

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2009年4月23日 (23.04.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/051037 A1

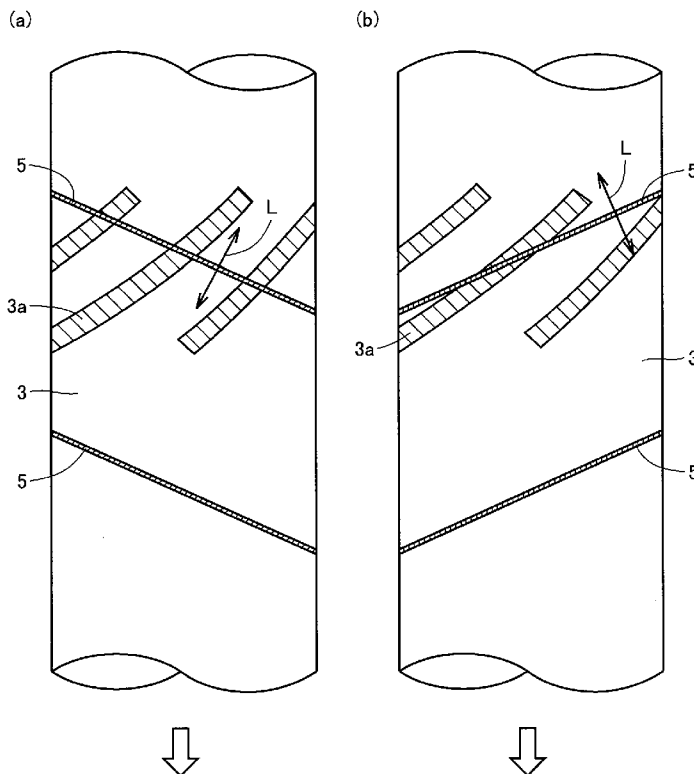
- (51) 国際特許分類:
B21C 1/22 (2006.01) B21C 1/24 (2006.01) LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/068216 (72) 発明者; および
- (22) 国際出願日: 2008年10月7日 (07.10.2008) (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 別府 研一 (BEPPU, Kenichi) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP).
- (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 2007-269606 2007年10月17日 (17.10.2007) JP (74) 代理人: 森 道雄 (MORI, Michio); 〒6600892 兵庫県尼崎市東難波町五丁目17番23号 森道雄特許事務所 Hyogo (JP).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友金属工業株式会社 (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, JP, KE, KG, KM,

[続葉有]

(54) Title: PRODUCTION METHOD OF STEEL PIPE WITH INNER RIB AND STEEL PIPE WITH INNER RIB

(54) 発明の名称: 内面リブ付鋼管の製造方法および内面リブ付鋼管

[図5]



(57) Abstract: A production method of a steel pipe with an inner rib which can form a spiral rib stably by reducing trouble at the time of drawing work for forming the spiral rib of a steel pipe with an inner rib. The spiral rib can be formed stably by correcting the curve of a blank pipe prior to the drawing work for forming the spiral rib, optimizing the direction for forming the spiral rib accordingly, and making the drawing schedule appropriate depending on the blank pipe, thereby reducing trouble at the time of drawing work for forming the spiral rib. The steel pipe with an inner rib thus obtained exhibits excellent formability and quality as a steel pipe for a boiler, and therefore can cope sufficiently with a larger capacity or higher temperature/higher pressure boiler.

(57) 要約: 内面リブ付鋼管の螺旋状リブを形成する引抜加工時のトラブルを低減し、安定して螺旋状リブを形成することができる製造方法であり、螺旋状リブを形成する引抜加工前に素管に曲がり矯正を施すこと、それに伴う螺旋状リブの形成方向を最適にすること、さらに素管に応じて引抜スケジュールを適正にすることにより、螺旋状リブを形成する引抜加工時のトラブルを低減し、安定して螺旋状リブを形成することができる。得られた内面

リブ付鋼管は、ボイラー用鋼管として優れた成形性と品質を備えていることから、ボイラーの大

[続葉有]

WO 2009/051037 A1



KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

明 細 書

内面リブ付鋼管の製造方法および内面リブ付鋼管

技術分野

- [0001] 本発明は、引抜加工により鋼管内面に螺旋状のリブ(突起)を形成させる内面リブ付鋼管の製造方法および内面リブ付鋼管に関し、さらに詳しくは、螺旋状のリブを安定して加工することができる内面リブ付鋼管の製造方法、およびこの方法を用いて得られた内面リブ付鋼管に関するものである。

背景技術

- [0002] 通常、ボイラー用、熱交換器用等の高温耐熱部には、発電効率を向上させるため、鋼管内面に螺旋状のリブ(突起)を形成した内面リブ付鋼管(ライフルチューブ)が用いられる。内面リブ付鋼管の内面は、内面のリブにより広い表面積を有するため、加熱された管内面と管内部を通過する水蒸気との接触面積が増加されるとともに、水蒸気を含む流体を乱流にして熱交換効率を高めている。最近のボイラーの大容量化や高温高压化にともない、内面リブ付鋼管の需要は急速に増大している。
- [0003] 内面リブ付鋼管の製造は、継目無鋼管または電縫鋼管を素管として製造し、必要に応じて、その素管を十分に軟化させた後、冷間工程にて引抜用ダイスおよび外周面にリブ形成用の螺旋溝を構成したプラグを用いて、引抜加工される。
- [0004] 図1は、引抜加工によって内面リブ付鋼管を製造する方法を概略的に説明する図である。素管3を引抜加工する際には、ダイス2および素管3に対して同心状にプラグ1を素管3の内面に挿入し、プラグ1を回転させながら素管3を白抜き矢印の方向に引き抜く。素管3の外周面は、ダイス2によって絞られる。素管3の内面は、プラグ1の外周面に形成された螺旋溝1aに沿って成形され、引抜後の素管3の内周面には、螺旋状のリブ3aが形成される。
- [0005] 使用するプラグ1は、自由に回転でき、およびマンドレル4に保持される。そのプラグ形状は、内面リブ付鋼管のリブ高さ、リブ形状等(特に、リブコーナー部およびリード角)の品質に大きな影響を及ぼし、引抜条件によっては、素管とプラグとの間で焼き付きが生じる。

[0006] このため、従来から、内面リブ付鋼管の製造に関し、プラグ構造や形状について、種々の提案がなされている。例えば、特開2001-179327号公報には、プラグの螺旋溝を形作る両側壁と底面とが交わる部分の曲率半径を、プラグの先端部側から後端部側に至るまで一定に保つと共に、プラグの先端部側から後端部側に向けて一定の勾配で縮径させたプラグが提案されている。

[0007] また、特開2006-272392号公報では、螺旋溝の溝山のエッジを曲線状あるいは直線状に面取りして、溝山の頂部と素管との接触面積を低減し、これにより溝山の頂部と素管との間に生じる摩擦抵抗の低減を図る内面リブ付鋼管の引抜加工用工具が開示されている。

発明の開示

[0008] 前述した両公報で開示されたプラグを用いることにより、内面リブ付鋼管用素管の引抜加工時に焼き付きの発生を防止できるとともに、プラグ自体も比較的容易に且つ安価に製造でき、内面リブ付鋼管製造コストを大幅に低減することができると記載されている。

[0009] ところが、プラグの形状や構造にかかわらず、曲がった素管を螺旋状リブを形成するために引抜加工すると、この素管曲がりに起因してトラブルが多発する。さらに、曲がり矯正を施した素管を螺旋状リブを形成するために引抜加工しても、螺旋状リブを形成する方向によっては引抜加工トラブルが多発する。

[0010] 継目無鋼管または電縫鋼管のいずれもが、内面リブ付鋼管用素管として適用できるが、継目無鋼管を素管として採用する場合に、螺旋状リブを形成するための引抜加工前に、素管の管軸方向断面を略真円に矯正するための引抜加工(以下、「円仕上げ引抜」という)を施すことが望ましく、これにより、素管の成形性および内面リブ付鋼管の精度を著しく向上させることができる。

[0011] 本発明は、上述した内面リブ付鋼管の引抜加工時の状況に鑑みてなされたものであり、螺旋状リブを形成するための引抜加工前に、素管に曲がり矯正を施すこと、曲がり矯正を施した素管内面に螺旋状リブを形成する場合はその形成する方向を最適にすること、さらに、適用する素管の種類に応じて引抜スケジュールを適正にすることにより、螺旋状リブを形成する引抜加工時のトラブルを低減し、安定して螺旋状リブを

形成することができる内面リブ付鋼管の製造方法およびこの方法を用いた内面リブ付鋼管を提供することを目的としている。

[0012] 本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、下記(1)～(3)の内面リブ付鋼管の製造方法、および(4)の内面リブ付鋼管を要旨としている。

(1)内面リブ付鋼管用素管の曲がり矯正工程と螺旋状リブを形成するための引抜工程を含むことを特徴とする内面リブ付鋼管の製造方法である。

[0013] (2)上記(1)の内面リブ付鋼管の製造方法において、螺旋状リブを形成するための引抜工程において、内面リブ付鋼管用素管の曲がり矯正工程で素管内面に螺旋状に形成される高硬度領域と平行する方向または略平行する方向に螺旋状リブを形成することが望ましい。

[0014] (3)上記(1)の内面リブ付鋼管の製造方法において、内面リブ付鋼管用素管として継目無鋼管を使用する場合、螺旋状リブを形成するための引抜工程の前に、素管としての継目無鋼管に少なくとも1回の管軸方向断面を略真円に矯正するための引抜加工を行うことが望ましい。

[0015] (4)内面リブ付鋼管用素管の曲がり矯正工程で螺旋状に形成される高硬度領域と平行する方向または略平行する方向に、前記螺旋状リブが形成されていることを特徴とする内面リブ付鋼管である。素管として継目無鋼管を使用する場合には、素管の曲がり矯正工程の前に少なくとも1回の素管の管軸方向断面を円仕上するための引抜加工工程を含む製造方法により製造されることが望ましい。

[0016] 本発明で規定する「高硬度領域」とは、矯正ロール方式を採用することを前提に、矯正ロール間で直径方向の圧縮応力であるクラッシュ負荷が素管に加えられることにより、素管内面に形成される加工硬化された領域であり、延性および靱性に乏しく、破断が生じ易い難加工性の領域をいう。

[0017] 本発明の内面リブ付鋼管の製造方法によれば、螺旋状リブを形成する引抜加工前に素管を曲がり矯正すること、それに伴う螺旋状リブの形成方向を最適にすること、さらに使用する素管の種類に応じて引抜スケジュールを適正にすることにより、螺旋状リブを形成する引抜加工のトラブルを抑制し、安定して螺旋状リブを形成することができる。これにより得られた内面リブ付鋼管は、優れた成形性と品質を備える。

図面の簡単な説明

[0018] 図1は、引抜加工によって内面リブ付鋼管を製造する方法を概略的に説明する図である。

図2は、本発明の内面リブ付鋼管の製造方法に適用できる工程例を示す図である。

図3は、傾斜ロール式矯正機のロール配列の一例を示す図である。

図4は、対向配置のロール矯正機のクラッシュ負荷を説明する図である。

図5は、曲がり矯正で形成された螺旋状の高硬度領域と素管内面の螺旋状リブを形成する方向との関係を示す図であり、(a)は螺旋状の高硬度領域と素管内面の螺旋状リブを形成する方向が直交する場合を示し、(b)は螺旋状の高硬度領域と素管内面の螺旋状リブを形成する方向が平行する場合を示している。

発明を実施するための最良の形態

[0019] 図2は、本発明の内面リブ付鋼管の製造方法に適用できる工程例を示す図である。本発明の内面リブ付鋼管が対象とする鋼種は、炭素鋼およびCr系低合金鋼(例えば、STBA22、1Cr-1/2Mo鋼)であり、素管としては継目無鋼管および電縫鋼管を適用することができる。

[0020] 通常、継目無鋼管は、生産効率に優れることからマンドレルミル製造法が適用され、熱間圧延により製造され、また、電縫鋼管は、溶接部の酸化防止や溶接ビードの安定化を図るため、不活性ガスシールド溶接や溶接入力量自動制御技術を採用入れた電気抵抗溶接法で製造される。

[0021] 素管の製造段階において、素管の鋼種や製造条件に応じて、素管軟化処理の要否が定められる。次に、内面リブ付鋼管用素管は、素管軟化が行われた後、または素管軟化を行うことなく、直ちに酸洗によるデスケーリングが行われ、素管の内外表面のスケールが除去され、潤滑処理が施される。

[0022] 通常、本発明が対象とする鋼種の素管では、デスケーリングには硫酸洗が用いられ、潤滑処理にはリン酸塩処理(リン酸亜鉛等)による化成処理が行われる。具体的な酸洗・潤滑処理の手順としては、デスケーリング後、素管の内外表面をアルカリ脱脂剤を用いて洗浄し、すすぎ水洗した素管をリン酸塩処理浴に浸漬し、内外表面にリン

酸塩の下地を形成する。次いで、中和処理を行い、ステアリン酸ナトリウムを主成分とする石鹼処理の後、熱温風による乾燥を行う。上記の手順では、処理効果の促進を図るために、潤滑処理は加温された状態で行われる。

[0023] 螺旋状リブを形成するための引抜加工(以下、「リブ形成引抜」という場合がある)は、前記図1に示すように、素管の内面にプラグを挿入し、プラグが回転可能な状態で引き抜くことにより、素管の外周面はダイスによって絞られ、素管の内周面には螺旋状リブが形成される。

[0024] 図2に示す工程例のように、引抜加工で螺旋状リブが形成された鋼管は、最終熱処理および精整処理を経て、検査工程でリブ高さ、リブ形状等の品質が確認されたのち、内面リブ付鋼管製品となる。

[0025] 本発明の内面リブ付鋼管の製造方法は、螺旋状リブを形成する引抜加工の前に、素管に曲がり矯正を施すことを特徴とする。すなわち、引抜加工前に曲がり矯正を行うことにより、引抜加工トラブルを低減し、安定して螺旋状リブを形成することができる。

[0026] 一般に、素管の曲がり矯正に用いられるロール矯正機は、鼓型のロールが複数個組み合わせられた傾斜ロール式が採用されている。傾斜式ロール矯正機には、ロールの個数、配列(上下、左右方向)および配置(対向型、千鳥型)の組合せにより多数の構成が存在するが、素管の曲がり矯正としては対向配置のロール矯正機が用いられる。

[0027] 図3は、傾斜ロール式矯正機のロール配列の一例を示す図である。ロール矯正機は回転軸の方向が互いに交差する状態で上下方向に対向配置した複数対の矯正ロールRa、Rbを配し、図示するロール配列では、入側、中央および出側からなる3対の矯正ロール、Ra1およびRb1、Ra2およびRa2並びにRa3およびRb3を対向配置し、出側矯正ロールの出口に補助ロールRcを備えている。通常、このようなロール配列のロール矯正機を(2-2-2-1)型矯正機という。

[0028] これら1対の矯正ロールRa1、Rb1の対向間隔および交差角度はそれぞれ個別に調整することが可能である。さらに、1対の矯正ロールRa1、Rb1と隣接する1対の矯正ロールRa2、Rb2の高さ方向位置はそれぞれ個別に調整することも可能である。

- [0029] 曲がり矯正に際し、素管3の表面が矯正ロールの表面に沿うように、ロール角度を調整し、矯正ロールRa1、Rb1の対向間隔を素管3の外径より若干小さく設定して、クラッシュ負荷を付与するとともに、隣接する1対の矯正ロールRa2、Rb2の高さ位置(クラッシュ高さ)を調節することにより、素管3の曲がりを矯正する。
- [0030] リブ形成する引抜加工の前に、素管の曲がり矯正を行うことにより、まず、引抜加工の準備段階である素管にプラグおよびマンドレルを装入する際に、素管が真直な管であることから、素管内面とプラグおよびマンドレルとの間に隙間を確保でき、内面に付着させた潤滑剤の剥離や擦過疵の発生を抑制でき、引抜加工トラブルを低減し、安定して螺旋状リブを形成することができる。
- [0031] 仮に、曲がっている素管を引抜加工すると、局部的に過大な応力が作用する。すなわち、曲がりの内側に負荷する応力は曲がりの外側の負荷応力より大きいため、曲がりの内側の肉厚が外側よりも薄くなるような偏肉が発生する。したがって、引抜加工の前に、素管を曲がり矯正することにより、引抜加工トラブルを低減し、形成される螺旋状リブの品質特性や寸法特性を改善させることができる。
- [0032] 本発明の内面リブ付鋼管の製造方法は、前記曲がり矯正で螺旋状に形成された高硬度領域と平行する方向または略平行する方向に、前記螺旋状リブを形成することを特徴とする。前述の通り、素管の曲がり矯正では対向配置のロール矯正機が用いられるが、このとき素管にクラッシュ負荷が作用して曲がりが矯正される。クラッシュ負荷が作用することにより、矯正された素管の全長に亘り、螺旋状(スパイラル状)に高硬度領域が形成される。
- [0033] 図4は、対向配置のロール矯正機のクラッシュ負荷を説明する図である。ロール矯正により、素管3は楕円形状の素管3cとなる。クラッシュ負荷は、旋回しながら移動する素管1の全長に亘り加わるため、螺旋状(スパイラル状)の高硬度領域が形成されながら、素管の曲がりが矯正される。
- [0034] 図5は、曲がり矯正で形成された螺旋状の高硬度領域と素管内面の螺旋状リブを形成する方向との関係を示す図であり、(a)は螺旋状の高硬度領域と素管内面の螺旋状リブを形成する方向が直交する場合を示し、(b)は螺旋状の高硬度領域と素管内面の螺旋状リブを形成する方向が平行する場合を示している。図5において、白抜

矢印は引抜方向を示している。

- [0035] 引抜加工により螺旋状リブを形成する場合に、リブ部3aの加工が最も高加工度になる。一方、図5(a)、(b)中で矢印Lに示すように、高硬度領域5と直交して跨ぐ方向では、延性および靱性が著しく低下し、引抜加工にともなって素管が破断し易くなる。
- [0036] このため、図5(a)に示すように、高硬度領域5と素管内面の螺旋状リブ3aを形成する方向が直交する場合には、延性および靱性が低下した方向に加工応力が作用するため、引抜加工にともなって素管が破断し易くなる。
- [0037] 一方、図5(b)に示すように、高硬度領域5と素管内面の螺旋状リブ3aを形成する方向が平行する場合には、延性および靱性が低下した方向に加工応力が作用することが回避できることから、引抜加工を行っても破断を生じることなく、安定して螺旋状リブを形成することができる。
- [0038] 本発明で「高硬度領域と平行する方向または略平行する方向」と規定するのは、高硬度領域5と素管内面に形成される螺旋状リブ3aが交わることを回避するものではなく、少なくとも、図5(a)に示すように、高硬度領域5の方向と素管内面の螺旋状リブ3aを形成する方向とを直交させ、延性および靱性が低下した方向に加工応力が作用することをなくすことを意味する。
- [0039] 本発明の内面リブ付鋼管の製造方法は、素管として継目無鋼管を用いる場合に、引抜加工で螺旋状リブを形成する前に、少なくとも1回の円仕上げ引抜を施す必要がある。この「円仕上げ引抜」は、ダイスのみを用いた、所謂空引き加工を包含するものではなく、ダイスおよびプラグを用いた引抜加工を意味するものである。
- [0040] 前述の通り、内面リブ付鋼管用素管に用いる継目無鋼管は、マンドレルミル製造法で熱間圧延により製造される。通常、マンドレルミル製造法では、穿孔圧延後にマンドレルミルによる延伸圧延が行われ、ストレッチレデューサー等を用いた定径圧延が行われる。この定径圧延において、素管は圧延ロールで圧下されるが、管内面を規制する工具を用いないため、管内面の長手方向に縦筋状のしわ疵や角張が発生し易い。
- [0041] したがって、素管に少なくとも1回の円仕上げ引抜を施すことにより、内表面のしわ

深さや角張を改善することにより、螺旋状リブを形成する引抜加工時のトラブルを低減し、安定して螺旋状リブを形成することができる。

[0042] 引抜加工によるしわ深さや角張の改善に関しては、肉厚加工度が大きな影響を及ぼすことから、円仕上げ引抜において、肉厚加工度を10%以上確保するのが望ましい。引抜加工における肉厚加工度は、 $\{(\text{素管肉厚} - \text{引抜加工後肉厚}) / \text{素管肉厚}\} \times 100(\%)$ で表される。

[0043] 素管の円仕上げ引抜を行うと素管が加工硬化するため、螺旋状リブを形成するための引抜加工のトラブルをなくすため、円仕上げ引抜後の素管を熱処理し、十分に軟化させてからリブ形成引抜加工を行うことが望ましい。

[0044] 本発明の内面リブ付鋼管は、上述した製造方法によって得られるものであり、曲がり矯正された素管の内面に、引抜加工により管軸方向に複数条の螺旋状リブを形成し、しかも曲がり矯正で螺旋状に形成された高硬度領域と平行する方向または略平行する方向に、前記螺旋状リブを形成することを特徴としている。

[0045] 本発明の内面リブ付鋼管は、ボイラー用鋼管として優れた成形性と品質を備えることから、ボイラーの大容量化や高温高压化に十分に対応できるものである。

実施例

[0046] (実施例1)

本発明の内面リブ付鋼管の製造方法の効果を確認するため、鋼種がJIS STBA22(1Cr-1/2Mo鋼)である継目無鋼管を素管として用いて、素管軟化—酸洗・潤滑処理—円仕上げ引抜—軟化の工程を経た後、引抜加工により4条の螺旋状リブを有する内面リブ付鋼管を、本発明例および比較例毎に各10本を製造した。

[0047] このときの引抜スケジュールは、素管寸法を外径38.0mm×肉厚8.2mmで、円仕上げ引抜寸法を外径32.0mm×肉厚7.2mmとし、最終的に外径28.6mm×肉厚6.0mm×リブ深さ0.8mmに引抜加工を行った。酸洗・潤滑処理は、いずれも硫酸洗、並びにリン酸亜鉛皮膜およびステアリン酸ナトリウム石鹼処理とした。

[0048] 本発明例1では、円仕上げ引抜後に、対向配置のロール矯正機を用いて曲がり矯正を行い、引抜加工により螺旋状リブを形成した。このときの引抜加工では、いずれも焼き付きを生じなかった。

[0049] 比較例1では、円仕上げ引抜後に曲がり矯正を行うことなく、引抜加工により螺旋状リブを形成したが、焼き付きが多発した。焼き付きが発生しない場合であっても、顕著に偏肉が発生した。

[0050] (実施例2)

実施例1と同じ条件で、引抜加工により4条の螺旋状リブを形成する内面リブ付鋼管を製造した。

本発明例2では、円仕上げ引抜後に、対向配置のロール矯正機を用いて曲がり矯正を行い、前記図5(b)に示すように、この曲がり矯正で螺旋状に形成された高硬度領域と平行する方向に、引抜加工により螺旋状リブを形成した。このときの引抜加工では、いずれも焼き付きを生じなかった。

[0051] 比較例2では、円仕上げ引抜後に、対向配置のロール矯正機を用いて曲がり矯正を行い、前記図5(a)に示すように、この曲がり矯正で螺旋状に形成された高硬度領域と直交する方向に、引抜加工により螺旋状リブを形成した。このとき、高硬度領域と直交する部位で焼き付きが多発し、さらにリブ部に割れが発生することがあった。

[0052] (実施例3)

本発明の内面リブ付鋼管の製造方法における引抜スケジュールの比較を行うために、鋼種がJIS STBA22(1Cr-1/2Mo鋼)である電縫鋼管と継目無鋼管を素管に用いて、引抜加工により4条の螺旋状リブを形成する内面リブ付鋼管を製造工程別に各10本を製造した。

[0053] このときの引抜スケジュールは、素管寸法を外径38.0mm×肉厚7.2mmとし、円仕上げ引抜を行うことなく、引抜加工により4条の螺旋状リブを形成する内面リブ付鋼管を製造した。その他の条件は、実施例1と同様とした。

[0054] 本発明例3では、電縫鋼管を素管として用い、円仕上げ引抜を行うことなく、引抜加工により螺旋状リブを形成した。このときの引抜加工では、いずれも焼き付きを生じなかった。

[0055] 比較例3では、継目無鋼管を素管として用い、円仕上げ引抜を行うことなく、引抜加工により螺旋状リブを形成した。このときの引抜加工では、素管の縦筋状のしわ疵や角張に起因して、焼き付きが多発した。

[0056] (実施例4)

本発明の内面リブ付鋼管の製造方法における処理工程および加工条件が、引拔加工での焼き付き発生に及ぼす影響を確認するため、鋼種がJIS STBA22(1Cr-1/2Mo鋼)である継目無鋼管を素管として用いて、引拔加工により4条の螺旋状リブを形成した。処理工程は円仕上げ引拔の有無および曲がり矯正の有無で影響を確認し、加工条件は螺旋状リブの形成方向および深さを変化させて、その影響を確認した。

[0057] このときの引拔加工(試験No. 1~6)は、酸洗・潤滑処理を硫酸洗、並びにリン酸亜鉛皮膜およびステアリン酸ナトリウム石鹸処理とし、仕上げ寸法を外径28.6mmでリブ深さを0.6mm、0.8mmおよび1.0mmに変動させて、各条件で5本を製造した。その結果を表1に示すが、焼き付き発生状況は(焼付本数/引拔本数)で示した場合に、0/5および1/5を良好とした。

[0058] [表1]

表 1

試験 No.	処理工程および加工条件			焼き付き状況(焼付本数/引拔本数)		
	円仕上げ	曲がり	螺旋状リブ	螺旋状リブ深さ		
	引拔	矯正	形成方向	0.6mm	0.8mm	1.0mm
1	無	有	平行方向	0/5	1/5	4/5
2	無	有	直交方向	0/5	3/5	5/5
3	無	無	—	4/5	5/5	5/5
4	有	有	平行方向	0/5	0/5	0/5
5	有	有	直交方向	0/5	1/5	5/5
6	有	無	—	0/5	0/5	4/5

注) 螺旋状リブ形成方向は、曲がり矯正で形成された「高硬度領域」との関係を示す。

[0059] 表1の結果より、継目無鋼管を素管として用いる場合、試験No. 4に示すように、円仕上げ引拔後に曲がり矯正を行い、引拔加工により螺旋状リブを「高硬度領域」と平行する方向に形成することにより、リブ深さに拘わらず焼き付き発生状況は良好であった。

[0060] 一方、試験No. 3に示すように、円仕上げ引抜および曲がり矯正を行うことなく、引抜加工により螺旋状リブを形成すると、いずれのリブ深さの場合においても焼き付きが発生した。

産業上の利用の可能性

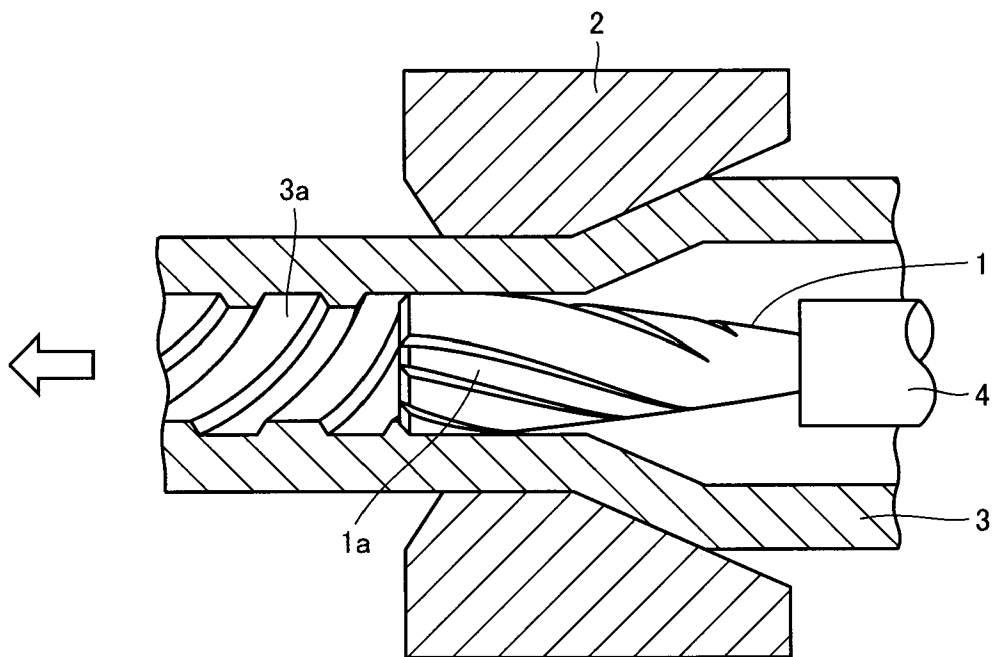
[0061] 本発明の内面リブ付鋼管の製造方法によれば、螺旋状リブを形成する引抜加工前に素管に曲がり矯正を施すこと、それに伴う螺旋状リブの形成方向を最適にすること、さらに素管に応じて引抜スケジュールを適正にすることにより、螺旋状リブを形成する引抜加工時のトラブルを低減し、安定して螺旋状リブを形成することができる。

得られた内面リブ付鋼管は、ボイラー用鋼管として優れた成形性と品質を備えていることから、ボイラーの大容量化や高温高压化に十分に対応できるものであり、広く適用できる。

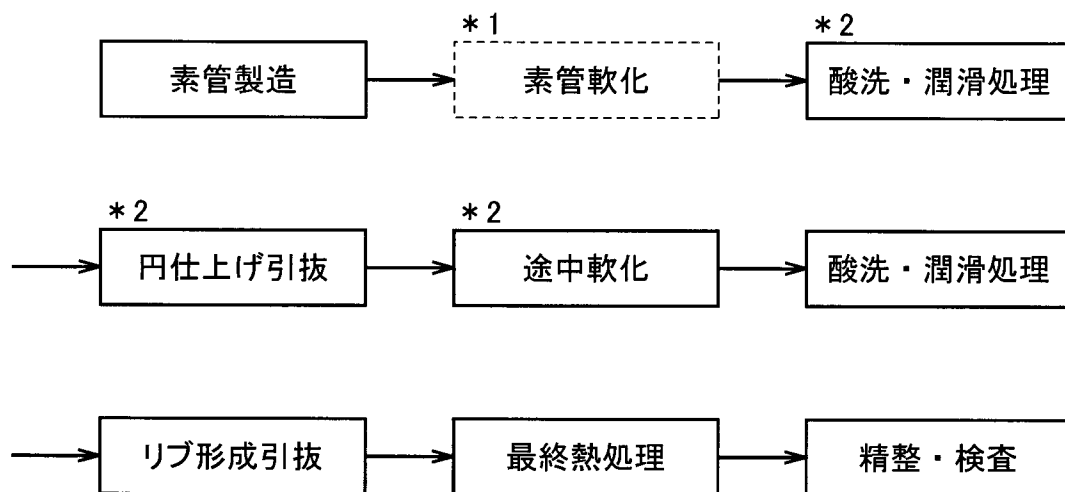
請求の範囲

- [1] 管軸方向に複数条の螺旋状リブを形成する内面リブ付鋼管の製造方法であって、内面リブ付鋼管用素管の曲がり矯正工程と前記螺旋状リブを形成するための引抜工程を含むことを特徴とする内面リブ付鋼管の製造方法。
- [2] 螺旋状リブを形成するための引抜工程において、内面リブ付鋼管用素管の曲がり矯正工程で当該素管内面に螺旋状に形成される高硬度領域と平行する方向または略平行する方向に螺旋状リブを形成することを特徴とする請求項1に記載の内面リブ付鋼管の製造方法。
- [3] 請求項1に記載の内面リブ付鋼管の製造方法であって、内面リブ付鋼管用素管として使用する継目無鋼管を製造する工程を含み、螺旋状リブを形成するための引抜工程の前に、前記製造された継目無鋼管の管軸方向断面を略真円に矯正するために少なくとも1回の引抜加工を含むことを特徴とする請求項1または2に記載の内面リブ付鋼管の製造方法。
- [4] 管の内面に管軸方向に複数条の螺旋状リブが形成された内面リブ付鋼管であって、
内面リブ付鋼管の製造工程の一つである内面リブ付鋼管用素管の曲がり矯正工程で螺旋状に形成される高硬度領域と平行する方向または略平行する方向に、前記螺旋状リブが形成されていることを特徴とする内面リブ付鋼管。
- [5] 前記内面リブ付鋼管用素管が継目無鋼管であり、前記内面リブ付鋼管用素管の曲がり矯正工程の前に少なくとも1回の素管の管軸方向断面を円仕上するための引抜加工工程を含む製造方法により製造されることを特徴とする請求項4に記載の内面リブ付鋼管。

[図1]



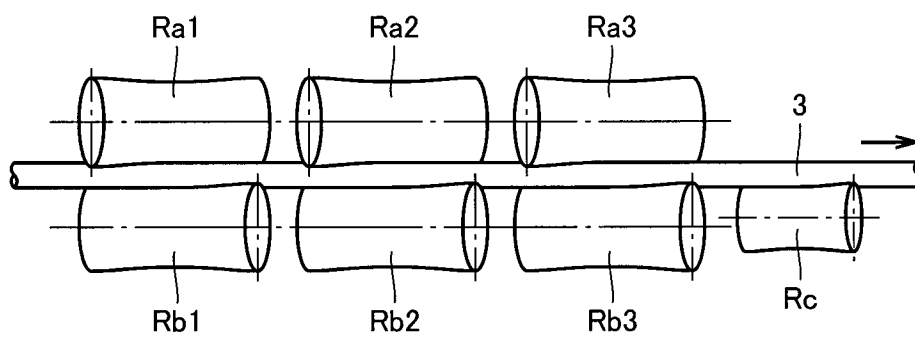
[図2]



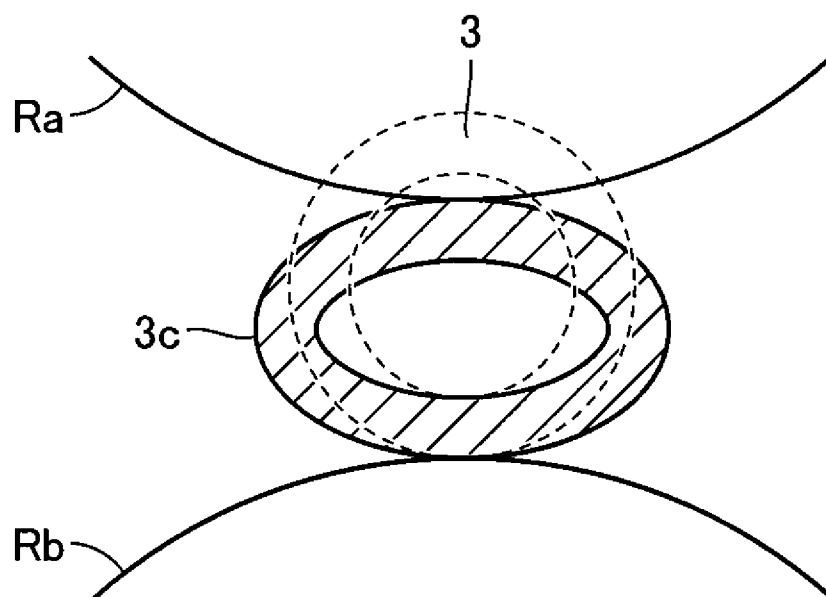
*1：必要に応じて実施。

*2：素管を継目無鋼管とする場合は必須工程。

[図3]

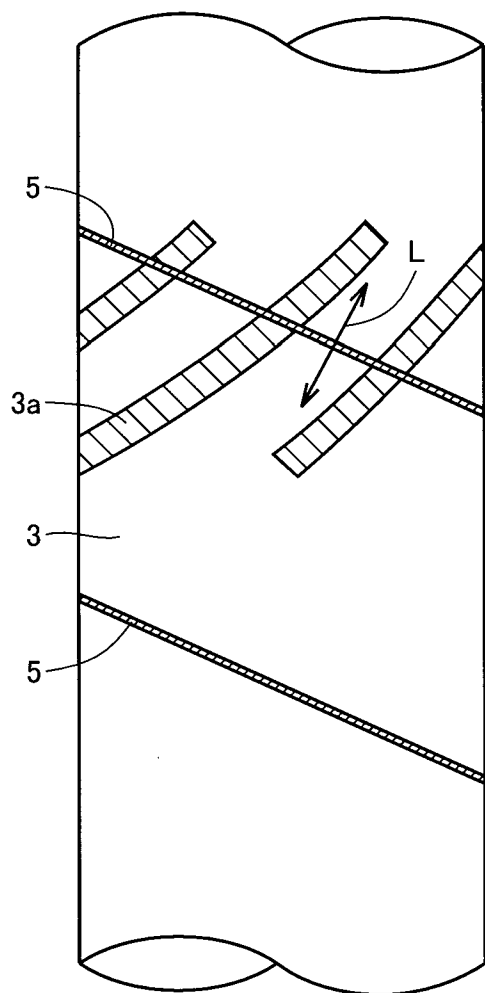


[図4]

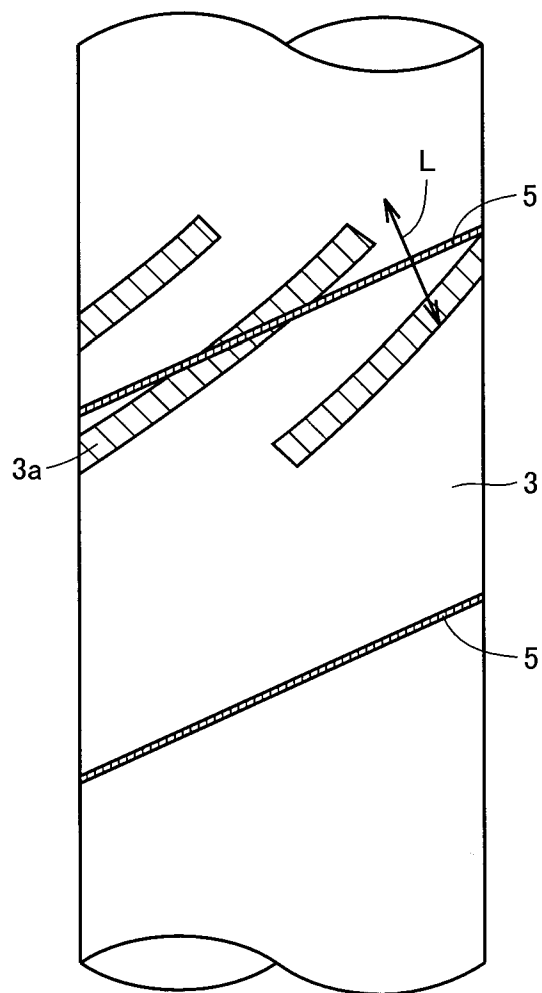


[[図5]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/068216

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B21C1/22(2006.01) i, B21C1/24(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)

B21C1/22, B21C1/24

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	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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 A	JP 62-237295 A (Kobe Steel, Ltd.), 17 October, 1987 (17.10.87), Claims; page 3, upper right column, lines 11 to 18; Fig. 3 (Family: none)	1 3 2, 4-5
Y	JP 7-275977 A (Hitachi Cable, Ltd.), 24 October, 1995 (24.10.95), Claims; Par. No. [0017] (Family: none)	3
Y	JP 2003-290816 A (Kobe Steel, Ltd.), 14 October, 2003 (14.10.03), Par. No. [0025]; Fig. 2 & US 2003/0182979 A1 & CN 1448230 A	3

☐ 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
10 December, 2008 (10.12.08)

Date of mailing of the international search report
22 December, 2008 (22.12.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B21C1/22(2006.01)i, B21C1/24(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（I P C））

Int.Cl. B21C1/22, B21C1/24

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	1 9 2 2－1 9 9 6年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1－2 0 0 8年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6－2 0 0 8年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4－2 0 0 8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 請求の範囲の番号
X Y A	JP 62-237295 A（株式会社神戸製鋼所）1987. 10. 17, 特許請求の範囲、第3頁右上欄第11－18行、第3図 （ファミリーなし）	1 3 2, 4-5
Y	JP 7-275977 A（日立電線株式会社）1995. 10. 24, 【特許請求の範囲】、【0017】、（ファミリーなし）	3

☒ 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

1 0 . 1 2 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

2 2 . 1 2 . 2 0 0 8

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

小谷内 章

4 E

3 4 4 0

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

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 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-290816 A (株式会社神戸製鋼所) 2003. 10. 14, 【0025】、【図2】 & US 2003/0182979 A1 & CN 1448230 A	3