



特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類6 C21D 8/02, B22D 11/06, 11/12, B21B 3/02, 9/00	A1	(11) 国際公開番号 WO96/32507 (43) 国際公開日 1996年10月17日(17.10.96)
(21) 国際出願番号 PCT/JP96/01027 (22) 国際出願日 1996年4月12日(12.04.96) (30) 優先権データ 特願平7/89825 1995年4月14日(14.04.95) JP 特願平7/189988 1995年7月26日(26.07.95) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 新日本製鐵株式会社(NIPPON STEEL CORPORATION)[JP/JP] 〒100-71 東京都千代田区大手町二丁目6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) 寺岡慎一(TERAOKA, Shinichi)[JP/JP] 末廣利行(SUEHIRO, Toshiyuki)[JP/JP] 石丸詠一朗(ISHIMARU, Eiichirou)[JP/JP] 新井貴士(ARAI, Takashi)[JP/JP] 岡 秀毅(OKA, Hideki)[JP/JP] 〒743 山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会社 光製鐵所内 Yamaguchi, (JP) 竹下哲郎(TAKESHITA, Tetsurou)[JP/JP] 〒804 福岡県北九州市戸畑区飛幡町1番1号 新日本製鐵株式会社 八幡製鐵所内 Fukuoka, (JP)		庄田俊二(SHODA, Shunji)[JP/JP] 野原由勝(NO HARA, Yoshikatsu)[JP/JP] 〒299-12 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部内 Chiba, (JP) (74) 代理人 弁理士 石田 敬, 外(ISHIDA, Takashi et al.) 〒105 東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森ビル 青和特許法律事務所 Tokyo, (JP) (81) 指定国 BR, CA, CN, KR, RU, US, VN, 欧州特許(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). 添付公開書類 国際調査報告書
(54) Title : EQUIPMENT FOR MANUFACTURING STAINLESS STEEL STRIP		
(54) 発明の名称 ステンレス鋼ストリップの製造装置		
(57) Abstract Equipment for manufacturing stainless steel strip formed by arranging in order a double-drum continuous casting machine, a pinch roll- or pinch roll-containing atmosphere control cover, a hot rolling mill, a heat treatment furnace formed by a direct fire burner connected in the lengthwise direction of the furnace to header pipes arranged in parallel in the widthwise direction of the furnace, a cooler, and a take-up unit.		

(57) 要約

本発明はステンレス鋼ストリップの製造装置であって、双ドラム式連続鑄造機、ブライダルロール又はピンチロールを内蔵した雰囲気制御カバー、熱間圧延機、炉幅方向に並列に配置されたヘッダー管に炉長手方向にわたって連結された直火バーナーで構成された熱処理炉、冷却装置、及び巻取装置を順次配置して構成されている。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にPCT加盟国を特定するために使用されるコード

AL	アルバニア	DE	ドイツ	LI	リヒテンシュタイン	PL	ポーランド
AM	アルメニア	DK	デンマーク	LC	セントルシア	PT	ポルトガル
AT	オーストリア	EE	エストニア	LR	セリビア	RO	ルーマニア
AU	オーストラリア	FI	フィンランド	LS	レソト	RU	ロシア連邦
AZ	アゼルバイジャン	FR	フランス	LT	リトアニア	SE	スウェーデン
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	イギリス	LU	ルクセンブルグ	SG	シンガポール
BB	バルバドス	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	SI	スロベニア
BE	ベルギー	GR	ギリシャ	MC	モナコ	SK	スロバキア
BF	ブルキナ・ファソ	GU	ギニア	MD	モルドヴァ共和国	SZ	スワジランド
BG	ブルガリア	IE	アイルランド	ME	モンテネグロ	TD	チャド
BJ	ベナン	IL	イスラエル	MG	マダガスカル	TG	トーゴ
BR	ブラジル	IS	アイスランド	MK	マケドニア共和国	TH	タイ
BY	ベラルーシ	IT	イタリア	ML	マリ	TM	トルクメニスタン
CA	カナダ	JP	日本	MN	モンゴル	TT	トリニダード・トバゴ
CC	中央アフリカ共和国	KE	ケニア	MR	モーリタニア	TR	トルコ
CF	コンゴ	KG	キルギスタン	MW	モザンビーク	UA	ウクライナ
CH	スイス	KR	大韓民国	MX	メキシコ	UG	ウガンダ
CI	コート・ジボアール	KZ	カザフスタン	NE	ニジェール	US	合衆国
CM	カメルーン			NL	オランダ	UZ	ウズベキスタン
CN	中国			NO	ノルウェー	VN	ベトナム
CU	キューバ			NZ	ニュージーランド		
CZ	チェッコ共和国						

明 細 書

ステンレス鋼ストリップの製造装置

技術分野

本発明はステンレス鋼を板厚10mm以下の薄肉鋳片に鋳造し、この薄肉鋳片を熱間圧延して薄板製品を製造する装置に係るもので、特に表面品質の優れたステンレス鋼ストリップを製造する装置に関する。

背景技術

近年、溶鋼から鋳造によって直接的に板厚10mm以下の薄肉鋳片を得る技術が開発され、実機規模の試験がなされるに至っている。新しいこの技術によれば、熱延工程を簡略あるいは省略することが可能になる。

従来は、板厚が100mmを超えるスラブを熱間圧延ミルによって多大なエネルギーを費やして熱延しており、熱間圧延工程が簡略あるいは省略されるメリットは製造コストを下げるだけでなく、環境面からも望まれるものである。以後、溶鋼から板厚10mm以下の薄帯を鋳造する工程を含むプロセスを新プロセスと呼び、スラブを熱間圧延して薄帯にする工程を含むプロセスを現行プロセスと称する。

従来、18%Cr-8%Ni鋼に代表されるCr-Ni系ステンレス鋼或いはCr系ステンレス鋼の冷延薄板を新プロセスによって製造すると、製品の表面に肌荒れ（オレンジピール又はローピングと呼ばれる）が生じて問題になっていた。

たとえば、日本鉄鋼協会講演論文集「材料とプロセス」Vol. 1（1990）、p. 770に記載された論文には、新プロセスで製造したSUS304

薄板製品の表面品質が劣化する現象が述べられている。この論文においては、仕上げ冷間圧延前の材料の粗大粒に起因して冷延板表面にオレンジピール状の肌荒れ（ローピング）を生じるとされている。その防止のためには、次の2つの措置によって仕上げ冷間圧延前の材料の結晶粒を微細化することが有効とされている。

1) 鋳片に熱間圧延－熱延板焼鈍を施す。たとえば、1200℃で16%の熱間圧延、1150℃で1分の溶体化処理を施す。

2) 鋳片に中間焼鈍を伴う2回の冷間圧延を施す。たとえば、室温で10%の圧下率を適用する圧延を行い、中間焼鈍を行ったのち、仕上げ圧延を行う。

また、「材料とプロセス」Vol. 4 (1991), p996に掲載された論文には、高圧下率の調質圧延を施すことで冷延板の表面肌荒れ（ローピング）が改善されるが、材質特に伸びが低下するため、 γ 相不安定成分系即ち高Md30になるように成分を調整する必要があると述べられている。たとえば、Md30を30℃とし圧下率1%の調質圧延を施すことによってローピング、加工性（伸び）を現行プロセス材並みにすることができると述べられている。

また、「材料とプロセス」Vol. 4 (1991), p997に記載された論文には δ フェライト量を増加させ、 γ 相不安定とするような成分設計によって冷延板の表面肌荒れ（ローピング）が改善されると述べられている。

また、特開平2-133528号公報には900℃以上の温度域で圧下率60%以下の熱間圧延を行うことで鋳片の組織が再結晶し、ローピングが改善されると述べられている。この技術では、熱延後の焼鈍の有無に係わらず、ローピングが改善されると述べられており、また、熱延後のストリップの温度履歴としては900～550℃の温度域を50℃/s以上の冷速で冷却することしか述べられていない。

一方、薄肉鑄造方法を用いて、リジング特性を改善したCr系ステンレス鋼薄板を製造する方法については、特開平2-166233号公報に、板厚10mm以下の帯に鑄造した後、 r 相析出開始温度以上で圧下率20%以上の圧延加工を施し、直ちに均熱炉に装入して前記温度域で3秒～5分間の保定をしたのち、巻取、冷間圧延、焼鈍を行う製造方法が開示されている。

また、C系ステンレス鋼帯のリジング防止を行う目的で、60mm以下に鑄造した鑄片を900～1150℃の間に5分以上にわたり保熱し、次いで熱間圧延して800～1100℃で圧延終了し、その後常法にしたがい焼鈍、酸洗、冷間圧延および仕上焼鈍する方法が特公昭62-136526号公報に開示されている。

また、Cr系ステンレス鋼薄板の靱性を向上することを目的とする技術であるが、EP 0638653 A1には、板厚10mm以下の薄鑄片に1150～950℃の温度域で5～40%の熱間圧延を行い、この温度域に保持した熱処理炉に5秒間以上の時間で通板することによって、鑄片内の炭窒化物などの析出物を十分析出成長させる技術が開示されている。

しかしながら、以上の公知文献には表面品質特性を改善するために薄鑄片の熱間圧延後に熱処理を施す場合でも、その熱処理の具体的手段が開示されていない。同様に、靱性を改善するために熱延後の熱処理を行う技術においてもその具体的な熱処理手段は何ら開示されていない。

また、上記公知文献には鑄造された薄肉鑄片を直接圧延する際に生ずる蛇行、破断、疵発生等の問題を解決する手段を開示していない。

更に上記公知文献では鑄造途中で板厚を変更した場合に生ずる熱処理の不均一性によるローピング発生の改善を提示していない。

本発明は連続薄肉鋳片を用いて薄板製品を製造する際に生ずる上記諸問題を解決することを目的とする。

すなわち本発明は連続薄肉鋳片より薄板製品を製造する際に生ずる表面品質問題を解決することを目的とする。

また、本発明は連続薄肉鋳片を鋳造機と直結した圧延機で安定して圧延できる装置を提供することを目的とする。

また、本発明は圧延された薄鋳片を板幅方向にわたり均一に加熱する熱処理炉を提供することを目的とする。

また、本発明は鋳造途中で板厚を変更した場合でも薄板製品にローピングが発生しない薄板製造装置を提供することを目的とする。

発明の構成

本発明は、ステンレス鋼を薄肉鋳造する際に生ずるローピングを改善するために薄肉鋳片の結晶粒を細粒にすることが最も効果的であることを認識し、そのために、薄肉鋳片を直接熱間圧延して、結晶粒にクラックを生ぜしめ、これを熱処理することによって結晶粒を微細化せしめる技術に係るものである。

かゝる技術を実現するために本発明は以下のように構成される。

先ず、Cr-Ni系ステンレス溶鋼又はCr系ステンレス溶鋼などのステンレス溶鋼を板厚10mm以下の薄肉鋳片を鋳造する双ドラム式連続鋳造機を設置する。かゝる鋳造機は双ロールで形成される鋳型壁面が鋳片と同期して移動し、溶鋼を冷却凝固せしめてシェルを生成し、双ロールで圧着して鋳片を形成するものである。

前記連続鋳造機で鋳造された鋳片を、鋳片温度を維持しつつ、少なくとも900～1200℃の温度域で10%以上の圧下率により圧延できるように熱間圧延機を前記連続鋳造機に近接して設置する。上記のように鋳片温度を維持するために連続鋳造機と熱間圧延機の間を雰囲気

気制御カバーで覆う。

上記雰囲気気制御カバー内にはピンチロールを2機またはブライドルロールを配設する。これにより薄肉鋳片に付与する張力を鋳造機側（低張力）と熱間圧延機側（高張力）に分け、高温薄肉鋳片に適正な張力を付与することによって所望の厚みに安定して圧延するとともに薄肉鋳片の蛇行破断等を防止する。

熱間圧延機に隣接して熱処理炉を設置する。本発明では熱処理炉を長手方向に複数の加熱ゾーンに分け、各ゾーンに、この熱処理炉を通過する熱延ストリップをはさんで上壁部及び下壁部に直火バーナーを配設する。直火バーナーはストリップの昇温特性、昇温応答に優れ、かつ各ゾーンの温度制御を容易かつ確実に行うことができるのでローピング特性を十分に改善することができる。

また、鋳造途中で板厚を変更した場合も、板厚に応じて熱処理炉のゾーンの長さを制御できるので、いかなる場合でも板幅方向に均一に熱処理を行うことができ、これによりローピングを小さくし、良好な表面光沢を得ることができる。

なお、熱間圧延機と熱処理炉の間を保熱カバーで覆ってもよく、また、前記雰囲気気制御カバー或いは保持カバー内に板厚計測器を設け、熱間圧延機の圧下率の調整、ホットバーの圧延調整または熱処理炉の温度制御を行うことができる。

前記熱処理炉で熱処理され、結晶粒が微細化されたストリップを $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上の冷却速度で冷却する冷却装置を配設する。冷却装置としてスリット冷却ヘッダーを用いることができる。

このようにして冷却されたストリップを巻取る巻取装置を設置する。

以上の装置で製造したストリップは、その結晶粒がストリップ全域にわたり均一に微細化されているので、上記ストリップをデスク

ーリング後、冷延し、焼鈍酸洗又は光輝焼鈍を行うことにより、表面の品質特性が著るしく改善された薄肉製品を得ることができる。

図面の簡単な説明

第1図は薄肉鋳片に行う熱延温度および熱延圧下率と冷延製品のローピング高さの関係を示す図である。

第2図は薄肉鋳片に熱延に引き続いて行う熱処理温度および時間と冷延製品のローピング高さの関係を示す図である。

第3図は本発明法におけるステンレス鋼ストリップの製造装置の概略側面図である。

第4図は本発明のストリップの製造装置における鑄造板厚変更（減少）に伴う、鑄造弧角と、ストリップ速度と、熱処理炉の有効熱処理長、冷却帯の有効冷却長との関係を示す図である。

第5図は本発明の薄帯状鋳片の製造装置における鑄造板厚変更（増加）に伴う、鑄造弧角と、ストリップ速度と、熱処理炉の有効熱処理長、冷却帯の有効冷却長との関係を示す図である。

第6（A）図は本発明のストリップの製造装置における連続鑄造の鑄造弧角の下限を示し、第6（B）図は鑄造弧角の上限を示す。

第7図は本発明のストリップの製造装置の他の実施例を示す概略側面図である。

第8図は本発明のストリップの製造装置における熱処理炉の長手方向断面側面図である。

第9図は本発明の他の実施例の熱処理炉の長手方向断面側面図である。

第10図は第9図X-X線断面図である。

第11（A）図は本発明の一実施例の熱処理炉の幅方向断面図で、ダミーシートを搬送する状態を示し、第11（B）図は帯状鋳片の搬

送中の状態を示す。

第12図は本発明の実施例の熱処理炉の炉内搬送ロールの一部断面図で、循環ガス冷却構造の概略を示す。

第13図（A）図は本発明の他の実施例の熱処理炉の幅方向、断面図で、炉上壁の上昇状態（開放状態）を示し、第13（B）図は炉上壁の下降状態（密閉状態）を示す。

第14図は各種バーナーにおける熱処理時間とローピング値の関係を示す図である。

第15図は各種バーナーにおける熱処理時間と板昇温との関係を示す図である。

第16図は熱処理炉入側温度の高い場合と低い場合における熱処理炉入側板厚と熱処理時間との関係を示す図である。

第17図は双ドラム連鑄機の鑄造速度と鑄造板厚との関係を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

薄肉鑄片の結晶粒を微細化させるためには、薄肉鑄片の保有熱を利用して鑄造機に直結した熱間圧延機によって熱間圧延を行い、この圧延機に直結した熱処理炉で熱処理することが最も効率的である。更に鑄造機と熱間圧延機の間には雰囲気制御カバーを設けて熱延温度を調整し、或いは必要によって熱間圧延機と熱処理炉の間に保熱カバーを設ける。

このように、鑄造された鑄片を鑄造熱を保持しつつ必要によって加熱して圧延し、熱延後鑄片温度を 800℃以下に下げることなく、再結晶に必要な熱処理を行う。

かゝる技術によって圧延後の結晶粒の再結晶を進行させ、低温巻取を行うことで再結晶を促進して結晶粒を微細化せしめ、これによ

りローピングの高さを十分低くすることができる。

第3図は本発明に関わる双ドラム式薄肉連続鑄造圧延熱処理ラインの一例を示す。双ドラム式薄肉連続鑄造機1から鑄造された薄肉鑄片2は雰囲気制御ゾーン3の中で必要により加熱され、熱間圧延機6の入側温度が制御される。薄肉鑄片2は双ドラム下のピンチロール4により搬送され、下流のブライドルロール5で熱間圧延機6の入側張力が確保され、高い圧下率の圧延によって生じる鑄片2の蛇行が防止される。

雰囲気制御ゾーン3の中に1本もしくは2本のブライドルロール5又は1機もしくは2機のピンチロール5-1（第7図参照）を配置する。このように熱間圧延機入側に張力制御装置を設置することは本発明の特徴の1つである。

本発明で鑄造する鑄片は板厚が薄く（10mm以下）かつ高温（900～1200℃）であるので、鑄片全域にわたり鑄片に均一な圧下を加えて鑄片の結晶粒を均一に微細化するためには熱間圧延機の通板性を安定化せしめる必要があり、そのために上記鑄片の特性を考慮した高張力（0.5～1.5 kg/mm²）が必要である。一方、薄肉鑄片の鑄造工程における鑄片に対する張力は鑄造の引抜き力で発生するため低張力（0.1～0.5 kg/mm²）が必要である。

また、この双ロール連続鑄造ラインにおいては、操業上鑄片の凝固を均等に維持することは難しく、鑄片エッジの形状は必ずしも一定にはならず、形状が乱れることがある。本発明のように、特に双ロール連続鑄造機と圧延機が直接連続している場合、圧延機で高圧下をかけると、鑄片の形状の非対称の影響から片側に伸びやすく圧延機入側の被圧延材も蛇行しやすい。その影響は直ちに上流側のピンチロール入側の蛇行につながり、双ロール下方のカテナリループ状の鑄片は、振れ振動を生じながらたぐれて、通板ガイドと接触

して切断トラブルが発生する場合がある。

したがって本発明では、高温で雰囲気制御された環境下で鋳片に所定の張力を付与することが必要であり、このためにブライドルロール又はピンチロールを配設したのである。

次に、鋳片 2 は熱間圧延機 6 で 10～50% 程度の範囲で圧下される。連続圧下のため、圧延ロールの熱膨張により圧下された鋳片は、経時的に中伸びに形状がくずれるため、当該熱間圧延機にはベンダー形状制御を設け、或いは走間でロールをクロスできる構造とする。また、連続圧延のためのロール磨耗、ヒートクラックの発生する恐れがあり、したがってロールを送間で組替が可能となる構造にする。熱間圧延機 6 の下流には形状制御へのフィードバックを行う板厚計 13 を配置しており、熱間圧延機 6 の出側の熱延ストリップ 2 s の温度降下を抑制するため保温カバー 15 を設けている。これに連続する熱処理炉 7 は、噴流式バーナー又は直火式バーナーによって鋳片の温度を制御し、雰囲気の酸素濃度は 2～6% 以下程度に保持されている。

新プロセスでは現行プロセスで行っていた熱延前のスラブ加熱工程が完全に省略されている。更に、板厚が薄いため凝固後の冷却速度もスラブに比べると著しく速い。そのため現行の連続鋳造スラブでは析出していた Mn_s , Cu_2S 等の析出物が固溶している。この状態で熱間圧延を行い、十分に再結晶させずに 800℃ 以下まで冷却してしまうと熱延で導入された転位に沿って微細析出物が析出し、その後の熱延板焼鈍において完全な再結晶組織を得るためには、熱延直後の熱処理より長時間を必要とする。従って、効率的に熱延板組織を再結晶させるためには熱延直後に鋳片温度を 800℃ 以下に下げることなく熱処理を行って完全な再結晶組織とすることが効果的である。

熱処理されたストリップは熱処理炉出側に設置された冷却帯 8 例えばスリット冷却ヘッダーにより冷却され、次いで所定のストリップの長さになるよう剪断機 11 にて切断され、2 台の巻取機 9 にて切換えながら連続的にコイル状 14 に巻取っていく。

以上の双ロール連続鑄造ラインにおいて、次のような方法によってローピングが小さく表面光沢の良いステンレス鋼ストリップを製造する。

双ロール式連続鑄造機によって板厚 10mm 以下の薄肉鑄片を連続鑄造し、続いて 900～1200℃ の温度域で圧延率 10～50% の熱間圧延を行い、続いて 900～1200℃ の温度域で 5 秒以上保持する熱処理を行い、続いて 600℃ 以下の温度域で巻取り、この鋼帯をデスケーリング後、冷延し、焼鈍酸洗又は光輝焼鈍を行う。また必要に応じて前記工程に続いて調質圧延を行う。

なお、前記熱処理後に巻取り温度まで冷却する際は 900～600℃ の温度域を 10℃/s 以上好適には 20℃/s 以上の冷却速度で冷却することが望ましい。圧延温度は 1150～1000℃ の温度域が望ましく、圧延後の熱処理温度は 1150～1050℃ の温度域が望ましい。

こゝで、ローピング現象に大きな影響を与える熱延条件と熱処理条件について更に説明を加える。

本発明の最適な熱間圧延温度と圧下率の条件を得るために次の実験を行った。即ち、実験室において SUS304 鋼を板厚 4 mm の薄鑄片に鑄造し、1250～850℃ の温度域で 5～50% の熱間圧延を行って熱延ストリップとしたのち、1000℃ に保持した熱処理炉に 5 秒間通板し、その後冷却を行って 600℃ 以下の温度で巻取った。前記ストリップをデスケーリング後 50% の圧下率で冷間圧延を行い、冷延板表面のローピングを評価した。その結果を第 1 図に示す。

熱延温度が 1200℃ より高いと再結晶粒が粗大になるため、ローピ

ングが改善されない。また、900℃未満では熱延中の MnS, Cu₂S析出によって再結晶が進行しない。また熱延圧下率が10%より低いと完全な再結晶組織が得られずローピングが発生した。以上の結果から熱延は 900～1200℃の温度域で10%以上の圧下率で行う。但し、薄鋳片に50%超の熱間圧延を行うためには巨大な熱間圧延機が複数必要になり、新プロセスの特徴が生かせないため、圧下率50%以下とした。望ましい範囲は、圧下率20～40%で熱延温度が1000～1150℃である。

同様に、熱延後の熱処理条件を得るために次の実験を行った。即ち、SUS304鋼を板厚 4 mmに鋳造し、1100℃で20%の熱間圧延を行って熱延ストリップにした後、誘導加熱によって1250～850℃までの温度域において2～50秒保持する熱処理を行った。前記ストリップをデスクーリング後50%の圧下率で冷間圧延を行い、冷延板表面のローピングを評価した。その結果を第2図に示す。熱延後の熱処理温度が1200℃を超えると再結晶粒が粗大化し、900℃未満では再結晶が進行しないためローピングが発生した。また熱処理時間が5秒より短いと完全な再結晶組織が得られないためローピングは発生した。以上の試験結果から熱延後の熱処理は 900～1200℃の温度域で5秒以上保持とした。望ましい範囲は1050～1150℃で10～30秒である。

以上のように本発明の装置を用いて薄肉鋳片を製造すると表面品質の優れたステンレス鋼ストリップを得ることができる。

次に本発明の熱処理炉について更に詳細に説明する。

前述のように上記熱処理炉の加熱手段として、誘導加熱、直火バーナー又は噴流式バーナー等が用いられるが、こゝでは直火バーナーに基づいて、しかも鋳造過程で板厚が変化した場合でも、この変化に応じて鋳片の再結晶粒径の微細化を可能にする適正な熱処理を

行うことができる熱処理炉について説明する。

薄肉鋳片の連続鑄造熱間圧延プロセスにおいて、多サイズ（板厚）の薄帯を小ロット生産する場合、生産性の向上、生産コストの節減等の観点から板厚を走間に変更できることが好ましい。

走間で板厚を変更する場合には、圧延条件を変更することによってある程度対処できるが、品質（内部組織、光沢性、ローピングの程度で評価）の安定なステンレス鋼ストリップの生産を前提にする場合には限界があるため、鑄造厚の変更も必要になることが考えられる。

双ドラム式連続鑄造機で走間で鑄造板厚を薄く変更するとき、一時的に鑄造弧角（第6（A）図、第6（B）図に示すようにドラム1a周面の溶鋼sの湯面ssとの接触点pとドラム1aの軸心を結ぶ線aと、一對のドラム1a, 1bの軸心を結ぶ水平線bとの挟角 θ ）を20～30度まで下げる。このまゝだとシェル生成厚みが不十分となるので鑄造速度を下げ、シェルが十分生成した後、鑄造ドラム間の開度を閉めて鑄造板厚を薄くし、得られた鋳片を熱間圧延機で所定の圧下率（30～50％）により圧延し、熱処理炉において所定の温度（900～1200℃の範囲で5秒以上）で熱処理し、冷却帯において所定の冷却速度（20～90℃／秒）で500～550℃に冷却する。このように鑄造速度を下げたときには、熱処理炉の熱処理長と冷却帯の冷却長を所定の長さに短くして過熱処理、過冷却を防止するが、ドラム間の開度を閉めたことによって鑄造厚が薄くなり鑄造速度が速くなったときには、熱処理炉の熱処理長と冷却帯の冷却長を所定の長さに変更して、熱処理不足、冷却不足を防止する。このようにして、走間で鑄造厚を変更した場合にも適正な熱処理ができるので、微細な再結晶粒径を所定の粒径まで微細化することができる。

上記において、鑄造弧角を20度以下にした場合は、連続鑄造不能

になり、30度以上にした場合は、熱処理および冷却条件を最適制御できず、結晶粒径の微細化が十分でなく、鑄造板厚変更の過渡期の歩留まりが低下する。

また、鑄造弧角制御を行わず鑄造板厚を薄く変更する際の変更幅は、0.1～1.0mmで、この場合の熱処理長、冷却長の変更代は、3～45%相当にすることが予測される。

第4図は、上記のように双ドラム式連続鑄造機を用いた連続鑄造熱間圧延において、走間で鑄造板厚を薄く変更する場合の鑄造板厚、鑄造弧角、ストリップ速度、熱処理炉の処理炉長、冷却帯の冷却長の関係を示したものである。

走間で鑄造板厚を薄く変更する場合、前述の如く、先ず一時的に溶鋼の供給量を減少させて湯面を下げ、鑄造弧角を常用レベル（40度）から凝固可能なレベルまで下げて、鑄造速度を遅くする。この時、熱処理炉内に通板中のストリップの速度も連動して遅くなるので、必要炉長は短くなる。次に、鑄造ドラムの開度（ギャップ量）を閉めながら鑄造速度を速くして鑄造厚を薄く変更する。この時、熱処理炉内の通板中のストリップの速度も速くなるので必要な熱処理炉の長さは長くなる。鑄造厚を変更した鑄片の部分が熱処理炉に達すると、通過する鑄片が薄くなるのに応じて必要熱処理炉の長さは短くなる。次に、鑄造弧角を元の40度に戻して常用状態で鑄造するが、冷却ドラムにおける冷却ゾーンが広がった分だけ凝固が進行し、シェルが厚くなりすぎてしまう。したがって、鑄造速度を速くして鑄造するが、それに伴い、必要炉長も長くなって、最終的には鑄片厚と鑄造速度で決まる所定の炉長となる。

このように本発明では、熱処理炉での熱処理炉長と冷却帯での冷却長をストリップの速度や厚みの変化に応じて変化させるが、その理由は次の通りである。

すなわち、鑄造弧角を常用レベルの40度の状態から、20～30度レベルまで下げることにより、冷却ドラムの溶鋼冷却域が少なくなるので、鑄造速度を減少させ、ドラム間のギャップを閉めて鑄造板厚を薄くしながら、ストリップ速度を増加させる。この過程で、熱処理炉での処理炉長を鑄造板厚変更前のままにした場合には、熱処理条件が変化するため、所定の熱処理ができず品質が低下する。また、冷却帯での冷却長を鑄造板厚変更前のままにした場合には、冷却条件が変化するため、所定の冷却ができず品質が低下する。

そこで、鑄造板厚を薄くする過程では、まず鑄造弧角を下げて熱処理炉の処理炉長と冷却帯の冷却長を短くする。その後、鑄造弧角が上記の下げた状態で鑄造板厚を薄くして、同時に鑄造速度を増加させるとともに、熱処理長と冷却帯の冷却長を鑄造板厚変更前の長さに回復させ、厚みを変更した部分のストリップの先端が熱処理炉、冷却帯に入る前に熱処理炉の処理炉長、冷却を所定の長さに変更させる。このようにして、走間で鑄造板厚を薄くする過程においても、再結晶粒径の微細化を確保することができる。

また、双ドラム式連続鑄造機で走間で鑄造板厚を厚くするに際して、ドラムとサイド堰により形成される湯溜まり部の湯面高さを常用の鑄造弧角のままで、熱処理炉の熱処理長と冷却帯の冷却長を短縮しながらドラム間の開度を開き鑄造速度を遅くして鑄造板厚の厚い鑄片を連続鑄造する。この鑄造速度の低下に連動して熱処理炉内を通過するストリップの速度も遅くなるので、熱処理炉の必要炉長は短くなる。鑄片の厚い部分が熱処理炉に達するまでの一定時間経過後、その鑄片の厚みが厚くなるに従って、必要炉長は長くなり、最終的に鑄片厚と鑄造速度で決まる所定の長さまで増加する。一方、薄鑄片の板厚変更部が熱間圧延機に到達の直前に熱間圧延機の圧下率を10%以上好ましくは30～50%で制御して熱間圧延を行い、熱

間圧延機で熱間圧延されたストリップを熱処理炉で 900～1200℃のストリップ温度で5秒以上熱処理した後、冷却帯で 500～550℃に冷却し巻取る。

上記において、鑄造板厚を変更する際の変更幅は、0.1～1.0mmで、この場合の熱処理長、冷却長の変更率は、3～45%にすることが好ましい。

圧下率10%未満の場合は、製品の表面の光沢、ローピングの点で満足しないため圧下率は10%以上とする。

冷却帯における冷却速度が20℃/秒以下の場合は、ステンレスストリップの粒界にCrカーバイトが発生し耐蝕性が劣化するため、20℃/秒以上の冷却速度とする。

また、巻き取り温度が 500℃以下の場合、クロム系ステンレス鋼ストリップでは表面に微細な割れが発生し、550℃以上の高温の場合、ステンレス鋼ストリップの粒界にCrカーバイトが発生し耐蝕性が劣化するため、500～550℃の温度域で巻き取ることが望ましい。

なお、冷却帯の有効冷却長はストリップ速度と連動して変化するので、鑄造機の鑄造弧角の変更によるストリップ速度の変更及び熱処理炉に到達したストリップの通板速度の変更に応じて上記有効冷却長はストリップの厚みの変更と合わせて変化させる。

第5図は、上記のように双ドラム式連続鑄造機を用いた連続鑄造熱間圧延において、走間で鑄造板厚を厚く変更する場合の鑄造板厚、鑄造弧角、ストリップ速度、熱処理炉の処理炉長、冷却帯の冷却長の関係を示したものである。

鑄造板厚を厚くすると、鑄造速度は低下し連動して熱処理炉内のストリップ速度は遅くなるため、熱処理炉内のストリップは過熱処理されることになるが、Cr-Ni系ステンレス鋼の場合では所定の熱

処理時間より長くなるのが、数10秒程度であり、5分以内であれば再結晶の粒径の成長にまで影響される懸念のないことがテストにより確認されている。

そこで、鑄造板厚を厚くする過程では、圧下率30%以上の所定の値で一定とし、圧延機入り側に設けた板厚計で計測された薄鑄片の板厚変化に応じて、トラッキングして圧下率が所定値（例えば30%）になるように圧延機のロールギャップを制御する。

一方、冷却帯ではストリップ速度が遅くなるため、500℃以下の過冷却となり、前述のようにクロム系ステンレス鋼ストリップでは表面に微細な割れが発生するので、冷却長を所定の長さまで短くする必要がある。厚くなったストリップの先端が熱処理炉、冷却帯に入る前に、熱処理炉の処理炉長、冷却帯の冷却長を所定の長さに変更させる。このようにして、走間で鑄造板厚を厚くする過程においても製品の再結晶粒径の微細化を確保することができる。

本発明は、双ドラム式連続鑄造機により主として15～180 m/分の鑄造速度で板厚1～10mmの薄鑄片を連続鑄造する場合に適用されるが、この速度領域で本発明を適用する場合には、熱処理炉は、ストリップに対する昇温速度を5℃/秒以上にする加熱能力を有していることが必要である。

したがって、本発明では、このような条件を満足する熱処理炉を用いることが必要である。

一般に、熱処理炉は、実績および経験上、現状では耐熱強度確保の面から1250℃の炉温が限界であり、かつ、熱処理炉に導入されるストリップの温度は900℃以上であるため、輻射伝熱式の熱処理炉では、熱伝達率を高くできず、ストリップの昇温、保定を鑄造板厚変更に伴うストリップ速度変化に応じた応答性を満足させることができず、ストリップに対する昇温速度を5～20℃/秒にする加熱能

力を確保することは困難である。

また、燃焼方式の熱処理炉では、誘導加熱方式と直火バーナー方式のものがあり、ストリップに対する昇温速度を $5 \sim 20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上にする加熱能力を確保することができるが、設備コストの観点から、直火バーナー方式のものが最適である。この直火バーナー方式の熱処理炉を用いる場合、炉内搬送中のストリップに対して、バーナー火炎の高温部を噴射分布を安定させて、均一加熱するとともに、炉内搬送ロールによるストリップへのビルドアップ疵の発生を抑制しながらカタナリー状態でストリップを通板させることが必要である。

このような観点から、本発明では、本発明で用いる熱処理炉として、搬送されるストリップを挟んで直火バーナーを配置し、バーナー火炎が該ストリップの両面に直接噴射でき、ストリップに対する昇温速度を $5 \sim 20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ にする加熱能力を容易に確保できる構造のものとする。

この直火バーナーの配置については、ストリップに対するバーナー火炎の高温部噴射分布を均一にするために千鳥状に配置し、ストリップの位置変動を吸収できるように、ストリップの搬送方向に $5 \sim 10$ 度傾斜させることが有効である。

また、炉内搬送ロールの一部または全部を、この炉内搬送ロールにより搬送されるストリップに対して進退（昇降）自在に配設し、一部の炉内搬送ロールはダミーシートを搬送した後、ストリップに干渉しない範囲まで退避させることにより、ビルドアップ発生の機会を減少させる構造のものとする。この退避距離は、炉内搬送ロールの間隔が4 mのときは250mm、10 mのときは600mm程度で十分である。

一般に、ストリップ搬送用の炉内ロールの表面には、ストリップ

とロール間でスリップが発生し、ロールの表面が金属の場合、高温状態では金属組織の凝着を生じ、ロール側にビルドアップ（付着）する。これは、次のストリップの表面を通過するときにストリップの表面に疵が発生させる原因になる。そのため、炉内搬送ロールの表面には、セラミックス系の溶射被膜を形成して凝着の発生を防止し、ビルドアップを防止しているのが一般的である。

しかし、本発明で用いる熱処理炉の炉内は、短時間で高温のストリップを昇温するため1200℃以上と極めて厳しい温度に晒されるため、従来のセラミックス系の溶射被膜は剝離しやすく長時間の使用に耐えることができない。

そこで、本発明において、炉内搬送ロールの一部または全部に、その周面に冷却ガスを噴射して炉内搬送ロールを冷却するガス循環冷却装置を付設している。

ここで用いるガスは、ストリップの品質、熱処理炉操業を損なう懸念のないものを用いる。例えば、酸素濃度の低い熱処理炉の燃焼排ガスを冷却装置を介して 300℃以下に冷却し循環させて炉内搬送ロール表面に噴射させるようにするのが有効である。

なお、炉内搬送ロールの中で少なくともダミーバーのスレディングの場合に使用するロールは、ダミーバーの蛇行を防止してストリップを安定通板させることができるようにする必要がある。そのために、この炉内搬送ロールのストリップ搬送領域の両側に中央部側に5～30度傾斜するテーパ部を形成することが有効である。このようにすることで、炉内でストリップを蛇行させずに搬送することができる。

また、上記のように炉内搬送ロールを昇降させる場合には、炉壁の部分は可動式の蓋を配設し、炉内からのガス噴出を防止することが有効である。さらに、炉内搬送ロールの駆動装置は、炉外に配設

して炉内の高温雰囲気中に晒されないようにすることが有効である。

本発明の他の実施例を第7図～第13図に基づいて更に説明する。

第7図は、上記の本発明を適用したステンレス鋼ストリップの連続铸造熱間圧延設備の配置例を示すものである。第7図において、1は双ドラム式連続铸造機、2は連続铸造された薄铸片、3は薄铸片の酸化と温度降下を抑制する雰囲気カバーで、このカバー内にはドラム下ピンチロール4、一対からなる圧延機前ピンチロール5-1, 5-2、ワークロール6wとバックアップロール6bを有する熱間圧延機6が配設されている。

前述の如く、こゝで示す一対の圧延機前ピンチロールは本発明の特徴の一つをなす。

双ドラム式連続铸造機1で铸造される薄铸片2はそのエッジ部の形状が不安定でかつ、クラックが発生しており、耳波圧下状態では、クラックが開口し、圧延機での圧下で切断する場合がある。

押付け力を大きくとれば必要張力を付与することができるが、ピンチロールで铸片を圧下することになり、铸片に塑性変形を与える。ピンチロールは一般に形状制御能力を持たないので、铸片の耳波み、中伸び等が発生し、本来の後面ミルの入側形状を乱し、かゝる形状の铸片を圧延すると、形状のくずれた所から、2枚噛みが発生したり張力分布が乱れることで圧延途中において铸片が切断される場合が生じる。

そこで塑性変形を発生させない押付け力限界に基づいてピンチロールを好ましくは2基並設する。すなわち、铸造に必要な張力 $0.1 \sim 0.5 \text{ kg/mm}^2$ から圧延に必要な張力 $0.5 \sim 1.5 \text{ kg/mm}^2$ に張力を増加する場合に、その張力差を2分してピンチロール1基当りの張力負荷量を小さくする。

かゝるピンチロールの配設により铸片の切断又は蛇行がなく、安

定して圧延を行うことができる。

なお、圧延機出側に熱処理炉 7 が配置され、その出側にピンチロール 4 - 1 を介して冷却帯 8、また切断機前ピンチロール 12 を介して切断機 11、更に巻取機前ピンチロール 10 を介してカローゼル型の巻取機 14 が順次配置されている。

双ドラム式連続鑄造機 1 には、ドラムの回転速度（鑄造速度）、湯面レベル、サイド堰の押付け、ドラム間の開度等を制御するための周知の制御装置（図示省略）が接続されている。また、一对の圧延機前ピンチロール 5 - 1、5 - 1 間には、板厚計 16 が配置されており、この板厚計からの板厚情報を圧下制御装置 17 に送られ、この圧下制御装置を介して熱間圧延機 6 の圧下制御が行われる。

また、板厚計 16 からの板厚情報は、冷却帯 8 の入側に配置されたストリップ温度計 18 からの温度情報とともに冷却帯制御装置 19 に送られ、この制御装置により冷却帯噴射装置 20 を制御して冷却帯 8 での冷却条件の制御が行われる。

ここで用いられる熱処理炉 7 は、前述のように鑄造厚変更に伴うライン速度変動に追従して熱処理条件を制御できるもので、ストリップの昇温速度を 5 ~ 20℃ / 秒の応答性を有するものであることが要求される。

また、炉内搬送ロールによるビルドアップの発生を防止してストリップの品質を確保する必要がある。そのために、ここでは、第 8 図、第 11 (A) 図、第 11 (B) 図及び第 12 図に示すような構造を有する熱処理炉を用いている。

この熱処理炉は、第 8 図、第 11 (A) 図、第 11 (B) 図に示すように、炉壁に炉内搬送中のストリップ 2 s の両面から火炎を噴射し、ストリップ 2 s を直接加熱する多数の直火加熱式の直火バーナー 22 を備え、このバーナーには燃料ガスと助燃ガスがヘッダー管 23 を

介して供給されるが、この燃料ガスと助燃ガスの供給系は炉長方向に複数分割（7-1，7-2）して、各供給系を開閉することにより熱処理長を変更して熱処理条件を変更できるようにしている。この熱処理条件の変更は、各供給系に対する燃料ガスと助燃ガス供給量を調整することも可能になっている。

こゝで、上記熱処理炉7の制御装置の一例について説明する。第9図に示すように、熱処理炉7は長手方向に4分され、各ゾーン毎に独立して複数本の直火バーナー22がヘッダー管23に連結しており、ヘッダー管23に燃焼ガス供給パイプ23-1が連結されている。燃焼ガス供給パイプ23-1には燃焼ガス流量制御弁28が設けられ、この制御弁はバーナー燃焼制御装置27に連結し、この制御装置の指令によって作動する。熱処理炉出側には排ガスダクト29が設けられている。

前記バーナー燃焼制御装置27には燃焼制御演算装置26が連結しており、この演算装置26には熱処理炉入側温度センサー30の測定温度 t_c 及び各ゾーン出側板温度センサー31-1～31-4の測定温度 t_1 ～ t_4 が入力し（図では t_1 ～ t_4 の測定温度が入力されるが、熱処理炉の出側、この場合はゾーン7-4だけに板温度センサーを設けてもよい）、更に熱処理炉入側板厚 h 、熱処理炉入側速度 v が入力する。熱処理炉内の熱処理時間 T (sec)は

$$T = f(t_c \cdot h \cdot v)$$

で求められ、各ゾーンの熱処理時間すなわちバーナーの燃焼範囲が調整される。

例えば板厚が最も薄い場合は熱処理炉7のゾーン7-1がバーナーの燃焼範囲になり、板厚が最も厚い場合はゾーン7-1～7-4がバーナーの燃焼範囲となる。

また、板温 t_1 のゾーン7-1及び t_2 のゾーン7-2ではフル

燃焼が行われ、板温 t_3 のゾーン 7-3 ではオーバーヒートするため燃焼が抑制され、板温 t_4 のゾーン 7-4 では板温が保持できる程度に燃焼抑制又は消火され、排ガスにより温度保持が行われる。

本発明では以上のように、燃焼制御演算装置でフィードバック制御が行われる。

また、第 9 図 X-X 断面図である第 10 図で示すように、上記熱処理炉の幅方向ではヘッダー管 23 が複数本並列設置されており、燃焼ガス流量制御弁 28 には板幅方向温度分布制御装置 34 が更に連結し、前記制御装置 34 に下流の板幅方向に設けられた温度センサー 31 の測温信号が入力するようになっている。かかる装置によって板幅方向温度分布状況が燃焼ガス流量制御弁 28 にフィードバックし、所望の板エッジ部に燃焼ガスが噴射され、板エッジ部の温度降下（目標設定温度より -20°C 以下になるとローピングが発生）の防止と、オーバーヒートの防止（省エネ効果）が図られる。

また、第 8 図で示すように熱処理炉 7 内の搬送ロール 24 はここでは 5 個配置しており、また第 11 (A) 図、第 11 (B) 図に示すように、前記搬送ロール 24 は昇降装置（油圧シリンダー）37 により昇降自在に設置される。ダミーシート 36 の搬送時には、このダミーシートを全部の炉内搬送ロール 24 s, 24 x で支持して搬送し、ストリップ搬送過程ではビルドアップ抑制の観点から、炉内搬送ロール 24 x は下降させてストリップ 2 s と接触しないように退避させ、極力少ない搬送ロール例えば 24 s のみで支持して搬送すうようにしている。

この炉内搬送ロールは、ストリップ搬送領域の両側に中央部側に $5 \sim 30$ 度傾斜するテーパー部 24 t を形成して搬送中のストリップの蛇行を防止できるようにしたものであり、その駆動装置 38 は炉外に配設されている。また、搬送ロールの軸 24 y が昇降する炉壁部には

、昇降装置37により昇降により搬送ロールの軸24 y とともに昇降し、炉壁表面を摺動する可動蓋39が配設されている。

熱処理炉7の出入口には熱処理炉用シールロール25が配置されている。

また、炉内搬送ロール34 s , 34 x は、高温のバーナー火炎にも晒されるため、第12図に示すように、この炉内搬送ロール34 x の周面に近接して、このロールの周面に沿った曲面48を有し、この曲面に沿って冷却ガス噴射孔46と排出孔47を設けた冷却パッド45を配設している。

この排出孔47からはスケールの混入した排ガス49が排出されるため、管路を損傷する恐れがあるため、排ガス49中のスケールをスケール分離室51で分離して、スケールを分離した排ガス49を、冷却水52が流通する冷却装置50を介して冷却して循環させ、噴射孔46から炉内搬送ロール24 s の表面に噴射するようにしている。

冷却パッド45から搬送ロール24 s 周面に噴射される冷却ガスとしては、ストリップの酸化を防止するとともに熱処理に対する影響を軽微にする観点から、ここでは熱処理炉7からの酸素濃度の低い温度が 800～900 ℃の燃焼排ガスをを用い、これを冷却装置50を介して 300℃以下に冷却して循環させて、噴出孔46から噴射するようにしている。

また、非常停止時に、炉内に滞留した薄帯の払い出し等の炉内メンテナンス性を改善するために、次のような熱処理炉を設けてもよい。

すなわち、第13(A)図及び第13(B)図で示すように、熱処理炉7の側壁を長手方向に、搬送ロール24を設けた下壁部分42-1と上壁部分42-2に分割し、かつ前記上壁部分の内側面43と前記下壁部分の外側面44をテーパ面状に形成する。前記上壁部分42-1の

上部には昇降用アクチュエーター41を設けるとともに直火バーナー22をフレキシブルホース40に連結する。そして、炉内で作業する場合は第13(A)図に示すようにアクチュエーター41を介して上壁部分を上昇させ、熱処理中は第13(B)図に示すように上壁部分を下降せしめ、両壁のテーパ面を接触させて密閉状態とする。

本発明は、上記の連続鑄造熱間圧延設備を用いて以下のような工程で実施することができる。本発明において、ステンレス鋼の連続鑄造中に板厚を薄く変更する場合、ステンレス鋼の場合には、双ドラム式連続鑄造機1で鑄造する溶鋼の湯面を、鑄造弧角で20～30度まで下げて鑄造速度を遅くした後、鑄造ドラム間の開度を閉めて走間で鑄造板厚を薄く変更する。この作業により、下流にある熱間圧延機の圧下率を変化させることもなく、熱処理炉で有効過熱範囲を延長することなく、冷却帯で500～550℃の温度まで冷却し製造しても、再結晶粒径の微細化の影響はなくなる。

板厚の薄い部分が熱処理炉に到達するとき、熱処理炉による所定のヒートインプットが少なくなるため熱処理炉の有効熱処理長を短くすることができるが、直火バーナーでは、直接ストリップを加熱するため、ヒートインプットを効率よく削減することができる。

冷却帯については、熱間圧延機の上流にある板厚み計でトラッキングし、冷却帯に入るストリップの板厚、冷却帯入側のストリップの温度とその速度に応じて必要な冷却帯長さを演算して冷却し、巻き取り温度500～550℃に制御する。

また、ステンレス鋼の連続鑄造中に板厚を厚く変更する場合、鑄造ドラム間の開度を開いて、鑄造速度を遅くするとともに、走間で鑄造板厚を厚く変更する。下流にある熱間圧延機6では、上流にある板厚計16により常に前記厚み変更部を把握し、この変更部が圧延機直前に来たとき、圧延機のロールギャップを変更して同じ圧下率

(30～50) %で圧延する。このようにして圧延されたストリップの板厚の厚い部分が熱処理炉 7 に到達するまでに熱処理制御装置 21 により炉温加熱範囲（熱処理長）を所定の有効加熱長さまで延長する。これによって再結晶粒径の微細化に対する板厚の影響はなくなる。

冷却帯 8 は、板厚を薄くする場合と同様に、熱間圧延機 6 の上流にある板厚計 16 でトラッキングし、冷却帯制御装置 19 で冷却帯 8 に入るストリップ 2 s の板厚、冷却帯入側の板温計 18 からのストリップ温度とその速度に応じて必要な冷却帯長さを演算して冷却し、巻き取り温度 500～550 °C に制御する。

熱間圧延機 6 は、高速ベンダーと高速 AGC (図示省略) を有し、入側には板厚計 16 を配設しており、薄鋳片 2 の形状を計測し、圧下制御装置 17 により熱間圧延機 6 の高速ベンダー（形状制御）、高速 AGC (板厚制御装置) をフィードフォワード制御することでドラムによる板厚変更部分を熱間圧延機 6 の入側の板厚変化を計測し、トラッキングして熱間圧延機で形状を崩さずに高速で圧下することにより、変化する板厚変更過渡期のストリップ 2 s の歩留まりを改善することができる。

熱処理炉 7 は、直火バーナー式熱処理炉であり、同一の鑄造板厚に対するライン速度変動（±30%）に応じて熱処理制御装置 21 によりストリップへのヒートインプット量を制御させることのできるように、直接ストリップの温度を 5～20 °C / 秒の速度で変化させることができる。

直火バーナーの応答性を輻射バーナーに比べて図示すると第 15 図のようになる。すなわち、ストリップの設定温度までの昇温温度と時間の関係をみると、直火バーナーの方が急激に上昇しており、単時間に設定温度に到達することがわかる。

また、鑄造速度の変動と、熱間圧延機入側の板厚変動を板厚計16にて計測し、熱処理内までの板厚変動ポイントをトラッキングすることにより、走間での鑄造板厚変更に伴うストリップ2 s速度変化に応じた熱処理制御が可能になり、再結晶粒径の微細化を可能とすることができる。

双ドラム連鑄機の鑄造速度と鑄造板厚の関係は第17図に示すようになる。

鑄造板厚を板厚計16で計測し、この値より鑄造速度を求める。

これにより熱処理炉入側板厚 h と熱処理炉入側速度 v が求まり、熱処理炉入側の温度 t_c を測定することにより、第16図に示す図から熱処理炉入側板厚に応じた熱処理時間 T 、すなわち熱処理炉の加熱ゾーンの長さを求めることができる。

一方、ダミーシート36は、鑄造開始において鑄片の搬送に使用されるが、このダミーシートが熱処理炉7を通過するときは、昇温を抑えてダミーシートと薄鑄片2の繋ぎの部分の強度を確保し、ストリップが熱処理炉7に入ってからフル燃焼を行い、急速加熱することにより所定のヒートパターンを達成することができる。

また、一般にストリップ2 sの板厚が厚くなると、熱処理時間が長くなり、ストリップ厚みが薄くなるが、これに応じて熱処理制御装置21により熱処理炉7の有効熱処理長さを制御するが、この場合、直火バーナー22のような応答性のよいバーナーの方が効率がよく省エネルギーを達成することができる。

また、熱処理炉7におけるダミーシート搬送用の炉内ロール24 x は、昇降機能を有することにより、一部を退避させ炉内を搬送されるストリップ2 sと接触する本数を少なくすることができ、ビルドアップ発生の機会を減少することができる。さらに、ストリップ2 sを搬送する炉内搬送ロール24 sを、酸素濃度の低い熱処理炉から

の排ガスを冷却装置50を介し循環させ冷却パッド45から噴射して冷却するようにしているので、炉内雰囲気損なうことなく、炉内搬送ロール24xにおけるビルドアップ発生を防止することができる。

また、ロール表面温度を 900℃以下に抑えることができ、表面のセラミックス溶射被膜の剝離を抑えることができ、その耐用性を改善することができる。

熱処理炉7における直火バーナー22は、ストリップ搬送方向に傾斜させて配置しており、ストリップ2sから反射火炎によるノズル損傷を避け、バーナー火炎の流れによる対流伝熱効果を約5%向上させることができる。

ストリップ2sがカタナリー状態になるため、これを考慮した直火バーナー配置としており、バーナー火炎がカタナリーのためにバーナーから遠ざかっても熱伝達率の低下は軽微にできる。また、この直火バーナー19をストリップの搬送方向に千鳥状に配置することにより、直火バーナーの局所伝熱によるヒートスポットを分散し、温度むらを抑制することができる。

以上に述べた装置において、熱処理炉の加熱手段をかえて、熱処理時間とローピング値の関係をみると、第14図に示すようになる。

すなわち、直火バーナーが輻射バーナーに比べローピング値が低いことが判る。

なお、本発明は、上記実施例に限定されるものではなく、連続鋳造機、熱間圧延機、熱処理炉、冷却装置、巻取機、付帯装置、各種制御構造、これら各要素の仕様、配置数および操業条件等については、鋳造対象、鋳造条件、板厚変更条件、熱間圧延条件等に応じて、本発明を満足する範囲で変更されるものである。

なお、本発明で得られたステンレス鋼ストリップは、酸洗冷延、焼鈍酸洗または光輝焼鈍工程を経て製品化されるが、これらの処理

工程での条件については、本発明と固有の条件はなく、一般工業的な操業条件で特に問題はない。

実施例 1

第 3 図に示す双ドラム式連続鑄造機・熱間圧延機を用い、溶製した、第 1 表に示す 18%Cr-8%Ni 鋼を基本とする成分の Cr-Ni 系ステンレス鋼を板厚 2~10mm の間の種々の厚さの鑄片を鑄造した。鑄造後は噴流式バーナーによって鑄片の温度を抑制し 900~1200℃ の温度域で熱間圧延を行った。熱延圧下率は 10~50% とした。熱延後は噴流式バーナーによって鑄片の温度を制御し 900~1200℃ の温度域で熱処理を 5 秒以上行い 600℃ 以下で巻き取った。比較材は熱延条件、熱延後の熱処理条件、巻き取り条件が本発明の範囲外のものである。

その後、材料を酸洗、デスケーリングして冷間圧延した後、通常の焼鈍又は光輝焼鈍を施した。

こうして得られた製品の表面性状を調査した。特に、製品表面のローピング高さと光沢に注目した。第 1 表に示すように、本実施例に示したものは熱延条件と熱延後の熱処理条件を最適化しているため微細な再結晶組織が得られており、その後の冷却速度制御も加わって何れも良好な表面品質を示した。

一方、比較法では、熱延温度、圧下率、熱延後の熱処理が不十分であり、その後の冷却制御も行われていないため、ローピングが大きく、表面光沢も不良であった。

第1表

No.	鋼種	薄板 板厚(mm)	熱延条件		熱処理条件		900 ~ 600℃間の 冷却速度 (°C)	巻取温 度 (°C)	薄板製 造工程	表面品質	
			温度 (°C)	圧下率 (%)	温度 (°C)	時間 (秒)				n-ピン(μm)	光沢
1	SUS304	3	1100	30	1100	10	50	600	A	良好(0.07)	良好
2	SUS304J1L	5	1100	30	1100	10	50	600	A	良好(0.18)	良好
3	SUS305	3	1100	30	1100	10	50	600	A	良好(0.09)	良好
4	SUS310	3	1100	30	1100	10	50	600	A	良好(0.08)	良好
5	SUS316	3	1100	30	1100	10	50	600	A	良好(0.07)	良好
6	SUS308	3	1100	30	1100	10	50	600	A	良好(0.07)	良好
7	SUS301	3	1100	30	1100	10	50	600	A	良好(0.08)	良好
8	SUS309	3	1100	30	1100	10	50	600	A	良好(0.07)	良好
9	SUS304	3	1100	30	1100	10	50	600	A	良好(0.07)	良好
10	SUS304	10	1100	30	1100	10	50	600	A	良好(0.08)	良好
11	SUS304	3	900	30	1100	10	50	600	A	良好(0.19)	良好
12	SUS304	3	1000	30	1100	10	50	600	A	良好(0.10)	良好
13	SUS304	3	1200	30	1100	10	50	600	A	良好(0.18)	良好
14	SUS304	3	1100	10	1100	10	50	600	A	良好(0.09)	良好
15	SUS304	3	1100	20	1100	10	50	600	A	良好(0.10)	良好
16	SUS304	3	1100	50	1100	10	50	600	A	良好(0.08)	良好
17	SUS304	3	1100	30	900	10	50	600	A	良好(0.18)	良好
18	SUS304	3	1100	30	1000	10	50	600	A	良好(0.07)	良好
19	SUS304	3	1100	30	1200	10	50	600	A	良好(0.17)	良好
20	SUS304	3	1100	30	1100	5	50	600	A	良好(0.10)	良好
21	SUS304	3	1100	30	1100	20	50	600	A	良好(0.09)	良好
22	SUS304	3	1100	30	1100	10	20	600	A	良好(0.09)	良好
23	SUS304	3	1100	30	1100	10	200	600	A	良好(0.09)	良好
24	SUS304	3	1100	30	1100	10	50	400	A	良好(0.09)	良好
25	SUS304	3	1100	30	1100	10	50	500	A	良好(0.10)	良好
26	SUS304	3	1100	30	1100	10	50	600	B	良好(0.08)	良好

注1. Aの工程では鋼帯をデスクレーシングし、冷延し、焼鈍し、酸洗し、薄板製品とした。
 Bの工程では鋼帯をデスクレーシングし、冷延し、焼鈍し、酸洗し、調質圧延して薄板製品とした。

第1表(つゞき)

No	鋼種	薄板厚 (mm)	熱延条件		熱処理条件		900 ~ 600℃間の冷却速度 (°C)	巻取温度 (°C)	薄板製造工程	表面品質	
			温度 (°C)	圧下率 (%)	温度 (°C)	時間 (秒)				0.2μ (μm)	光沢
27	SUS304	12	1100	30	1100	10	50	600	A	不良(0.35)	良好
28	SUS304	3	850	30	1100	10	50	600	A	不良(0.42)	良好
29	SUS304	3	1250	30	1100	10	50	600	A	不良(0.36)	良好
30	SUS304	3	1100	5	1100	10	50	600	A	不良(0.25)	良好
31	SUS304	3	1100	30	850	10	50	600	A	不良(0.45)	良好
32	SUS304	3	1100	30	1250	10	50	600	A	不良(0.42)	不良 (へげ疵)
33	SUS304	3	1100	30	1100	2	50	600	A	不良(0.56)	良好
32	SUS304	3	1100	30	1100	10	10	600	A	良好(0.10)	不良 (シワ・ムラ)
35	SUS304	3	1100	30	1100	10	50	700	A	良好(0.10)	不良 (シワ・ムラ)

注1. Aの工程では鋼帯をデスケーリングし、焼鈍し、酸洗し、薄板製品とした。
Bの工程では鋼帯をデスケーリングし、冷延し、焼鈍し、酸洗し、調質圧延して薄板製品とした。

実施例 2

第 7 図で示す双ドラム式連続鑄造機・熱間圧延機設備列を用いて、板厚 2 ～ 3 mm の Cr-Ni 系ステンレス鋼（成分組成：Cr 8 % 以上、Ni 13 % 以上、残部 Fe）のストリップを製造した。連続鑄造中（走間）に鑄造板厚を変更する操作を行い、得られたステンレス鋼ストリップを、酸洗冷延、焼鈍酸洗してステンレス鋼ストリップを製品化し、その品質評価を行った。その結果を操作条件とともに第 2 表に示した。なお、酸洗冷延、焼鈍酸洗条件については、一般的な条件であるので記載を省略した。

第 2 表に示すように、本発明を採用し走間で鑄造弧角を常用レベルより 10 度小さい 30 度にかけて鑄造板厚を薄く変更した本発明の実施例では、いずれもローピングの発生は認められず、また光沢性は均一で十分に満足できるものが得られた。

これに対して、鑄造弧角を常用レベルの 40 度のままにして走間で鑄造板厚を薄く変更した従来例では、明らかなローピングの発生があり、また光沢性は不均一であり、満足できるものは得られなかった。

また、本発明を採用し走間で鑄造弧角を常用レベルより 10 度小さい 30 度にかけて鑄造板厚を厚く変更した本発明の実施例では、いずれもローピングの発生は認められず、また光沢性は均一で十分に満足できるものが得られた。

これに対して、鑄造弧角を常用レベルの 40 度のままにして走間で鑄造板厚を厚く変更した従来の実施例では、明らかなローピングの発生があり、また光沢性は不均一であり、満足できるものは得られなかった。

第2表

変 更	製品板厚		ゲージ変更前						ゲージ変更後						ローピング	光 沢
	変更 前 (mm)	変更 後 (mm)	鑄造弧角 (40℃)			鑄造弧角 (30℃)			鑄造弧角 (30℃)			鑄造弧角 (40℃)				
			鑄造 速度 (mm)	熱処理炉 炉長 炉入側 速度	冷却 帯長 (m)	鑄造 速度 (mm)	熱処理炉 炉長 炉入側 速度	冷却 帯長 (m)	鑄造 速度 (mm)	熱処理炉 炉長 炉入側 速度	冷却 帯長 (m)	鑄造 速度 (mm)	熱処理炉 炉長 炉入側 速度	冷却 帯長 (m)		
本 発 明	3.5	3.0	28.5	18.4m 890℃	6.4	21.4	13.8m 820℃	5.2	28.4	17.5m 886℃	6.0	37.9	18.2m 948℃	7.2	○	○
	3.0	2.5	37.9	18.2m 948℃	7.2	28.4	14.6m 886℃	6.0	40.0	16.8m 938℃	6.8	53.3	15.6m 886℃	8.4	○	○
	2.5	2.0	53.3	15.6m 996℃	8.4	40.0	12.5m 931℃	6.4	60.6	12.8m 1030℃	7.6	80.7	15.2m 1060℃	9.2	○	○
従 来 法	2.5	3.0	53.3	15.6m 996℃	8.4							37.9	18.2m 948℃	7.2	○	○
	2.0	2.5	80.7	15.2m 1060℃	9.2							53.3	15.6m 996℃	8.4	○	○
	3.0	2.5	37.9	18.2m 948℃	7.2							53.3	15.8m 996℃	8.4	△	△
	2.5	2.0	53.3	15.6m 998℃	8.4							80.7	15.2m 1060℃	9.2	△	△

産業上の利用可能性

本発明の装置によればローピングの小さい良好な表面品質を有する冷延鋼板を製造することができ、特に、鑄造時に板厚が変化しても、この変化に応じて熱延条件、熱処理条件を変えることができるので、表面品質の優れた薄板製品を提供することができる。更に走間で板厚を薄手方向に変化させる場合、炉長を板厚変化の過渡期において延長する必要がなくなり炉長を短縮することができる。しかも、走間で板厚変更した部分は、歩留まり落ちとならず、定常部と同様に商品化することができる。また、熱処理炉に直火バーナーを採用することで、省エネルギーを達成することができる。さらに、熱処理炉の搬送ロールを昇降自在にして、ダミーシート搬送した後ストリップを搬送する際に一部の搬送ロールをストリップとの接触させないように退避させることができ、ビルドアップ疵の発生機会を減少させることができる。また、熱処理炉の炉内搬送ロールをガスで循環冷却することで、ロール表面に形成したセラミックス等の溶射被膜の剝離を防止するとともにビルドアップ疵を防止することができる。

以上のように、本発明はステンレス薄板製品を製造する分野において、その工業的効果は甚大である。

請 求 の 範 囲

1. ステンレス鋼ストリップの製造装置であって、以下の構成よりなる：

ステンレス溶鋼を板厚10mm以上の鋳片に鋳造する双ドラム式連続鋳造機；

前記連続鋳造機から熱間圧延機に到る搬送ゾーンの雰囲気遮断するとともに、搬送される前記鋳片の張力を調整するブライダルロール又はピンチロールをその内部に設置する雰囲気制御カバー、

前記鋳片を10%以上の圧下率で圧延する熱間圧延機；

前記熱間圧延機で圧延されたストリップを加熱保熱又は保温する加熱装置を設けた熱処理炉；

前記熱処理炉で熱処理されたストリップを10℃/s以上の冷却速度で冷却する冷却装置；及び前記冷却装置によって冷却されたストリップを巻取る巻取装置；

以上の装置を順次配列して構成される。

2. 前記搬送ゾーンの雰囲気遮断する雰囲気制御カバー内にブライドルローラーを配し、かつ、前記熱間圧延機と、熱処理炉の間に保熱カバーを設け、該保熱カバー間に板厚計を設けた請求の範囲1記載の製造装置。

3. 前記搬送ゾーンの雰囲気遮断する雰囲気制御カバー内にピンチロールを2基配置し、その間に板厚計を設けた請求の範囲1記載の製造装置。

4. 前記熱処理炉は該炉の搬送ロールにより搬送されるストリップを挟んで直火バーナーをバーナー火炎が該ストリップの両面に直接噴射されるように、前記炉の上壁及び下壁に配設して構成されている請求の範囲1記載の製造装置。

5. 前記熱処理炉を長手方向に分割し、各ゾーン毎に直火バーナーを前記鋼帯を挟んで配設し、かつ、熱処理炉入側温度 t_c 、ゾーン出側又は熱処理炉出側の板温度 t 、熱処理炉入側板厚 h 及び熱処理炉入側速度 v を入力し演算してバーナー燃焼制御装置に指令する燃焼制御演算装置、前記指令に基づいて各ゾーンの燃焼ガス流量制御弁を制御するバーナー燃焼制御装置及び前記バーナー燃焼制御装置によって燃焼ガス流量を制御する燃焼ガス流量制御弁を設置した請求の範囲 1 記載の製造装置。

6. 前記熱処理炉の側壁を長手方向に、搬送ロールを設けた下壁部分と上壁部分に分割し、かつ前記上壁部分の内側面と前記下壁部分の外側面をテーパ面状に形成して前記上壁部分を降下することにより前記両側面でシール状態を構成するようにし、さらに前記上壁部分に昇降用アクチュエーターを設けるとともに直火バーナーをフレキシブルホースに連結した請求の範囲 1 記載の製造装置。

7. 前記雰囲気制御カバーに加熱装置を設けた請求の範囲 1 記載の製造装置。

8. 前記熱間圧延機の周囲が雰囲気カバーで覆われている請求の範囲 1 記載の製造装置。

9. ステンレス鋼ストリップの製造装置において、双ドラム式連続鋳造機によって鋳造された鋳片を加熱保持又は保持する熱処理炉であって、該熱処理炉内の搬送ロールの一部又は全部を、昇降装置によって該炉内搬送ロールにより搬送されるストリップに接触又は退避するように昇降可能に配設し、かつ前記ストリップを挟んで直火バーナーを、バーナー火炎が該薄帯の両面に直接噴射されるように、前記熱処理炉の上壁及び下壁に配設したことを特徴とする。

10. 前記熱処理炉の搬送ロールの一部又は全部に、該搬送ロールの下部周面に冷却ガスを接触循環させる循環ガス冷却装置を設けた

請求の範囲 7 記載の製造装置。

Fig.1

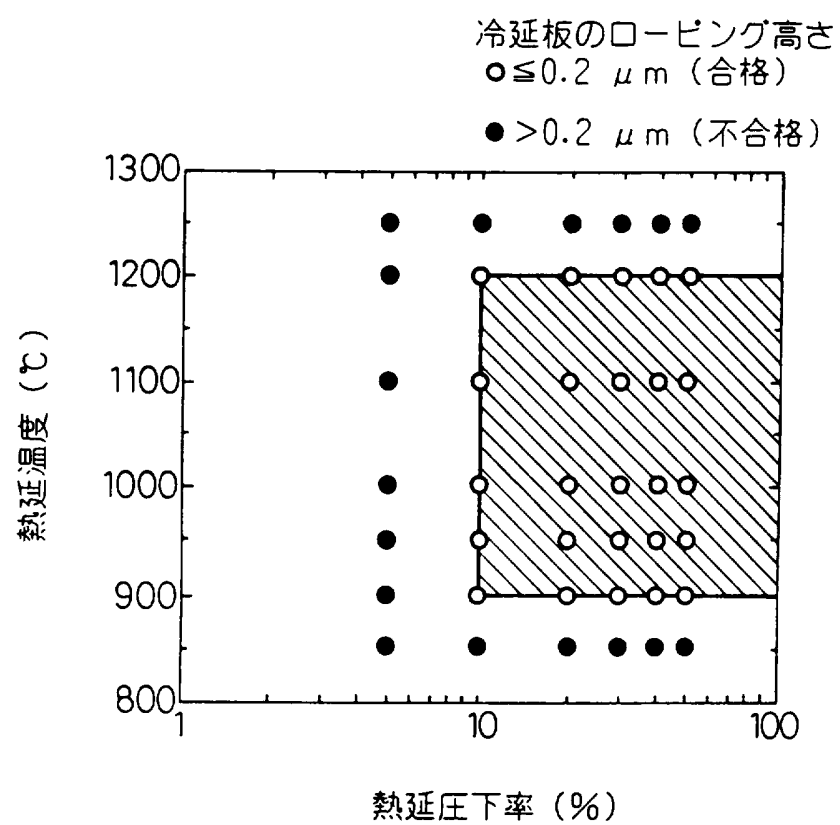


Fig.2

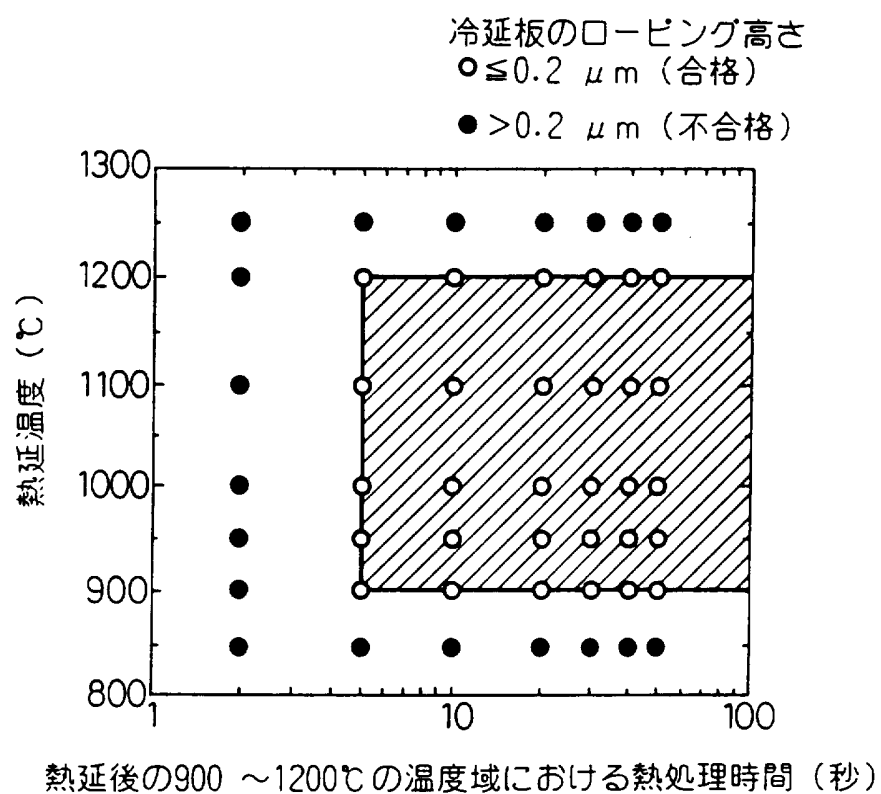


Fig.3

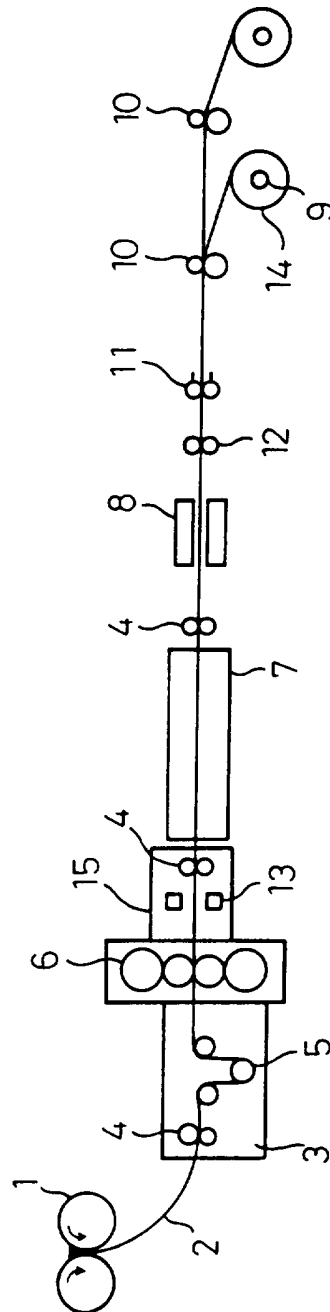


Fig. 4

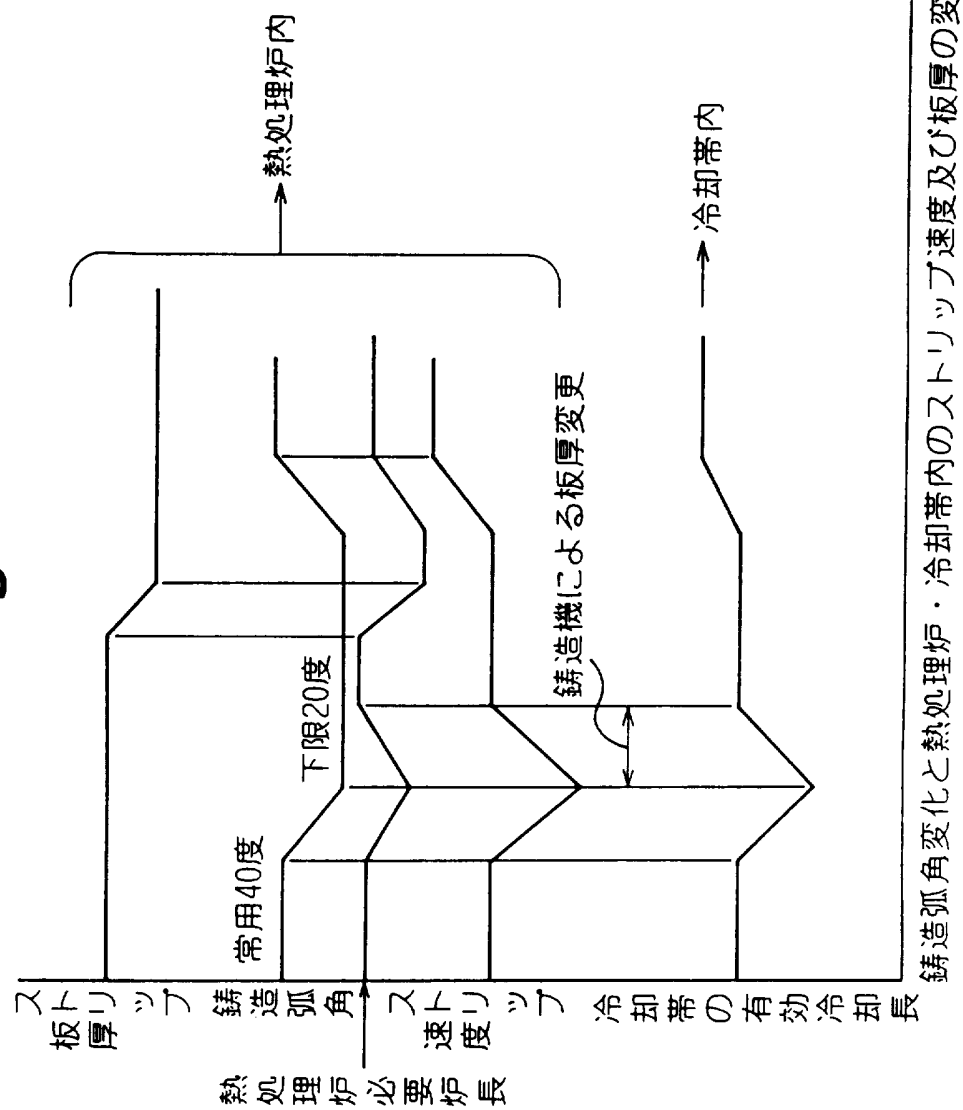


Fig. 6(B)

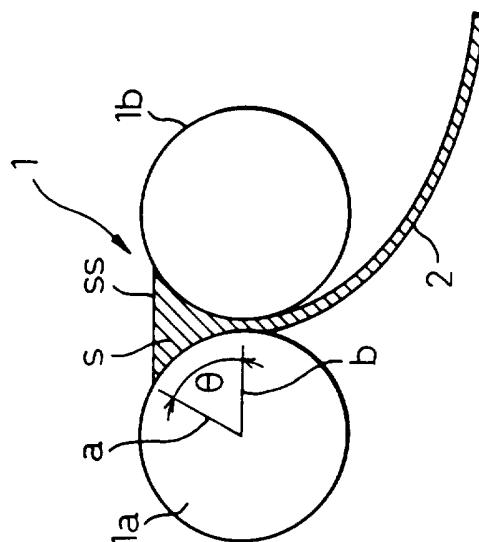


Fig. 6(A)

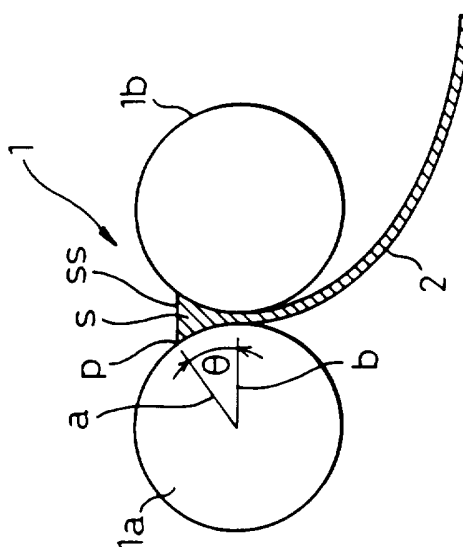


Fig.7

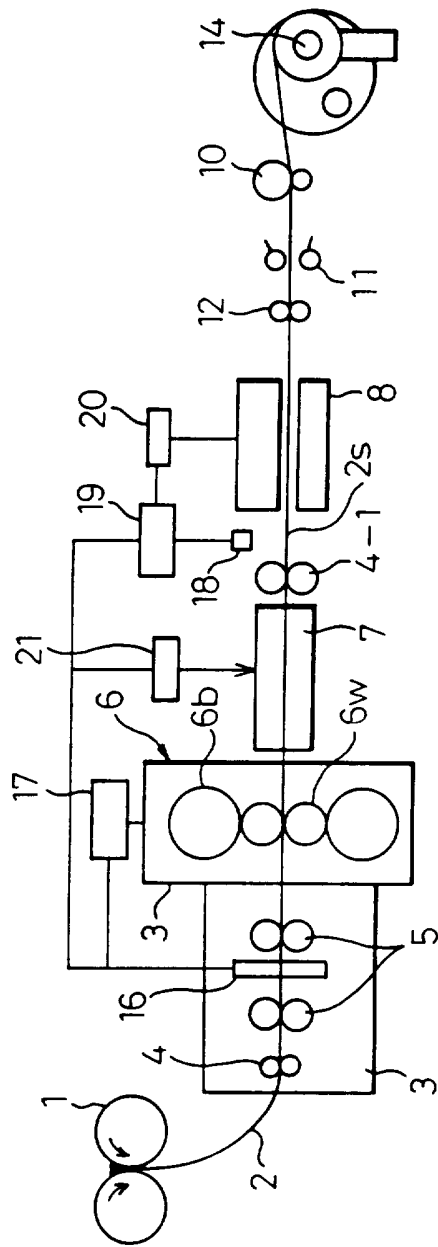


Fig. 8

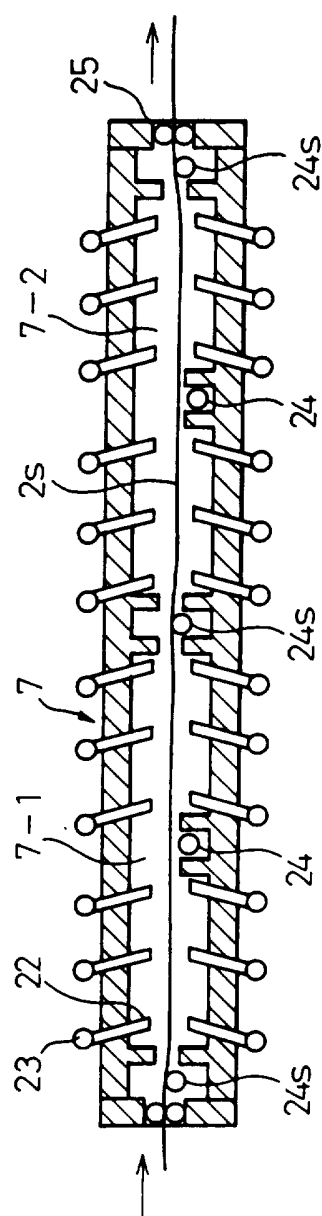


Fig.9

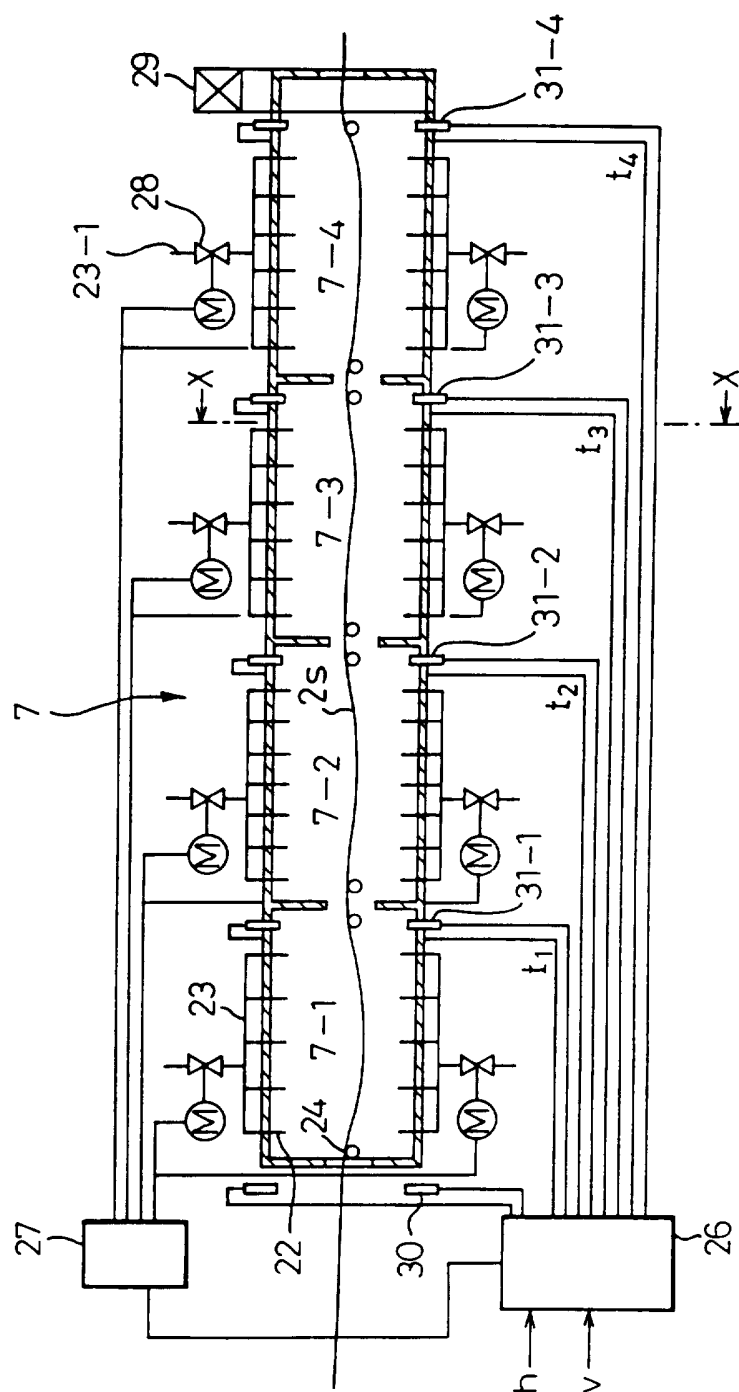


Fig.10

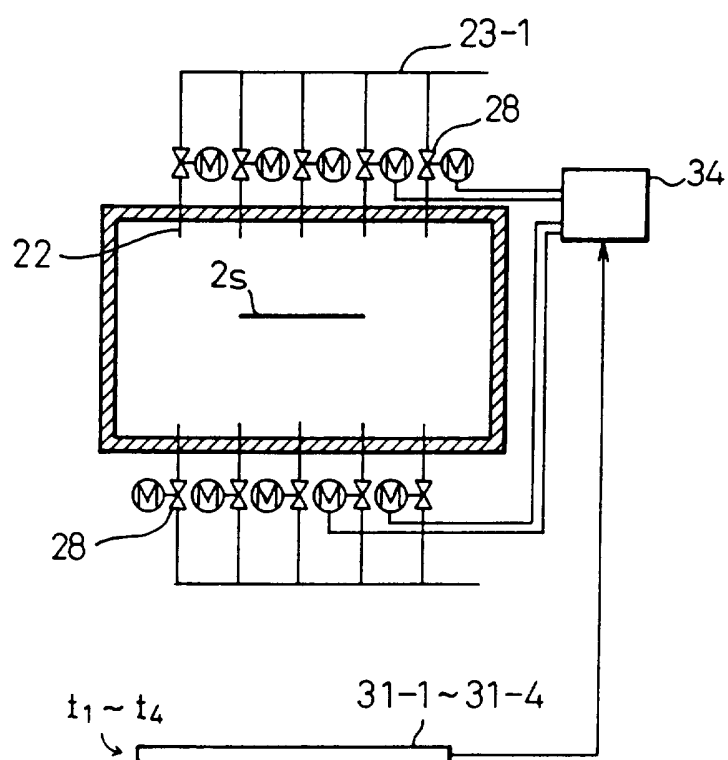


Fig.11(B)

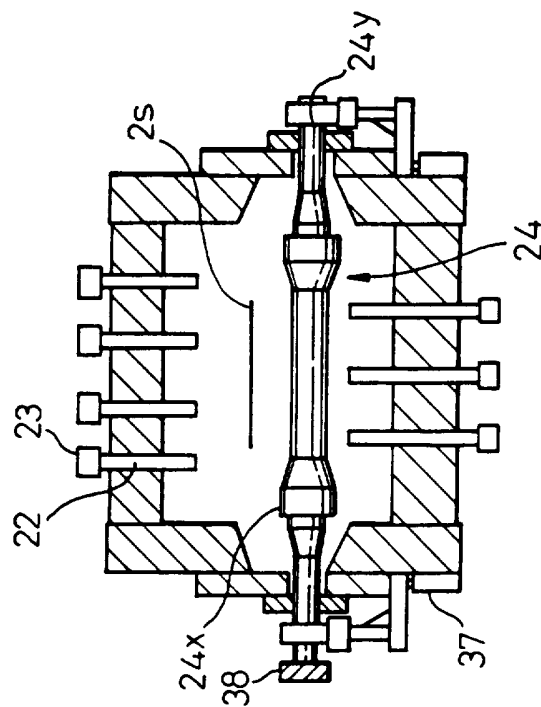


Fig.11(A)

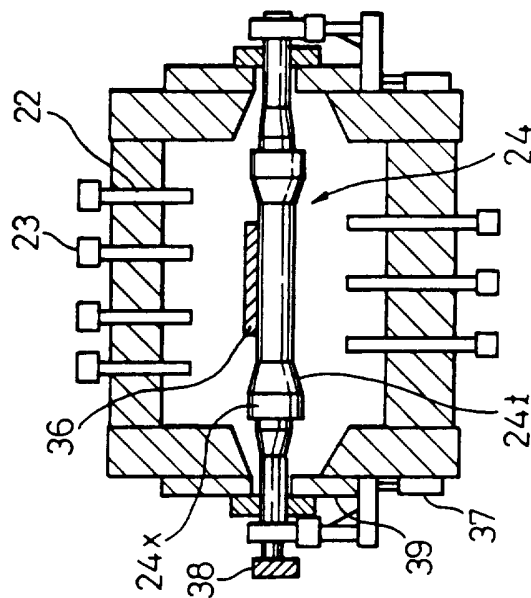


Fig.12

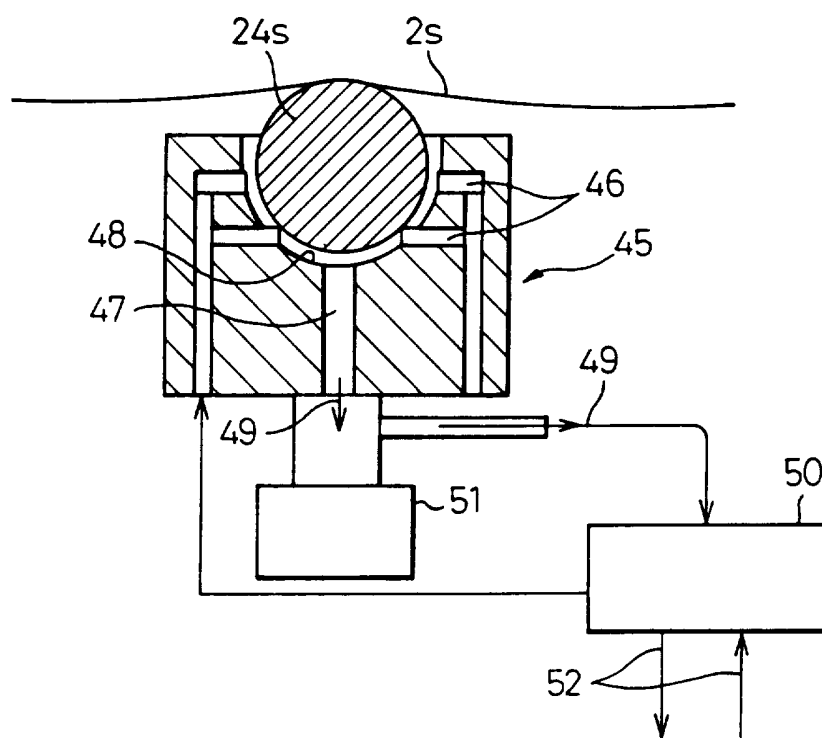


Fig.13(B)

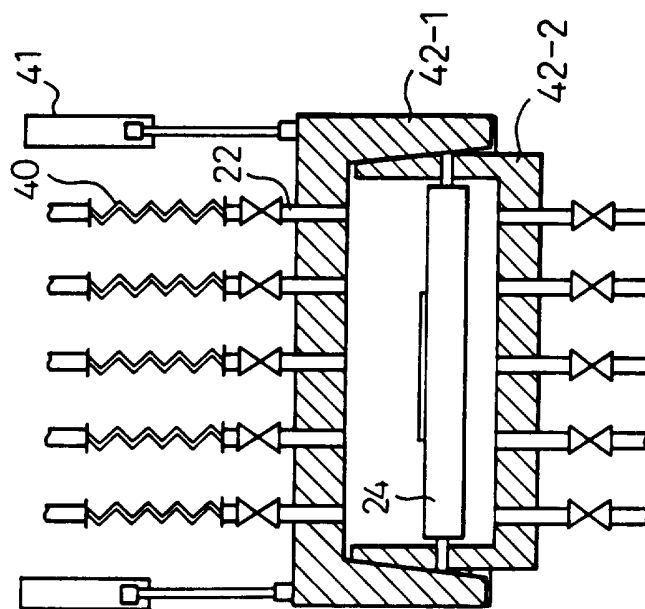


Fig.13(A)

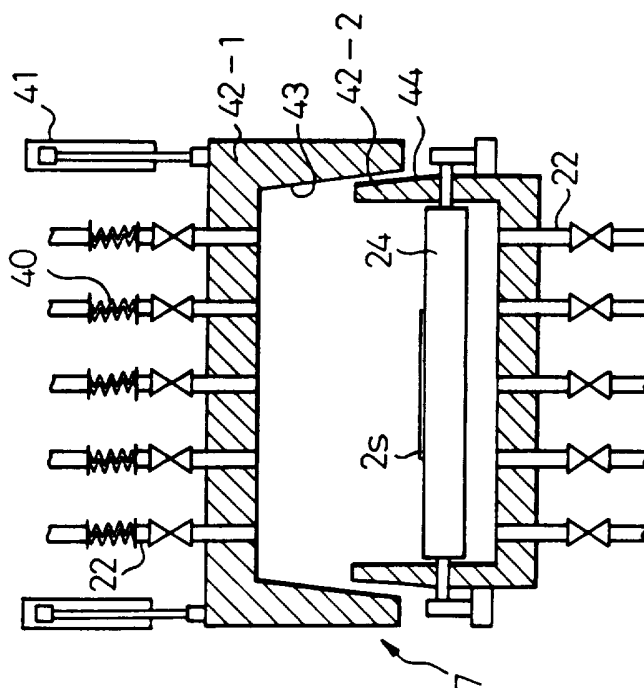


Fig.14

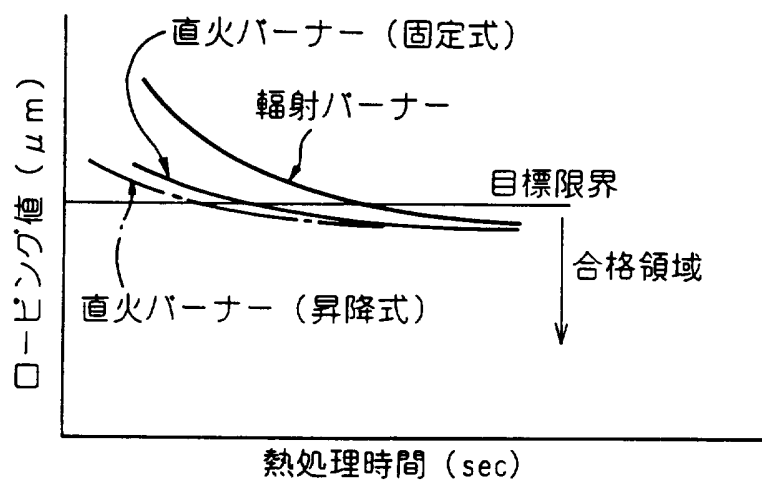


Fig.15

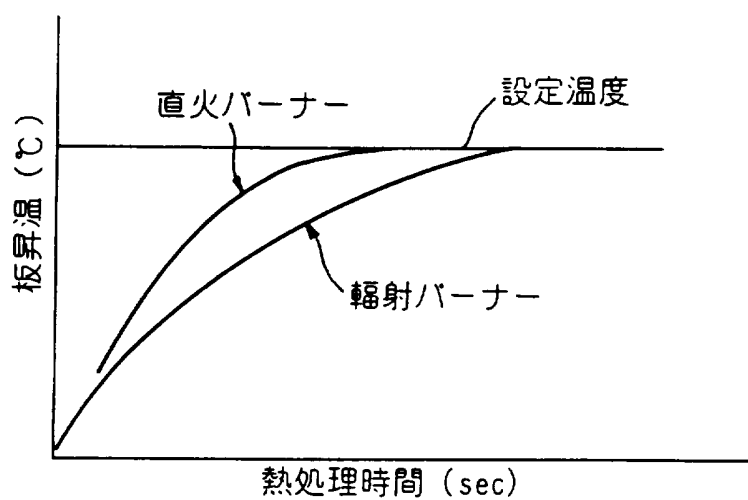


Fig.16

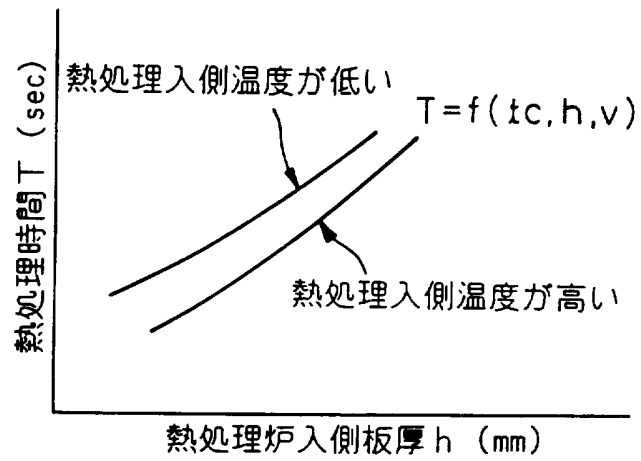
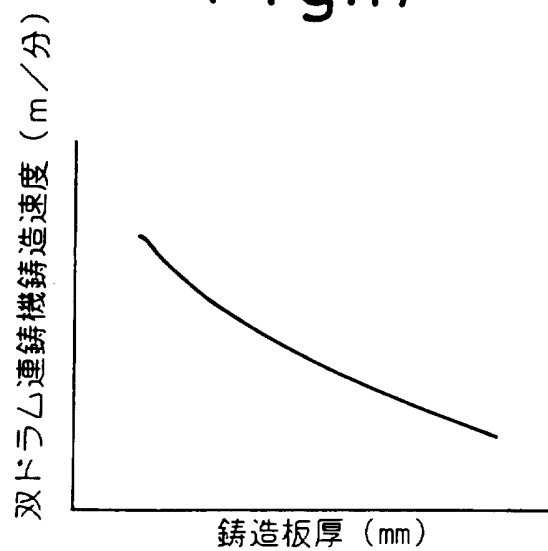


Fig.17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP96/01027

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁶ C21D8/02, B22D11/06, 330, B22D11/12, B21B3/02, B21B9/00

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. Cl⁶ C21D8/02, B22D11/06, 330, B22D11/12, B21B3/02, B21B9/00, B21B1/46

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

Jitsuyo Shinan Koho	1926 - 1996
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1995
Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994 - 1996

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.
A	JP, 2-263930, A (Nippon Steel Corp.), October 26, 1990 (26. 10. 90) (Family: none)	1 - 9
A	JP, 1-130802, A (Kobe Steel, Ltd.), May 23, 1989 (23. 05. 89) (Family: none)	1 - 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 document 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

July 9, 1996 (09. 07. 96)

Date of mailing of the international search report

July 16, 1996 (16. 07. 96)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl¹ C 21 D 8 / 02, B 22 D 11 / 06, 330, B 22 D 11 / 12, B 21 B 3 / 02
B 21 B 9 / 00

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 Cl¹ C 21 D 8 / 02, B 22 D 11 / 06, 330, B 22 D 11 / 12, B 21 B 3 / 02
B 21 B 9 / 00, B 21 B 1 / 46

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 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-1995年

日本国登録実用新案公報 1994-1996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
A	J P, 2-263930, A (新日本製鐵株式会社) 26, 10月, 1990 (26, 10, 90) ファミリーなし	1-9
A	J P, 1-130802, A (株式会社神戸製鋼所) 23, 5月, 1989 (23, 05, 89) ファミリーなし	1-9

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ 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」先行文献ではあるが、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

09.07.96

国際調査報告の発送日

16.07.96

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

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)

小川 武

4K

9270

電話番号 03-3581-1101 内線 3435