(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
2007 年6 月21 日 (21.06.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/069425 A1

(51) 国際特許分類:
B21C 37/083 (2006.01) *B23K 13/00* (2006.01)
B21D 5/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2006/322790

(22) 国際出願日: 2006 年11 月9 日 (09.11.2006)

(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 2005-362722
2005 年12 月16 日 (16.12.2005) JP
特願2006-163203 2006 年6 月13 日 (13.06.2006) JP
特願2006-186675 2006 年7 月6 日 (06.07.2006) JP
特願2006-188569 2006 年7 月7 日 (07.07.2006) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): **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; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): **剣持 一仁 (KENMOCHI, Kazuhito)** [JP/JP]; 〒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). **岡部 能知 (OKABE, Takatoshi)** [JP/JP]; 〒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). **横山 泰康 (YOKOYAMA, Hiroyasu)** [JP/JP]; 〒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). **杉本 祐二 (SUGIMOTO, Yuji)** [JP/JP]; 〒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). **村上 宗義 (MURAKAMI, Muneyoshi)** [JP/JP]; 〒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). **塩谷 修 (SHIOTANI, Osamu)** [JP/JP]; 〒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). **松尾 信行 (MATSUO, Nobuyuki)** [JP/JP]; 〒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). **井上 智弘 (INOUE, Tomohiro)** [JP/JP]; 〒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). **岩崎 謙一 (IWAZAKI, Kenichi)** [JP/JP]; 〒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).

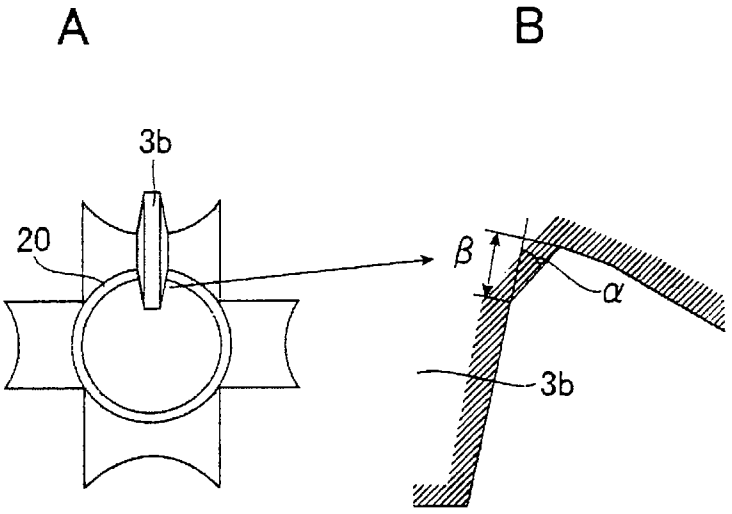
(74) 代理人: **落合 憲一郎 (OCHIAI, Kenichiro)**; 〒1030027 東京都中央区日本橋二丁目１番１０号 柳屋ビル7階 JFEテクノリサーチ株式会社 特許出願部内 Tokyo (JP).

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF MANUFACTURING ELECTRIC RESISTANCE WELDED TUBE WITH EXCELLENT WELD CHARACTERISTIC

(54) 発明の名称: 溶接部特性に優れる電縫管の製造方法



(57) Abstract: A method of manufacturing an electric resistance welded tube which can provide an electric resistance welded tube with excellent weld characteristics by forming its lateral end part in a proper shape immediately before the electric resistance welding to surely remove penetrators during electric resistance welding. A predetermined taper shape is given to the lateral end part of a band material by transferring a fin shape in a finpass forming onto the lateral end part of the band material.

(57) 要約: 電縫溶接直前の幅端部形状を適切な形状とすることにより、電縫溶接時にペネトレータが確実に取り除かれ、溶接部特性の良好な電縫管を得ることができる電縫管の製造方法を提供する。フィンパス成形のフィン形状を帯材の幅端部に転写することによって、帯材の幅端部に所定のテーパ形状を付与する。

WO 2007/069425 A1

PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, 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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

溶接部特性に優れる電縫管の製造方法

技術分野

本発明は、油井のラインパイプ向けなどの溶接部靭性が要求される管あるいは油井のケーシングパイプなどの溶接部強度が要求される管の製造方法に関わる。

背景技術

一般に管は溶接管と継目無管に大別される。溶接管の一種である電縫鋼管は板をロール成形等によって丸め、両端部を突き合わせて溶接して製造される。一般に溶接管の溶接部の靭性や強度は母材の靭性や強度より劣る。管の適用に当たって、用途ごとに溶接部の靭性や強度の保証が常に問題となる。

例えば、原油や天然ガスなどを輸送するラインパイプは、寒冷地に敷設されることが多いため、低温靭性が重要である。また、原油採掘の油井で採掘管を保護するためのケーシングパイプは強度が重要である。

通常、電縫管の母材となる熱延板（帯材）は、管製造後の母材特性を考慮して成分設計や熱処理等が行われて、母材の靭性や強度等の特性は確保される。

しかし、溶接部の特性は、母材の成分設計や熱処理等以上に、電縫溶接方法によって大きく左右されるため、溶接技術の改善が重要である。

電縫溶接の不良原因としては、ペネトレータと呼ばれる溶接板材の端面に生成する酸化物が、電縫溶接時に溶鋼とともに端面から排出されずに残留し、この残留したペネトレータを原因として靭性が低下し強度不足になる例が多い。

そこで、従来、ペネトレータを溶接部から除くため、溶接部の被溶接帯材の幅端面から積極的に溶鋼を排出する技術が鋭意検討されてきた。例えば、特許文献１や特許文献２などに、帯材の幅端面の形状について検討した例が記載されている。通常、帯材の幅端面はスリットや端面研削によってほぼ矩形を呈しているが、この幅端面を電縫溶接までに加工して、加工した幅端部形状によって溶接時の溶鋼排出を良好にすることを目的としている。その概要は以下の如くである。

すなわち、基本的な電縫管製造ラインは図１に示すようなものであり、この電縫管製造

ラインは、帯材１０を、アンコイラ１から払い出し、レベラ２で平坦に矯正し、ロール成形機４で帯材１０を徐々に丸めていき、丸めた帯材１０の左右両幅端部を、誘導加熱部５とスクイズロール（電縫溶接部）６からなる電縫溶接機で電縫溶接して管３０となし、管３０の溶接ビード部をビード部切削機７で切削し、切削後の管３０を、サイザ８にて外径調整した後、管切断機９で所定長さに切断するという構成を有している。なお、ロール成形機４は、最後段に丸めた板端部を拘束して真円に近い形状とする所定台数のフィンパス成形スタンド３を備えており、ここでは、第１スタンド３ａと第２スタンド３ｂよりなっている。

そして、特許文献１に記載の技術では、図５Ａに横断面図、図５Ｂにその部分詳細図を示すように、フィンパス成形第１スタンド３ａにおいて、管状に成形された帯材１０の幅端部の一部分をフィンパス孔型ロールのフィンに接触させることによって、図５Ｃに示すように、管の内面側となる幅端部にテーパ形状を付与するとともに、図５Ｄに横断面図、図５Ｅにその部分詳細図を示すように、フィンパス成形第２スタンド３ｂにおいて、帯材１０の幅端部の他の部分をフィンに接触させることによって、図５Ｆに示すように、管の外面側となる幅端部にテーパ形状を付与することで、Ｘ型開先を形成するようにしている。なお、フィンパス成形第１スタンド３ａ、第２スタンド３ｂにおけるフィンの角度は通常の一段階の角度である。

また、特許文献２に記載の技術では、図６Ａに横断面図を示すように、フィンパス成形スタンドの上流側にエッジャロール１１を設置し、そのエッジャロール１１を用いて、管状に成形された帯材１０の幅端部を圧下することによって、図６Ｂに示すように、帯材１０の幅端部全体にテーパ形状を付与するとともに、図６Ｃに横断面図、図５Ｄにその部分詳細図を示すように、フィンパス成形スタンド３において、帯材１０の幅端部の一部分をフィンパス孔型ロールのフィンに接触させることによって、図５Ｅに示すように、管の外面側となる幅端部を垂直面に整形するようにしている。特許文献３から５に、板端面の形状について検討した例が記載されている。すなわち、通常、板の端面はスリットや端面研削によってほぼ矩形を呈しているが、これをロール成形の前においてテーパ加工して、加工した端部形状によって溶接時の溶鋼排出を良好にすることを目的としている。

特許文献１：　特開昭５７－０３１４８５号公報

特許文献２：　特開昭６３－３１７２１２号公報

特許文献３：　特開２００１－１７０７７９号公報

特許文献４：　特開２００１－２５９７３３号公報

特許文献５：　特開２００３－１６４９０９号公報

発明の開示

しかし、本発明者らが特許文献１に記載の方法を検討したところ、フィンパス成形におけるアプセット量を大幅に変更しても、帯材１０の幅端部の一部分のみをフィンパス孔型ロールのフィンに接触させることは著しく困難なことが判明した。これは、それまでの成形過程で帯材１０の幅端部はわずかしか加工硬化していないために、帯材の幅端部全体がフィンに沿って変形してフィン部に完全充満し易く、帯材の幅端部にフィンの形状が転写されてしまうためである。その結果、電縫溶接直前には帯材１０の幅端部が所望の形状になっておらず、極端になると片側のみの傾斜面が形成された平坦な形状となる。

また、本発明者らが特許文献２に記載の方法を検討したところ、ロール成形途中（フィンパス成形スタンドの上流側）でエッジャロール１１を用いて帯材１０の幅端部全体にテーパ形状を付与するには、この特許文献２に記載されるとおり、管外面側から管内面側にかけて直径が徐々に大きくなるエッジャロールを用いて成形する必要があるため、管内面側となる幅端部がエッジャロールにより削り取られて、「ひげ」と称する余肉材が発生することがあって問題である。さらに、ロール成形される帯材１０の横断面方向には管状の帯材１０を外側に開く大きな反力が作用するため、エッジャロール１１と帯材１０の幅端部との圧力は必然的に小さくなる。その結果、前記特許文献１と同様に、エッジャロールでの幅端部の圧下では加工硬化しにくくなり、その後のフィンパス成形でアプセット量を軽減したとしても、帯材がフィン部にほぼ充満して、帯材１０の幅端部に特許文献２に記載のような形状を付与することは困難であり、テーパが全く無くなって、平坦な面になることが確認された。

本発明は、上記のような事情に鑑みてなされたものであり、電縫溶接直前の幅端部形状を適切な形状とすることができ、それによって、電縫溶接時に十分な溶鋼排出がなされて、ペネトレータが確実に取り除かれ、溶接部特性の良好な電縫管を得ることができる電縫管の製造方法を提供することを目的とするものである。

前述のように、特許文献１、２に記載の従来技術においては、帯材の幅端面にテーパ形状を付与するために、フィンパス孔型ロールのフィンに帯材の幅端部の一部分を押し当て

てテーパ形状を付与するようにしているが、本発明者らの検討によれば、フィンパス孔型ロールに帯材の円周方向全周が充満しなくとも、帯材がフィンパス孔型ロールに装入される際に、幅端部がフィンに強圧されて、幅端部がフィン部に完全充満することを把握した。すなわち、帯材がフィンパス孔型ロールに装入される場合、フィンに接触した帯料の幅端部およびそのほぼ１８０度反対側に位置する帯材の幅中央部（管状の底の部分）とが梁撓みの状態となって、横断面を円弧形状に曲げようとする帯材の反力が大きく作用して、たとえ帯料がフィンパス孔型ロールに充満しなくとも、帯材の幅端部には円周方向に大きな圧縮力が作用し、その結果、帯材の幅端部はフィンに強圧されてフィンの形状がそのまま帯材の幅端部に転写されることを把握した。

そこで、本発明者らは、フィンパス成形において帯材の幅端部がフィンに強圧されることに着目して、この現象を積極的に活用することで、帯材の幅端部に所定のテーパ形状を付与する方法を着想した。すなわち、フィンに２段階以上のテーパを付与しておけば、フィンパス成形でのアプセット量が小さくとも、帯材の幅端部に所望のテーパ形状を付与でき、それによって電縫溶接直前の帯材の幅端部形状を適切なテーパ形状とすることができることを見出した。

また、特許文献５には、突き合わせ圧力の調整を容易にする種々の面取り形状が開示されているものの、溶鋼とともにペネトレータを排出する点、およびそれにより溶接部特性（特に低温靭性）を改善する点については、一切記載がないから、そこに開示されている多種多様な面取り形状のうち、いずれの形状が溶接部特性（特に低温靭性）を改善しうるものなのか、全く不明である。

本発明は、上記のような考えに基づいており、以下の特徴を有している。

１．　帯材を成形して端部を突き合わせて電縫溶接して管とする過程において、帯材の上面側または下面側いずれかの端部、または、帯材の上下面双方について、電縫溶接前にテーパ形状を付与することを特徴とする溶接部特性に優れる電縫管の製造方法。

２．　ロール成形過程のフィンパス成形において、２段階以上の角度を有するフィンを用いて、帯材の端部にその形状を転写しテーパ形状を付与することを特徴とする溶接部特性に優れる電縫管の製造方法。

３．　帯材厚み方向の一方の端部をＲ加工することを特徴とする前項１または２に記載の溶接部特性に優れる電縫鋼管の製造方法。

４．　フィンパス成形の前段で帯材の内径側端部にテーパ形状を付与し、フィンパス成形

の後段で帯材の外径側端部にテーパ形状を付与することを特徴とする前項１から３に記載の溶接部特性に優れる電縫管の製造方法。

５．　少なくともフィンパス最終スタンドを含んでテーパ形状を付与することを特徴とする前項１から４に記載の溶接部特性に優れる電縫管の製造方法。

６．　フィンパス成形後の帯材のテーパ形状について、板厚方向垂直端面からの角度を２５度から５０度の範囲として、片側における開先開始位置から終了位置までの垂線の長さを板厚の２０％から４５％とすることを特徴とする前項１から５に記載の溶接部特性に優れる電縫管の製造方法。

７．　不活性ガスまたは還元性ガスを吹き付けて電縫溶接することを特徴とする前項１から６に記載の溶接部特性に優れる電縫管の製造方法。

８．　板端面の突き合わせ角度を±１度以下として電縫溶接することを特徴とする前項１から７に記載の溶接部特性に優れる電縫管の製造方法。

９．　板端面のＶシェープ角度を２度以上８度以下として電縫溶接することを特徴とする前項１から８に記載の溶接部特性に優れる電縫管の製造方法。

図面の簡単な説明

図１は、電縫管製造ラインの説明図である。

図２Ａ、図２Ｂ、図２Ｃは、本発明の第１の実施形態を説明するための図である。

図３Ａ、図３Ｂ、図３Ｃは、本発明の第２の実施形態を説明するための図である。

図４Ａから図４Ｆは、本発明の第３の実施形態を説明するための図である。

図５Ａから図５Ｆは、従来技術（特許文献１記載の技術）を説明するための図である。

図６Ａから図６Ｅは、従来技術（特許文献２記載の技術）を説明するための図である。

図７は、本発明に従い電縫溶接加熱を受けつつある帯材端部に非酸化性ガスを吹き付ける実施形態の１例を示す模式図である。

図８は、本発明に従い電縫溶接加熱を受けつつある帯材端部の周囲を非酸化性ガス雰囲気に保つ実施形態の１例を示す模式図である。図９は、テーパ形状を付与した板の電縫溶接直前の突き合わせ状態を示す図である。

図１０は、従来の矩形端面の板の電縫溶接直前の突き合わせ状態を示す図である。

図１１は、テーパ形状を付与した板の電縫溶接直前のＶシェープ角度を示す図である。

図１２は、従来の矩形端面の板の電縫溶接直前のＶシェープ角度を示す図である。

図中の番号は下記の意味である。

1　アンコイラ

2　レベラ

3　フィンパス成形スタンド

3a　フィンパス成形第１スタンド

3b　フィンパス成形第２スタンド

4　ロール成形機

5　誘導加熱装置

6　スクイズロール（電縫溶接部）

7　ビード切削バイト

8　サイザ

9　管切断機

１０　帯材

２０　管状に成形された板

３０　管

４０　帯材１０（溶接後は管３０になる）の進行方向

５０　コンタクトチップ

６０　ガス供給ノズル

発明を実施するための最良の形態　本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

本発明において用いる電縫管製造ラインは、前述の図１に示したものである。すなわち、この電縫管製造ラインは、帯材１０を、アンコイラ１から払い出し、レベラ２で平坦に矯正し、ロール成形機４で帯材１０を徐々に丸めていき、丸めた帯材１０の左右両幅端部を、誘導加熱部５とスクイズロール（電縫溶接部）６からなる電縫溶接機で電縫溶接して管３０となし、管３０の溶接ビード部をビード部切削機７で切削し、切削後の管３０を、サイザ８にて外径調整した後、管切断機９で所定長さに切断するという構成を有している。なお、ロール成形機４は、最後段に丸めた板端部を拘束して真円に近い形状とする所定台数のフィンパス成形スタンド３を備えており、ここでは、第１スタンド３ａと第２スタンド３ｂよりなっている。

そして、この第１の実施形態においては、フィンパス成形第１スタンド３ａのフィンは

通常の１段階のテーパ形状になっているが、図２Ａに横断面図、図２Ｂにその部分詳細図を示すように、第２スタンド３ｂのフィンが２段階のテーパ形状（２段目のテーパ傾斜角度α、２段目の傾斜部垂直長さβ）を備えており、その形状を帯材１０の左右両幅端部に転写することによって、図２Ｃに示すように、管外面となる側の左右両幅端部に所定のテーパ形状（幅端面から管外面となる表面に向けての傾斜角度α、幅端面における開始位置の管外面となる表面からの板厚方向距離β）を付与するようになっている。

そして、帯材１０の左右両幅端部に付与するテーパ形状については、帯材１０の幅端面から管外面となる表面に向けての傾斜角度αが２５°～５０°であり、幅端面におけるテーパ開始位置と管外面となる表面との帯材板厚方向の距離βが帯材板厚の２０％～４０％となるようにしている。

なぜなら、傾斜角度αが２５°未満であると、帯材板厚中央部からの溶鋼排出が不十分となってペネトレータが残留して不良となり、電縫溶接後の靭性や強度が低下し、傾斜角度αが５０度を超えると、電縫溶接後にもそのテーパ形状が製品の管の疵として残留し問題である。また、テーパ開始距離βが板厚に対して２０％未満であると、板厚中央部の溶鋼排出が不十分となってペネトレータが残留しやすくなり、テーパ開始距離βが板厚に対して４０％を超えると、電縫溶接後にもそのテーパ形状が製品の管の疵として残留し問題である。

上記のようにして、この実施形態においては、フィンパス成形最終スタンド３ｂのフィン形状を２段階の角度を有する形状とし、そのフィン形状を帯材１０の左右両幅端部に転写するようにしているので、電縫溶接直前の帯材１０の幅端部形状を適切なテーパ形状とすることができる。その結果、電縫溶接時に十分な溶鋼排出がなされて、ペネトレータが確実に取り除かれるので、溶接部特性の良好な電縫管を得ることができる。

なお、上記において、２段階のテーパ形状を変更することによって、管内面側となる左右両幅端部に所定のテーパ形状を付与することもできる。

本発明の別の実施形態においては、フィンパス成形第１スタンド３ａのフィンは通常の１段階のテーパ形状になっているが、図３Ａに横断面図、図３Ｂにその部分詳細図を示すように、第２スタンド３ｂのフィンが３段階のテーパ形状（１段目の傾斜部垂直長さδ、２段目のテーパ傾斜角度γ、３段目のテーパ傾斜角度α、３段目の傾斜部垂直長さβ）を備えており、その形状を帯材１０の左右両幅端部に転写することによって、図３Ｃに示すように、管外面となる側の左右両幅端部に所定のテーパ形状（幅端面から管外面となる表

面に向けての傾斜角度α、幅端面における開始位置の管外面となる表面からの板厚方向距離β）を付与するとともに、管内面となる側の左右両幅端部に所定のテーパ形状（幅端面から管内面となる表面に向けての傾斜角度γ、幅端面における開始位置の管内面となる表面からの板厚方向距離φ）を付与するようになっている。ただし、３段階としたフィンのいずれかの角度がフィンパスロールの垂直方向より大きな角度になると、帯材の幅端部がフィンにより削り取られて、「ひげ」と称する余肉材が発生することがあり、フィンパス成形時に疵を発生させたり、電縫溶接のスパークの原因となったりするので、フィンの角度は垂直方向以下にしておくとよい。

そして、帯材１０の左右両幅端部に付与するテーパ形状については、帯材１０の幅端面から管外面となる表面に向けての傾斜角度αおよび管内面となる表面に向けての傾斜角度γがそれぞれ２５°～５０°であり、幅端面におけるテーパ開始位置と管外面となる表面との帯材板厚方向の距離βおよび管内面となる表面との帯材板厚方向の距離φがそれぞれ帯材板厚の２０％～４０％となるようにしている。

なぜなら、傾斜角度α、γが２５°未満であると、帯材板厚中央部からの溶鋼排出が不十分となってペネトレータが残留して不良となり、電縫溶接後の靭性や強度が低下し、傾斜角度α、γが５０度を超えると、電縫溶接後にもそのテーパ形状が製品の管の疵として残留し問題である。また、テーパ開始距離β、φが板厚に対して２０％未満であると、板厚中央部の溶鋼排出が不十分となってペネトレータが残留しやすくなり、テーパ開始距離β、φが板厚に対して４０％を超えると、電縫溶接後にもそのテーパ形状が製品の管の疵として残留し問題である。

上記のようにして、この実施形態においては、フィンパス成形最終スタンド３ｂのフィン形状を３段階の角度を有する形状とし、そのフィン形状を帯材１０の左右両幅端部に転写するようにしているので、電縫溶接直前の帯材１０の幅端部形状を適切なテーパ形状とすることができる。その結果、電縫溶接時に十分な溶鋼排出がなされて、ペネトレータが確実に取り除かれるので、溶接部特性の良好な電縫管を得ることができる。

本発明の別の実施形態においては、図４Ａに横断面図、図４.Ｂにその部分詳細図を示すように、前段のフィンパス成形第１スタンド３ａのフィンが２段階のテーパ形状（１段目の傾斜部垂直長さδ、２段目のテーパ傾斜角度γ）を備えており、その形状を帯材１０の左右両幅端部に転写することによって、図４Ｃに示すように、管内面となる側の左右両幅端部に所定のテーパ形状（幅端面から管内面となる表面に向けての傾斜角度γ、幅端面に

おける開始位置の管内面となる表面からの板厚方向距離φ）を付与するとともに、図４Ｄに横断面図、図４Ｅにその部分詳細図を示すように、後段の第２スタンド３ｂのフィンが２段階のテーパ形状（２段目のテーパ傾斜角度α、２段目の傾斜部垂直長さβ）を備えており、その形状を帯材１０の左右両幅端部に転写することによって、図４Ｆに示すように、管外面となる側の左右両幅端部に所定のテーパ形状（幅端面から管外面となる表面に向けての傾斜角度α、幅端面における開始位置の管外面となる表面からの板厚方向距離β）を付与するようになっている。

ちなみに、フィンパス成形第１スタンド３ａで管内面となる幅端部にテーパ形状を付与した場合、その部分は強圧によって著しく加工硬化するため、さらにフィンパス成形第２スタンド３ｂでテーパ形状を付与しても、第１スタンド３ａで付与したテーパ形状は比較的潰れにくい。したがって、フィンパス成形終了後の帯材の幅端部には管内面側および管外面側とも所定のテーパ形状が付与できる。

そして、帯材１０の左右両幅端部に付与するテーパ形状については、帯材１０の幅端面から管外面となる表面に向けての傾斜角度αおよび管内面となる表面に向けての傾斜角度γがそれぞれ２５°～５０°であり、幅端面におけるテーパ開始位置と管外面となる表面との帯材板厚方向の距離βおよび管内面となる表面との帯材板厚方向の距離φがそれぞれ帯材板厚の２０％～４０％となるようにしている。

なぜなら、傾斜角度α、γが２５°未満であると、帯材板厚中央部からの溶鋼排出が不十分となってペネトレータが残留して不良となり、電縫溶接後の靭性や強度が低下し、傾斜角度α、γが５０度を超えると、電縫溶接後にもそのテーパ形状が製品の管の疵として残留し問題である。また、テーパ開始距離β、φが板厚に対して２０％未満であると、板厚中央部の溶鋼排出が不十分となってペネトレータが残留しやすくなり、テーパ開始距離β、φが板厚に対して４０％を超えると、電縫溶接後にもそのテーパ形状が製品の管の疵として残留し問題である。

上記のようにして、この実施形態においては、フィンパスにおいて、前段の第１スタンド３ａのフィン形状および後段の第２スタンド３ｂのフィン形状をそれぞれ２段階の角度を有する形状とし、それらのフィン形状を帯材１０の左右両幅端部に転写するようにしているので、電縫溶接直前の帯材１０の幅端部形状を適切なテーパ形状とすることができる。その結果、電縫溶接時に十分な溶鋼排出がなされて、ペネトレータが確実に取り除かれるので、溶接部特性の良好な電縫管を得ることができる。

なお、上述の第１～第３の実施形態においては、フィンパス成形最終スタンド（ここでは、第２スタンド３ｂ）で帯材の管外面側または／および管外面側の幅端部にテーパ形状を付与するようにしているのは、その直後に電縫溶接が行われるため、良好なテーパ形状を保持したまま電縫溶接が可能であるからである。しかし、フィンパス成形開始スタンドや中間スタンドにおいて帯材の幅端部にテーパ形状を付与し、フィンパス成形最終スタンドではテーパ形状を付与しないようにしてもよい。いったん帯材の幅端部にテーパ形状を付与すれば、その幅端面は強圧によって著しく加工硬化するため、その後にフィンパス成形を行ってもテーパ形状は比較的潰れにくく、フィンパス成形終了後もそのテーパ形状を付与した状態が保持できる。

また、本発明では、テーパ付与手段としてフィンパス成形のみを用いるため、エッジャーロールや研削ロールなどの設備が不要で、それらのロールや研削砥石の交換が不要となり、能率良く溶接品質の良い電縫管が製造できる。

ここで、このフィンパス成形によるテーパ形状付与では、電縫溶接後の溶接部の靭性または強度を十分に向上させるのが難しい場合があった。

この原因を詳細に調査すると、電縫溶接時の圧接（アプセット）前に帯材端部が加熱されていく段階で、溶接欠陥であるペネトレータの原因となる酸化物が帯材端面に形成される。この酸化物は、帯材端部が溶融する段階で該溶融した溶鋼表面に浮き、圧接の段階で、一部は溶鋼とともに排出される。この際に、帯材端面にテーパ形状が付与されていると、溶鋼が容易に排出されて、同時にペネトレータも有効に排出できる。

しかし、ペネトレータの元になる帯材端面の酸化物は、電縫溶接の加熱とともに順次生成してくるため、溶接条件によっては、帯材端部のテーパ形状のみでは、溶接後の靭性または強度を充分に向上できない場合が生じた。

そこで、本発明者らは電縫溶接現象を詳細に観察し直した結果、ペネトレータの原因となる酸化物の生成に着目した。すなわち、帯材端部のテーパ形状によるペネトレータの排出だけでなく、ペネトレータの原因となる酸化物の生成を防止する方法を検討した。

その結果、電縫溶接の加熱（すなわち圧接前に被圧接端部を溶融させるための加熱）を受けつつある帯材端部に向かって、非酸化性ガスを吹き付けると、酸化物の生成を抑制できることを把握した。ここで、非酸化性ガスとは、不活性ガス（窒素ガス、ヘリウムガス、アルゴンガス、ネオンガス、キセノンガス等、もしくはこれらの２種以上を混合してなる混合ガス）、還元性ガス（水素ガス、一酸化炭素ガス、メタンガス、プロパンガス等、も

しくはこれらの２種以上を混合してなる混合ガス）、またはこれらを混合してなる混合ガスを意味する。

つまり、本発明では、電縫溶接前の帯材端部にテーパ形状を付与しておくことで、ペネトレータの排出を促進し、それとともに、電縫溶接中の加熱を受けつつある板端部に非酸化性ガスを吹き付けることで、ペネトレータの原因となる酸化物の生成を抑制する。これにより、溶接部の靭性または強度を確実に従来レベルよりも向上させることができる。もっとも、非酸化性ガスを吹き付けるだけでは、周辺の空気を巻き込むために、板端部での酸化物生成を抑制する効果が多かれ少なかれ弱められる。そこで、周辺の空気の巻き込みをなくすことが好ましく、それには、電縫溶接の加熱を受けつつある板端部を囲ってその囲いの内部を非酸化性ガス雰囲気に保つのがよい。

また、非酸化性ガスのうちでも、還元性ガスを含むガスを用いる方が、ペネトレータの原因となる酸化物の生成を抑制する効果がより強くなり、溶接部の靭性または強度を、より大きく向上させることができる。

また、入手容易性および廉価性の点からは、非酸化性ガスとして、次のガスを用いることが好ましい。

・不活性ガス単独使用の場合：（Ａ）窒素ガス、ヘリウムガス、アルゴンガスのいずれかもしくはこれらの２種以上の混合ガス

・還元性ガス単独使用の場合：（Ｂ）水素ガス、一酸化炭素ガスのいずれかもしくはこれら２種の混合ガス

・不活性ガスと還元性ガスの混合ガス使用の場合：前記（Ａ）と（Ｂ）の混合ガス　なお、特に、水素ガスおよび／または一酸化炭素ガスを含むガスを使用する場合、遺漏なき安全対策をとるべきことはいうまでもない。

また、この問題に対応するために、本発明者らは電縫溶接現象を詳細に観察し直した結果、電縫溶接における板の幅方向両端部同士の突き合わせ角度（板幅方向両端部の垂直面同士の角度）に着目した。すなわち、溶鋼とともにペネトレータを有効に排出するためには、板端部のテーパ形状だけではなく、テーパ形状が付与されていない垂直面同士の突き合わせ角度も大きく影響することを見出した。

電縫溶接において、板端部の垂直面（板垂直端面）の突き合わせ角度が変わると、溶鋼の排出状態が異なってくる。すなわち、管外面側に開くように突き合わせ角度が設定されると、テーパ形状を付与した板端面は、管内面側が優先的に加熱されて先に溶鋼が発生し、

その溶鋼が電縫溶接中の板端面の突き合わせとともに、管外面側に押し出されてくる。また、管内面側に開くように突き合わせ角度が設定されると、テーパ形状を付与した板端面は、管外面側が優先的に加熱されて先に溶鋼が発生し、その溶鋼が電縫溶接中に板端面の突き合わせとともに、管内面側に押し出されてくる。

この際、例えば、管外面側に開くような突き合わせ角度を正、管内面側に開くような突き合わせ角度を負とすると、突き合わせ角度が±１°を超えて大きい場合には、一方の側の板端面が優先的に溶融して反対側の板端面に流れる溶鋼の量が著しく多くなるため、突き合わせが完了するまでの溶接時間の間に充分排出できなくなり、溶鋼が途中で板内部に閉じこめられたまま、電縫溶接が完了してしまう。その結果、溶鋼中あるいはその表面に凝集してくるペネトレータが板内部に留まって、電縫溶接部の靭性または強度を大幅に低下させてしまうことになる。上記のことから、電縫溶接時の板端部垂直面の突き合わせ角度については、±１°以内（－１°～＋１°）とする必要がある。

なお、その際に、板端部にテーパ形状を付与しておくと、その体積減少分だけ先に溶融する一方の端部の溶融量が減少し、かつ、テーパ形状に沿って溶融して、さらに溶鋼が減少するため、突き合わせ角度とテーパ形状の双方の効果で、電縫溶接部のペネトレータを充分排出することができて、靭性および強度が著しく向上する。

上記のような本発明の一実施形態を以下に述べる。

図１は、本発明の一実施形態において用いる電縫管製造ラインを示す図である。この電縫管製造ラインは、板（帯材）１０を、アンコイラ１から払い出し、レベラ２で平坦に矯正し、ロール成形機４で帯材１０を徐々に丸めていき、丸めて管状になった帯材２０の左右両幅端部を、誘導加熱部５とスクイズロール（電縫溶接部）６からなる電縫溶接機で電縫溶接して管３０となし、管３０の溶接ビード部をビード部切削機７で切削し、切削後の管３０をサイザ８にて外径調整した後、管切断機９で所定長さに切断するという基本構成を有している。

そして、この実施形態においては、ロール成形機４は最後段に複数スタンド（例えば、３スタンド）からなるフィンパス成形スタンド３を備えており、前述したように、各スタンドのフィンを適切な形状とすることによって、板端部の上面側（管の内面側）または／および板端部の下面側（管の外面側）に所定のテーパ形状を付与できるようになっている。

例えば、図２Ａに断面図を示し、図２Ｂにその部分詳細図を示すように、フィンパス成形スタンド３の任意のスタンドが、所定の２段テーパ（２段目のテーパ傾斜角度α、２段

目の傾斜部垂直長さβ）となったフィン形状を備えている。そのフィン形状を帯材１０の幅端部に転写することによって、帯材１０の下面側（管の外面側）の左右両端部に、テーパ角度がαでテーパ高さがβのテーパ形状を付与する。

そして、上記のようにして、外面側にテーパ角度αでテーパ高さβのテーパ形状が付与され、内面側にテーパ角度γでテーパ高さδのテーパ形状が付与された管状の帯材２０を、図９に示すように、板端部の垂直面の突き合わせ角度θが±１°以内となるようにして、電縫溶接を行なうようになっている。

これによって、電縫溶接部のペネトレータを充分排出することができ、著しく良好な靭性および溶接強度を備えた電縫管を得ることができる。

また、この問題に対応するために、本発明者らは電縫溶接現象を詳細に観察し直した結果、電縫溶接直前において板の幅方向両端面同士が長手方向になすＶ字形状の頂角（Ｖシェープ角度）に着目した。すなわち、溶鋼とともにペネトレータを有効に排出するためには、板端部のテーパ形状だけではなく、Ｖシェープ角度も大きく影響することを見出した。

電縫溶接において、板端面のＶシェープ角度が変わると、溶鋼の生成・排出状態が異なってくる。すなわち、Ｖシェープ角度が小さくなると、板端面は溶接部から遠方において加熱が開始されて、溶接部に近づくにつれて徐々に温度が上昇し、また、板端面の板厚上部および下部から板厚中央部に加熱が広がっていく。これらの現象とともに、溶鋼が徐々に発生するが、板端面の板厚上部（管外面側）および板厚下部（管内面側）から発生した溶鋼が溶接部に到達する前に固化が始まって、板厚中央部の溶鋼が外部に排出されにくくなる。その結果、溶鋼とともに生成するペネトレータも板内部の留まりやすくて、電縫溶接部の靭性または強度を大幅に低下させてしまうわけである。

そこで、Ｖシェープ角度について鋭意検討した結果、Ｖシェープ角度が２°以上であれば、溶鋼の排出が良好となって溶接部の靭性または強度が向上することを把握した。

ただし、Ｖシェープ角度が大きくなりすぎると、溶接部の加熱が不足して板端面の温度が上昇しにくくなり、溶鋼が発生せずに、冷接と称する端面全体が酸化膜に覆われた状態となって、溶接部の靭性または強度が著しく低下する。これに対しては、Ｖシェープ角度が８°以下であれば、冷接を防止できることを把握した。

なお、その際に、板端部にテーパ形状を付与しておくと、その体積減少分だけ先に溶融する一方の端部の溶融量が減少し、かつ、テーパ形状に沿って溶融して、さらに溶鋼が減少するため、Ｖシェープ角度とテーパ形状の双方の効果で、電縫溶接部のペネトレータを

充分排出することができて、靭性および強度が著しく向上する。

上記のような本発明の一実施形態を以下に述べる。

図１は、本発明の一実施形態において用いる電縫管製造ラインを示す図である。この電縫管製造ラインは、板（帯材）１０を、アンコイラ１から払い出し、レベラ２で平坦に矯正し、ロール成形機４で帯材１０を徐々に丸めていき、丸めて管状になった帯材２０の左右両幅端部を、誘導加熱部５とスクイズロール（電縫溶接部）６からなる電縫溶接機で電縫溶接して管３０となし、管３０の溶接ビード部をビード部切削機７で切削し、切削後の管３０をサイザ８にて外径調整した後、管切断機９で所定長さに切断するという基本構成を有している。

そして、この実施形態においては、ロール成形機４は最後段に複数スタンド（例えば、３スタンド）からなるフィンパス成形スタンド３を備えており、前述したように、各スタンドのフィンを適切な形状とすることによって、板端部の上面側（管の内面側）または／および板端部の下面側（管の外面側）に所定のテーパ形状を付与できるようになっている。

例えば、図２Ａに断面図を示し、図２Ｂにその部分詳細図を示すように、フィンパス成形スタンド３の任意のスタンドが、所定の２段テーパ（２段目のテーパ傾斜角度α、２段目の傾斜部垂直長さβ）となったフィン形状を備えている。そのフィン形状を帯材１０の幅端部に転写することによって、帯材１０の下面側（管の外面側）の左右両端部に、テーパ角度がαでテーパ高さがβのテーパ形状を付与する。

そして、上記のようにして、外面側にテーパ角度αでテーパ高さβのテーパ形状が付与され、内面側にテーパ角度γでテーパ高さδのテーパ形状が付与された管状の帯材２０を、図１１に示すように、Ｖシェープ角度φが２°～８°となるようにして、電縫溶接を行なうようになっている。

これによって、電縫溶接部のペネトレータを充分排出することができ、著しく良好な靭性および溶接強度を備えた電縫管を得ることができる。

実施例

実施例１

以下、実施例１について説明する。

ここでは、板幅１９２０ｍｍ×１９．１ｔｍｍの帯材（鋼帯）を用いて、φ６００の電縫管を製造した。そして、製造した電縫管の溶接部から試験片を切り出してシャルピー試

験を行い、性能を評価した。シャルピー試験片は、管長手方向の相違する１０点から１本ずつ、試験片長さ方向を管円周方向に平行にし、ノッチ長さ中心を溶接部肉厚中心位置として採取し、ＪＩＳ５号の２ｍｍＶノッチ衝撃試験片として、－４６℃での衝撃試験を行い、シャルピー衝撃値、脆性破面率を測定した。なお、シャルピー衝撃値は１２５Ｊ以上、脆性破面率が３５％以下を性能許容範囲とした。

（本発明例１）本発明例１として、前述の第１の実施形態に基づいて上記の電縫管を製造した。すなわち、フィンが２段階の角度を有したフィンパス成形最終スタンド（フィンの第１段階の角度はロール軸垂線に対して８５°）によって、管外面となる側の帯材幅端部にテーパ形状を付与した。なお、その傾斜角度αは板垂直端面に対して３０°とした。

（本発明例２）本発明例２として、前述の第２の実施形態に基づいて上記の電縫管を製造した。すなわち、２スタンドフィンパス成形において、フィンが３段階の角度を有した第１スタンド（フィンの第２段階の角度はロール軸垂線に対して４０°）によって、管外面となる側の帯材幅端部および管内面となる側の帯材幅端部にそれぞれテーパ形状を付与した。なお、管外面となる側の傾斜角度αおよび管内面となる側の傾斜角度γはともに２５°とした。

（本発明例３）本発明例３として、前述の第３の実施形態に基づいて上記の電縫管を製造した。すなわち、３スタンドフィンパス成形において、フィンが２段階の角度を有した第１スタンド（フィンの第１段階の角度はロール軸垂線に対して６０°）によって、管内面となる側の帯材幅端部にテーパ形状を付与し、フィンが２段階の角度を有した第３スタンド（フィンの第１段階の角度はロール軸垂線に対して８５°）によって、管外面となる側の帯材幅端部にテーパ形状を付与した。なお、管外面となる側の傾斜角度αは３０°、管内面となる側の傾斜角度γは４０°とした。

（従来例１）従来例１として、前述の特許文献１に記載の方法に基づいて上記の電縫管を製造した。すなわち、フィンが１段階の角度を有したフィンパス成形第１スタンドにおいて、フィンパスのアプセット量を調整して帯材幅端部を板厚のほぼ１／２までフィンに接触させることによって、管の内面側となる幅端部にテーパ形状を付与することを試みて、フィンが１段階の角度を有したフィンパス成形第２スタンドにおいて、帯材幅端部を板厚の残りのほぼ１／２をフィンに接触させようとして、管の外面側となる幅端部にテーパ形状を付与することを狙った。なお、テーパ形状の傾斜角度は２０°とした。

（従来例２）従来例２として、前述の特許文献２に記載の方法に基づいて上記の電縫管

を製造した。すなわち、フィンパス成形の上流側にエッジャロールを設置し、そのエッジャロールを用いて、帯材の幅端部を圧下することによって、帯材の幅端部全体にテーパ形状を付与することを試みて、フィンが１段階の角度を有したフィンパス成形スタンドにおいて、帯材幅端部を板厚のほぼ１／２までフィンに接触させようとして、管の外面側となる幅端部を垂直面に整形することを狙った。なお、テーパ形状の傾斜角度は２０°とした。

（従来例３） 従来例３として、図１に示した製造ラインにおいて、帯材の幅端部を矩形に研磨しておき、フィンが１段階の角度となっているフィンパス成形スタンドを用いて上記の電縫管を製造した。

これらにより製造した電縫管の溶接部におけるシャルピー衝撃値と脆性破面率を測定した結果を表１に示す。また。電縫溶接直前の帯材幅端部を切り出して採取し、その幅端部における形状を観察した結果も付記した。

表１

	フィンパス成形時のテーパ形状の目標値	電縫溶接直前のテーパ形状の実測値	シャルピー衝撃値	脆性破面率
本発明例１	管外面側に３０°	管外面側に３０°	１５０Ｊ	２５％
本発明例２	管外面側に２５° 管内面側に２５°	管外面側に２５° 管内面側に２５°	１８０Ｊ	１５％
本発明例３	管外面側に３０° 管内面側に４０°	管外面側に３０° 管内面側に４０°	２００Ｊ	１０％
従来例１	管外面側に２５° 管内面側に２５°	テーパ無し（平滑化）	２５Ｊ	５１％
従来例２	管内面側に２０°	テーパ無し（平滑化）	２５Ｊ	５０％
従来例３	無し	無し	２０Ｊ	５８％

表１より、本発明例１～３では、溶接部の衝撃強度が高く脆性破面率が小さくて、靭性が良好であって、製品の信頼性が高い。これに比較して、従来例１～３では、溶接部の衝撃強度が低く脆性破面率が大きくて、靭性が低下しており、製品の信頼性に乏しかった。また、フィンパス成形後の電縫溶接直前における帯材幅端部形状を比較すると、本発明例１～３では、管内面となる側の幅端部および管外面となる側の幅端部ともに、所望するテーパ形状が保持されていたのに対して、従来例１、２ではいずれも幅端部がフィンパス成形中に平滑化されてしまって、テーパ形状が保持されていなかった。

したがって、本発明によって溶接部特性の良好な電縫管を製造できることが確認された。

実施例２

以下、実施例２について説明する。この実施例２では、板幅1920mm×板厚19.1mmの鋼帯からなる帯材を、図１に示すような造管機すなわちアンコイラー１、レベラ２、ロール成形機４（複数スタンドのフィンパス成形（フィンパスロールスタンド）３を含む）、電縫溶接機（コンタクトチップ５０、スクイズロール６を含む）、ビード部切削手段７、サイザ８、管切断機９からなる造管機に通して、外径600mmの鋼管を製造するにあたり、製造条件を以下の４通りに違えて製造した。

（本発明例２１） 全３スタンドとしたフィンパス成形３の第３スタンドにて帯材端部の管外径側にほぼ直線状のテーパ形状を付与（テーパ角度 α、テーパ深さ β は表２に示す値に設定）し、図７に示す実施形態で、電縫溶接加熱（コンタクトチップ５０からの通電加熱）を受けつつある帯材１０端部に、ガス供給ノズル６０からアルゴンガスを吹き付けた。なお、図７において、４０は帯材１０（溶接後は管３０になる）の進行方向であり、スクイズロールの図示は省略した。

（本発明例２２） 全２スタンドとしたフィンパス成形３の第１スタンドにて帯材端部の管内径側に、第２スタンドにて同端部の管外径側に、それぞれほぼ直線状のテーパ形状を付与（テーパ角度 α、テーパ深さ β は表２に示す値に設定）し、図８に示す実施形態で、進行方向４０に送られながら電縫溶接加熱（コンタクトチップ５０からの通電加熱）を受けつつある帯材１０端部を、ガス雰囲気ボックス13で囲い、該ボックス内を、１％二酸化炭素ガス＋残部窒素ガスの雰囲気に保った。なお、図８において、４０は帯材１０（溶接後は管３０になる）の進行方向であり、スクイズロールの図示は省略した。

（比較例２１） 全３スタンドとしたフィンパス成形３の第１スタンドにて帯材端部の管内外両径側にそれぞれほぼ直線状のテーパ形状を付与（テーパ角度 α、テーパ深さ β は表２に示す値に設定）し、電縫溶接の加熱を受けつつある帯材端部は大気中にさらしたままとした。

（従来例２１） 帯材端部形状はほぼ矩形状（長方形の長さ端部形状）のままとし、電縫溶接加熱を受けつつある帯材端部は大気中にさらしたままとした。

上記４通りの条件で製造した鋼管の溶接部から試験片を切り出してシャルピー試験を行い、性能を評価した。シャルピー試験片として、管長手方向の相違する10点から１本ずつ、試験片長さ方向を管円周方向にとり、ノッチ長さ中心を溶接部肉厚中心位置にとって採取した、JIS ５号の２mmVノッチ衝撃試験片を用いて、試験片温度－46℃で衝撃試験を行い、シャルピー衝撃値、脆性破面率を測定した。なお、シャルピー衝撃値：125Ｊ以上、脆性破面率：35%以下を性能許容範囲とした。その結果を表２に示す。

表２より、本発明例２１、２２では、溶接部の衝撃強度（シャルピー衝撃値）が著しく高く脆性破面率が小さくて、靭性が良好であって製品の信頼性が高いが、これに比べて、比較例２１および従来例２１では、溶接部の衝撃強度（シャルピー衝撃値）が低く脆性破面率が大きくて、靭性が低下しており、製品の信頼性に乏しかった。

表２

	電縫溶接の雰囲気	テーパ形状付与方法	溶接直前の端部テーパ形状	シャルピー衝撃値	脆性破面率
本発明例２１	アルゴンガスを吹き付け	３スタンドフィンパス成形３の第３スタンド	α＝２５° β＝４mm （板厚の２１％）	２５０J	１２％
本発明例２２	１％二酸化炭素ガス＋残部窒素ガス雰囲気	全２スタンドフィンパス成形の第１スタンドおよび第２スタンド	α＝４５° β＝７mm （板厚の３７％）	３１０J	７％
比較例２１	大気	３スタンドフィンパス成形３の第１スタンド	α＝２０° β＝４mm （板厚の１６％）	１３０J	３３％
比較例２１	大気	付与せず	テーパ形状無し	２５J	５５％

実施例３

以下、実施例３について説明する。

ここでは、板幅１９２０mm×１９．１tmmの帯材（鋼帯）を用いて、φ６００の電縫管を製造した。

そして、製造した電縫管の溶接部から試験片を切り出してシャルピー試験を行い、性能を評価した。シャルピー試験片は、管長手方向の相違する１０点から１本ずつ、試験片長さ方向を管円周方向に平行にし、ノッチ長さ中心を溶接部肉厚中心位置として採取し、ＪＩＳ５号の２mmＶノッチ衝撃試験片として、－４６℃での衝撃試験を行い、シャルピー衝撃値、脆性破面率を測定した。なお、シャルピー衝撃値は１２５Ｊ以上、脆性破面率が３５％以下を性能許容範囲とした。

（本発明例３１）本発明例３１として、前述の実施形態に基づいて上記の電縫管を製造した。その際、３スタンドからなるフィンパス成形スタンドの第３スタンドにおいて、帯材１０の上面側（管２０の内面側）に、テーパ角度γが２５°でテーパ高さδが４mm（板厚の２１％）のほぼ直線上のテーパ形状を付与し、電縫溶接直前の板垂直端面の突き合わせ角度θについて、管外面側に０．３°開くようにロール成形を調整して、電縫溶接を行なった。

（本発明例３２）本発明例３２として、２スタンドからなるフィンパス成形スタンドの第１スタンドにおいて、帯材１０の上面側（管２０の内面側）に、テーパ角度γが４５°でテーパ高さδが７ｍｍ（板厚の３７％）のほぼ直線上のテーパ形状を付与し、フィンパス成形スタンドの第２スタンドにおいて、帯材１０の下面側（管２０の外面側）に、テーパ角度αが４５°でテーパ高さβが７ｍｍ（板厚の３７％）のほぼ直線上のテーパ形状を付与し、電縫溶接直前の板垂直端面の突き合わせ角度θについて、管内面側に０．２°開くようにロール成形を調整して、電縫溶接を行なった。

（比較例３１）比較例３１として、３スタンドからなるフィンパス成形の第１スタンドにおいて、帯材１０の下面側（管２０の外面側）に、テーパ角度αが２０°でテーパ高さβが３ｍｍ（板厚の１６％）のほぼ直線上のテーパ形状を、帯材１０の上面側（管２０の内面側）に、テーパ角度γが２０°でテーパ高さδが３ｍｍ（板厚の１６％）のほぼ直線上のテーパ形状を付与し、電縫溶接直前の板垂直端面の突き合わせ角度θについて、管外面側に１．１°開くようにロール成形を調整して、電縫溶接を行なった。

（従来例３１）従来例３１として、板端面をほぼ矩形として、図１０に示す電縫溶接直前の板垂直端面の突き合わせ角度θについて、管外径側に１．１°開くようにロール成形を調整して、電縫溶接を行なった。

これらにより製造した電縫管の溶接部におけるシャルピー衝撃値と脆性破面率を測定した結果を表３に示す。

表３

	テーパ形状付与方法	電縫溶接直前のテーパ形状	板垂直端面の突き合わせ角度	シャルピー衝撃値	脆性破面率
本発明例３１	３スタンドフィンパス成形の第３スタンド	テーパ角度：２５° テーパ高さ：４ｍｍ （板厚の２１％）	管外面側に ０．３°	２５０Ｊ	１２％
本発明例３２	２スタンドフィンパス成形の第１スタンドおよび第２スタンド	テーパ角度：４５° テーパ高さ：７ｍｍ （板厚の３７％）	管内面側に ０．２°	３１０Ｊ	８％
比較例３１	３スタンドフィンパス成形の第１スタンド	テーパ角度：２０° テーパ高さ：３ｍｍ （板厚の１６％）	管外面側に １．１°	１３０Ｊ	３３％
従来例３１	無し	無し	管外面側に １．１°	２５Ｊ	５５％

表３より、本発明例３１、３２による電縫管は、溶接部の衝撃強度が高く脆性破面率が小さくて、靭性が良好であって、製品の信頼性が高い。これに対して、比較例３１および従来例３１による電縫管は、溶接部の衝撃強度が低く脆性破面率が大きくて、靭性が低下しており、製品の信頼性に乏しい。

これにより、本発明によって溶接部特性の良好な電縫管を製造できることが確認された。

実施例４

以下、実施例に基づいて説明する。

ここでは、板幅１９２０ｍｍ×１９．１ｔｍｍの帯材（鋼帯）を用いて、φ６００の電縫管を製造した。

そして、製造した電縫管の溶接部から試験片を切り出してシャルピー試験を行い、性能を評価した。シャルピー試験片は、管長手方向の相違する１０点から１本ずつ、試験片長さ方向を管円周方向に平行にし、ノッチ長さ中心を溶接部肉厚中心位置として採取し、ＪＩＳ５号の２ｍｍＶノッチ衝撃試験片として、－４６℃での衝撃試験を行い、シャルピー衝撃値、脆性破面率を測定した。なお、シャルピー衝撃値は１２５Ｊ以上、脆性破面率が

３５％以下を性能許容範囲とした。

（本発明例４１）本発明例４１として、前述の実施形態に基づいて上記の電縫管を製造した。その際、３スタンドからなるフィンパス成形スタンドの第３スタンドにおいて、帯材１０の下面側（管２０の外面側）に、テーパ角度αが２５°でテーパ高さβが４ｍｍ（板厚の２１％）のほぼ直線上のテーパ形状を付与し、電縫溶接直前の板端面同士のなすＶシェープ角度φが２．５°となるようにロール成形を調整して、電縫溶接を行なった。

（本発明例４２）本発明例４２として、２スタンドからなるフィンパス成形スタンドの第１スタンドにおいて、帯材１０の上面側（管２０の内面側）に、テーパ角度γが４５°でテーパ高さδが７ｍｍ（板厚の３７％）のほぼ直線上のテーパ形状を付与し、フィンパス成形スタンドの第２スタンドにおいて、帯材１０の下面側（管２０の外面側）に、テーパ角度αが４５°でテーパ高さβが７ｍｍ（板厚の３７％）のほぼ直線上のテーパ形状を付与し、電縫溶接直前の板端面同士のなすＶシェープ角度φが７．５°となるようにロール成形を調整して、電縫溶接を行なった。

（比較例４１）比較例４１として、３スタンドからなるフィンパス成形の第１スタンドにおいて、帯材１０の下面側（管２０の外面側）に、テーパ角度αが２０°でテーパ高さβが３ｍｍ（板厚の１６％）のほぼ直線上のテーパ形状を、帯材１０の上面側（管２０の内面側）に、テーパ角度γが２０°でテーパ高さδが３ｍｍ（板厚の１６％）のほぼ直線上のテーパ形状を付与し、電縫溶接直前の板端面同士のなすＶシェープ角度φが１．５°となるようにロール成形を調整して、電縫溶接を行なった。

（従来例４１）従来例４１として、板端面をほぼ矩形として、図１２に示す電縫溶接直前の板端面同士のなすＶシェープ角度φが１．８°となるようにロール成形を調整して、電縫溶接を行なった。

これらにより製造した電縫管の溶接部におけるシャルピー衝撃値と脆性破面率を測定した結果を表４に示す。

表４

	テーパ形状付与方法	電縫溶接直前のテーパ形状	Ｖシェープ角度	シャルピー衝撃値	脆性破面率
本発明例４１	３スタンドフィンパス成形の第３スタンド	テーパ角度：２５° テーパ高さ：４ｍｍ （板厚の２１％）	２．５°	２５０Ｊ	１２％
本発明例４２	２スタンドフィンパス成形の第１スタンドおよび第２スタンド	テーパ角度：４５° テーパ高さ：７ｍｍ （板厚の３７％）	７．５°	３１０Ｊ	８％
比較例４１	３スタンドフィンパス成形の第１スタンド	テーパ角度：２０° テーパ高さ：３ｍｍ （板厚の１６％）	１．５°	１３０Ｊ	３３％
従来例４１	無し	無し	１．８°	２５Ｊ	５５％

表４より、本発明例４１、４２による電縫管は、溶接部の衝撃強度が高く脆性破面率が小さくて、靭性が良好であって、製品の信頼性が高い。これに対して、比較例４１および従来例４１による電縫管は、溶接部の衝撃強度が低く脆性破面率が大きくて、靭性が低下しており、製品の信頼性に乏しい。

これにより、本発明によって溶接部特性の良好な電縫管を製造できることが確認された。

請求の範囲

1． 帯材を成形して端部を突き合わせて電縫溶接して管とする過程において、帯材の上面側または下面側いずれかの端部、または、帯材の上下面双方について、電縫溶接前にテーパ形状を付与することを特徴とする溶接部特性に優れる電縫管の製造方法。

2． ロール成形過程のフィンパス成形において、２段階以上の角度を有するフィンを用いて、帯材の端部にその形状を転写しテーパ形状を付与することを特徴とする溶接部特性に優れる電縫管の製造方法。

3． 帯材厚み方向の一方の端部をＲ加工することを特徴とする請求項１または２に記載の溶接部特性に優れる電縫鋼管の製造方法。

4． フィンパス成形の前段で帯材の内径側端部にテーパ形状を付与し、フィンパス成形の後段で帯材の外径側端部にテーパ形状を付与することを特徴とする請求項１から３に記載の溶接部特性に優れる電縫管の製造方法。

5． 少なくともフィンパス最終スタンドを含んでテーパ形状を付与することを特徴とする請求項１から４に記載の溶接部特性に優れる電縫管の製造方法。

6． フィンパス成形後の帯材のテーパ形状について、板厚方向垂直端面からの角度を２５度から５０度の範囲として、片側における開先開始位置から終了位置までの垂線の長さを板厚の２０％から４５％とすることを特徴とする請求項１から５に記載の溶接部特性に優れる電縫管の製造方法。

7． 不活性ガスまたは還元性ガスを吹き付けて電縫溶接することを特徴とする請求項１から６に記載の溶接部特性に優れる電縫管の製造方法。

8． 板端面の突き合わせ角度を±１度以下として電縫溶接することを特徴とする請求項１から７に記載の溶接部特性に優れる電縫管の製造方法。

９．　板端面のＶシェープ角度を２度以上８度以下として電縫溶接することを特徴とする請求項１から８に記載の溶接部特性に優れる電縫管の製造方法。

図1

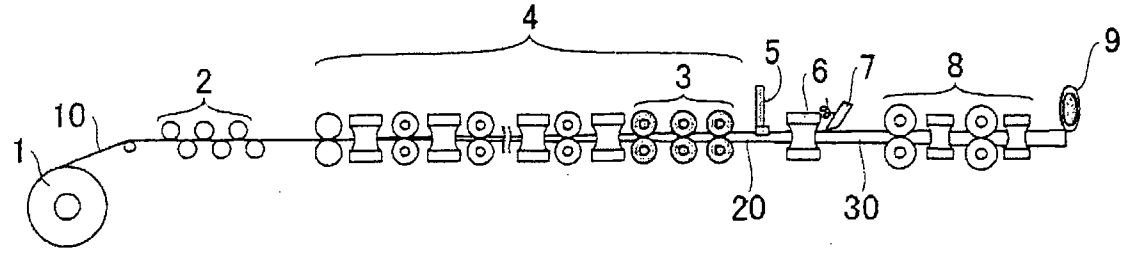


図2A

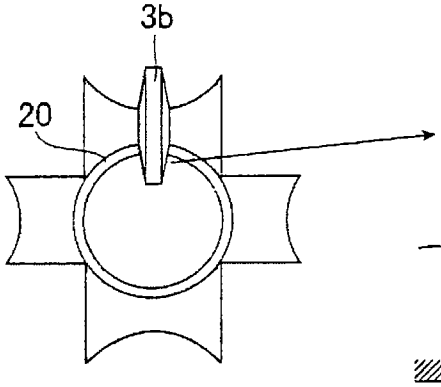


図2B

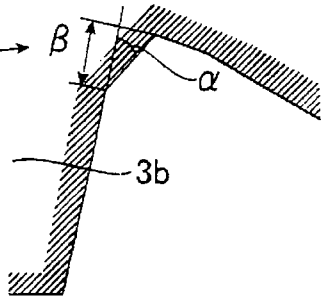


図2C

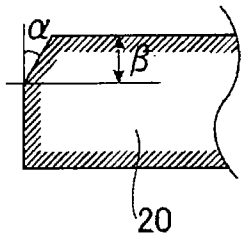


図3A

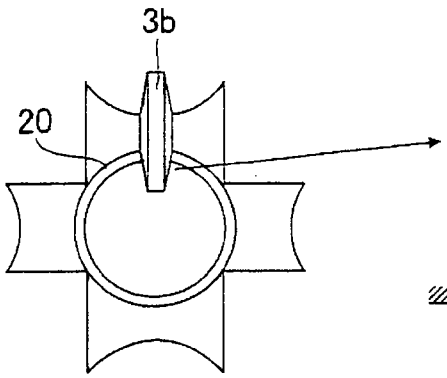


図3B

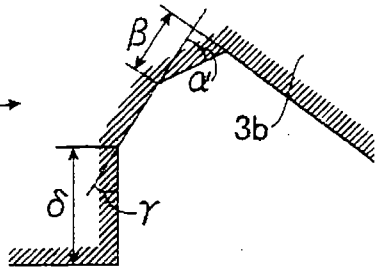


図3C

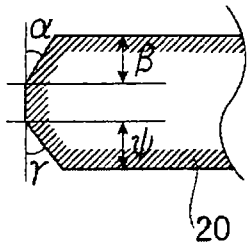


図4A

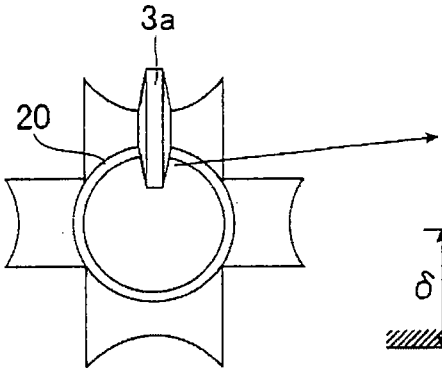


図4B

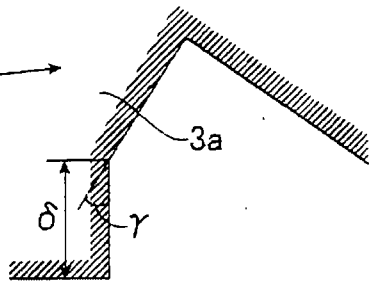


図4C

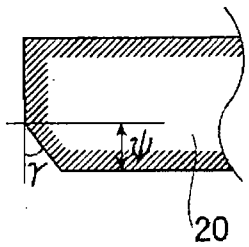


図4D

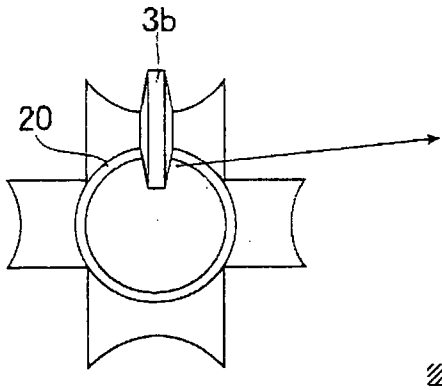


図4E

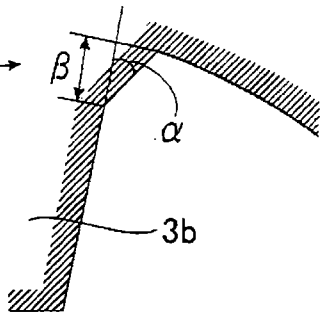


図4F

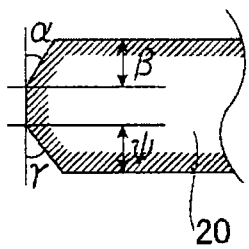


図5A

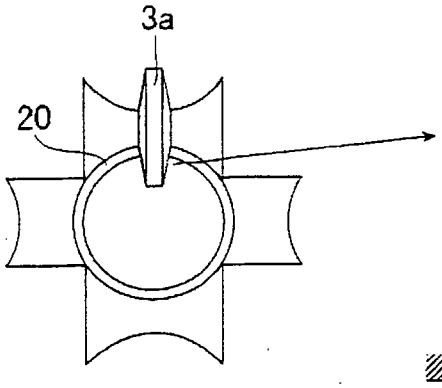


図5B

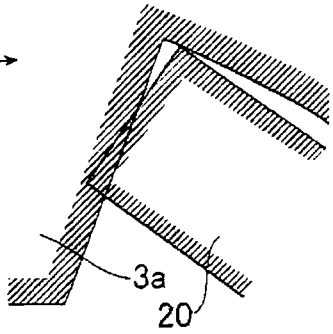


図5C

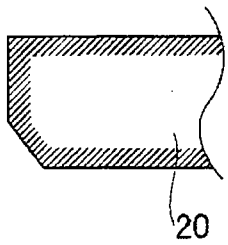


図5D

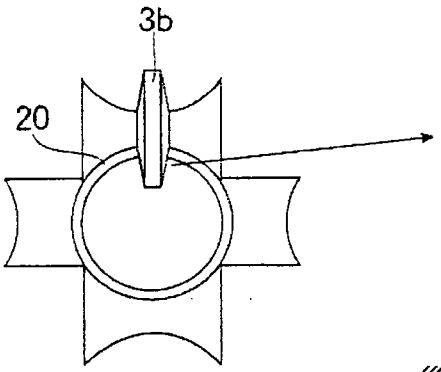


図5E

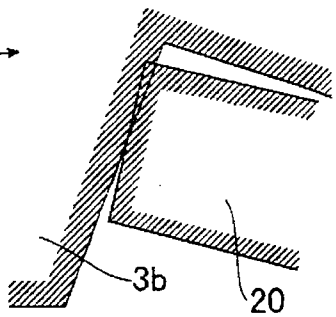


図5F

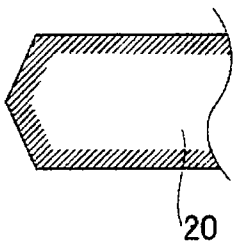


図6A

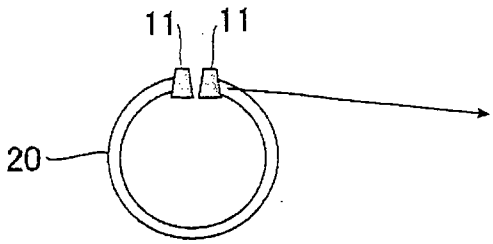


図6B

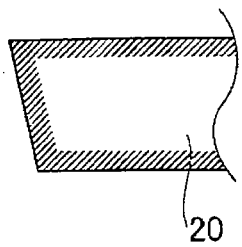


図6C

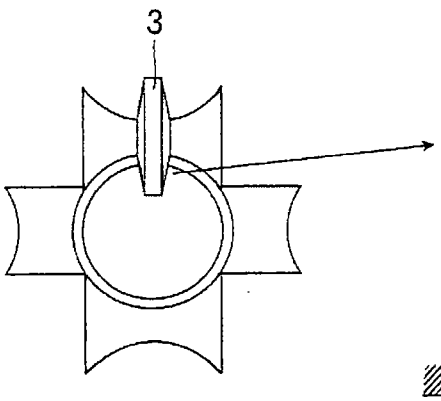


図6D

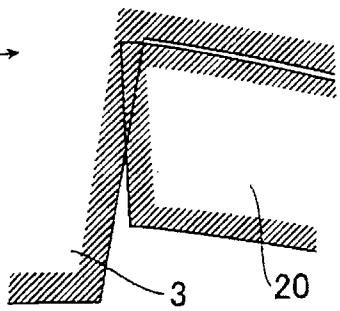


図6E

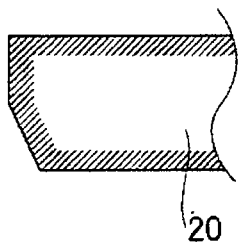


図7

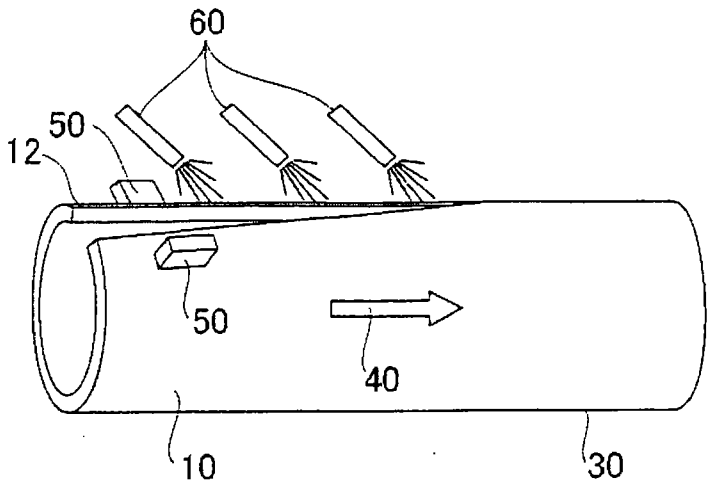


図8

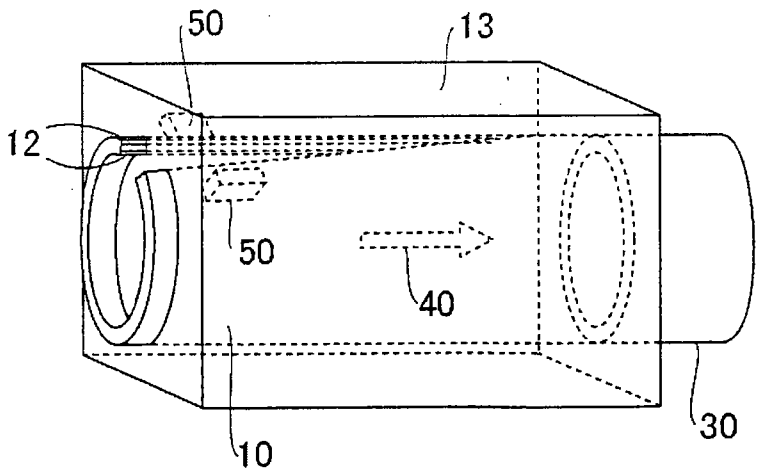


図9

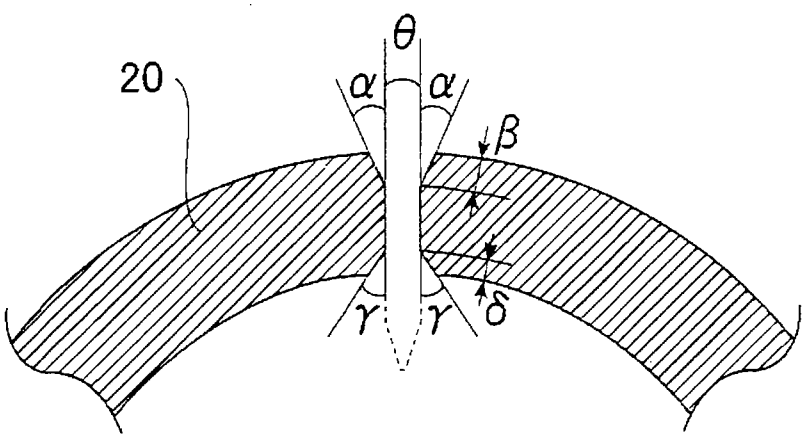


図10

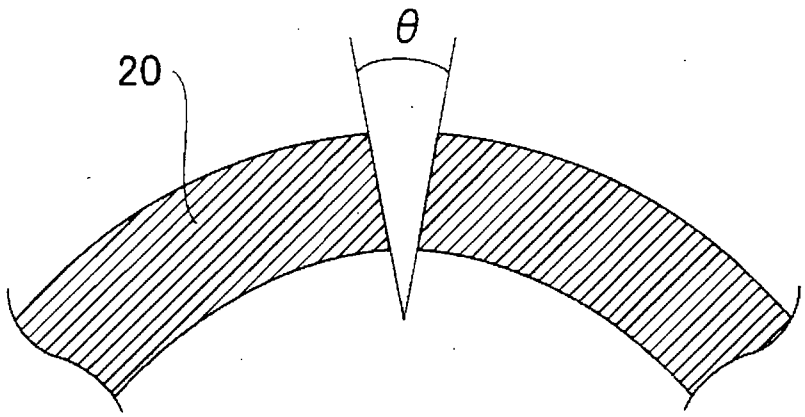


図11

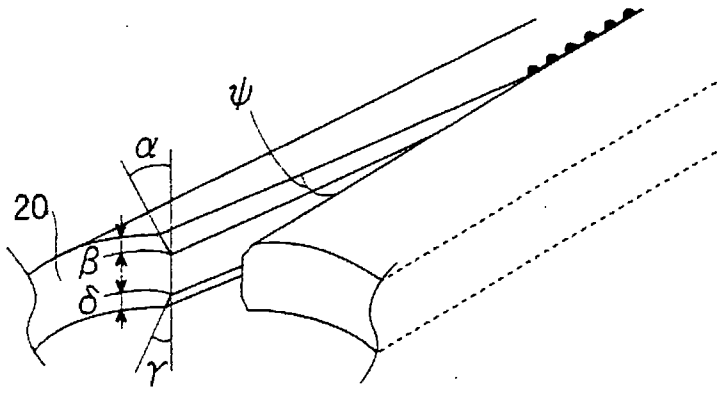
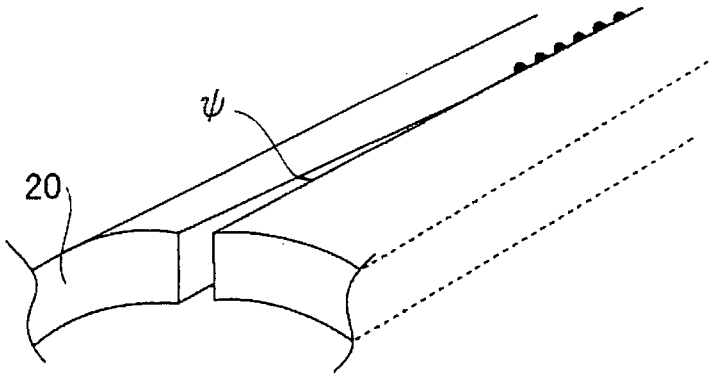


図12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2006/322790

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B21C37/083(2006.01)i, *B21D5/12*(2006.01)i, *B23K13/00*(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)
B21C37/00-43/04, B21D5/00-9/18, B23K13/00-13/08

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 1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007

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 57-31485 A (Nippon Steel Corp.), 19 February, 1982 (19.02.82), Page 2, lower left column, line 15 to lower right column, line 17 (Family: none)	1,4,5 6-9 2
X Y	JP 4-105709 A (Kobe Steel, Ltd.), 07 April, 1992 (07.04.92), Examples; Figs. 1, 2(a) (Family: none)	1,2 4-9

☒ 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
06 February, 2007 (06.02.07)	20 February, 2007 (20.02.07)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2006/322790

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 10-505283 A (Olin Corp.), 26 May, 1998 (26.05.98), Page 11, line 20 to page 12, line 16; Figs. 14, 15 & WO 96/6707 A1 & US 5494209 A & EP 778797 A1 & CN 1158096 A & KR 97705452 A & AU 9534913 A & MX 9701567 A1	1,2 4-9
X Y	JP 2-307686 A (Kawasaki Steel Corp.), 20 December, 1990 (20.12.90), Page 3, upper left column, lines 2 to 15 (Family: none)	1,6 7-9
Y	JP 10-109109 A (Kawasaki Steel Corp.), 28 April, 1998 (28.04.98), Claims; Par. No. [0021] (Family: none)	7-9
Y	JP 6-180220 A (Nippon Steel Corp.), 28 June, 1994 (28.06.94), Par. No. [0002] (Family: none)	8,9
Y	JP 7-16760 A (Kawasaki Steel Corp.), 20 January, 1995 (20.01.95), Par. No. [0024] (Family: none)	9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2006/322790

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☒ Claims Nos.: 3
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
Such a matter that "one end part of the band material in the thickness direction is rounded" in claim 3 is not described in the description. Therefore, the claim is inadequately supported by the description.

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

the

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee..

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００６／３２２７９０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B21C37/083(2006.01)i, B21D5/12(2006.01)i, B23K13/00(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.　B21C37/00-43/04, B21D5/00-9/18, B23K13/00-13/08

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	１９７１－２００７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００７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	JP 57-31485 A (新日本製鐵株式会社)	1,4,5
Y	1982.02.19, 第２頁左下欄第１５行～右下欄第１７行	6-9
A	（ファミリーなし）	2
X	JP 4-105709 A (株式会社神戸製鋼所)	1,2
Y	1992.04.07, 実施例、第１図、第２図（ａ）　（ファミリーなし）	4-9

☑ 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	国際調査報告の発送日
０６．０２．２００７	２０．０２．２００７

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）　４Ｅ　９４４２
國方　康伸
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４２５

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００６／３２２７９０

第Ⅱ欄　請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第１ページの２の続き）

法第8条第3項（ＰＣＴ17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

１．☐ 請求の範囲＿＿＿＿＿＿＿＿は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、

２．☑ 請求の範囲＿＿3＿＿は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
請求の範囲３に記載された「帯材厚み方向の一方の端部をＲ加工すること」は、明細書になんら記載されていないから、当該請求の範囲は、明細書による十分な裏付けを欠いている。

３．☐ 請求の範囲＿＿＿＿＿＿＿＿は、従属請求の範囲であってＰＣＴ規則6.4(a)の第２文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

１．☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。

２．☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。

３．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。

４．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。

☐ 追加調査手数料の納付を伴う異議申立てがなかった。

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
X Y	JP 10-505283 A（オリン　コーポレイション）1998.05.26, 第１１頁第２０行－第１２頁第１６行、第１４，１５図 & WO 96/6707 A1 & US 5494209 A & EP 778797 A1 & CN 1158096 A & KR 97705452 A & AU 9534913 A & MX 9701567 A1	1,2 4-9
X Y	JP 2-307686 A（川崎製鉄株式会社） 1990.12.20，第３頁左上欄第２～１５行　（ファミリーなし）	1,6 7-9
Y	JP 10-109109 A（川崎製鉄株式会社） 1998.04.28，特許請求の範囲、【0021】　（ファミリーなし）	7-9
Y	JP 6-180220 A（新日本製鐵株式会社） 1994.06.28，【0002】　（ファミリーなし）	8,9
Y	JP 7-16760 A（川崎製鉄株式会社） 1995.01.20，【0024】　（ファミリーなし）	9