

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4964061号
(P4964061)

(45) 発行日 平成24年6月27日(2012.6.27)

(24) 登録日 平成24年4月6日(2012.4.6)

(51) Int.Cl. F 1
B 2 1 B 45/02 (2006.01) B 2 1 B 45/02 3 2 0 M
B 2 1 C 51/00 (2006.01) B 2 1 C 51/00 E

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-220004 (P2007-220004)	(73) 特許権者	000001199
(22) 出願日	平成19年8月27日 (2007.8.27)		株式会社神戸製鋼所
(65) 公開番号	特開2009-50893 (P2009-50893A)		兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目10番26号
(43) 公開日	平成21年3月12日 (2009.3.12)	(74) 代理人	100061745
審査請求日	平成22年7月26日 (2010.7.26)		弁理士 安田 敏雄
		(74) 代理人	100120341
			弁理士 安田 幹雄
		(72) 発明者	宮崎 庄司
			兵庫県神戸市灘区灘浜東町2番地 株式会社神戸製鋼所 神戸製鉄所内
		(72) 発明者	多比良 知秀
			兵庫県神戸市灘区灘浜東町2番地 株式会社神戸製鋼所 神戸製鉄所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 条鋼線材の冷却制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

圧延機と冷却手段とが上流側から順に配設されてなる圧延装置で条鋼線材を圧延する際に用いる条鋼線材の冷却制御方法であって、

前記冷却手段で冷却された条鋼線材の復熱を十分進行させておき、その後、前記圧延機での条鋼線材の変形抵抗を求め、該変形抵抗から条鋼線材の内部温度を推定し、前記推定された内部温度に基づいて前記冷却手段の冷却能を制御するに際し、

前記圧延機の入側で条鋼線材の表面温度を計測し、前記計測された表面温度と前記変形抵抗から推定された内部温度とから、前記冷却手段での冷却能を補正することを特徴とする条鋼線材の冷却制御方法。

【請求項2】

前記圧延機と該圧延機の上流側に配備された冷却手段との間を、該冷却手段で冷却された条鋼線材の復熱が十分進行する距離に設定しておくことを特徴とする請求項1に記載の条鋼線材の冷却制御方法。

【請求項3】

前記推定された内部温度が圧延機での目標温度となるように、当該圧延機の上流側に配備された冷却手段の冷却状態を制御することを特徴とする請求項2に記載の条鋼線材の冷却制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧延中の条鋼線材の冷却制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ピレット等の鋼材を連続圧延して条鋼線材や棒鋼材を製造する熱間圧延装置は、上流側から、加熱炉、粗圧延機、仕上げ圧延機、ピンチロール、巻き取り装置が順番に配設されている。鋼材は、加熱炉で加熱され、連続的に圧延を施された後、条鋼線材や棒鋼材となり、条鋼線材であれば巻き取り装置でリング状に巻線される。各圧延機の近傍には、当該圧延機に導入される条鋼線材の温度を所定のものとするための冷却手段が設けられている。

10

条鋼線材の熱間圧延による製造においては、上記圧延装置を用いながら、加熱炉での加熱温度、各圧延機での圧延荷重や圧延温度すなわちパススケジュールなどを最適化することにより、条鋼線材中のオーステナイト組織を微細フェライト組織に変態するように制御している。条鋼線材の組織を微細フェライトとすることで、最終製品での優れた材料強度、靱性を得ることができる。

【0003】

かかる制御圧延を行うために、各圧延機の入側などに放射温度計などの温度計測手段を設け、圧延中の条鋼線材の表面温度を定点測定し、冷却手段での冷却水の増減を行い、条鋼線材の温度調整を行っている。

20

しかしながら、温度計測手段による温度計測は、条鋼線材の表面温度を測定しているのみであり、材料の全体の温度を代表した値になっているとは言い難い。また、直径が小さく圧延速度が速い条鋼線材においては圧延中の材料の振動が激しく、温度計測手段による計測データの信頼性が低い。このため、計測された温度を基に冷却制御・温度制御を行ったとしても、フェライト組織が十分に微細化されず、所望される強度、靱性を有さない条鋼線材、棒鋼材が製造されることとなる。

【0004】

なお、このように温度制御が不正確なため、それを見越して冷却能を強くし圧延温度を低くすることも考えられるが、適切な内部組織が得られないばかりか、圧延温度を極端に下げるとミスロール等のトラブルに直結する可能性大である。すなわち、圧延温度を適正な温度域に収めることは製品品質、安定操業の両面で重要である。

30

一方、放射温度計などの温度計測手段を用いずに圧延材の温度を求める方法が開示されている。例えば、特許文献1には、圧延材の圧延抵抗と外形寸法とに基づいて、圧延時の圧延温度を求め、その圧延温度に冷却による温度降下を加味することで加熱炉から抽出される際の温度を推定する技術が開示されている。

【0005】

特許文献2には、圧延材の材質自動制御において、圧延荷重、ロール回転数、板厚などから平均変形抵抗を求め、得られた平均変形抵抗から圧延材の平均温度を求めることが開示されている。

【特許文献1】特開昭63-26214号公報

40

【特許文献2】特開昭58-224014号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1、特許文献2の技術を用い、変形抵抗から条鋼線材の温度を推定したとしても、推定された温度は「圧延材の平均温度」であり、実際の内部温度と異なる場合が多々あった。その結果、所望とする金属組織ならびに高強度、高靱性を備えた条鋼線材を圧延製造することが困難なことがあった。

そこで、本発明は、上記問題点を鑑み、条鋼線材の内部温度を正確に推定でき、且つ推定された内部温度に基づいて所望とする条鋼線材製品を得ることのできる条鋼線材の冷却

50

制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記目的を達成するため、本発明においては以下の技術的手段を講じた。

すなわち、本発明に係る冷却制御方法は、圧延機と冷却手段とが上流側から順に配設されてなる圧延装置で条鋼線材を圧延する際に用いる条鋼線材の冷却制御方法であって、前記冷却手段で冷却された条鋼線材の復熱を十分進行させておき、その後、前記圧延機での条鋼線材の変形抵抗を求め、該変形抵抗から条鋼線材の内部温度を推定し、前記推定された内部温度に基づいて前記冷却手段の冷却能を制御することを特徴とする。

本冷却方法では、冷却手段で冷却された条鋼線材の復熱を十分進行させておくため、冷却手段により冷却され一旦低温となった表面温度が、内部からの熱により再び上昇し中心温度と略同一となる。その状態において、圧延機での条鋼線材の変形抵抗を求め、該変形抵抗から条鋼線材の内部温度を推定するため、推定された内部温度は、条鋼線材の内部で略均一となった全体の温度を正確に示すものとなる。かかる内部温度を用いて冷却手段の冷却能を制御することで、所望とする条鋼線材製品を得ることができる。

【0008】

好ましくは、前記圧延機と該圧延機の上流側に配備された冷却手段との間を、該冷却手段で冷却された条鋼線材の復熱が十分進行する距離に設定しておくことよい。

さらに好ましくは、前記推定された内部温度が圧延機での目標温度となるように、当該圧延機の上流側に配備された冷却手段の冷却状態を制御するとよい。

また、前記圧延機の入側で条鋼線材の表面温度を計測し、前記計測された表面温度と前記変形抵抗から推定された内部温度とから、前記冷却手段での冷却能を補正することは非常に好ましい。

なお、本発明に係る条鋼線材の冷却制御方法の最も好ましいものとしては、圧延機と冷却手段とが上流側から順に配設されてなる圧延装置で条鋼線材を圧延する際に用いる条鋼線材の冷却制御方法であって、前記冷却手段で冷却された条鋼線材の復熱を十分進行させておき、その後、前記圧延機での条鋼線材の変形抵抗を求め、該変形抵抗から条鋼線材の内部温度を推定し、前記推定された内部温度に基づいて前記冷却手段の冷却能を制御するに際し、前記圧延機の入側で条鋼線材の表面温度を計測し、前記計測された表面温度と前記変形抵抗から推定された内部温度とから、前記冷却手段での冷却能を補正するものがある。

【発明の効果】

【0009】

本発明に係る条鋼線材の冷却制御方法を用いることで、条鋼線材の内部温度を正確に推定でき、且つ推定された内部温度に基づいて所望とする条鋼線材製品を得ることのできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、本発明の実施形態を、条鋼線材の熱間圧延装置を例示して説明する。なお、本技術は条鋼線材の圧延に限定されず、棒鋼材などの圧延にも適用可能である。

[第1実施形態]

熱間圧延装置は、上流側から、ピレットなどの鋼材を加熱する加熱炉、デスクーラ、粗圧延機、仕上げ圧延機、巻き取り装置が順番に配設されている。

条鋼線材の元となる鋼材(母材)は、加熱炉内に導入され所定の温度に昇温され加熱炉から抽出される。その後、デスクーラで鋼材の表面についたスケールを剥離させ、粗圧延機及び仕上げ圧延機で圧延されて条鋼線材となる。製造された条鋼線材は巻き取り装置でリング状に巻線される。

【0011】

各圧延機の上流側には、当該圧延機に導入される条鋼線材の温度を所定のものとするための冷却手段が設けられている。

10

20

30

40

50

図 1 は、熱間圧延装置 1 における中間列圧延機 2 以降を模式的に示したものである。

熱間圧延装置 1 に設けられた中間列圧延機 2 の下流側には、ブロックミル 3 (V B M) が配備され、ブロックミル 3 の下流側には仕上げ圧延機 4 (R S M) が配備される。仕上げ圧延機 4 の下流側には、巻き取り装置 5 が順番に配設されており、圧延材が上流側から導入され連続的に圧延を施された後、条鋼線材 6 となり、巻き取り装置 5 でリング状に巻線されるようになっている。以下説明において、圧延中の圧延材も条鋼線材 6 と呼ぶこととする。

【 0 0 1 2 】

ブロックミル 3 及び仕上げ圧延機 4 には、複数列の圧延ロールが直列状に配置されており、これら圧延ロールを回転駆動させるための単一の駆動モータが設けられ、ギアにより回転配分されて各圧延ロールが異なった回転数で回転される。また、ブロックミル 3 及び仕上げ圧延機 4 には、圧延時において圧延ロールに加わる荷重である圧延荷重を計測するロードセル (図示せず) が備えられている。このロードセルは、圧延ロールを支持する部位に設けられている。

10

ブロックミル 3 の入側には、条鋼線材 6 の温度を計測するための温度計測手段 7 が設けられている。同様に、仕上げ圧延機 4 の入側にも温度計測手段 7 が設けられている。これら温度計測手段 7 は、放射温度計から構成されるとよい。温度計測手段 7 は、ブロックミル 3 の出側、仕上げ圧延機 4 の出側、巻き取り装置 5 の出側や入側に設けられてもよい。

【 0 0 1 3 】

中間列圧延機 2 とブロックミル 3 との間には、ブロックミル 3 に導入される条鋼線材 6 の温度が所定のものとなるように、条鋼線材 6 を冷却する第 1 冷却手段 8 が設けられている。第 1 冷却手段 8 は、複数 (4 つ) の冷却ボックス 9 から成り、冷却ボックス 9 の内部には複数の冷却水ノズルが設けられている。

20

第 1 冷却手段 8 において、各冷却ボックス 9 間の距離は 7 m 程度であり、4 つめの冷却ボックス 9 (最下流に位置する冷却ボックス 9) の出側からブロックミル 3 の入側までの距離 L 1 は約 3 0 m 程度となっている。

【 0 0 1 4 】

ブロックミル 3 と仕上げ圧延機 4 との間には、仕上げ圧延機 4 に導入される条鋼線材 6 の温度を所定のものとするべく、条鋼線材 6 を冷却する第 2 冷却手段 1 0 が設けられている。第 2 冷却手段 1 0 は、複数 (3 つ) の冷却ボックス 9 から成り、冷却ボックス 9 の内部には複数の冷却水ノズルが設けられている。

30

第 2 冷却手段 1 0 においては、各冷却ボックス 9 間の距離は 3 m 程度であり、3 つめの冷却ボックス 9 (最下流に位置する冷却ボックス 9) の出側からブロックミル 3 の入側までの距離 L 2 は約 1 5 m 程度となっている。

【 0 0 1 5 】

仕上げ圧延機 4 の下流側には、第 1 冷却手段 8 と略同一構成の第 3 冷却手段 1 1 が設けられている。

ところで、図 2 は、第 1 冷却手段 8 で冷却された条鋼線材 6 の表面温度、中心温度の推移を示したものである。最上流の冷却ボックス 9 で冷却された条鋼線材 6 の表面温度は、一旦、7 0 0 以下になるが、続く冷却ボックス 9 に達するまで、条鋼線材 6 内部の熱が表面側を温め、8 0 0 を越えるようになる。このように条鋼線材 6 の内部の熱が表面を温める作用すなわち復熱により、冷却後の条鋼線材 6 の内部温度は時々刻々と変化することとなる。

40

【 0 0 1 6 】

本実施形態の場合、第 1 冷却手段 8 ~ ブロックミル 3 の距離 L 1、第 2 冷却手段 1 0 ~ 仕上げ圧延機 4 の距離 L 2 が、例えば、各冷却ボックス 9 間の間隔 (3 m ~ 7 m) に比して長く設定されているため (L 1 , L 2 = 1 5 m ~ 3 0 m)、第 1 冷却手段 8 又は第 2 冷却手段 1 0 で冷却された条鋼線材 6 に関し、図 2 に示すように復熱が十分進行するものとなり、条鋼線材 6 の中心温度と表面温度とが略同じ温度 (例えば両者の差が 5 0 以内) となっている。言い換えるならば、第 1 冷却手段 8 又は第 2 冷却手段 1 0 で冷却された条

50

鋼線材 6 がブロックミル 3 又は仕上げ圧延機 4 に入るまでの間に、当該条鋼線材 6 の復熱が進行して中心温度と表面温度とが略一致するように、前述の L 1 , L 2 の距離が設定されている。

【 0 0 1 7 】

さらに、本実施形態の熱間圧延装置 1 には、中間列圧延機 2、ブロックミル 3、仕上げ圧延機 4、ピンチロール、巻き取り装置 5、冷却手段 8 , 1 0 , 1 1 などを制御する制御部 1 2 が設けられている。

制御部 1 2 が第 1 冷却手段 8 ~ 第 3 冷却手段 1 1 を用いて条鋼線材 6 の温度をコントロールするに際しては、各冷却ボックス 9 において噴射される冷却水量を変更すると共に、「複数の冷却ボックス 9 において、上流から何番目のものを未使用状態又は使用状態にするか」などを適宜変更するようにする。制御部 1 2 はプロセスコンピュータからなる。

10

【 0 0 1 8 】

以上述べた熱間圧延装置 1 で条鋼線材 6 を圧延する際に用いられる条鋼線材 6 の冷却制御方法について、第 2 冷却手段 1 0 を例示して説明する。

本発明の冷却制御方法は、圧延時に、圧延機での条鋼線材 6 の変形抵抗を求め、変形抵抗から条鋼線材 6 の内部温度を推定し、推定された内部温度に基づいて、前記冷却手段の冷却能を制御する。この制御方法は、制御部 1 2 内にプログラムという形で実現されている。

詳しくは、まず、1 本目の条鋼線材 6 を過去実績に基づいて圧延する。その際に、仕上げ圧延機 4 に設けられたロードセルにより、圧延ロールにかかる圧延荷重 P (kg) を計測する。その後、圧延荷重 P を条鋼線材 6 の断面積で割ることで、仕上げ圧延機 4 に位置し且つ復熱が十分進んだ条鋼線材 6 の変形抵抗 K (kg/mm^2) を求める。

20

【 0 0 1 9 】

求めた変形抵抗 K を基に、図 3 に示した「変形抵抗-温度関係図」から、条鋼線材 6 の内部温度 T を求めるようにする。例えば、ステンレス線材を圧延中である場合には、図中の (1 0) のグラフに着目し、変形抵抗 $K = 1 5 \text{ kg}/\text{mm}^2$ ならば、内部温度 $T =$ 約 1 0 5 0 と推定される。

さらに精度よく内部温度を求めるようにする場合には、条鋼線材 6 のサイズ毎に分類した「変形抵抗-温度関係図」を用いるとよい。「変形抵抗-温度関係図」は予め実験で求めておいてもよいし、文献等のデータを用いてもよい。

30

【 0 0 2 0 】

また、予備実験を行い、表 1 に示すようなサイズ別の「変形抵抗-温度関係」を求めておいて、この表を基に、変形抵抗 K から内部温度 T を求めるようにするとよい。

なお、表 1 は、 $C = 0 . 4 5 \%$ の鋼を圧延した際の 2 9 番スタンド (最上流から 2 9 番目の圧延スタンドであって仕上げ圧延機 4 内に位置する圧延スタンド、以降 # 2 9 と表記する) での圧延データをまとめたものである。例えば、 $8 . 0 \text{ mm}$ の条鋼線材の場合で変形抵抗が $3 0 \text{ kg}/\text{mm}^2$ の場合、内部温度は約 9 0 0 とする。

2 9 での変形抵抗は、志田の式、美坂の式 (板圧延の理論と実際 , 社団法人日本鉄鋼協会 , 1 9 8 4 , p 1 9 5 ~ p 1 9 7 を参照) を用いて計算している。なお、各式においては、# 2 9 でのひずみやひずみ速度を入力する必要がある。

40

【 0 0 2 1 】

2 9 でのひずみの計算は、(1) 母材の線径と 3 0 番スタンド (最上流から 3 0 番目の圧延スタンドであって仕上げ圧延機 4 内に位置する圧延スタンド、以降 # 3 0 と表記する) での条鋼線材 6 の線径とから、# 2 9 , # 3 0 の平均減面率を計算し、# 2 9 の出側面積を概算し、(2) 母材の断面積と # 2 9 の出側面積とからひずみを算出する。

ひずみ速度の計算は、(1) 母材の線径、# 2 9 での線材の上下寸法 (天地寸法)、圧延ロール径から投射接触長 (条鋼線材の移送方向における、圧延ロールと条鋼線材との接触部分の水平長さ) を計算し、(2) 製品線速、製品面積と # 2 9 出側面積とから、# 2 9 の出側速度を計算し、(3) 製品線速、製品面積と母材の断面積とから、母材の移送速度を計算し、(4) # 2 9 の出側速度と母材の移送速度とから # 2 9 における平均速度を計算する

50

と共に、投射接触長と平均速度から#29の通過時間を計算した上で、(6)ひずみ/通過時間より、ひずみ速度を計算している。

【0022】

【表1】

製品径	母材径	最終線速	鋼種 C(%)	温度(°C)	#29std		#30std	変形抵抗	
					カリバーH	ロール隙	R	志田の式	美坂の式
5.5	7.1	95.0	0.45	800	1.64	0.85	2.96	40.9	36.9
5.5	7.1	95.0	0.45	900	1.64	0.85	2.96	28.5	27.0
5.5	7.1	95.0	0.45	1000	1.64	0.85	2.96	21.2	20.7
8.0	11.2	95.0	0.45	800	2.96	0.90	4.55	41.2	36.7
8.0	11.2	95.0	0.45	900	2.96	0.90	4.55	28.7	26.8
8.0	11.2	95.0	0.45	1000	2.96	0.90	4.55	21.3	20.6
10.0	13.8	73.0	0.45	800	3.41	1.15	5.45	41.7	36.8
10.0	13.8	73.0	0.45	900	3.41	1.15	5.45	29.0	26.8
10.0	13.8	73.0	0.45	1000	3.41	1.15	5.45	21.5	20.6
12.0	16.8	49.0	0.45	800	4.67	0.95	6.72	39.8	33.8
12.0	16.8	49.0	0.45	900	4.67	0.95	6.72	27.6	24.7
12.0	16.8	49.0	0.45	1000	4.67	0.95	6.72	20.4	18.9
15.0	20.9	33.0	0.45	800	5.92	1.45	8.24	39.2	32.5
15.0	20.9	33.0	0.45	900	5.92	1.45	8.24	27.1	23.7
15.0	20.9	33.0	0.45	1000	5.92	1.45	8.24	20.0	18.2

10

【0023】

このようにして求めた内部温度Tは、条鋼線材6の内部の温度を正確に推定した値となっている。なぜならば、前述した如く、第1冷却手段8～ブロックミル3の距離L1(約30m)、第2冷却手段10～仕上げ圧延機4の距離L2(約15m)が、例えば、各冷却ボックス9間の間隔(3m～7m)に比して長く設定されているため、復熱が十分進行するものとなり、条鋼線材6の内部全体が略同一温度となっているからである。

20

次に、求めた内部温度Tと、図4で示されるCCT曲線などを基に算出されたパススケジュールで決定された「仕上げ圧延機4の目標温度」とが同じか否かを、制御部12において判断する。例えば、「推定された内部温度T>目標温度」であれば、2本目以降の条鋼線材6の圧延では、第2冷却手段10での冷却水量を増やす又は未使用の冷却ボックス9を使用状態とするなどして冷却能を増し、「推定された内部温度T=目標温度」とする。

30

【0024】

こうすることで、条鋼線材6に必要とされる金属組織(微細フェライト組織など)を作るために必要な各圧延機の圧延温度を、簡便且つ精度よく制御できるようになる。

また、求められた内部温度は、条鋼線材6内部の均一となっている温度であるため、かかる内部温度を用いることで微細フェライト組織を確実に生成でき、所望される強度、靱性を有する条鋼線材6を製造できるようになる。

なお、上記説明において、1本目の条鋼線材6の実績値を基に2本目以降の冷却制御を行う旨を述べたが、この方法に限定はされない。各条鋼線材6において、制御周期毎に変形荷重Pを求めて内部温度Tを推定し、第2冷却手段10をフィードバック制御するようにしてもよい。また、制御対象は第2冷却手段10に限定されず、第2冷却手段10よりさらに上流側の第1冷却手段8をフィードバック制御してもよいし、仕上げ圧延機4の下流側に位置する第3冷却手段11をフィードフォワード制御してもよい。

40

【第2実施形態】

次に、本発明にかかる条鋼線材6の冷却制御方法の第2実施形態について説明する。

【0025】

本実施形態が第1実施形態と異なる点は、圧延機3,4の入側で条鋼線材の表面温度 T_s を計測し、計測された表面温度 T_s と変形抵抗Kから推定された内部温度Tとから、冷却手段8,10,11での冷却能を補正することである。

すなわち、仕上げ圧延機4に入る直前の条鋼線材6の表面温度 T_s を温度計測手段7で計測すると共に、仕上げ圧延機4での条鋼線材6の変形抵抗から内部温度Tを推定する。

50

これら表面温度 T_s と内部温度 T との温度差 ΔT を用いて、内外温度差解消のための最適な第2冷却手段10での水冷パターンをガイダンスしたり、制御に反映したりする。

【0026】

以上、本発明に係る条鋼線材の冷却制御方法は、上述した実施の形態に限定されるものではない。

例えば、推定した条鋼線材6の内部温度に基づいて第1冷却手段8～第3冷却手段11の冷却水量をコントロールする代わりに、条鋼線材6の線速度をコントロールし復熱に要する時間を調整するようにしてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0027】

T MCPにより条鋼線材や棒鋼材を製造する際の冷却制御、温度制御に好適である。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明にかかる熱間圧延設備の模式図である。

【図2】条鋼線材の復熱の状態を示した図である。

【図3】変形抵抗と温度との関係を示した図である。

【図4】鋼のCCT曲線図である。

【符号の説明】

【0029】

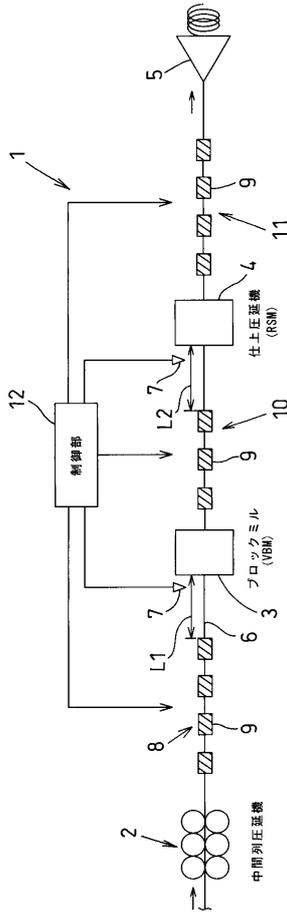
- 1 熱間圧延装置
- 2 中間列圧延機
- 3 ブロックミル
- 4 仕上げ圧延機
- 5 巻き取り装置
- 6 条鋼線材
- 7 温度計測手段
- 8 第1冷却手段
- 9 冷却ボックス
- 10 第2冷却手段
- 11 第3冷却手段
- 12 制御部

10

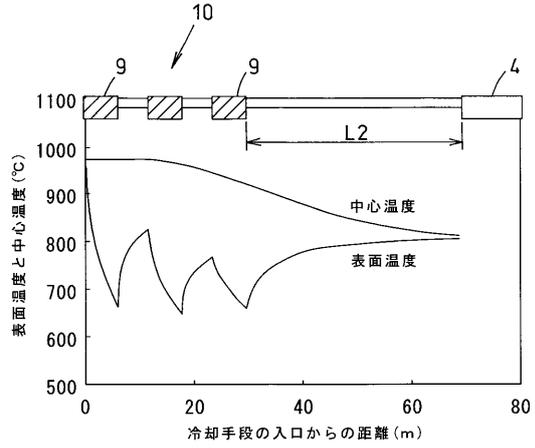
20

30

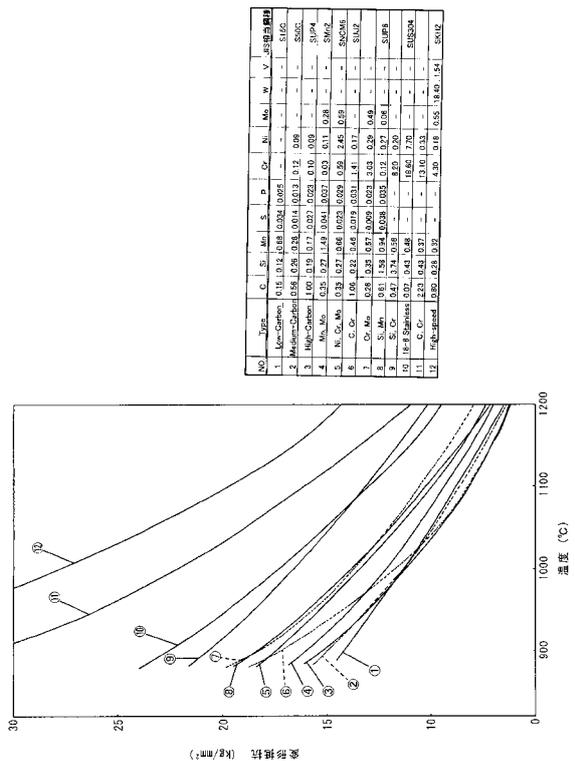
【図1】



【図2】

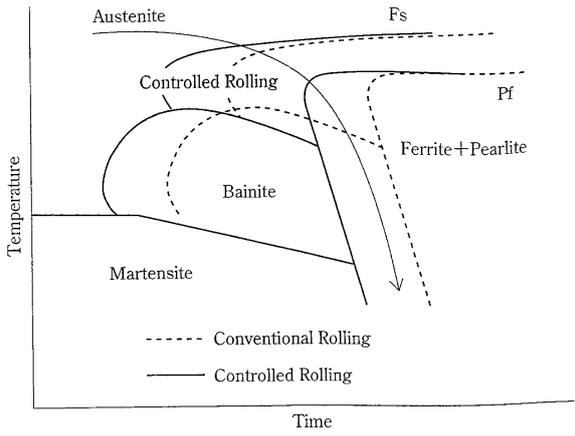


【図3】



NO.	Type	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Nb	V	As	Other
1	Max-Carbon	0.18	0.02	0.68	0.028	0.008	-	-	-	-	-	-	SI162
2	Max-Mn-Carbon	0.08	0.08	0.38	0.024	0.013	0.15	0.05	-	-	-	-	SI162
3	High-Carbon	0.05	0.05	0.17	0.027	0.023	0.05	0.05	-	-	-	-	SI162
4	Max-Mn	0.35	0.27	1.49	0.041	0.027	0.03	0.11	0.28	-	-	-	SI162
5	N, Co, Mn	0.32	0.27	0.68	0.023	0.029	0.03	0.45	0.28	-	-	-	SI162
6	C, Cr	0.08	0.02	0.46	0.019	0.011	0.11	0.17	-	-	-	-	SI162
7	Cr, Mn	0.28	0.22	0.87	0.029	0.021	0.03	0.28	0.49	-	-	-	SI162
8	S, Mn	0.01	0.02	0.34	0.028	0.021	0.12	0.27	0.08	-	-	-	SI162
9	Cr, Co	0.27	0.22	0.39	-	-	0.23	0.28	-	-	-	-	SI162
10	Cr, Co	0.27	0.22	0.39	-	-	0.23	0.28	-	-	-	-	SI162
11	C, Cr	0.23	0.02	0.27	-	-	0.16	0.13	-	-	-	-	SI162
12	High-speed	0.02	0.02	0.12	-	-	0.10	0.18	0.15	0.02	0.02	-	SI162

【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 串田 仁

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会社神戸製鋼所 神戸総合技術研究所内

審査官 國方 康伸

(56)参考文献 特開2007-160316(JP,A)

特開平06-122015(JP,A)

特開昭61-269919(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B21B 45/02

B21B 37/00 - 37/78

B21B 1/00 - 1/46

B21C 51/00