完全に入らない場合、中空スタビライザ１の耐久性に悪影響がある。

そこで、本中空スタビライザ１では、通常の水焼入れに加えて、後記するジェット水流による局所的な焼入れを補完的に行っている。

[0043] ＜中空スタビライザ１の金属組織＞

中空スタビライザ１は、主相がマルテンサイトである金属組織を有している。より具体的には、中空スタビライザ１の金属組織の少なくとも９０％以上にマルテンサイト組織を有する。

[0044] 中空スタビライザ１の金属組織をマルテンサイト組織とすると静的強度、耐久強度、疲労特性等を向上できる。また、単相であるので金属組織中に局部電池が形成され難くなり、耐食性の向上を図れる。

[0045] <中空スタビライザ 1 の応力解析>

次に、中実スタビライザと本実施形態の中空スタビライザ 1 とを t （板厚）／ D （外径）で重量比較するとともに、中空スタビライザ 1 の外面 1 f と内面 1 e とに発生する応力を定性的に相対比較した結果を説明する。

[0046] 図 3 は、中実スタビライザと等価サイズの中空スタビライザとを重量、外面応力、内面応力で比較したものである。横軸に t （板厚）／ D （外径）をとり、縦軸に重量（実線）、外面応力（破線）、内面応力（一点鎖線）をとっている。

図 3 においては、中実スタビライザの場合を 100% として、中空スタビライザでどのように重量、外面応力、内面応力が変化するかを表わしている。そのため、中実スタビライザの重量、外面応力が 100% であり、中実スタビライザは、内面がなく内面応力が発生しないので、内面応力は 0% である。

[0047] 重量は中実スタビライザが 100% であり、 t ／ D が低下する（板厚 t が薄くなる）に従って、板厚 t の変化は径の変化であるので、重量比は 2 次関数的に低下する。

中実スタビライザから t ／ D が低下する中空スタビライザとなると断面積が減少することから、外面応力、内面応力は増加する傾向となる。

[0048] 外面応力は、中実スタビライザから t ／ $D = 0.275$ 以上の中空スタビライザ 1 まで同等であり、 t ／ $D = 約 0.275$ を境に t ／ D が低下するに従って外面応力は増加する。

なお、 t ／ $D = 約 0.275$ の中空スタビライザ 1 とすると重量が約 20% 低下できる。

[0049] 内面応力は、中実スタビライザが 0% であり、 t （板厚）が減少する（ t ／ D 低下する）に従って断面積が減少するに伴い、内面応力が増加する。 t ／ D が約 0.275 以下での内面応力は外面応力より変化が大である。

t ／ $D = 約 0.18$ 以下では、内面からの疲労破壊が発生する。 t ／ $D = 約 0.18$ 以下では、内面応力および外面応力ともに急激に上昇する。

そこで、 $t/D = \text{約} 0.18$ 以下では、内面の硬度の向上がより重要である。

[0050] 以上のことから、 $t/D = \text{約} 0.18$ 以下では、内面応力および外面応力ともに急激に上昇するため、内面側および外面側の硬度向上がより必要となる。

また、中空スタビライザ 1 は、 $t/D = \text{約} 0.18 \sim 0.275$ など板厚 t が厚くなるので、前記したように、曲げ部 1 c の内側の焼入れが不十分となるおそれがある。

[0051] 一方、 t (板厚) が厚く中実に近い $t/D = 0.275$ 以上では、外面応力が中実の場合と同様であり、内面応力が低いため、内面応力の管理は不要としてもよいと考えられる。

[0052] <中空スタビライザ 1 の製造方法の一例>

次に、本実施形態に係る中空スタビライザの製造方法の一例について説明する。

[0053] 図 4 は、本発明の実施形態に係る中空スタビライザの製造方法を示す工程図である。

[0054] 図 4 に示すスタビライザの製造方法は、成形工程 S 10 と、焼入れ工程 S 20 と、焼戻し工程 S 30 と、管端加工工程 S 40 と、表面加工工程 S 50 と、塗装工程 S 60 とを順次含む。

[0055] 中空スタビライザ 1 の材料としては、前記したように、例えば、マンガンボロン鋼が使用される。素材は、管状の中空パイプ材である。

素材の中空パイプ材の長さ及び径は、所望の製品形状に応じて適宜の寸法とすることが可能である。

[0056] 前記したように、電縫管の場合、トーション部 1 a の外径は約 12 mm ～ 約 44 mm、板厚 t が約 2 mm ～ 約 6.5 mm の範囲を用いる。 $t/D = 0.09 \sim 0.22$ 程度である。SR 管の場合、例えば、トーション部 1 a の外径は約 12 mm ～ 約 44 mm、板厚 t が約 2 mm ～ 約 10 mm の範囲を用いる。 $t/D = 0.12 \sim 0.31$ 程度である。 $t/D = \text{約} 0.09$ 以下は

、細径となるために断面円状を維持することが困難で製造が困難である。

[0057] 中空パイプ材は、例えば、熱間圧延鋼材が用いられる。

上述の熱間圧延鋼材を用いて、前記の電縫管、SR管等が製管される。そして、所定長さの中空スタビライザ1を製造する電縫管、SR管等の中空パイプ素管1Sが用意される。

[0058] 成形工程S10は、曲げ加工を施すために中空パイプ素管1Sを加熱処理し、約900℃以上約1200℃以下で曲げ加工を施して製品形状近くに成形する工程である。

加熱方法としては、加熱炉による加熱、通電加熱、高周波誘導加熱等の適宜の方法を用いることができる。通電加熱は、急速加熱によって脱炭や脱ホウ素を抑制しつつ中空パイプ素管1Sを加熱処理することができる。そのため、通電加熱を用いることが好ましい。

[0059] そして、中空パイプ素管1Sが約900℃以上約1200℃以下に加熱されて、型成形により、中空パイプ素管1Sに曲げ加工を施す。約900℃以上での成形は、金属の再結晶温度以上の高温で行うため、加工し易い。

なお、約720℃以下での曲げ成形としてもよい。

約720℃以下での曲げ加工を施した場合には、約900℃以上約1200℃以下での成形と異なり、金属が柔らかくならない状態での曲げ加工となるため、大きな力をかける必要がある。

[0060] そこで、型成形でなく各種ベンダによる曲げ加工となる。ベンダによる曲げ加工の場合、加熱温度が金属の再結晶温度未満であり、金属が柔らかくならない。そのため、例えば、曲げと曲げとの間隔は外径の約1倍以上必要となる。

これに対して、加熱温度が金属の再結晶温度以上での曲げ加工の場合、金属が柔らかく、曲げと曲げとの間隔はベンダによる曲げの半分程度で済み、約900℃以上約1200℃以下での型成形は加工性がよい。

[0061] さらに、約900℃以上約1200℃以下での型成形は量産性が高い。成形工程S10に限れば、ベンダによる曲げ加工に比較し、倍以上の量産性が

ある。

型成形によって、中空パイプ素管 1 S に曲げ加工を施すことによって、中空パイプ素管 1 S にトーション部 1 a 及びアーム部 1 b、曲げ部 1 c を形成し、中空パイプ素管 1 S の形状を所望の中空スタビライザ 1 の形状近くに賦形される。

[0062] なお、曲げ加工は、所望の製品形状に応じて、複数の曲げ部 1 c が形成されるように複数箇所に施すことが可能である。つまり、型成形による多段曲げによって、複数の曲げ部 1 c、トーション部 1 a およびアーム部 1 b を形成することもできる。

[0063] 焼入れ工程 S 2 0 は、曲げ成形された中空パイプ素管 1 S を高温（約 900℃以上など）に加熱して、冷却剤により冷却する工程である。冷却剤は、水と同等以上又は水に近い熱伝達率を有する媒体が用いられる。つまり、焼入れ工程 S 4 0 は、曲げ加工が施された中空パイプ素管 1 S を加熱してオーステナイト化後、下部臨界冷却速度以上で冷却して焼入れを施す工程である。

[0064] 冷却剤の熱伝達率は、中空パイプ素管 1 S に対する静止した水ないし流れを有する水の熱伝達率値に対して±10%以内の範囲であることが好ましい。焼入れ温度、加熱速度及び焼入れ保持時間は、適宜の範囲で行うことが可能である。但し、焼入れ温度は、オーステナイト結晶粒が過度に粗大化したり、焼割れが発生したりするのを避ける観点から、オーステナイト化温度（AC3）+100℃以下とすることが好ましい。このような加熱を行った後、冷却剤を用いて中空パイプ素管 1 S の冷却を行い、中空パイプ素管 1 S の金属組織をマルテンサイト化させる。

[0065] 中空パイプ素管 1 S の加熱処理は、浸炭剤を併用して行うこともできる。すなわち、焼入れ工程 S 2 0 において、中空パイプ素管 1 S に浸炭焼入れを施すものとすることも可能である。浸炭法としては、固体浸炭法、ガス浸炭法及び液体浸炭法のいずれを用いてもよい。固体浸炭法としては、木炭または骨炭に炭酸バリウム（BaCO₃）などの浸炭促進剤を用いる。ガス浸炭法

は、Cを含む天然ガスなどのガスを用いて炉中で空気を混合して不完全燃焼させ、加熱して行われる。液体浸炭法は、NaCNなどを主成分とする塩浴中で加熱して行われる。浸炭の温度は、約750℃～約950℃である。なお、浸炭は、後の工程で別途行ってもよい。

[0066] 焼入れ処理としては、具体的には、水焼入れ、水溶液焼入れ又は塩水焼入れを施すことが好ましい。水焼入れは、冷却剤として、水を用いる焼入れ処理である。水温は、0℃以上100℃以下程度、好ましくは5℃以上40℃以下の温度範囲とすることができる。水溶液焼入れ（ポリマー焼入れ）は、冷却剤として、高分子を添加した水溶液を用いる焼入れ処理である。

[0067] 高分子としては、例えば、ポリアルキレングリコール、ポリビニルピロリドン等の各種の高分子を用いることができる。高分子濃度は、前記の所定熱伝達率を示す限り特に制限されるものではなく、高分子の種類や処理に供する中空パイプ素管1Sの焼入れ目標等に応じて調節することができる。

[0068] 塩水焼入れは、冷却剤として、塩化ナトリウム等の塩類を添加した水溶液を用いる焼入れ処理である。塩濃度は、前記の所定熱伝達率を示す限り特に制限されるものではなく、処理に供する中空パイプ素管1Sの焼入れの程度に応じて調節することができる。これらの焼入れ処理において、冷却剤は、攪拌や循環させてよいし、攪拌や循環させなくてもよい。

本実施形態では、冷却剤として水を用いており、不図示の焼入れ槽内の水の温度上昇を抑えるため、循環させている。

[0069] 図5Aは、曲げ成形された中空パイプ素管1Sを水焼入れする状態を示す上面図であり、図5Bは、水焼入れする際に曲げ加工が施された中空パイプ素管1Sを揺動させる状態を示す斜め上方向から見た斜視模式図である。

図5Aに示すように、中空パイプ素管1Sは水焼入れする際に、曲げ加工が施された中空パイプ素管1Sが熱変形するおそれがある。

[0070] そこで、水焼入れする際、中空パイプ素管1Sの直管のトーション部1aがクランプc1、c2、c3、c4によりクランプされる。クランプc1とクランプc4とは、曲げ部1cの焼入れが阻害されるのを防ぐため、トーシ

ョン部 1 a の曲げ部 1 c に距離をとって配置される。

クランプ c 1、c 2、c 3、c 4 によりクランプ（把持）される箇所は、冷却が不十分となるのを防ぐため小さい面積になるように配慮する。

[0071] そして、クランプ c 1、c 2、c 3、c 4 はほぼ対称にかつほぼ等間隔にできるだけ距離をとって配置される。これにより、中空パイプ素管 1 S の変形を均等にかつ可及的に抑えることができる。水焼入れに際し、中空パイプ素管 1 S が移動されるため、アーム部 1 b、1 b は、それぞれその一部が支持部 j 1、j 2 により支持される。

これにより、水焼入れ中、中空パイプ素管 1 S は焼入れ治具 J に一体的固定される。

[0072] こうして、図 5 B に示すように、焼入れ治具に固定された中空パイプ素管 1 S は、焼入れ治具 J により冷却剤の水の中で、矢印 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ に示すように、揺動させることで焼入れが行われる。つまり、拘束焼入れが行われる。

中空パイプ素管 1 S をクランプして拘束焼入れすることにより、曲げ加工が施された中空パイプ素管 1 S は冷却による熱変形することが抑えられる。

[0073] 図 6 A ～図 6 C は、それぞれ水焼入れする際に、中空パイプ素管 1 S の揺動なし、中空パイプ素管 1 S の揺動速度 220 mm/sec 、中空パイプ素管 1 S の揺動速度 500 mm/sec でのロックウェル硬さ（HRC）を比較した図である。横軸に t （板厚）/ D （外径）をとり、縦軸にロックウェル硬さ（HRC）をとっている。ロックウェル硬さ 40.0 は規格下限を示し、二点鎖線は硬さの最大値を示し、破線は硬さの最小値を示し、実線は硬さの平均値を示す。

[0074] 図 6 A に示すように、中空パイプ素管 1 S の揺動がない場合には、 $t/D = 0.15 \sim 0.16$ 、 $0.20 \sim 0.24$ で硬さが規格下限より低い結果となった。

そこで、焼入れ中、中空パイプ素管 1 S を揺動速度 220 mm/sec で揺動させたところ、図 6 B に示すように、規格下限より低い硬さの t/D がなくなり、硬さの下限が上昇した。

[0075] さらに、焼入れ中、中空パイプ素管 1 S を揺動速度 500 mm/sec で揺動させたところ、図 6 C に示すように、硬さは、揺動速度 220 mm/sec より向上し、硬さが高い方向に均一化することが明らかになった。

[0076] 上述の検討により、揺動速度 500 mm/sec のプラス・マイナス 150 mm/sec の約 350 mm/sec 以上約 650 mm/sec 以下で、好ましい硬さが得られることが判明した。揺動速度が約 350 mm/sec 未満の場合、揺動速度が遅いため（冷却剤と中空パイプ素管 1 S との相対速度が遅いため）熱伝達率が低下し、冷却速度が遅くなる。揺動速度が約 650 mm/sec を超える場合、揺動速度が速過ぎ（冷却剤と中空パイプ素管 1 S 表面との相対速度が速過ぎ）、水と中空パイプ素管 1 S 表面との接触時間が短くなり熱伝達率が低下し、冷却速度が遅くなる。

[0077] 以上より、水焼入れ中に、中空パイプ素管 1 S を揺動速度 350 mm/sec 以上約 650 mm/sec にすることで、冷却剤の水による中空パイプ素管 1 S の冷却が効果的、効率的に行われ、焼入れ硬さの向上、均一化が可能である。

なお、冷却剤の種類を変えたり、冷却剤の循環速度を速めたり、冷却剤の温度を低下させるなどして、中空パイプ素管 1 S の揺動を行わない構成も可能である。

[0078] <外面ジェットによる焼入れ>

図 7 は、曲げ成形された中空パイプ素管 1 S の曲げ部 1 c の内側を外面から局所的に焼入れを行っている状態を示す上面図である。

ところで、前記したように、中空パイプ素管 1 S が厚肉の場合、曲げ部 1 c, 1 c (図 1 A、図 1 B 参照) の内側 1 c 1、1 c 2 は、焼入れが完全に入らないおそれがある。

例えば、 t (板厚) / D (外径) = $0.18 \sim 0.275$ の場合、中空パイプ素管 1 S の板厚が厚くなるので、焼き入れが不十分になるおそれがある。この場合、外面ジェットによる焼入れが行われる。

[0079] 外面ジェットによる焼入れとは、図 7 に示すように、水焼入れ中の曲げ成

形された中空パイプ素管 1 S の曲げ部 1 c, 1 c の内側 1 c 1、1 c 2 の各外面 1 e に冷却剤のジェット流であるジェット水流を連続的に噴射し、急速に冷却する。冷却剤のジェット流は水以外の液体、気体のジェット流、例えば、商品名「コルダー」等を利用した気体でもよい。気体のジェット流を用いた場合、金属製の中空スタビライザ 1 に対して、防錆効果がある。また、製造ラインが簡便となるという効果がある。

[0080] 具体的には、一方側の曲げ部 1 c の内側 1 c 1 に水を噴射するノズル n 1 がホース h 1 の先端に小型水中ポンプ p 1 を介して接続されている。また、他方側の曲げ部 1 c の内側 1 c 2 に水を噴射するノズル n 2 がホース h 2 の先端に小型水中ポンプ p 2 を介して接続されている。少なくとも、ノズル n 1、n 2 は焼入れ治具 J に一体的固定されており、中空パイプ素管 1 S との相対的位置が不変の状態で行われる。ホース h 1、h 2 は、ゴム製、樹脂製、金属製例えばステンレス鋼 (SUS) でできたジャバラ構造のフレキシブル管でもよく、可撓性、防錆性など、冷却剤の水を円滑に長時間供給できる機能を有すれば、特に限定されない。

[0081] 焼入れ中、一方側のノズル n 1 の先端が、揺動中の曲げ成形された中空パイプ素管 1 S の一方側の曲げ部 1 c の内側 1 c 1 に向けられる。そして、小型水中ポンプ p 1 でホース h 1 内の冷却剤の水を汲み上げることで、ノズル n 1 からジェット水流が一方側の曲げ部 1 c の内側 1 c 1 外面に当てられて、急速に冷却（焼入れ）される。同時に、他方側のノズル n 2 の先端が、中空パイプ素管 1 S の他方側の曲げ部 1 c の内側 1 c 2 に向けられる。そして、小型水中ポンプ p 2 でホース h 2 内の水を汲み上げることで、ノズル n 2 からジェット水流が他方側の曲げ部 1 c の内側 1 c 2 外面に当てられて、急速に冷却（焼入れ）される。

[0082] なお、中空パイプ素管 1 S の曲げ部 1 c の内側 1 c 1、1 c 2 への外面ジェットの流量は、検討結果、ジェット流量 8.5 リットル/min 以上、流速 2000 mm/sec 以上が望ましい。

ジェット流量 8.5 リットル/min 未満、流速 2000 mm/sec 未

満の場合、中空パイプ素管 1 S の曲げ部 1 c の冷却速度が低下する結果となった。

これにより、曲げ成形された中空パイプ素管 1 S の曲げ部 1 c、1 c の各内側 1 c 1、1 c 2 の焼入れをより完全なものにすることができる。

[0083] <外面ジェットの効果>

図 8 は、外面ジェットによる効果を硬度で示す図である。横軸に中空パイプ素管 1 S の曲げ部 1 c の内側 1 c 1、1 c 2 の表面からの深さ（距離）をとり、縦軸にビッカース硬さをとっている。なお、ビッカース硬さ試験の圧子の荷重は 300 gf である。図 8 では、参考にロックウェル硬さ HRC 40、43 を示す。

[0084] 供試管 A、B をそれぞれ外面ジェット有り、無しでのビッカース硬さを測定した。供試管 A の外面ジェット無しは太実線で示し、供試管 A の外面ジェット有りは太破線で示す。供試管 B の外面ジェット無しは細実線で示し、供試管 B の外面ジェット有りは細破線で示す。

[0085] 図 8 の太破線、細破線のビッカース硬さが高く供試管 A、B とともに外面ジェットを行うことで、硬度が向上していることが分る。

以上より、中空パイプ素管 1 S の曲げ部 1 c の内側 1 c 1、1 c 2 に冷却剤による外面ジェットを行うことで、焼入れ性が向上することが確認できた。

上述の冷却剤による外面ジェットは、中空パイプ素管 1 S を冷却剤に浸漬することなく行ってもよい。

[0086] 焼戻し工程 S 30（図 4 参照）は、焼入れされた中空パイプ素管 1 S に焼戻しを施す工程である。焼戻しは、焼入れによって得られた擬安定金属組織に対して変態または析出を進行させて安定な組織に近付け、所要の性質、状態を与えるため（特に靱性を高めるため）に行う加熱、冷却の工程である。加熱は、加熱炉、通電加熱、高周波誘導加熱で A c 1 変態点以下の温度で行われる。冷却は、水冷など任意の方法で行うことが可能である。

[0087] 表 1 は、焼戻しに応じた疲労試験に用いた供試管 C、D の化学成分を示す

表である。

[表1]

化学成分									
鋼種	C	Si	Mn	P	S	Cr	B	その他	
供試管C	0.24	0.18	0.40	0.009	0.004	0.25	0.0042	Fe その他	
供試管D	0.30	0.20	1.30	0.015	0.004		0.0010		

[0088] 図9は、約900℃以上約1200℃以下での成形の供試管Cを焼戻し温度350℃で焼戻しを行い、約900℃以上約1200℃以下での成形の供

試験管Dを焼戻し温度350℃、400℃で焼戻しを行い、耐久性を比較したS-N線図である。横軸に耐久回数（繰返し数）を示し、縦軸に応力振幅（MPa）（疲労強度）を示す。図9では、参考に従来の水焼入れのみの中空パイプ素管のワイブル分布の50%折損確率（平均）を一点鎖線で示し、10%折損確率（平均）を破線で示す。

[0089] 成形工程S10における中空パイプ素管1Sを約900℃以上約1200℃以下で成形した供試験管Cの350℃への加熱の焼戻しの寿命（疲労破壊の回数）を“●”で示し、成形工程S10における中空パイプ素管1Sを約900℃以上約1200℃以下で成形した供試験管Dの350℃への加熱の焼戻しの寿命（疲労破壊の回数）を“◆”で示し、同じく約900℃以上約1200℃以下で成形した供試験管Dの400℃への加熱の焼戻しの寿命（疲労破壊の回数）を“■”で示す。

図9により、成形工程S10において、中空パイプ素管1Sを約900℃以上約1200℃以下で成形した供試験管C、Dは、350℃、400℃の焼戻し温度で従来と同様な寿命が得られることが明らかになった。

[0090] 図10は、約720℃以下での成形の鋼種Dの焼戻し温度250℃、300℃の耐久性を比較したS-N線図である。横軸に耐久回数（繰返し数）を示し、縦軸に応力振幅（MPa）（疲労強度）を示す。図10では、参考に従来の水焼入れのみの中空パイプ素管のワイブル分布の50%折損確率（平均）を一点鎖線で示し、10%折損確率（平均）を破線で示す。供試験管Dの250℃への加熱の焼戻しの寿命（疲労破壊の回数）を“▲”で示し、供試験管Dの300℃への加熱の焼戻しの寿命（疲労破壊の回数）を“■”で示す

[0091] 成形工程S10における中空パイプ素管1Sを約720℃以下で成形で行った場合、250℃に加熱するよりも300℃に加熱する焼戻しが、耐久性が向上することが確認された。

これらの検討より、成形を約720℃以下で行う中空スタビライザ1の場合、焼戻しの加熱温度は約200℃～約290℃が望ましく、約230℃～約270℃が最も望ましいことが判明した。

[0092] 管端加工工程 S 4 0 (図 4 参照) は、曲げ成形された中空パイプ素管 1 S の両端部に加工を施して、スタビライザリンク 2 (図 1 A、図 1 B 参照) に連結される連結部 1 d、1 d を形成する工程である。

管端加工工程 S 4 0 では、曲げ成形された中空パイプ素管 1 S の末端をプレスによる圧縮加工で塑性変形させて扁平状に形成した後、穴開け型で孔開けする。これにより、曲げ成形された中空パイプ素管 1 S の末端に取り付け孔 1 d 1、1 d 1 をそれぞれ有する連結部 1 d、1 d が形成される。なお、連結部 1 d、1 d の形態や形成方法は、特に制限されない。

[0093] 表面加工工程 S 5 0 (図 4 参照) は、焼入れが施された曲げ成形された中空パイプ素管 1 S にショットピーニングを施す工程である。ショットピーニングは、約 9 0 0 °C 以下及び約 7 2 0 °C 以下のいずれで行ってもよく、粒子径や投射速度等の条件を変えて複数回繰り返し行ってもよい。ショットピーニングを施すことによって、中空スタビライザ 1 の表面に圧縮残留応力が付加され、疲労強度や耐摩耗性の向上と共に、置割れや応力腐食割れ等の防止が図られる。ショットピーニングは、 $t/D = \text{約} 0.18$ 以下の中空スタビライザ 1 の耐久性向上等に有効である。

[0094] 塗装工程 S 6 0 は、中空パイプ素管 1 S に塗装する工程である。

中空パイプ素管 1 S に塗装処理を行うため、まず表面洗浄や表面処理を行う。中空パイプ素管 1 S の表面に、油脂分や異物等を除去する除去処理や下地処理等の各種の前処理を施す。下地処理としては、例えば、リン酸亜鉛、リン酸鉄等の被膜を形成することができる。

[0095] その後、中空パイプ素管 1 S に予加熱を施す。塗装前に予加熱を施すことによって、塗装処理効率を向上させることができる。また、塗料の温度上昇が表面側に偏らないようにすることが可能であるため、塗膜の密着性を向上させることができる。加熱方法としては、加熱炉による加熱、赤外線加熱等の適宜の方法を用いることができる。なお、前処理において加熱乾燥による水切りを実施する場合には、加熱乾燥後の余熱を塗料の塗着に利用することもできる。そのため、水切りにおける加熱乾燥温度が十分に高い場合には、

前処理の後に、予加熱を行うことなく、塗装を実施してもよい。

[0096] そして、中空パイプ素管 1 S に塗料を用いた塗装が行われる。塗料としては、粉体塗料が好ましく用いられ、例えば、エポキシ樹脂製の粉体塗料を好適に用いることができる。塗装方法としては、例えば、中空スタビライザ 1 の表面に厚さ $50\text{ }\mu\text{m}$ 以上程度の塗膜が形成されるように塗料の噴射を行う方法や、塗料への浸漬を行う方法を用いることができる。

塗装処理として、電着塗装、溶剤塗装等を実施してもよい。

[0097] 以上説明した工程を経て、中空スタビライザ 1（図 1 B 参照）を製造することができる。

[0098] <<その他の焼入れ時の冷却法の例>>

<内面ジェットによる焼入れ>

中空パイプ素管 1 S の曲げ部 1 c の内側 1 c 1、1 c 2 の焼入れ性を上げたい場合、中空パイプ素管 1 S を内面 1 f から局所的に焼入れを行う冷却剤の内面ジェットによる焼入れが行われる。

[0099] 例えば、 t （板厚）/ D （外径） $=0.25\sim0.275$ の場合、中空パイプ素管 1 S の板厚が厚くなるので、焼き入れが不十分になるおそれがある。この場合、内面ジェットによる焼入れが有効である。

[0100] <内面ジェットによる焼入れ法>

図 1 1 は、内面ジェットによる焼入れ方法で、曲げ成形された中空パイプ素管 1 S を内面から局所的に焼入れを行っている状態を示す上面図である。

内面ジェットによる焼入れは、次のようにして行われる。

中空パイプ素管 1 S の両端部の開口の管端 1 s 1、1 s 2 に間隔をおいて、それぞれ中空パイプ素管 1 S の内径に対応したノズル n 3、n 4 が配置される。ノズル n 3、n 4 の径は中空パイプ素管 1 S の内径に対応して、適宜に定められる。

[0101] ノズル n 3、n 4 にはそれぞれ小型水中ポンプ p 3、p 4 を介して、可撓性のホース h 3、h 4 が接続される。ホース h 3、h 4 は、ゴム製、樹脂製、金属製例えばステンレス鋼（SUS）でできたジャバラ構造のフレキシブ

ル管でもよく、可撓性、防錆性など、冷却剤の水を円滑に長時間供給できる機能を有すれば、特に限定されない。

[0102] ノズル $n3$ 、 $n4$ 、小型水中ポンプ $p3$ 、 $p4$ などは、中空パイプ素管 $1S$ がクランプされる焼入れ治具 J に固定され、中空パイプ素管 $1S$ と一体に揺動される。つまり、中空パイプ素管 $1S$ の焼入れの冷却中、中空パイプ素管 $1S$ とノズル $n3$ 、 $n4$ との相対的位置は不変である。

[0103] 小型水中ポンプ $p3$ 、 $p4$ によりそれぞれホース $h3$ 、 $h4$ 内の水が汲み上げられ、ノズル $n3$ 、 $n4$ から、それぞれ中空パイプ素管 $1S$ の両端部の開口の管端 $1s1$ 、 $1s2$ 内にジェット水流が噴入される（図 11 の白抜き矢印 $\beta1$ 、 $\beta2$ ）。

[0104] 一方の管端 $1s1$ から中空パイプ素管 $1S$ 内に入ったジェット水流は、管内を流れ（図 11 の白抜き矢印 $\beta10$ ）、両曲げ部 $1c$ 、 $1c$ の内面 $1f1$ 、 $1f2$ を順に急速に冷却し、他方の管端 $1s2$ から排出される（図 11 の矢印 $\beta3$ ）。

[0105] 同様に、他方の管端 $1s2$ から中空パイプ素管 $1S$ 内に入ったジェット水流は、管内を流れ（図 11 の白抜き矢印 $\beta20$ ）、両曲げ部 $1c$ 、 $1c$ の内面 $1f2$ 、 $1f1$ を順に急速に冷却し、一方の管端 $1s1$ から排出される（図 11 の矢印 $\beta4$ ）。

[0106] ノズル $n3$ 、 $n4$ はそれぞれ中空パイプ素管 $1S$ の管端 $1s1$ 、 $1s2$ から離隔されて配置するので、ジェット水流の排出（図 11 の矢印 $\beta3$ 、 $\beta4$ ）を阻害することはない。なお、ノズル $n3$ 、 $n4$ の径を両方向からのジェット水流が円滑に行えるように適宜設定できる。

[0107] 上述したように、ノズル $n3$ 、 $n4$ が、中空パイプ素管 $1S$ に対称に中空パイプ素管 $1S$ の管端 $1s1$ 、 $1s2$ 内にジェット水流を噴入するので、冷却速度、冷却温度が左右対称になり、より均一な品質が高い焼き入れが行える。

なお、中空パイプ素管 $1S$ 内への内面ジェットの流量は、検討結果、ジェット流量 $8.5 \text{ リットル}/\text{min}$ 以上、流速 $2000 \text{ mm}/\text{sec}$ 以上が望

ましい。

ジェット流量 8.5 リットル／min 未満、流速 2000 mm/sec 未満の場合、中空パイプ素管 1 S の曲げ部 1 c の冷却速度が低下する結果となった。

[0108] <内面ジェットによる焼入れの効果>

図 12 は、水焼入れおよび内面ジェットによる焼入れの効果、水焼入れのみの場合との比較を疲労試験で示す S-N 線図である。横軸に耐久回数（繰返し数）を示し、縦軸に応力振幅（MPa）（疲労強度）を示す。図 12 では、従来の水焼入れのみの中空パイプ素管のワイブル分布の 50% 折損確率（平均）を一点鎖線で示し、10% 折損確率（平均）を破線で示す。

[0109] 従来の水焼入れのみの中空パイプ素管 1 S の疲労破壊の回数を“▲”で示し、本実施形態の水焼入れに内面ジェット水流による焼入れを加えた焼入れの中空パイプ素管 1 S の疲労破壊の回数を“△”で示す。

図 12 より、内面ジェット有り（△）の場合が内面ジェット無し（▲）の場合より耐久回数が上昇し、内面ジェットを行うことで耐久性が向上することが確認された。

なお、ノズル n 3、n 4 からの冷却剤の噴入は互い違いに行ってもよい。

もちろん、商品名「コルダー」等の気体ジェット流であっても、中空スタビライザ 1 の急冷による熱処理効果が得られる。また、中空スタビライザ 1 の製造ラインが簡便になるとともに製造ラインがクリーンになるという効果が得られる。

[0110] <<焼入れ時の他例の内面ジェットによる冷却法>>

図 13 は、他例の内面ジェットによる焼入れ方法で、曲げ成形された中空パイプ素管 1 S を内面から焼入れを行っている状態を示す上面図である。

第 2 の内面ジェットによる焼入れ方法は、次のようにして行われる。

中空パイプ素管 1 S の一方の開口の管端 1 s 1 に対向して適切な距離離隔して、ノズル n 5 が配置される。ノズル n 5 の径は中空パイプ素管 1 S の内径に対応して、適宜に定められる。

[0111] 中空パイプ素管 1 S の他方の開口の管端 1 s 2 には、管端 1 s 2 から排出されるジェット水流の流速を柔げて流す管状の噴射ガード g 1 が配設される。

ノズル n 5 にはそれぞれ小型水中ポンプ p 5 を介して、可撓性のホース h 5 が接続される。ホース h 5 は、ゴム製、樹脂製、金属製等任意である。

[0112] ノズル n 5、噴射ガード g 1 などは、中空パイプ素管 1 S がクランプされる焼入れ治具 J に固定され、中空パイプ素管 1 S と一体に揺動される。つまり、中空パイプ素管 1 S の焼入れの冷却中、中空パイプ素管 1 S とノズル n 5、噴射ガード g 1 との相対的位置は不変である。

[0113] 小型水中ポンプ p 5 によりホース h 5 内の水が汲み上げられ、ノズル n 5 から、それぞれ中空パイプ素管 1 S の一方端部の開口の管端 1 s 1 内にジェット水流が噴出される（図 1 3 の白抜き矢印 $\beta 5$ ）。

一方の管端 1 s 1 から中空パイプ素管 1 S 内に入ったジェット水流は、管内を流れ（図 1 3 の白抜き矢印 $\beta 5 0$ ）、曲げ部 1 c の内面 1 f 1 と曲げ部 1 c の内面 1 f 2 とを順に急速に冷却し、他方の管端 1 s 2 から排出される（図 1 3 の矢印 $\beta 6$ ）。

[0114] 上述の第 2 の内面ジェットにより、中空パイプ素管 1 S の曲げ部 1 c 1 の内面 1 f 1 と曲げ部 1 c 2 の内面 1 f 2 の焼入れ性が向上される。

なお、中空パイプ素管 1 S の両端部の開口の管端 1 s 1、1 s 2 から、同時にジェット水流を流す場合の方が焼入れによる変形がより抑えられ、より好ましい。

[0115] < t/D による中空スタビライザ 1 の製法切り分け >

図 3 により、 $t/D = \text{約} 0.18$ 未満では、外面応力および内面応力が急激に増加することから、ショットピーニングや、表面から炭素を拡散させて表面に高炭素の合金の層を作り、より内面の硬さを高くする浸炭が行われる。

[0116] また、中空スタビライザ 1 は、 $t/D = \text{約} 0.18 \sim 0.275$ など板厚 t が厚くなると、前記したように、曲げ部 1 c の内側 1 c 1、1 c 2 の焼入

れが不十分となるおそれがある。

そこで、 $t/D = \text{約} 0.18 \sim 0.275$ などの領域では、前記した冷却剤を中空スタビライザ1の曲げ部1cの内側1c1、1c2に対して噴射する冷却を伴う焼入れで中空スタビライザ1の曲げ部1cの内側1c1、1c2の硬度を高め、焼入れ不足を改善する。

[0117] $t/D = \text{約} 0.18 \sim \text{約} 0.275$ では、冷却剤の水などに浸漬した揺動を行う焼入れを行う。加えて、中空スタビライザ1の曲げ部1cの内側1c1、1c2の硬度を高めるため、外面ジェット流の焼入れが行われる。

[0118] 特に、 $t/D = \text{約} 0.25 \sim \text{約} 0.275$ では、板厚 t が厚くなり、曲げ部1cに焼入れが不十分となるおそれがあるので、内面ジェット流の焼入れを併用してもよい。

$t/D = \text{約} 0.275$ 以上では、外面応力が中実スタビライザと同等であり、内面応力が比較的低いので内面硬さは低くてもよい。つまり、前記の冷却剤の水などに浸漬した揺動を行う焼入れを行えばよい。

[0119] 以上のことから、中空スタビライザ1のアーム部1bの外面1eの硬度に比べて、曲げ部1cの内側1c1、1c2の外面1eの硬度が少なくとも約70%以上である中空スタビライザ1が実現できる。

なお、ジェット流なしの場合、アーム部1bの外面1eの硬度に比べて、曲げ部1cの内側1c1、1c2の外面1eの硬度が約34～約40%であったが、ジェット流を用いることで、約70%以上とすることができた。結果として、硬さ比が約70%以上であれば実用レベルにあると言える。

また、ジェット水流による焼入れを工夫することでアーム部1bの外面1eの硬度に比べて、曲げ部1cの内側1c1、1c2の外面1eの硬度が約80%以上や約90%以上とすることができる。硬度は、ロックウェル硬度またはビッカース硬度によるものとする。

[0120] 上記構成によれば、下記の効果を奏する。

1. 中空スタビライザ1の曲げ部1cに冷却剤に浸漬する焼入れに加えて、曲げ部1cの内側1c1、1c2の外面1eに向かって冷却剤を連続的に噴

射するので、冷却剤に浸漬する焼入れでは不充分となり易い箇所に十分な焼入れを施すことができる。また、中空スタビライザ 1 全体の冷却速度向上を図ることができる。

[0121] 2. 中空スタビライザ 1 の両曲げ部 1 c の内側 1 c 1、1 c 2 の外面 1 e に対して、同時に冷却剤を連続的に噴射するので冷却速度がほぼ同じとなり、左右対称な曲げ部 1 c により均一な同様な硬度をもつ中空スタビライザ 1 が得られる。

[0122] 3. 中空スタビライザ 1 の曲げ部 1 c の内面 1 f に対して、端部の開口の管端 1 s 1 または管端 1 s 2 から冷却剤を連続的に噴入するので、曲げ部 1 c の内面 1 f 1、1 f 2 の硬度を高めることができる。また、中空スタビライザ 1 全体の冷却速度向上を図ることができる。

[0123] 4. また、中空スタビライザ 1 の両端部の開口の管端 1 s 1、1 s 2 内に同時に、冷却剤を連続的に噴入するので、曲げ部 1 c の内面 1 f 1、1 f 2 での冷却速度がほぼ同じとなり、左右対称な曲げ部 1 c に均一な良好な硬度をもつ中空スタビライザ 1 が得られる。

[0124] 5. 焼入れ時に、冷却剤に浸漬時に揺動速度を約 350 mm/sec 以上約 650 mm/sec 以下とすることにより、焼入れ硬さの向上、均一化が可能である。

[0125] 6. 中空スタビライザ 1 を約 900℃以上約 1200℃以下で成形することで型成形できるので、約 720℃以下での成形のベンダによる曲げ成形に比べて、形状自由度が高い。例えば、ベンダ曲げの場合、曲げと曲げとの間は径の 1 倍以上必要であるが、型曲げの場合、曲げと曲げとの間の寸法をなくすことができる。

[0126] 7. 中空スタビライザ 1 を約 900℃以上約 1200℃以下で成形することで型成形できるので、約 720℃以下での成形のベンダによる曲げ成形に比べて、生産性を倍以上に向上させることができる。

[0127] 8. 中空スタビライザ 1 を約 900℃以上約 1200℃以下で成形することで型成形できるので、中実スタビライザの生産ラインを用いることができる

。

[0128] 9. 中空スタビライザ 1 の焼入れに油焼入れに代えて、水焼入れ、水溶液焼入れ又は塩水焼入れ等の、水と同等以上または水に近い熱伝達率を有する媒体による焼入れを採用することができるので、油焼入れ用の鉱油等の油性冷却剤の管理保安や廃棄経費が不要となる。例えば、油焼入れ用の鉱油は、廃棄業者に引き取って貰っており、廃棄経費が嵩む。これに対して、本実施形態の水焼入れに用いた水は、スケールを除いて放流することができる。

そのため、中空スタビライザ 1 の生産コストを、低減できる。また、中空スタビライザ 1 の効率的な生産が可能になる。

[0129] 10. 前記したように、厚肉の中空スタビライザ 1 のアーム部 1 b の外面 1 e の硬度に比べて、曲げ部 1 c の内側 1 c 1、1 c 2 の外面 1 e の硬度を少なくとも約 70%以上とできるので、軽量でありながら、耐久疲労性、強度が向上する中空スタビライザ 1 を実現することができる。

[0130] <<その他の実施形態>>

1. 前記実施形態で説明した中空スタビライザ 1 の曲げ部 1 c への冷却剤の外面ジェットまたは内面ジェットによる冷却は単独で独立して行ってもよい。

例えば、中空スタビライザ 1 の曲げ部 1 c への外面ジェットまたは内面ジェットは、それぞれ内面ジェットまたは外面ジェットを行うことなく行ってもよい。また、冷却剤に浸漬する焼入れを行うことなく、外面ジェットまたは内面ジェットを行ってもよい。

[0131] 2. 前記実施形態で説明した曲げ加工が施された中空パイプ素管 1 S をオーステナイト化後、下部臨界冷却速度以上で焼入れを施す焼入れは、例えば冷たい空気、商品名「コルダー」等の気体、水以外の液体の冷却を、曲げ加工が施された中空パイプ素管 1 S の曲げ部 1 c の内側 1 c 1、1 c 2 の外面 1 e に噴きつけるまたは内面 1 f に噴入することにより冷却して行ってもよい。

[0132] 3. 前記実施形態では、様々な構成を説明したが、各構成を選択したり、各

構成を適宜選択して組み合わせて構成してもよい。

[0133] 4. 前記実施形態は、本発明の一例を説明したものであり、本発明は、特許請求の範囲内または実施形態で説明した範囲において、様々な具体的な変形態態が可能である。

符号の説明

[0134] 1 スタビライザ(中空スタビライザ)
1 a トーション部
1 b アーム部
1 c 曲げ部
1 e 外面
1 f 1、1 f 2 内面
1 s 1、1 s 2 開口
1 S 中空パイプ素管(素管)

請求の範囲

- [請求項1] 車両に備えられ、車幅方向に延びるトーション部と、車両の前後方向に延びるアーム部と、前記トーション部と前記アーム部とを接続する曲げ部とを備える管状の中空スタビライザであって、
前記アーム部外面の硬度に対して、前記曲げ部の曲げ内側の外面の硬度が70%以上である
ことを特徴とする中空スタビライザ。
- [請求項2] 車両に備えられ、車幅方向に延びるトーション部と、車両の前後方向に延びるアーム部と、前記トーション部と前記アーム部とを接続する曲げ部とを備える管状の中空スタビライザであって、
前記曲げ部は、局所的にまたは内面側から硬度が高められる処理が行われている
ことを特徴とする中空スタビライザ。
- [請求項3] 板厚を t とし、外径を D とした場合、 $t/D = 0.18$ 以上 0.5 未満であり、
前記曲げ部の曲げ内側の外面に対して冷却剤が噴射される冷却を伴う焼入れが施されている
ことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の中空スタビライザ。
- [請求項4] 板厚を t とし、外径を D とした場合、 $t/D = 0.25 \sim 0.275$ 未満であり、
前記中空スタビライザの内部に冷却剤が噴入される冷却を伴う焼入れが施されている
ことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の中空スタビライザ。
- [請求項5] 板厚を t とし、外径を D とした場合、 $t/D = 0.1 \sim 0.18$ であり、
前記曲げ部の曲げ内側の外面または内面に、少なくともショットピ

ーニングまたは浸炭の何れかが施されている

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の中空スタビライザ。

[請求項6] 車両に備えられ、車幅方向に延びるトーション部と、車両の前後方向に延びるアーム部と、前記トーション部と前記アーム部とを接続する曲げ部とを備える管状の中空スタビライザであって、

前記曲げ部の曲げ内側の外面に対して冷却剤が噴射される焼入れが施されている

ことを特徴とする中空スタビライザ。

[請求項7] 左右の前記曲げ部の曲げ内側の両外面に対して一緒に前記冷却剤が噴射されている

ことを特徴とする請求項 6 に記載の中空スタビライザ。

[請求項8] 車両に備えられ、車幅方向に延びるトーション部と、車両の前後方向に延びるアーム部と、前記トーション部と前記アーム部とを接続する曲げ部とを備える管状の中空スタビライザであって、

前記中空スタビライザの内部に冷却剤が噴入される焼入れが施されている

ことを特徴とする中空スタビライザ。

[請求項9] 前記中空スタビライザの両端部から冷却剤が噴入される焼入れが施されている

ことを特徴とする請求項 4 または請求項 8 に記載の中空スタビライザ。

[請求項10] 前記冷却剤は、流量 $8.5 \text{ リットル} / \text{min}$ 以上、流速 $2000 \text{ m} / \text{sec}$ 以上で噴射または噴入される

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 または請求項 6 または請求項 8 に記載の中空スタビライザ。

[請求項11] 冷却剤に浸漬して冷却する焼入れが施され、

揺動速度 $350 \text{ mm} / \text{sec}$ 以上 $650 \text{ mm} / \text{sec}$ で揺動される

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 または請求項 6 または請求項 8 に記載の中空スタビライザ。

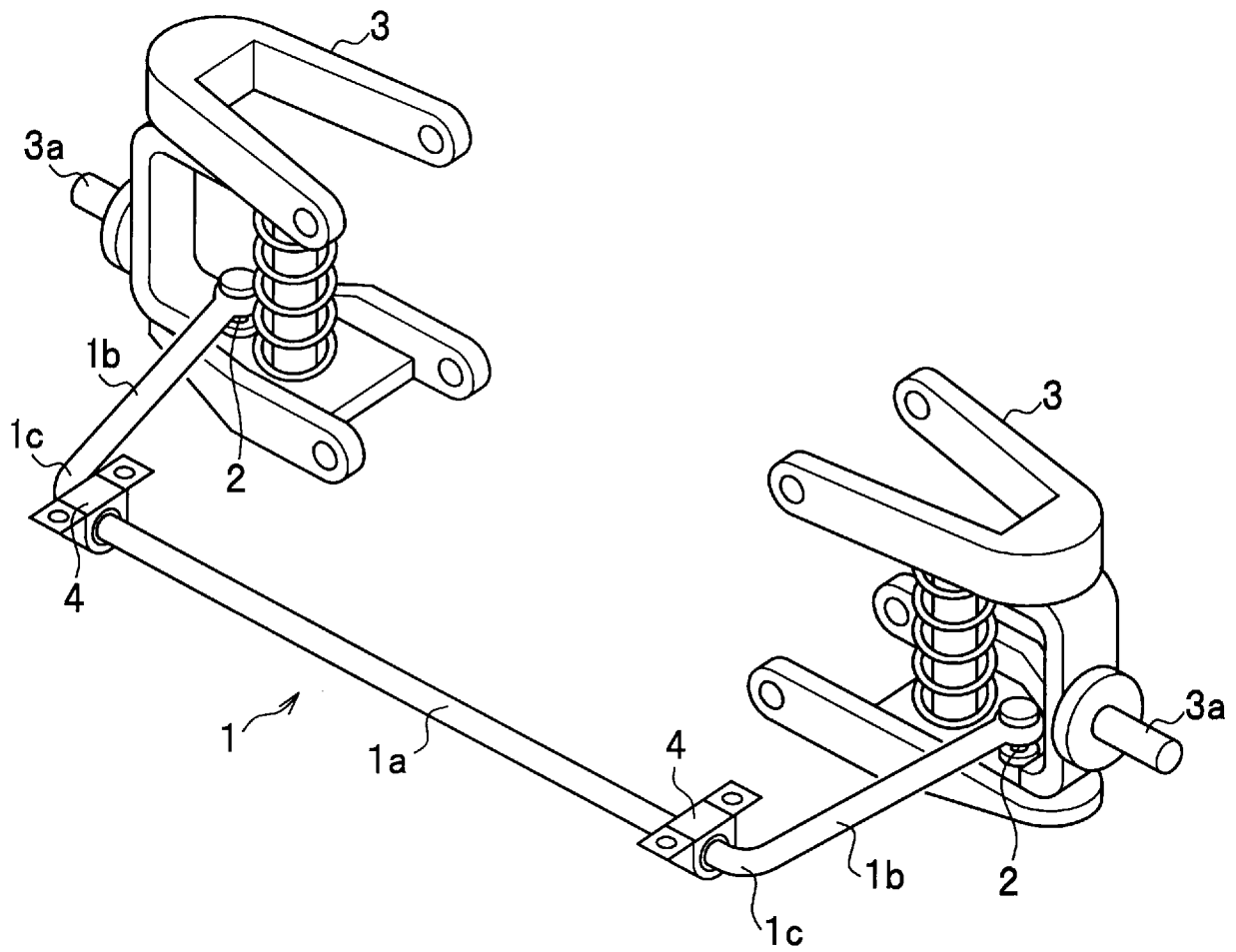
[請求項 12] 900℃から1200℃で曲げ成形が行われている

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 または請求項 6 または請求項 8 に記載の中空スタビライザ。

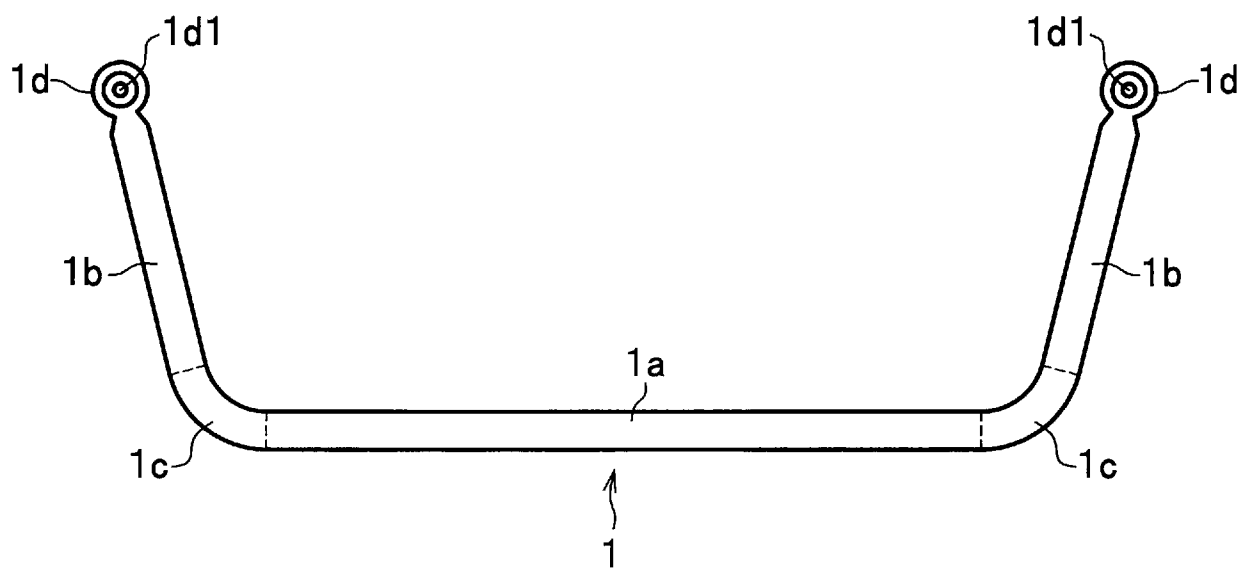
[請求項 13] 720℃以下で曲げ成形が行われ、
230℃～270℃に加熱して焼戻しが行われている

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 または請求項 6 または請求項 8 に記載の中空スタビライザ。

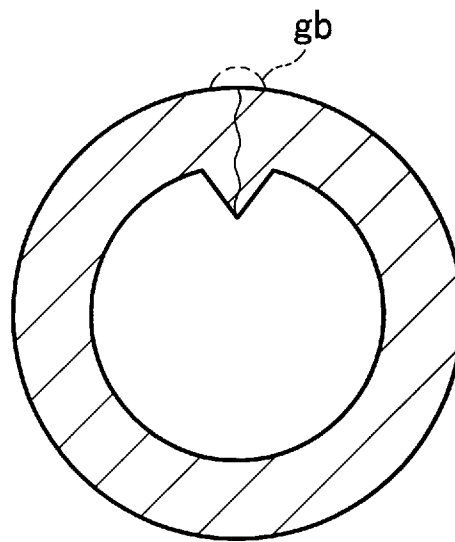
[図1A]



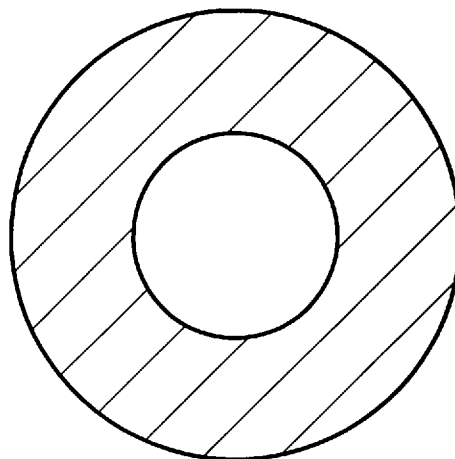
[図1B]



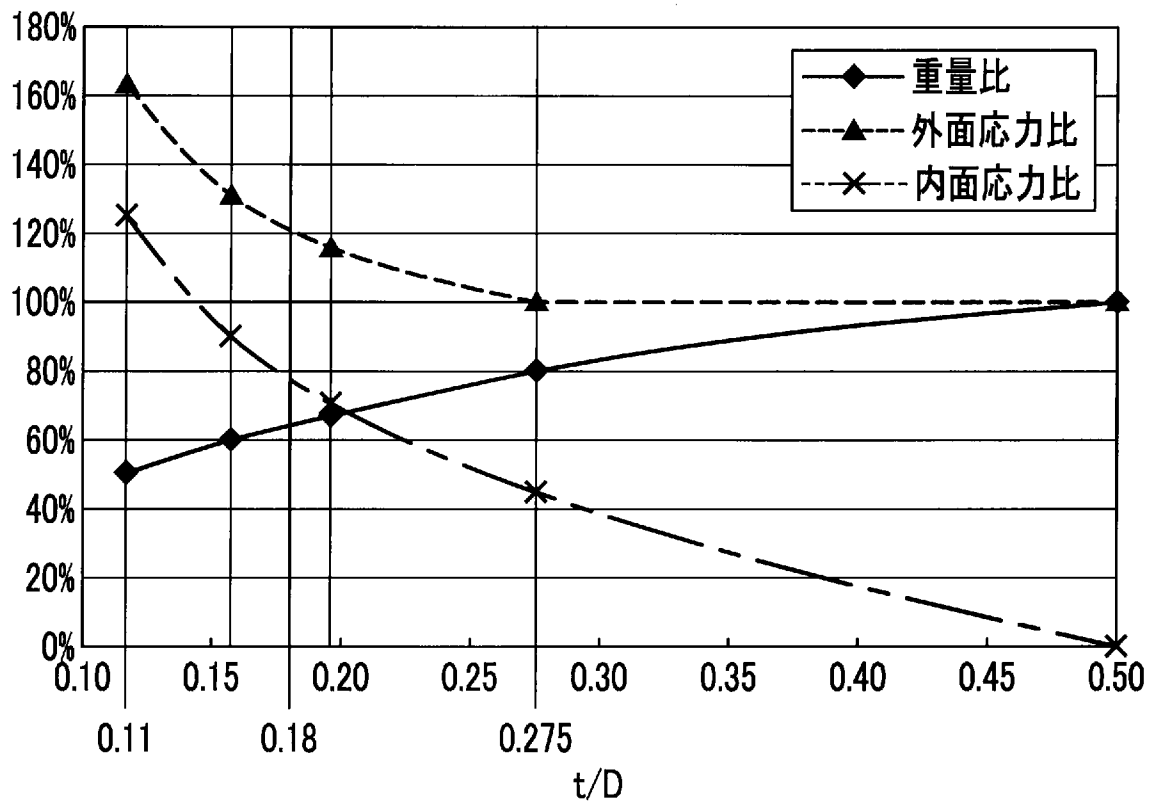
[図2A]



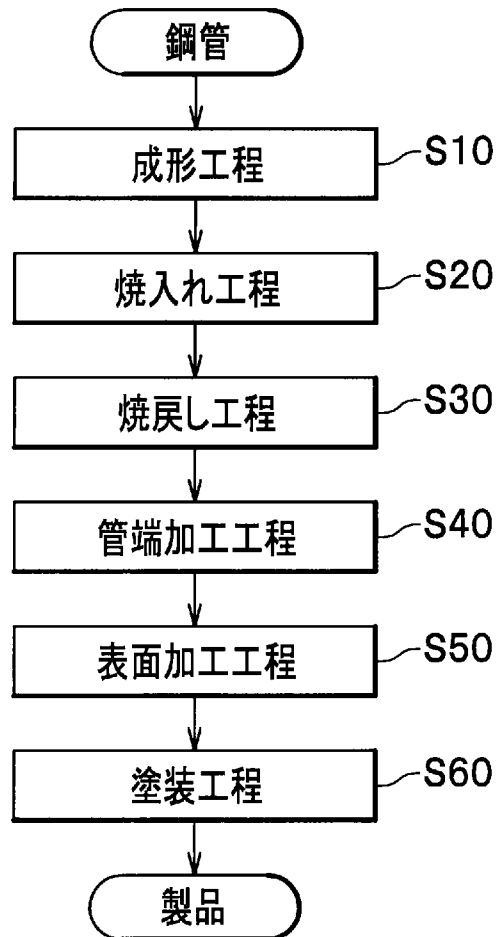
[図2B]



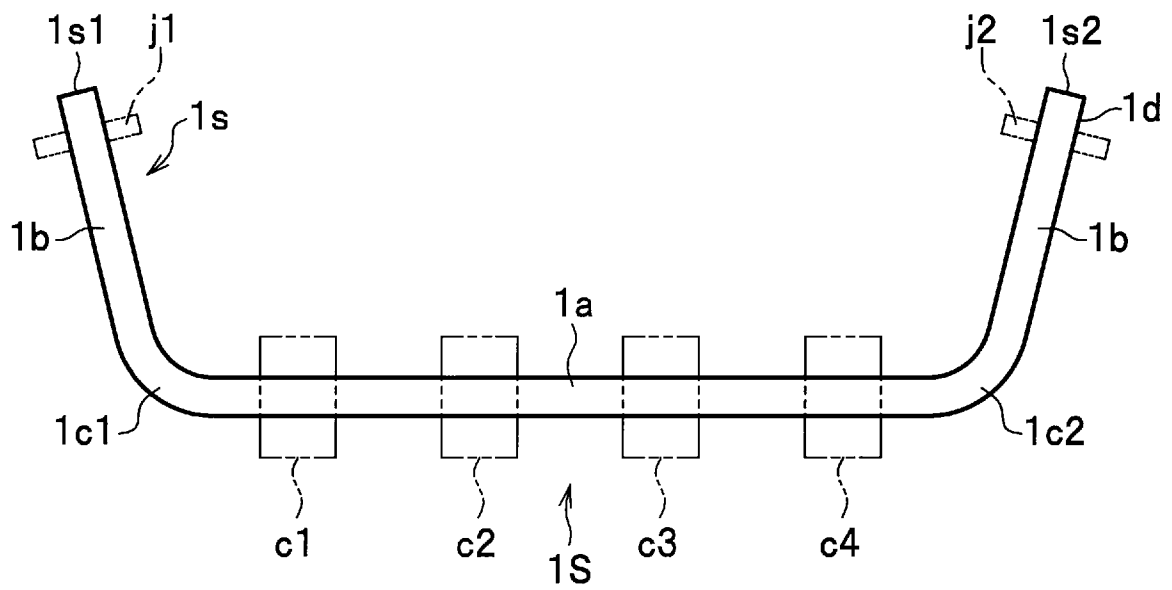
[図3]



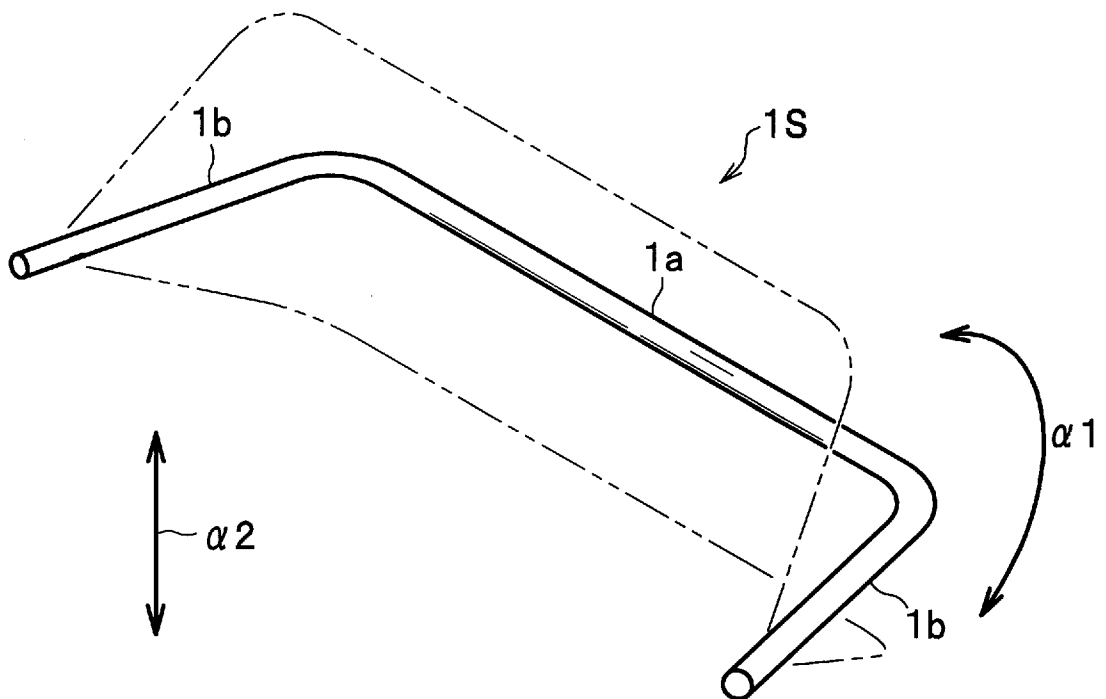
[図4]



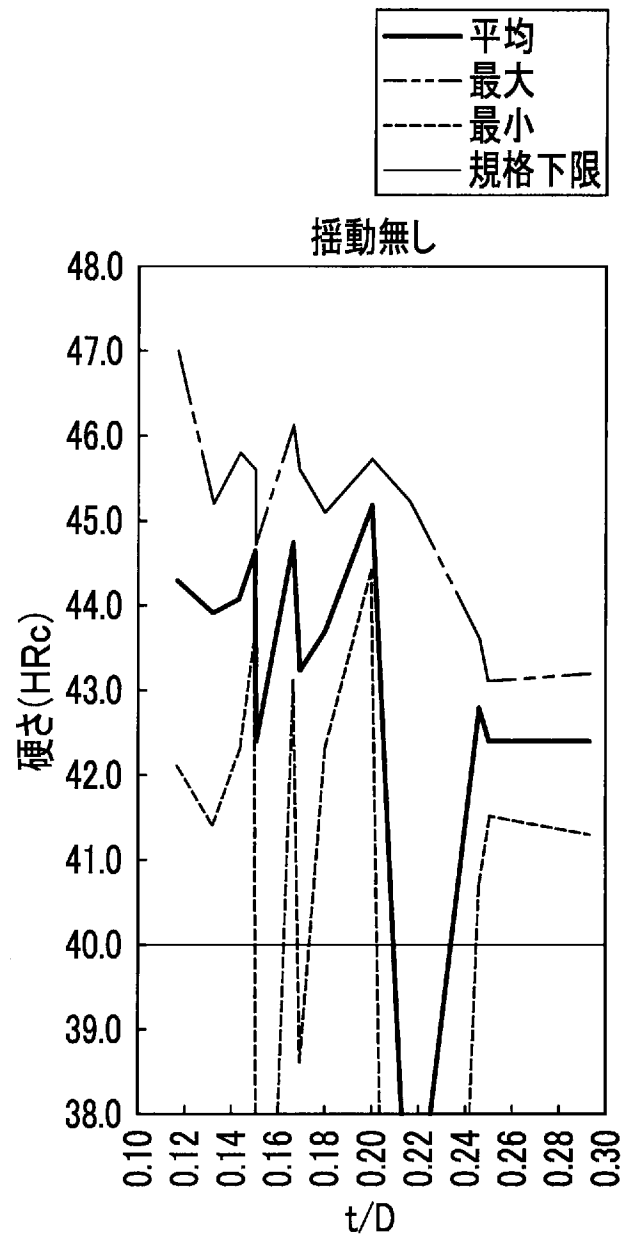
[図5A]



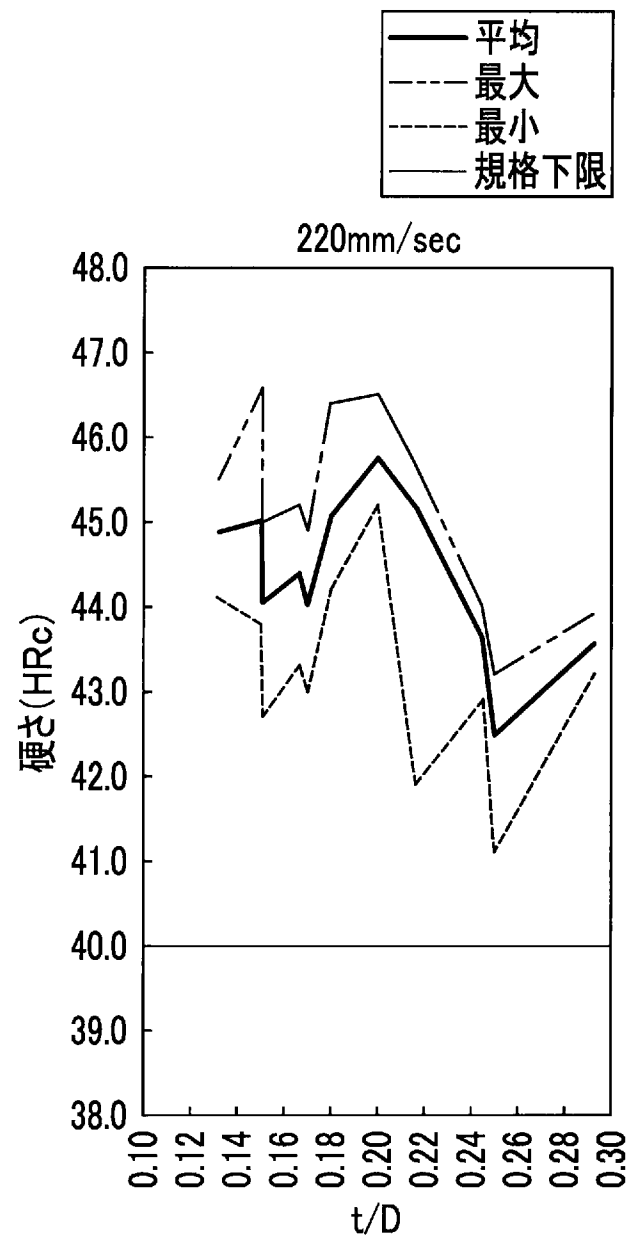
[図5B]



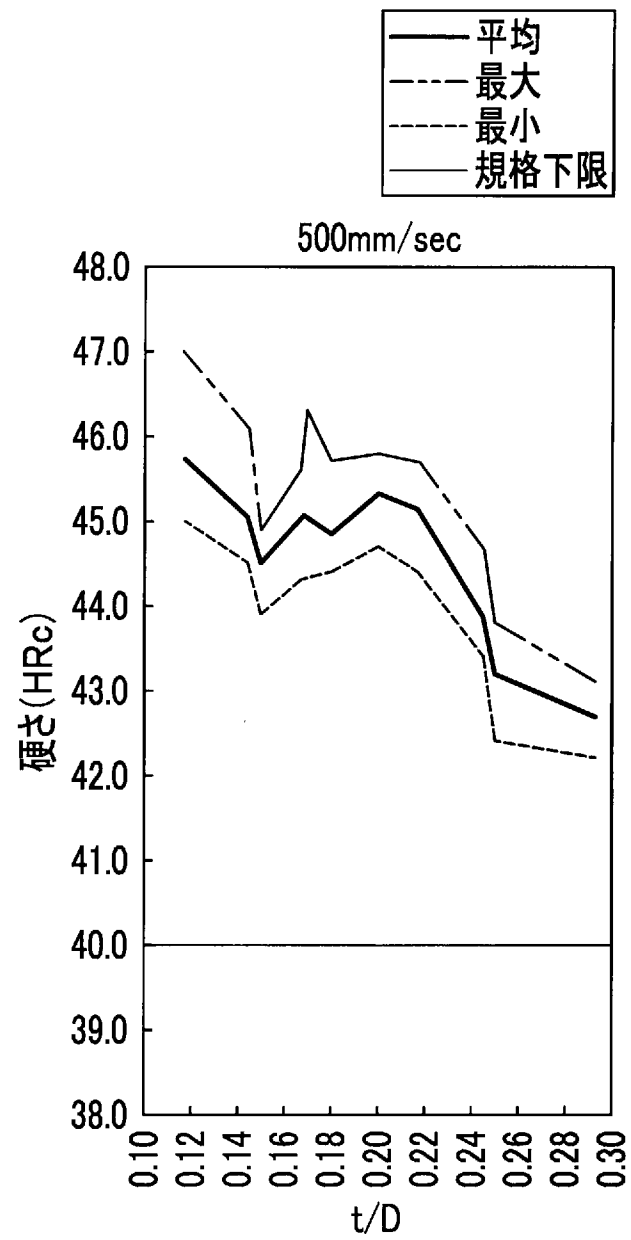
[図6A]



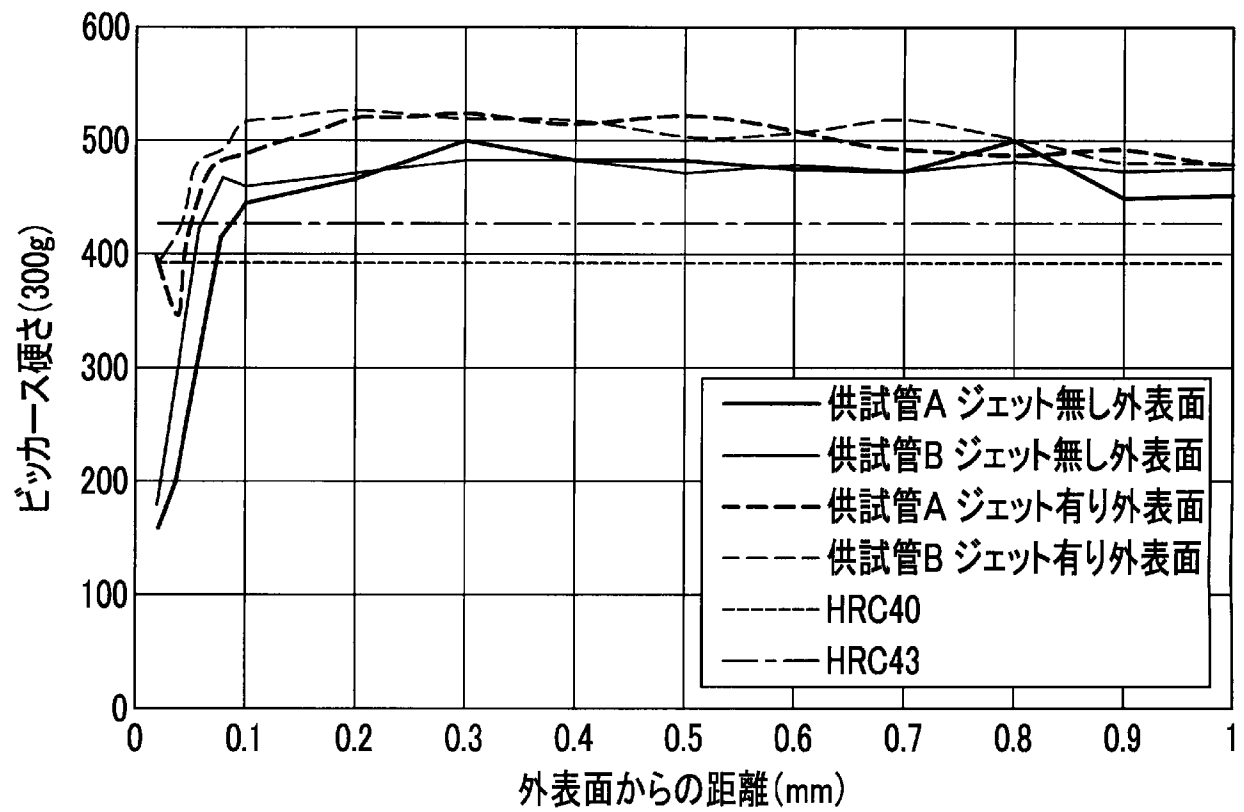
[図6B]



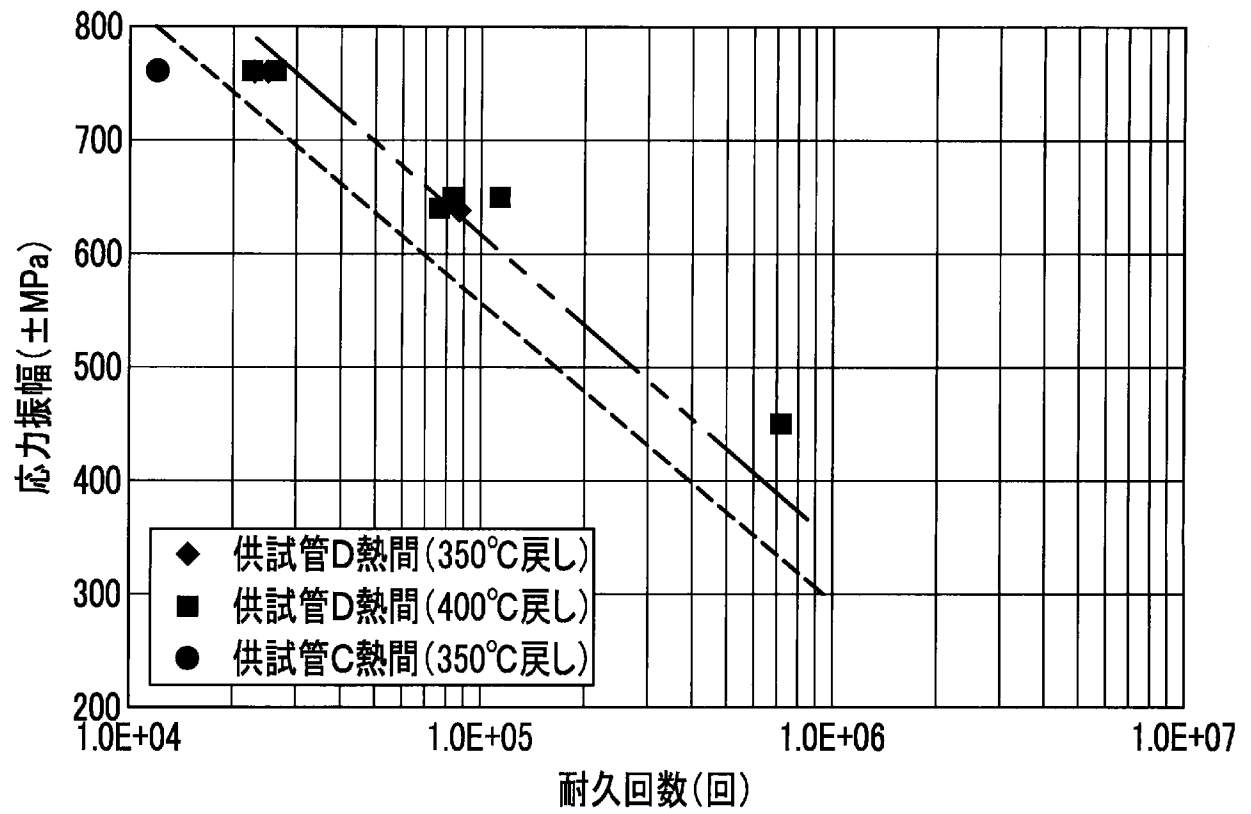
[図6C]



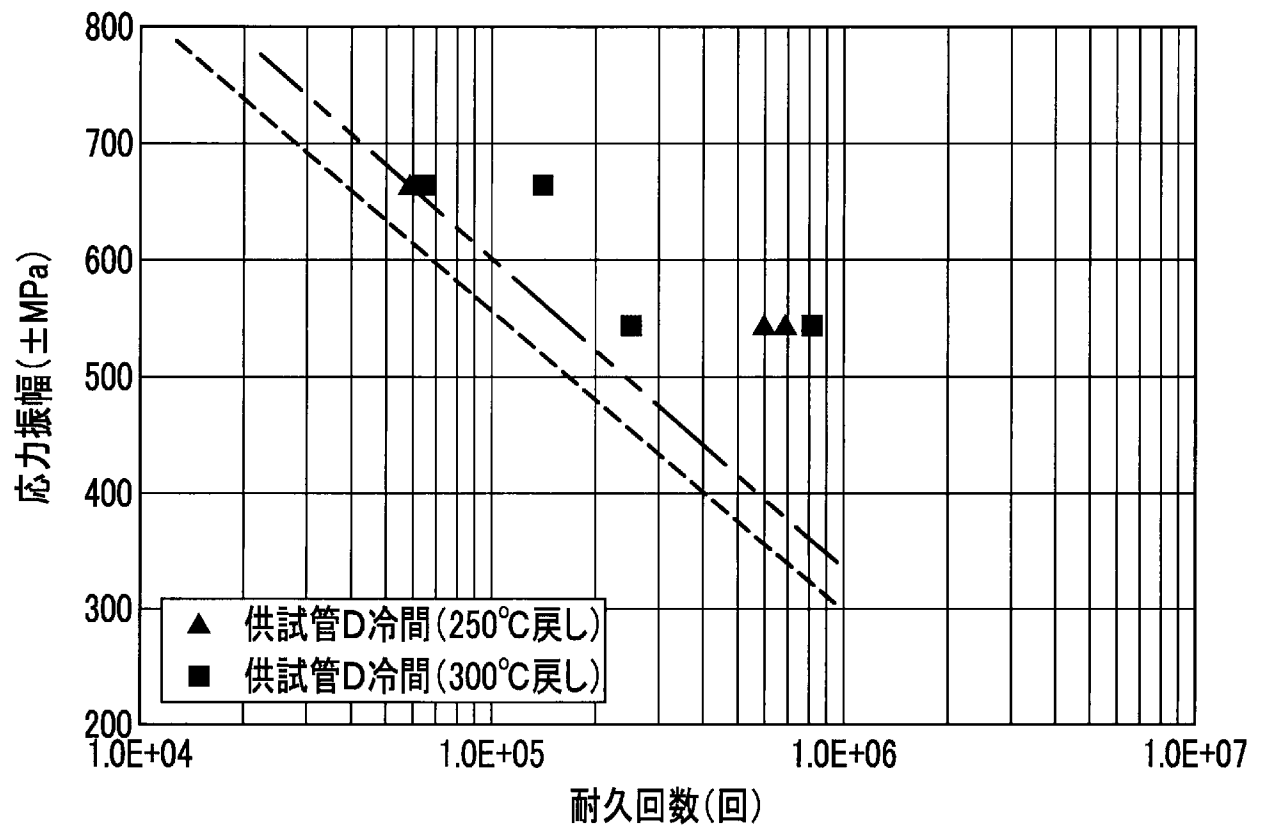
[図8]



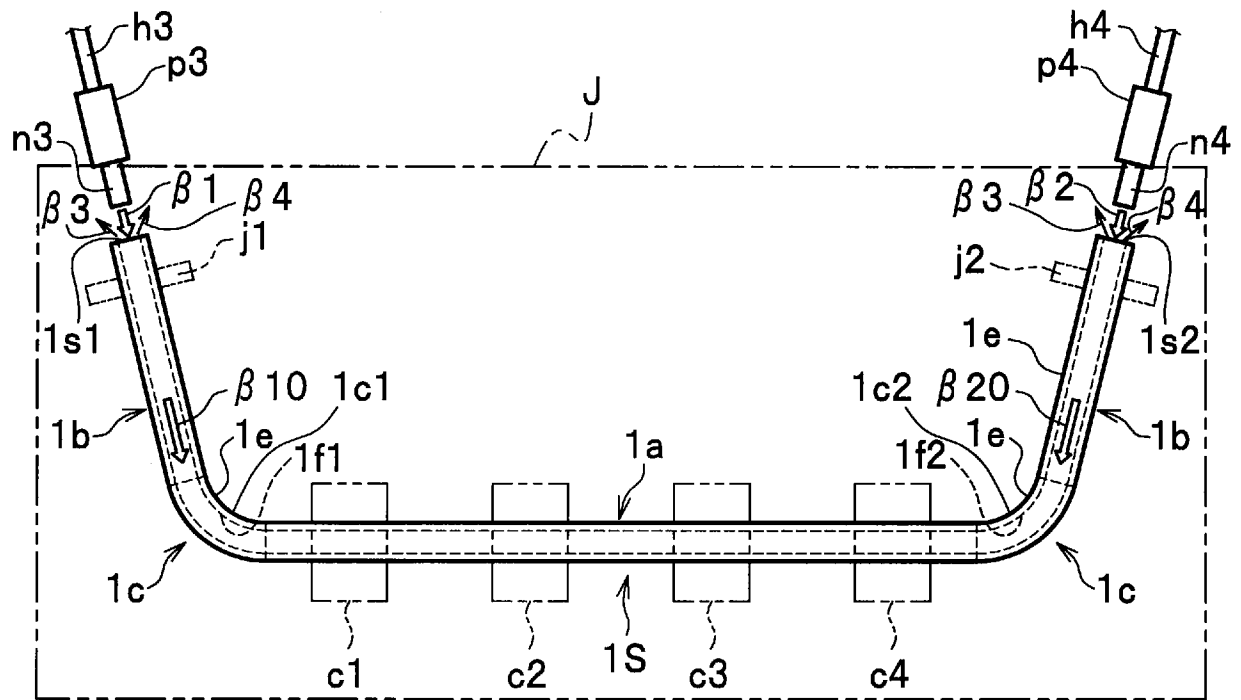
[図9]



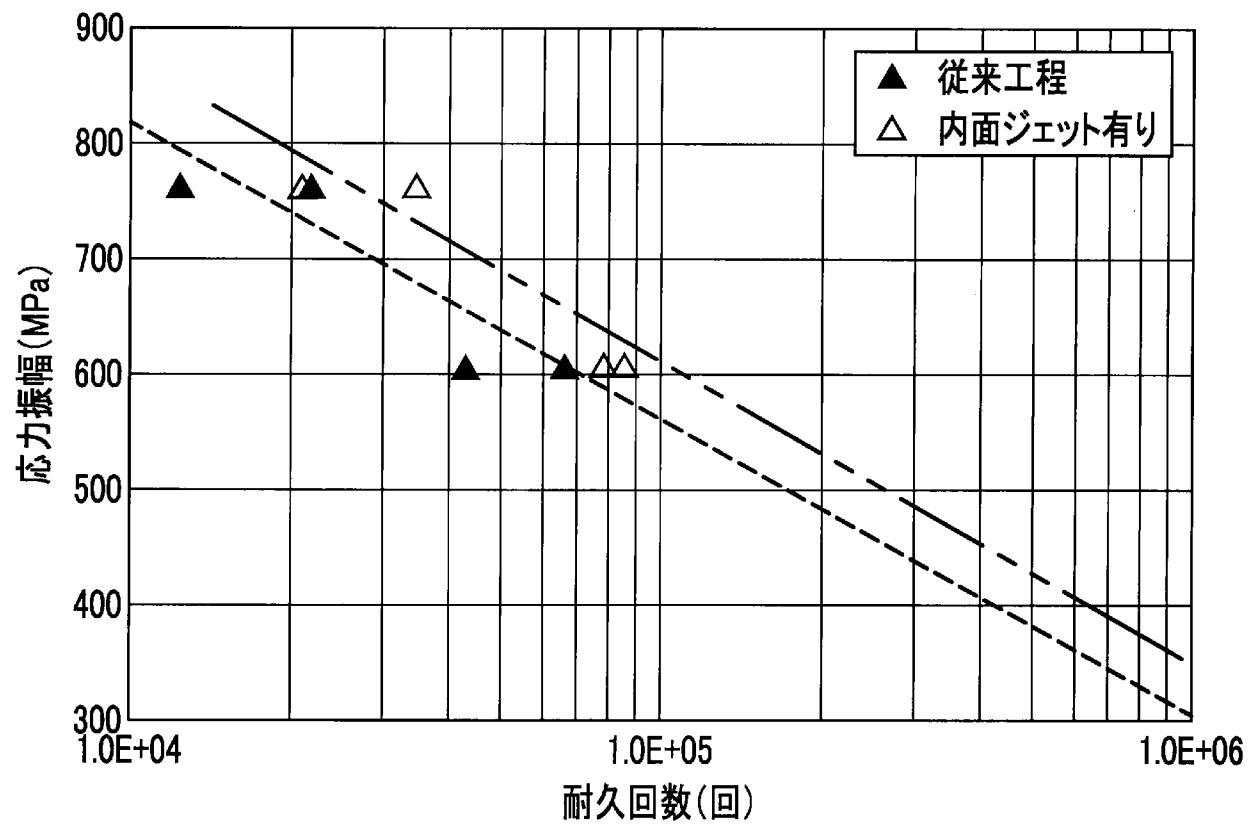
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/058278

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60G21/055(2006.01)i, B21D53/88(2006.01)i, C21D9/08(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)

B60G21/055, B21D53/88, C21D9/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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	JP 2013-086798 A (Luhn & Pulvermacher-Dittmann & Neuhaus GmbH), 13 May 2013 (13.05.2013), paragraphs [0059] to [0063]; fig. 1 to 5 & US 2013/0113175 A1 paragraphs [0062] to [0066]; fig. 1 to 5 & EP 2583815 A1	1
X Y	JP 2001-152315 A (NHK Spring Co., Ltd.), 05 June 2001 (05.06.2001), paragraphs [0009] to [0012]; fig. 1 to 4 (Family: none)	2 2-5

☒ 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
19 May 2016 (19.05.16)

Date of mailing of the international search report
31 May 2016 (31.05.16)

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/JP2016/058278

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2002-331326 A (NHK Spring Co., Ltd.), 19 November 2002 (19.11.2002), claims 1 to 2; paragraphs [0005] to [0033]; fig. 1 to 5 & US 2002/0170177 A1 claims 1 to 2; paragraphs [0007] to [0024], [0032] to [0036]; fig. 1 to 5 & EP 1238750 A2 & KR 10-2002-0072212 A & CN 1381362 A	1, 11-13 2-10
Y	JP 2010-228555 A (Chuo Spring Co., Ltd.), 14 October 2010 (14.10.2010), claim 2; paragraphs [0017] to [0025]; fig. 1 to 3 (Family: none)	2-5
Y	JP 56-127731 A (Kawasaki Steel Corp.), 06 October 1981 (06.10.1981), page 1, right column, line 9 to page 2, upper right column, line 15; fig. 1 to 2 (Family: none)	3-4, 6-8, 10
Y	JP 58-141332 A (Kawasaki Steel Corp.), 22 August 1983 (22.08.1983), page 1, left column, line 20 to page 2, lower left column, line 9; fig. 1 to 2 (Family: none)	3-4, 6-8, 10
Y	WO 2014/054287 A1 (JFE Steel Corp.), 10 April 2014 (10.04.2014), paragraphs [0011] to [0015]; fig. 1 & US 2015/0247227 A1 paragraphs [0013] to [0024]; fig. 1	3-4, 6-8, 10
Y	JP 63-186831 A (Nippon Steel Corp.), 02 August 1988 (02.08.1988), claims; fig. 1 (Family: none)	4, 8-10
Y	JP 2012-052197 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 15 March 2012 (15.03.2012), paragraphs [0006] to [0007]; fig. 2 & US 2013/0160903 A1 paragraphs [0006] to [0007]; fig. 2 & WO 2012/029268 A1 & EP 2612932 A1 & CN 103080345 A	4, 8, 10
A	JP 9-031541 A (Toshiba Corp.), 04 February 1997 (04.02.1997), paragraphs [0021] to [0029]; fig. 1 (Family: none)	3-4, 6, 8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B60G21/055(2006.01)i, B21D53/88(2006.01)i, C21D9/08(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. B60G21/055, B21D53/88, C21D9/08

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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	JP 2013-086798 A (ルーン・ウント・プルファーマツハーディッ トマン・ウント・ノイハウス・ゲゼルシャフト・ミト・ベシュレン クテル・ハフツング) 2013.05.13, 段落 [0059] - [0063], 図1-5 & US 2013/0113175 A1, 段落[0062] - [0066], Figs. 1-5 & EP 2583815 A1	1

☒ 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

19.05.2016

国際調査報告の発送日

31.05.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

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)

倉田 和博

3 Q

9 6 2 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3381

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	JP 2001-152315 A (日本発条株式会社) 2001.06.05, 段落 [0009] - [0012], 図1-4 (ファミリーなし)	2 2-5
X Y	JP 2002-331326 A (日本発条株式会社) 2002.11.19, 請求項1-2, 段落 [0005] - [0033], 図1-5 & US 2002/0170177 A1, 請求項1-2, 段落[0007]-[0024], [0032]-[0036], Figs. 1-5 & EP 1238750 A2 & KR 10-2002-0072212 A & CN 1381362 A	1, 11-13 2-10
Y	JP 2010-228555 A (中央発条株式会社) 2010.10.14, 請求項2, 段落 [0017] - [0025], 図1-3 (ファミリーなし)	2-5
Y	JP 56-127731 A (川崎製鉄株式会社) 1981.10.06, 第1頁右欄第9行-第2頁右上欄第15行, 第1-2図 (ファミリーなし)	3-4, 6-8, 10
Y	JP 58-141332 A (川崎製鉄株式会社) 1983.08.22, 第1頁左欄第20行-第2頁左下欄第9行, 第1-2図 (ファミリーなし)	3-4, 6-8, 10
Y	WO 2014/054287 A1 (JFEスチール株式会社) 2014.04.10, 段落 [0011] - [0015], 図1 & US 2015/0247227 A1, 段落[0013]-[0024], FIG. 1	3-4, 6-8, 10
Y	JP 63-186831 A (新日本製鐵株式会社) 1988.08.02, 特許請求の範囲, 第1図 (ファミリーなし)	4, 8-10
Y	JP 2012-052197 A (住友金属工業株式会社) 2012.03.15, 段落 [0006] - [0007], 図2 & US 2013/0160903 A1, 段落[0006]-[0007], FIG. 2 & WO 2012/029268 A1 & EP 2612932 A1 & CN 103080345 A	4, 8, 10
A	JP 9-031541 A (株式会社東芝) 1997.02.04, 段落 [0021] - [0029], 図1 (ファミリーなし)	3-4, 6, 8