(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
2005 年3 月17 日 (17.03.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/024073 A1

(51) 国際特許分類[7]: C21D 9/573, 1/20, 9/52, 9/58, 1/63, B21C 47/02, B21B 45/02, B21C 47/14

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/010164

(22) 国際出願日: 2004 年7 月9 日 (09.07.2004)

(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2003-309993 2003 年9 月2 日 (02.09.2003) JP

(71) 出願人 および
(72) 発明者: 山田 勝彦 (YAMADA,Katsuhiko) [JP/JP]; 〒651-1301 兵庫県 神戸市 北区藤原台北町３丁目２番６ Hyogo (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, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

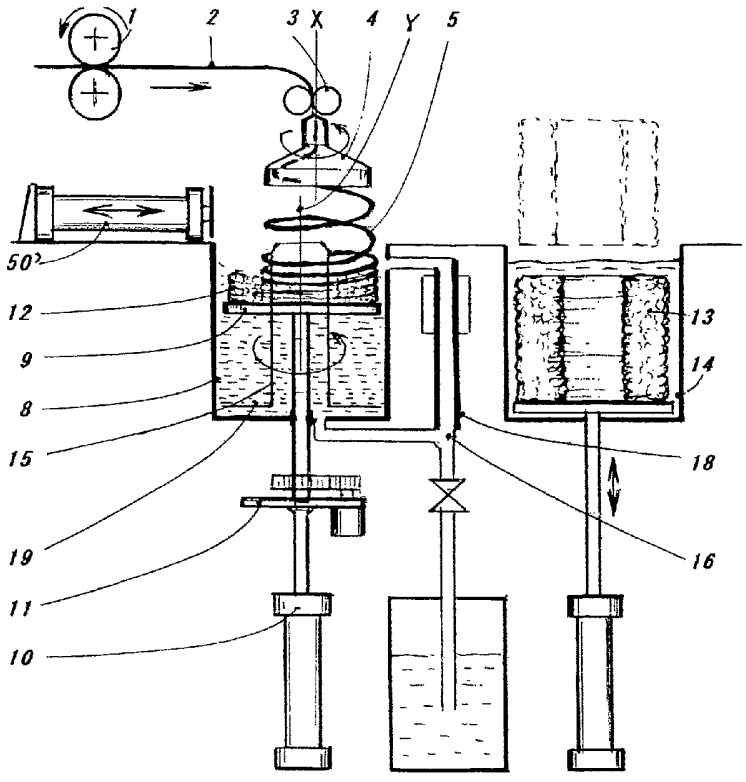
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF CONTROLLABLY COOLING HOT-ROLLED WIRE MATERIAL

(54) 発明の名称: 熱間圧延線材の制御冷却方法



(57) Abstract: A method of controllably cooling hot-rolled wire materials capable of manufacturing the various types of high quality wire materials by controllable coolings ranging from gentle cooling to rapid cooling by gentle cooling in the form of geometrically loose coils by a single apparatus. A red-heated wire material immediately after finish rolling is formed in a vertical spiral ring by a laying type winder, fallen on an eccentric horizontal rotary stacker waiting for just below the winder to from an eccentrically stacked ring row by hot rolling, and formed in the geometrically loose coil of a specified shape. At the same time, the stacker is lowered and rotatingly immersed in a molten salt refrigerant to isothermally transform the wire material through its overall length by generally uniformly cooling it strongly. The first requirement for the uniform strong cooling is the molten salt, the second requirement is the geometrically loose coil, and the third requirement is refrigerant circulation systems inside and outside a cooling tank, and necessary and sufficient requirements for processing are specified. Various types of isothermal transformation heat treatments are performed according to refrigerant temperatures.

[続葉有]

WO 2005/024073 A1

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。

(57) 要約: 熱間圧延鋼線材の制御冷却において、緩冷却から急冷までの各種の高品質制御冷却線材を幾何的ルーズ・コイルの形で単一設備で製造する。仕上げ圧延直後の赤熱線材をレイング式捲取機により垂直らせんリングに成形し、直下に待機する偏心水平回転集積台に落下させて熱間で偏心集積リング列となし、所望の形状の幾何的ルーズ・コイルに形成してゆく。併行して該集積台を下降させて溶融塩冷媒中に回転浸漬し、線材全長をほぼ均一強冷却して恒温変態させる。均一強冷却の第1条件は溶融塩、第2条件は幾何的ルーズ・コイル、第3条件は冷却槽内部、外部の冷媒循環系であり、必要充分な処理条件が特定される。冷媒温度に対応して各種の恒温変態熱処理がなされる。

明　細　書

熱間圧延鋼線材の制御冷却方法

技術分野

本発明は熱間圧延鋼線材の製造における制御冷却方法と制御冷却線材に関する。

背景技術

鋼線材の製造に当って通常熱間圧延直後の制御冷却により何らかの熱処理が付与され、線材２次加工工程における熱処理が省略される。本発明にかかわる先行事例を以下に述べる。

Ａ：　特公昭４５－８５３６に開示された方法では、走行してくる高炭素鋼の赤熱線材をレイング式捲取機によりらせん状リングを形成しつつ温水中に捲き落とし、コイル状態で沸騰冷却処理がなされる。本方法では、連続冷却であるから恒温変態にはならず疑似パテンチングとなる。またリング重なり具合やコイル内での位置により沸騰冷却の強さが異なり、そのため機械的性質のコイル内の均一性に欠けるという問題がある。

Ｂ：　一般にステルモア・プロセスといわれる方法では、赤熱線材をレイング式捲取機によりらせん状リングを形成しつつ水平走行中のコンベア上に落下させて非同心平行リング列に拡げた上で衝風冷却する。疑似パテンチングのほか空冷、徐冷等の処理

も可能である。本方法では、衝風冷却の故に冷却力に限度がありパテンチングの強度水準には不充分であること、平行リング列の両側部ではリングの重なりが密で、冷却速度が低下し、一層強度不足になるという問題がある。長大なスペースという設備上の問題もある。

C； 特開平０１－３１３１０８に開示された方法では、上記の問題に対して両側部へのミスト冷却の適用が試みられ強度上昇とコイル内均一性は改善された。しかし原理的にはA、B方法と同様の連続冷却方式であるので鉛浴パテンチングのような恒温変態とは異なる。そのためパーライト変態に際して高温組織と低温組織が混在して線材断面内でのミクロ組織の均一性に欠ける。その結果得られた線材の冷間加工性，延靭性が微妙に劣る。

D： 特公昭６３－２４０４８に開示された方法では、非同心平行リング列に沸騰冷却を適用するとともに、前記ステルモア・プロセスを併設した複列式設備であり、徐冷による焼鈍から、空冷による弱パテンチング，気水混合沸騰冷却による強パテンチング，冷水浸漬による焼入等多様な機能を持つ。機械的性質のコイル内均一性も比較的良いが平行リング列両側部の強度低下の問題はやはり残る。その上どの冷却方法も連続冷却であるので恒温変態に比べミクロ組織の均一性に欠ける。

E： ＤＬＰプロセス（脇本，鉄と鋼６９(1983)，Ｓ５７０）と称される方法では、ステルモア・プロセスを原型にして非同心平行リング列を溶融塩に浸漬して冷却することにより恒温変態させるところに特徴があって強パテンチング専用の制御冷却方法である。機械的性質（強度，靭性）の水準も高く、且つコイル内均一性も秀れ、恒温

変態の故に冷間加工性もよい。問題として一般に線材圧延工場では多種多様な製品が造られるが本方法は単機能のため設備の重複設置が不可欠となる。さらに本方法は溶融塩槽容量が過大であり、当然間欠運転となるのでエネルギーコストなど操業コストが割高となる。

F： 緩冷却プロセス（矢田，製鉄研究３１０（1982),Ｐ２６４）の方法は、コンベア全体を均熱炉に内包したもので、充分な焼鈍効果が得られているがＥ方法と同様、単機能の故に設備費，操業費ともに問題がある。

以上、従来の制御冷却方法における材質上の問題と設備上の問題が提起された。これらとは別に制御冷却線材共通の問題がある。通常赤熱線材は非同心平行リング列に展開し、冷却した後にコイルに集束される。その間冷却されたリングは高弾性となっているから、強制集束に際してコイル形状に無理な歪みが生ずる。また隣接リング間の密接のため厚肉円筒状のコイル形成が意外に困難である。不適切な形状の場合は、束崩れ、梱包崩れ、取り扱い傷の多発、使用時のもつれ、崩れ等の事故を誘発する。対策として集束時にリングを円周に沿って分散配分して一種のルーズ・コイルとする工夫が多々提案されてきたがリングの弾性に阻害されうまく行かない。上記トラブルの他に相前後するリングが互いに密接すると後続の酸洗工程において液の浸透が劣り、酸洗が過剰処理になるか、又はやむを得ずコイルの事前解体処理がなされる。この問題に対してもコイルの一層のルーズ化が期待されている。コイル熱処理においても同様の問題がある。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

以上、線材圧延工場では多様な製品、多様な寸法に対応して多様な制御冷却を必要とするが、従来の制御冷却方法では得られた線材の機械的性質の水準が不足したりコイル内のばらつきが大きく、またミクロ組織が不均一という問題があった。これらの品質上の問題を解決した方法では単機能の故に設備の重複設置が必要となり、又操業コスト高という問題も生じた。

さらに制御冷却線材のコイル自体にも大きな問題がある。制御冷却と理想的コイル形成とは相反する要素を持ち、従来前者が優先され後者は半端なルーズ・コイルで対処されてきた（図３（ａ）右側参照）。ルーズ・コイルは本来密接整列巻きに対して乱雑巻きを意味している。

連続するリングを順次規則的に旋回配置することにより、（１）相前後するリング間の線状接触を避け且つ均等・適切な間隙を構成せしめ、（２）外形が正確な厚肉円筒状となったコイルを本発明では幾何的ルーズ・コイル（図２参照）と定義する。形状安定性・作業性に優れた当該コイルは大いに期待されながら未だ実施例が無い。

本発明は以上のような従来の制御冷却方法及び制御冷却線材の両問題に対して、緩冷却から急冷までの各種制御冷却線材の幾何的ルーズ・コイルを、１）高品質で、２）比較的低廉且つ小スペースの単一設備で、３）低コストで、製造する制御冷却方法を提供することを課題としている。

課題を解決するための手段

上記課題を解決することのできた本発明の構成を以下に述べる。

第１要素は、冷媒として溶融塩を採用した。理由は均一組織を得るには多くの場合恒温変態が不可欠であり、それには大きな冷却速度と処理温度の安定性を有する溶融塩が最適とされたからである。

第２要素は、冷却特性が均一で構造的にも安定したルーズ・コイルが得られる機構を工夫し、最適条件を解明し、適用した。

第３要素は、リング内及びコイル内の冷却速度の差異を少なくするため、流速の確保と均等化、冷媒の局所昇温の抑制等、冷媒側の冷却条件の最適化のため効果的な冷媒循環系を工夫した。

第１発明は、熱間圧延直後の走行する赤熱鋼線材を自転するらせん状誘導管に貫通させて鉛直らせん状リングに形成し、次いで概リングを、該リング軸に対して偏心して水平に回転している集積台上に落下させることにより、実質的に半径方向には一定で接線方向には等間隔で偏心して集積したリング列を形成しつつ、該集積台を下降させて、該冷媒中に浸漬冷却することを特徴とする鋼線材の制御冷却方法である。

第２発明は、集積台の回転位相角が０．１～π／２（ｒａｄ）であり、偏心率が０．１～０．５であることを特徴とする第１発明に記載の制御冷却方法である。

位相角（ｒａｄ）＝２π×集積台回転数／らせん状誘導管回転数

偏心率＝偏心距離／リング半径

第３発明は、冷媒が所定温度範囲に制御された溶融塩であり、該冷媒の流れが、該

冷媒を内装している冷却槽底部の供給口に流入し、隔壁を介して槽内中央部を上昇し、上層部で水平遠心放射状にリング間を通過し、その後一部は槽外壁の排出口から流出し、ブースターポンプを介して再び供給口に回帰する外部循環系と、残りは旋回流と案内翼により槽内壁面に沿って下方に流動し、底部で向心的に流動し再び中央部を上昇する内部循環系からなることを特徴とする第１発明又は第２発明に記載の制御冷却方法である。

第４発明は、冷却槽内の溶融塩を所定温度に制御又は変更する方法が、冷却に対しては冷却槽外壁面及び／又は外部循環系の管路を水冷により、昇温に対しては高温溶融塩を保持する蓄熱槽からの入れ替え補給によることを特徴とする第１発明又は第２発明又は第３発明に記載の制御冷却方法である。

第５発明は、溶融塩の温度を３００～７００℃の間の所定温度、冷却槽上層部においてコイル内外面を通過する溶融塩の水平・半径方向の平均発散流速を０．０４ｍ／ｓ以上とすることによりオーステナイト状態の炭素鋼又は低合金鋼又はオーステナイト系ステンレス鋼の赤熱線材を恒温変態又は急冷凍結させ、該温度に対応して焼鈍、焼準、パテンチング、オーステンパー、焼入焼戻し併行処理及び溶体化処理のいずれかを施すことを特徴とする第１発明又は第２発明又は第３発明又は第４発明に記載の制御冷却方法である。

第６発明は、冷媒が所定温度の水であり、オーステナイト状態の炭素鋼又は低合金鋼又はオーステナイト系ステンレス鋼の赤熱線材を連続冷却させ、鋼種と該温度に対応して焼準、疑似パテンチング、焼入、溶体化処理のいずれかを施すことを特徴とす

る第１発明又は第２発明に記載の制御冷却方法である。

第７発明は、第１発明又は第２発明又は第３発明又は第４発明又は第５発明又は第６発明の方法によって製造された制御冷却線材の幾何的ルーズ・コイルである。

第８発明は、走行する赤熱鋼線材を垂直らせん状リングに形成するためのレイング式巻取機と、該リングを受けて集積させる集積台と、該集積台を内包し且つ冷媒を内装する冷却槽と、該集積台をリング集積高さに対応して下降させ該リングを該冷媒中に浸漬する昇降機構と、該集積台を該リング中心軸に対し偏心して水平に回転させる回転機構と、該冷媒を該冷却槽中央底部より流入し中央部を上昇し上部でリング内側からリング外側へ遠心放射状に流動し一部は槽外に出てブースターポンプにより供給口に回帰させる外部循環系と、該冷媒の残りは旋回しつつ槽内壁面に付設された案内翼により該冷却槽壁面に沿って下降させ且つ中央底部に向心・回帰させる内部循環系と、該冷媒を所定温度に維持又は変更するための冷却槽水冷装置及び／又は外部循環系管路冷却装置と高温溶融塩を保持する蓄熱槽とを備え、且つ制御冷却を完了したコイルを引出して附着している塩類を水洗する洗浄系とからなることを特徴とする線材制御冷却装置である。

図面の簡単な説明

【図１】　本発明の一実施例を示す熱間圧延線材の制御冷却の概略側面図。

【図２】　幾何的ルーズ・コイルの形状を示す図。

【図３】　（ａ）　非同心平行リング列から構成されたコイルの断面図。

（ｂ） 本発明の偏心集積リング列から構成されたコイルの断面図。

【図４】 溶融塩の循環方法を説明する図。

【図５】 溶融塩の温度制御方法を説明する図。

符号の説明

１：最終圧延機 ２：線材 ３：ピンチ・ロール ４：レイング式捲取機 ５：鉛直らせん状リング ８：冷却槽 ９：集積台 １０：昇降機構 １１水平偏心回転機構 １２：偏心集積リング列 １２’：交差点 １２”：非同心平行リング列 １３：コイル １４：水洗槽 １５：内筒 １６：外部循環系 １８水冷装置 １９：冷媒 ２０：冷媒供給口 ２１：排出口 ２３：壁・底面案内翼 ２４，２５：旋回案内翼 ２６：内部循環系 Ｘ：鉛直らせん状リング中心軸 Ｙ：偏心回転軸 ４１：ブースター・ポンプ ４２：スプレイ冷却装置 ４４：加熱装置 ４５：蓄熱槽 ４６：補給槽 ５０：制御装置 ５０’：プッシャー ５１：温度センサー ５２：冷却水バルブ ５３：バルブスタンド

発明を実施するための最良の形態

以下実施の形態を図面を参照しつつ説明する。熱間圧延の最終圧延機１により所定寸法に仕上げられた赤熱線材２はピンチ・ロール３を通って自転するらせん状誘導管からなるレイング式捲取機４により鉛直らせん状リング５に形成される。該リング５はドーナツ盤状の集積台９上に落下して鉛直方向のリング列１２を形成する。該リン

グ列１２を形成する他の方法として、通常の制御冷却設備の水平コンベア上で形成された非同心平行リング列（図３（ａ）１２”参照）を制御冷却前に該集積台９上に鉛直に落下させてもよい。

該集積台９は油圧シリンダーからなる昇降機構１０と該リング５の中心軸Ｘに対して偏心軸Ｙを持つ水平偏心回転機構１１とを保有している。水平偏心回転している該集積台９をリング堆積速度と同等速度で下降させることにより一定の落下距離、一定の位相角のもとで、成り行き任せの垂直リング列とは異なる規則的な偏心をもった偏心集積リング列１２が形成される。その構造は図３（ｂ）に明示される。

集積台９には、コイル内径より多少小さい外径を持ちリングを案内する内筒１５が該集積台９と交差して付設されリング列１２のずれを防止する。交差は集積台９の昇降運動を阻害しないためである。内筒には後述の冷媒の流路の役割もある。

前記集積台９の回転位相角は０．１～π／２の間の所定値とし、偏心率は０．１～０．５の間の所定値に設定される。その結果偏心集積リング列１２は所定外径、所定内径の厚肉（＝内外径差／２）の正確な円筒状のコイルに形成される。リング間にはほぼ均等分布の間隙ができ、正確な幾何的ルーズ・コイルとなる。ここで位相角、偏心率は次のように定義される。前者は１リング毎の旋回角を、後者はリングの半径方向の拡がり程度を意味する。

位相角（ｒａｄ）＝２π×集積台回転数／らせん状誘導管回転数

偏心率＝偏心距離／リング半径

該集積台９は液状冷媒１９を保持した円筒状の冷却槽８内に同軸状に設置されてお

り、予め該冷媒１９の液面直上に回転しながら待機している。リング列１２の集積が進むと該集積台９は下降し、順次冷媒中に浸漬・冷却される。

底部に冷媒供給口２０、上部外縁に排出口２１を持つ冷却槽８と該供給口２０と該排出口２１を接続する外側管路は水冷装置１８とブースタポンプを付設した外部循環系１６を形成し、冷媒１９を所定温度に維持、循環させる一手段となっている。冷却槽８の内部では図４に示されるように、冷媒は内筒１５内を旋回上昇し、槽上層部で該内筒１５を貫通して水平に向きを変え、水平遠心放射状にリング間を通過した後外縁部へ押し出される。一部は排出口２１に向かうが他は槽内壁各所に付設した壁・底面案内翼２３と内筒１５の底部円盤に付設した旋回案内翼２４，２５の作用により旋回しつつ下方に向かい、底部で向心的に流動後再び内筒内を上昇して内部循環系２６を形成する。両循環系による上層部の水平遠心放射状流れはリング列各部に均等且つ適切な大きさの熱伝達率を与える。

鋼材の冷却による冷媒の昇温に対しては、外部循環系１６の水冷装置１８の作動だけではなく冷却槽８の外壁面がスプレイ冷却装置４２により適時冷却される。

冷媒温度が高温に設定変更される場合は、高温冷媒を保持している蓄熱槽４５からポンプを介して冷媒の急速入れ替えが行われる。これらの操作は図５に示されるように、溶融塩の温度を監視する温度センサー５１、冷却水を開閉する冷却水バルブ５２、冷媒を補給槽４６、蓄熱槽４５、冷却槽８間を移動させるバルブスタンド（ポンプを搭載する）、冷媒の失熱を補償する加熱装置４４及び制御器５０からなる温度制御システムを介してなされる。

前記冷媒として所定温度範囲の溶融塩もしくは水が使用される。溶融塩の温度として１）６００～６８０℃，２）４５０～６００℃，３）３００～４５０℃の間の所定値とすることにより、オーステナイト状態の炭素鋼、低合金鋼の赤熱線材を恒温変態させ、それぞれ１）に対応して焼鈍ないし焼準、２）に対応して強弱のパテンチング、３）に対応してオーステンパーまたは焼入焼もどし併行処理（低炭素鋼の場合Ｍｓ温度が高く且つ焼戻し温度が相対的に低いので焼入後の保持中に焼戻しが進行する）等の熱処理効果が得られる。オーステナイト系ステンレス鋼に対しては溶融塩温度を４００℃以下に設定することにより溶体化処理がなされる。同様に冷媒として水を使用し、８０℃以上で処理すれば高炭素鋼に対しては疑似パテンティング、４０℃以下では焼入処理を施すことができる。

材料後端が巻き落とされると直ちに巻取機４は待避する。後端部の変態がほぼ完了するまで材料は冷媒中で回転保持される。その後コイル１３は引き上げられ、プッシャー５０’によって水洗槽１４の上に押し出され、該槽１４に浸漬され、付着溶融塩が凝固・剥離される。必要に応じて１段以上のスプレイ水洗、浸漬水洗が適用される。以上本発明に対して必要不可欠な要素のみ説明したが、実際には例えば生産性改善のため冷却槽の双子化、附着塩の回収、洗浄水の処理、より良い駆動機構等問題は多々ある。それらは当業者にとって特別の困難はない設計事項である。

偏心集積リング列を集積台上で形成した後順次下降させて浸漬冷却する理由の第１は、圧延直後の赤熱線材に必要充分な再結晶時間を与えるためである。第２は鉛直らせん状リングが直接溶融塩上に落下するとその抵抗でリング列が乱れるからである。

幾何的ルーズ・コイルを巻き取り直後に形成する根拠は以下である。コイル形状をよくするためリングを分散配置する手段は伸線工程ではしばしば適用される。線材では全く巧く行かないのは、リングの柔軟性を示す指標であるリング径／線径の値が伸線では３００～５００に対して線材では１００～２００となり、弾性抵抗が過大になるからである。他方変形抵抗は熱間では約１／１０に低下するので塑性歪みにより容易に成形される。

次ぎに幾何的ルーズ・コイルの形成条件について説明する。一般にコイル形状には次の関係式が成り立つ。ここでリング形状は厳密には真円ではないが、位相角は過大ではないので実質的には円と見なすことができる。

コイル内径≒リング直径－２×偏心距離

コイル外径≒リング直径＋２×偏心距離

コイル形状の点から偏心率は次式で示す値が望ましい。

偏心率＝偏心距離／リング半径＝０．１～０．５

偏心率が０．１未満では偏心効果が小さく、コイルの肉厚が不足で形状が安定しない。０．５を超えるとコイル内径が過小となって以後の取扱いに支障を来す。因みにリング径１０００ｍｍ、偏心率０．３に設定すると外径１３００ｍｍ、内径７００ｍｍ、肉厚が３００ｍｍになって従来に無い安定した形状となる。

コイルの形成には冷却特性が最優先に考慮される。即ち所定の冷却速度が与えられること及び冷却速度がリング内、コイル内で均等であることが必要である。対流伝熱の平準化のためのコイルの幾何的条件を検討する。図３に示すようにリング過密度の

指標とできる相前後するリングの交差１２’のピッチは次式により求められる。

交差ピッチ＝リング半径×位相角（ｒａｄ）

位相角＝２π×集積台回転数／らせん状誘導管回転数

リング直径が通常の１０００ｍｍの場合、交差ピッチを少くとも従来の非同心平行リング列の両側部のそれ（最大で１００ｍｍ）以上に改善し、且つコイル内径を実用範囲の５００ｍｍ以上にするなら、上式より位相角として約０．２以上が望ましい。

線径が小さい場合、線速が大きいので巻取回転数が増大し、それにつれ集積台回転数も過大になり勝ちである。他方冷却速度が大きくなるので多少交差ピッチが小さくなっても冷却低下の問題がない、即ち位相角を多少下げても良い。そこで実用上位相角下限値を０．１とした。

位相角の上限に関して、集積台１回転後同位相となったリング間の平行的接触を防止するには１回転までに数リング以上の積み上げ高さが必要となるので位相角はπ／２以下が望ましい。そこで位相角＝０．１～π／２を適正条件と特定した。

図３は偏心集積リング列１２と従来方法の非同心平行リング列１２”のリング重なり状況を模式的に比較する。両者とも相前後するリングは交差して重ねられるので冷却を弱めるような全周的密接は生じないが、偏心集積リング列は常に平行リング列の中央部Ｃに比べ密、両側部Ｅに比べ粗となって平準化され、均一冷却に対して有利であることが解る。ちなみにリング交差ピッチを比較すると、前者においてリング径１０００ｍｍ、位相角３０°、偏心率０．２５の場合、内周部で２００ｍｍ、外周部で３３０ｍｍとなる。従来方法では通常２０～１００ｍｍ程度で実施されているので、

リングの交差ピッチは大きく緩和されている。

以上説明したように偏心集積リング列は非同心平行リング列に比べリング列の粗密度は著しく平準化されコイル内の均一冷却には都合がよいが、他方でリングの重層構造により所期の冷却強さが得られるかどうかが問題となる。

本発明では冷媒として溶融塩又は水が使用されるが前者の場合の熱伝達率α（W／m^2K）の値は静止浴中では約１５００、２５０ｍｍ／ｓの直角方向流速では約２５００と解明されており、その冷却能は本来極めて大きい。通常実施の鉛浴パテンティングの場合、αの値は約２０００程度であるから多少の流速を与えれば鉛浴焼入に匹敵することが解る。これは事例Ｅで実証されている。実験により０．０５ｍ／ｓの直角流の場合α≒１７００～２０００と確認された。

問題はリングが集積しているのでリング間を流動する冷媒の浸透、脱出性にある。恒温変態に必要な熱伝達率が得られてもこれが小さいと冷媒温度が局所的に上昇して変態温度が一定しない。本発明ではこの問題解決のため３つの工夫がある。まず集積台の回転により冷媒は遠心作用によりリング間を外側に貫通し易くなる。

第２に既述の冷媒外部循環系により槽上層部で上記流れを促進する。当然これは供給量に依存する。リング内の必要速度（約０．０５ｍ／ｓ以上）をすべてこれで賄うことも可能である。

１／５スケールの水を代用したモデルにより流れを観察した。外部循環系が無いと槽内の水はリングと一体となって渦運動し、すり鉢状液面を形成し、インクの流れからリング内外はあまり混ざり合わないことが解った。次ぎに槽の内壁面に下方旋回へ

の案内翼、底面に向心案内翼、支持内筒下部に槽内底部からの吸引翼等を設置すると槽内の外周部と芯部とが上下逆の循環流が形成された。

第３の工夫は上記案内翼と吸引翼の附設であり、前記の供給分による流れに槽内の循環流を付加してリング間の流速・流量を補強した。槽中央底部からのガスバブリングの適用も有効である。以上の３工夫は本発明の不可欠要素となっている。

ところで集積台の回転数には別の問題がある。圧延速度は通常、線径（１５～５．５ｍｍ）に対応して１０～１００ｍ／ｓ、巻取回転数は約３～３０ｒｐｓとなる。巻取回転数が大きい場合には位相角は小さく設定する。なぜならそうしないと集積台回転数が過大になって過大な渦流を形成し不都合になるからである。巻取回転数３０ｒｐｓにおいて位相角を０．１５ｒａｄまで下げると集積台回転数は０．７ｒｐｓとなる。渦深さは約５００ｍｍと概算され多少不都合であるが、案内翼の作用や中央部からの供給流によりこれは緩和、是正される。

冷媒はリング列間を水平・遠心・放射状に流れ、昇温する。従ってコイル内周部と外周部では冷媒温度が異なる。外周部は多少時間遅れの冷却になる。変態中の周辺冷媒の温度の内外差異は冷却初期ほど大きくはならない。なぜなら内周部が恒温変態を開始する時期には冷媒の昇温は小さくなっているためである。

冷媒の昇温は必要流量・流速に関係する。複雑な乱流の故にリング列と冷媒間の相対流速は計算困難であるが、水平・半径方向の仮想流速は流量（供給量と循環量の和）と流路断面積（流れ層の厚さと周長の積）の商として求められる。コイル内外径の中間径の位置における該仮想流速を平均発散流速と定義する。平均発散流速からリング

列を通過する時間が算出される。該時間から冷媒の受熱量、昇温量が概算される。該流速が０．０４ｍ／ｓでは冷媒全体は約３０℃昇温するが恒温変態時の冷媒温度の内外差は１５℃以内となる。恒温変態温度自体の差はさらに縮小する。

冷媒速度は独立リングでは０．０５ｍ／ｓで充分であると既述したがリング列に対しては不明である。そこで後述の実施例の実験においてリング列を冷媒中で０．０５ｍ／ｓの速度で上下移動させた。移動速度は上記の平均発散流速と概ね同一と見なすことができる。この場合独立リングと同様の強度、組織が得られた。

この事実と前項の昇温に関する議論から第４発明においてリング内平均発散流速を０．０４ｍ／ｓ以上と特定した。

冷媒として沸騰水を使用すると$\alpha \fallingdotseq 300$程度の連続冷却となり、高炭素鋼の疑似パテンチングがなされる。従来同様の金属組織の断面内均質性には欠けるが幾何的ルーズ・コイルという大きな効果と機械的性質のコイル内均一性向上は得られる。冷水を使用すると$\alpha \geqq 3000$となる。鋼材の焼入性との関係で得られる金属組織はマルテンサイト又はフェライト、ベイナイトを混入するマルテンサイトになる。

溶融塩の温度制御に関して、処理温度を短時間で変更する際、低温側へは比較的容易である。水冷装置の伝熱面積を大きくすればよい。しかし外部循環系の冷却能のみに頼るのは非効率である。冷却槽内の冷媒の冷却速度は循環量／槽容量の比に依存するので過大な循環量が必要になる。冷却槽自体の適時の水冷が直接的であり、より効果的である。

他方、高温側への変更は大変である。なぜなら工程切替５分程度で溶融塩を３００

℃上昇させるには大出力の加熱装置を必要とする。しかも使用頻度と時間は少なく、あまりに非経済である。本発明では高温溶融塩を保持する蓄熱槽の付設と溶融塩の急速入れ替えによって当該問題を解決した。保温強化と小容量バーナーの運転により経済的に維持できる。使用可能温度範囲が３００～７００℃の一種類の塩で多様な熱処理が可能であるが、蓄熱槽の付設により２種類に分けてさらに適正化することも容易になる。

表１に本発明の具体的設計事例と線材の処理結果を示す。表中巻取回転数はらせん状誘導管回転数と同一である。得られた線材の機械的性質は本発明を模擬した実験室テストによるものである。表に示すようにコイル内の均一性は高い。

表　1

鋼種 熱処理		9254V 焼鈍	SWRS82B パテンチング	低合金鋼 焼入焼戻し
線材径	mm	7	11	12
圧延直後温度	℃	820	970	850
塩浴温度	℃	650	500	320
圧延速度	m/s	50	23	19
巻取回転数	rps	15.9	7.3	7.1
集積台回転数	rps	0.7	0.5	0.5
集積台位相角	°	16	25	25
リング径	mm	1000	1000	1000
偏心率		0.3	0.3	0.3
コイル外径	mm	1300	1300	1300
コイル内径	mm	700	700	700
コイル肉厚	mm	300	300	300
抗張力・平均	N/mm2	1010	1280	844
抗張力・偏差	N/mm2	5	6	10

それらの実験条件は以下である。供試材は５本の直線線材サンプルを間隙を持って並べ、次ぎに同様５本を斜交させ同様に４段重ねにした束を所定温度に加熱し、溶融塩中で０．０５ｍ／ｓの速度で上下移動させつつ冷却した。

産業上の利用可能性

以上に述べたように本発明では、第１に赤熱線材を溶融塩へ浸漬冷却し、且つ溶融塩を流動させることにより恒温変態処理が可能となって、得られる金属組織の断面内均一性が高い。その結果強度、延靭性に富んだ鋼線が得られる。第２に赤熱リングを規則的に集積冷却してゆくので線材の機械的性質のリング内、コイル内の均一性が高い。第３に適切な浴温度の設定により容易に種々の熱処理ができる。溶融塩の温度を迅速・容易に変更することができるので生産能率とコストに都合がよい。第４に単一機で多様な熱処理が可能となるので設備費が割安である。第５にコイル形状の優れた幾何的ルーズ・コイルが得られる。コイルの結束状態が安定し取扱い上のトラブルが少ない上、リング間に適切な間隙があって酸洗性、熱処理性に優れる。

本発明を線材圧延工場を新設する際に付設すると、従来の制御冷却設備に比較して、設備費が安く、且つ多様な熱処理線材が一設備から得られる。既存の線材圧延工場に付設することも必要スペースが小さいので困難ではない。特に、本発明を多種、多様で且高品質の線材を小ロットで生産する工場に適用すると効果は極めて大きい。

請　求　の　範　囲

1．　熱間圧延直後の走行する赤熱鋼線材を鉛直軸周りに自転するらせん状誘導管に貫通させて鉛直らせん状リングに形成し、次いで該リングを、該リング軸に対して偏心して水平に回転している集積台上に落下させることにより、実質的に半径方向には一定、接線方向には等間隔で偏心して集積したリング列を形成しつつ、該集積台を下降させて冷媒中に浸漬冷却することを特徴とする鋼線材の制御冷却方法。

2．　集積台の回転位相角が０．１～π／２（ｒａｄ）であり、偏心率が０．１～０．５であることを特徴とする請求項１に記載の制御冷却方法。

位相角（ｒａｄ）＝２π×集積台回転数／らせん状誘導管回転数

偏心率＝偏心距離／リング半径

3．　冷媒が所定温度範囲に制御された溶融塩であり、該冷媒の流れが、冷媒を内装している冷却槽の底部の供給口に流入し、隔壁を介して槽内中央部を上昇し、上層部で水平遠心放射状にリング間を通過し、その後一部は槽外壁の排出口から流出し、ブースターポンプを介して再び供給口に回帰する外部循環系と、残りは旋回流と案内翼により槽内壁面に沿って下方に流動し、底部で向心的に流動し再び中央部を上昇する内部循環系からなることを特徴とする請求項１又は請求項２に記載の制御冷却方法。

4．　冷却槽内の溶融塩を所定温度に制御又は変更する方法が、冷却に対しては冷却槽外壁面及び／又は外部循環系の管路を水冷により、昇温に対しては高温溶融塩を保持する蓄熱槽からの入れ替え補給によることを特徴とする請求項１又は請求項２又は

請求項３に記載の制御冷却方法。

５．　溶融塩の温度を３００～７００℃の間の所定温度、冷却槽上層部においてコイル内外面を通過する溶融塩の水平・半径方向の平均発散流速を０．０４ｍ／ｓ以上とすることによりオーステナイト状態の炭素鋼又は低合金鋼又はオーステナイト系ステンレス鋼の赤熱線材を恒温変態又は急冷凍結させ、鋼種と該温度に対応して焼鈍、焼準、パテンチング、オーステンパー、焼入焼戻し併行処理及び溶体化処理のいずれかを施すことを特徴とする請求項１又は請求項２又は請求項３又は請求項４に記載の制御冷却方法。

６．　冷媒が所定温度の水であり、オーステナイト状態の炭素鋼又は低合金鋼又はオーステナイト系ステンレス鋼の赤熱線材を連続冷却させ、鋼種と該温度に対応して焼準、疑似パテンチング、焼入、溶体化処理のいずれかを施すことを特徴とする請求項１又は請求項２に記載の制御冷却方法。

７．　請求項１又は請求項２又は請求項３又は請求項４又は請求項５又は請求項６の方法によって製造された制御冷却線材の幾何的ルーズ・コイル。

８．　走行する赤熱鋼線材を垂直らせん状リングに形成するためのレイング式巻取機と、該リングを受けて集積させる集積台と、該集積台を内包し且つ冷媒を内装する冷却槽と、該集積台をリング集積高さに対応して下降させ該リングを該冷媒中に浸漬する昇降機構と、該集積台を該リング中心軸に対し偏心して水平に回転させる回転機構と、該冷媒を該冷却槽中央底部より流入し中央部を上昇し上部でリング内側からリング外側へ遠心放射状に流動し一部は槽外に出てブースターポンプにより供給口に回帰

させる外部循環系と、該冷媒の残りは旋回しつつ槽内壁面に付設された案内翼により該冷却槽壁面に沿って下降させ且つ中央底部に向心・回帰させる内部循環系と、該冷媒を所定温度に維持又は変更するための冷却槽水冷装置及び／又は外部循環系管路冷却装置と高温溶融塩を保持する蓄熱槽とを備え、且つ制御冷却を完了したコイルを引出して附着している塩類を水洗する洗浄系とからなることを特徴とする線材制御冷却装置。

図 1

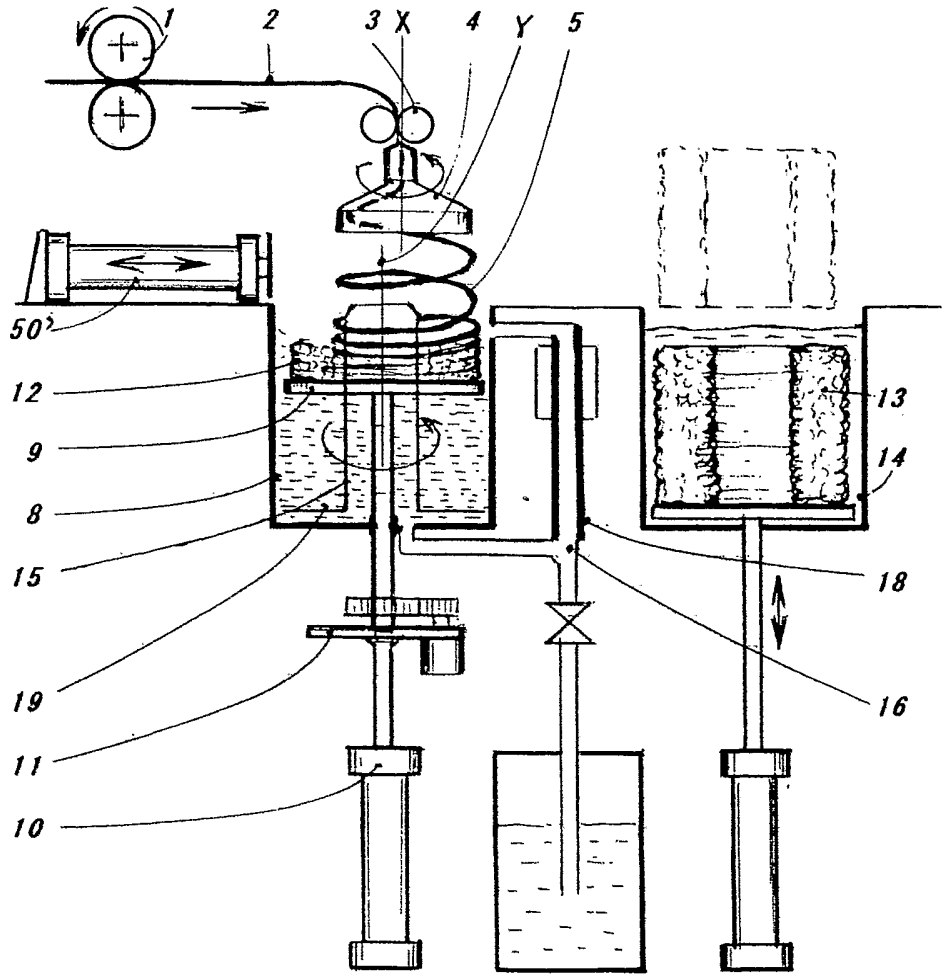


図 2

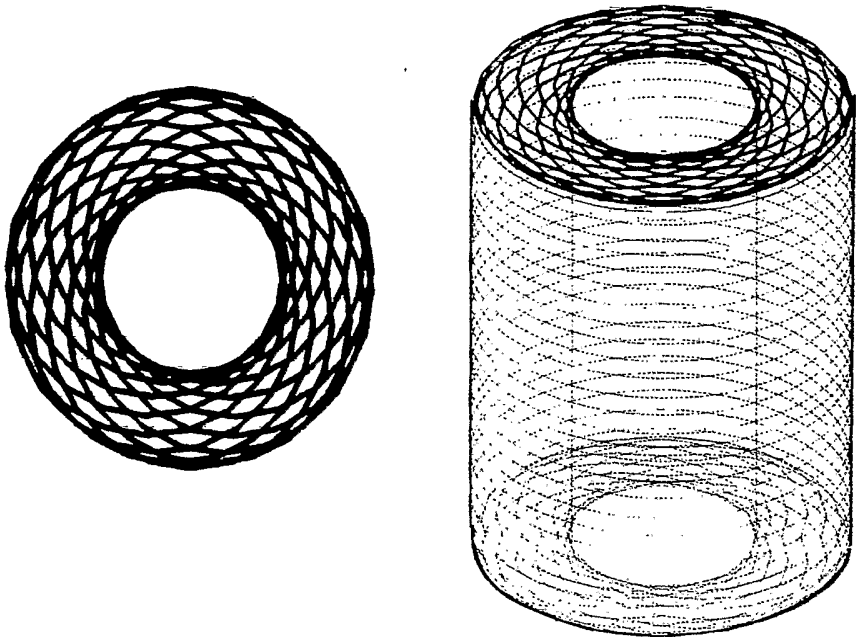


図 3

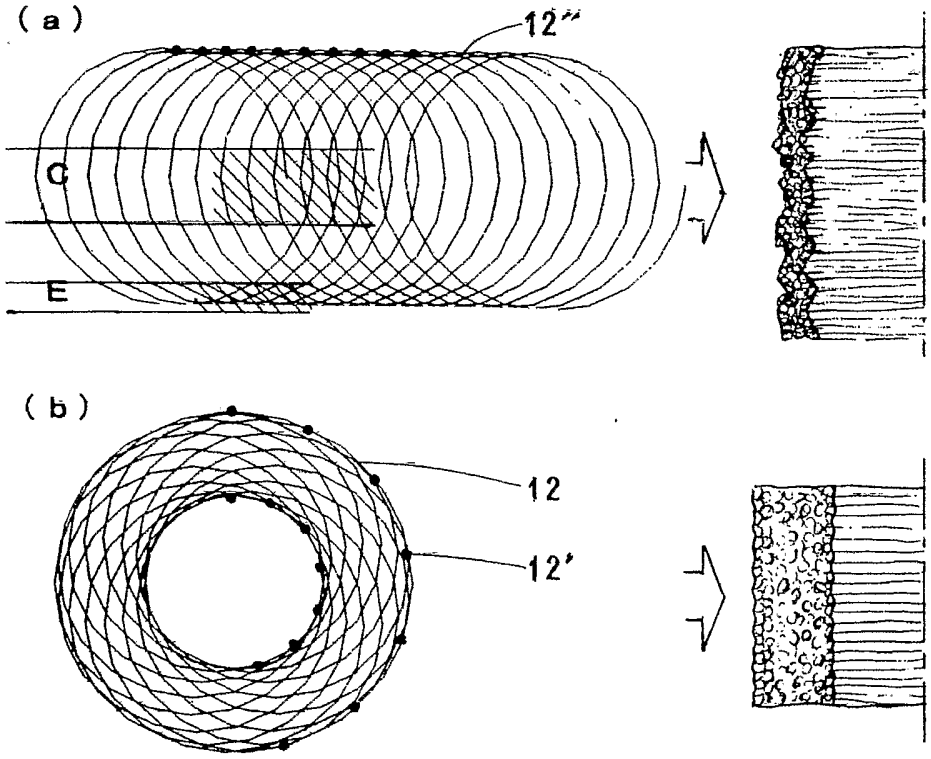


図 4

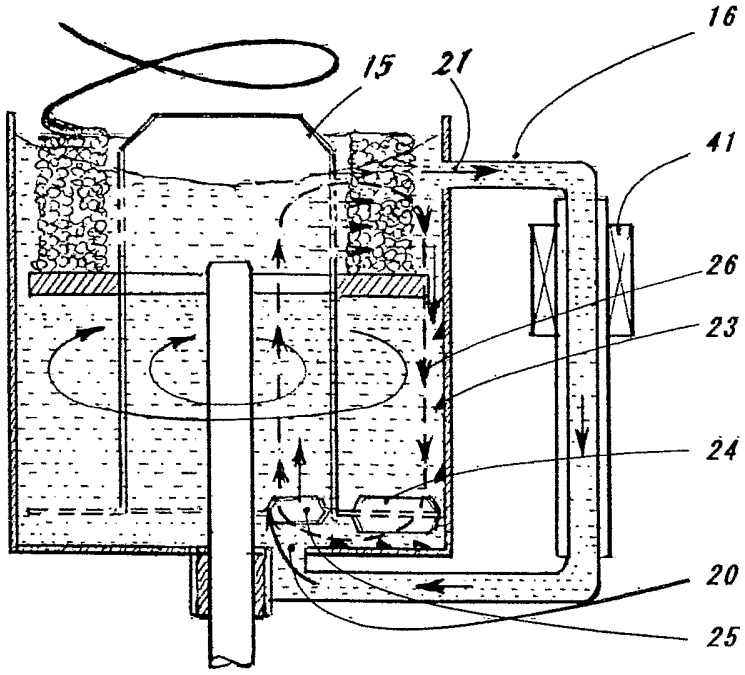
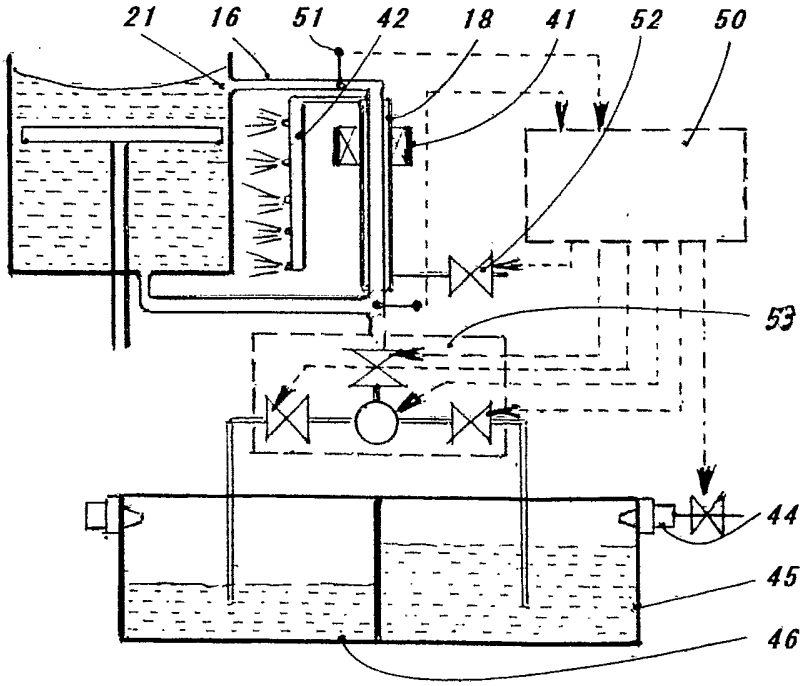


図 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2004/010164

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl[7] C21D9/573, C21D1/20, C21D9/52, C21D9/58, C21D1/63, B21C47/02, B21B45/02, B21C47/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl[7] C21D9/573, C21D1/20, C21D9/52, C21D9/58, C21D1/63, B21C47/02, B21B45/02, B21C47/14

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 57-79124 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 18 May, 1982 (18.05.82), Full text (Family: none)	1,2,6,7 3-5,8
Y A	JP 52-21244 A (Tokyo Rope Manufacturing Co., Ltd.), 17 February, 1977 (17.02.77), Full text (Family: none)	1,2,6,7 3-5,8
A	JP 7-113124 A (Nippon Steel Corp.), 02 May, 1995 (02.05.95), Full text (Family: none)	1-8

☒ 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
07 October, 2004 (07.10.04)	26 October, 2004 (26.10.04)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2004/010164

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 62-37693 B2 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 13 August, 1987 (13.08.87), Full text (Family: none)	1-8
A	JP 2000-71011 A (SMS Schloemann-Siemag AG.), 07 March, 2000 (07.03.00), Full text & EP 979689 A2 & US 6405958 B1	1-8
A	JP 3393677 B2 (Nippon Steel Corp.), 07 April, 2003 (07.04.03), Full text (Family: none)	1-8

国際調査報告

国際出願番号　PCT／JP2004／010164

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. Cl⁷　C21D9／573, C21D1／20, C21D9／52, C21D9／58,
C21D1／63, B21C47／02, B21B45／02, B21C47／14

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. Cl⁷　C21D9／573, C21D1／20, C21D9／52, C21D9／58,
C21D1／63, B21C47／02, B21B45／02, B21C47／14

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　1971－2004年
日本国登録実用新案公報　1994－2004年
日本国実用新案登録公報　1996－2004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）

WPI

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
Y A	JP　57－79124　A（住友電気工業株式会社） 1982．05．18，全文（ファミリーなし）	1,2,6,7 3-5,8
Y A	JP　52－21244　A（東京製綱株式会社） 1977．02．17，全文（ファミリーなし）	1,2,6,7 3-5,8
A	JP　7－113124　A（新日本製鐵株式会社） 1995．05．02，全文（ファミリーなし）	1-8

☒ 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
07．10．2004	26.10.2004

国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官（権限のある職員）		
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	鈴木　正紀	4K	3237
	電話番号　03－3581－1101　内線　3435		

様式PCT／ISA／210（第2ページ）（2004年1月）

国際調査報告	国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００４／０１０１６４

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
Ａ	ＪＰ　６２－３７６９３　Ｂ２（三菱重工業株式会社） １９８７．０８．１３，全文（ファミリーなし）	1-8
Ａ	ＪＰ　２０００－７１０１１　Ａ（エス・エム・エス・シュレーマンージーマーク・アクチエンゲゼルシャフト） ２０００．０３．０７，全文 ＆　ＥＰ　９７９６８９　Ａ２ ＆　ＵＳ　６４０５９５８　Ｂ１	1-8
Ａ	ＪＰ　３３９３６７７　Ｂ２（新日本製鐵株式会社） ２００３．０４．０７，全文（ファミリーなし）	1-8