

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-152414

(P2007-152414A)

(43) 公開日 平成19年6月21日(2007.6.21)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 2 D 11/06 (2006.01)	B 2 2 D 11/06 3 4 0 A	4 E 0 0 2
B 2 2 D 11/00 (2006.01)	B 2 2 D 11/00 E	4 E 0 0 4
B 2 2 D 11/12 (2006.01)	B 2 2 D 11/12 A	
B 2 2 D 11/16 (2006.01)	B 2 2 D 11/16 1 0 4 N	
B 2 2 D 11/20 (2006.01)	B 2 2 D 11/20 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2005-354610 (P2005-354610)
 (22) 出願日 平成17年12月8日 (2005.12.8)

(71) 出願人 000004743
 日本軽金属株式会社
 東京都品川区東品川二丁目2番20号
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100077517
 弁理士 石田 敬
 (74) 代理人 100087413
 弁理士 古賀 哲次
 (74) 代理人 100113918
 弁理士 亀松 宏
 (74) 代理人 100111903
 弁理士 永坂 友康
 (74) 代理人 100082898
 弁理士 西山 雅也

最終頁に続く

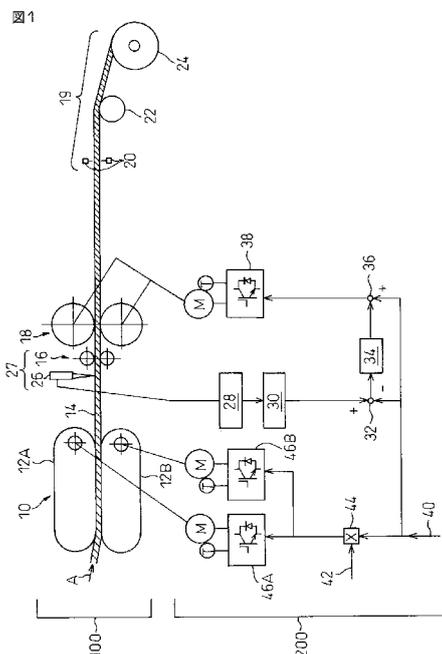
(54) 【発明の名称】 アルミニウム合金スラブ連続鋳造圧延ラインの速度同調システムおよびそれを用いたアルミニウム合金連続鋳造圧延スラブの製造設備および製造方法

(57) 【要約】

【課題】 双ベルト式鋳造機とスキンプス圧延機を有するアルミニウム合金スラブ連続鋳造圧延ラインにおいて、健全なアルミニウム合金連続鋳造圧延スラブを得るために、双ベルト式鋳造機のベルト速度とスキンプス圧延機のロール速度を適切に制御するライン速度同調システム、スラブ製造設備と製造方法を提供する。

【解決手段】 (1) 双ベルト式鋳造機からスキンプス圧延機へ進行中のスラブ速度の実測値とライン設定速度とを比較してスキンプス圧延機のロール速度をP I制御し、同時に、(2) ライン設定速度と鋳造対象であるアルミニウム合金の凝固収縮率とに基づいて双ベルト式鋳造機のベルト速度を制御することにより、双ベルト式鋳造機のベルト速度とスキンプス圧延機のロール速度とを同調させる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

双ベルト式鋳造機とスキンプス圧延機とを有するアルミニウム合金スラブ連続鋳造圧延ラインの速度同調システムにおいて、

前記双ベルト式鋳造機とスキンプス圧延機との間に鋳造スラブ速度検出手段を設け、前記スラブ速度検出手段から算出したスラブ速度とライン設定速度とを比較して、前記スキンプス圧延機のロール速度をPI制御し、

同時に、前記ライン設定速度と前記アルミニウム合金の凝固収縮率とから前記双ベルト式鋳造機の適正なベルト速度を算出してベルトドライブ装置を駆動させることにより、

前記スキンプス圧延機のロール速度と前記双ベルト鋳造機のベルト速度とを同調させることを特徴とするアルミニウム合金スラブ連続鋳造圧延ライン速度同調システム。 10

【請求項 2】

前記スラブ速度検出手段としてレーザー速度計を使用することを特徴とする請求項 1 に記載のアルミニウム合金スラブ連続鋳造圧延ライン速度同調システム。

【請求項 3】

前記スラブ速度検出手段としてピンチロールを使用することを特徴とする請求項 1 に記載のアルミニウム合金スラブ連続鋳造圧延ライン速度同調システム。

【請求項 4】

前記スラブ速度検出手段としてレーザー速度計を、鋳造スラブの振動防止手段としてピンチロールを使用することを特徴とする請求項 1 に記載のアルミニウム合金スラブ連続鋳造圧延ライン速度同調システム。 20

【請求項 5】

双ベルト式鋳造機とスキンプス圧延機を有する連続鋳造圧延ラインを含むアルミニウム合金スラブ製造設備において、請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項に記載の連続鋳造圧延ライン速度同調システムを備えたことを特徴とするアルミニウム合金連続鋳造圧延スラブの製造設備。

【請求項 6】

双ベルト式鋳造機とスキンプス圧延機を有し、前記スキンプス圧延機の後方には圧延機が存在せず、スキンプス圧延されたスラブが直接コイラーで巻き取られる連続鋳造圧延ラインによってアルミニウム合金スラブを製造する方法において、請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項に記載の連続鋳造圧延ライン速度同調システムを適用することを特徴とするアルミニウム合金連続鋳造圧延スラブの製造方法。 30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、双ベルト式鋳造機とスキンプス圧延機を有するアルミニウム合金スラブ連続鋳造圧延ラインの速度同調システムおよびそれを用いたアルミニウム合金連続鋳造圧延スラブの製造設備および製造方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

双ベルト鋳造法とは、上下に対峙し水冷されている回転ベルト間に溶湯を注湯してベルト外面からの冷却で溶湯を凝固させてスラブとし、ベルトの反注湯側より該スラブを連続して引き出してコイル状に巻き取る連続鋳造方法である。 40

【0003】

特に、双ベルト式鋳造機とスキンプス圧延機を有するアルミニウム合金スラブ連続鋳造圧延ラインにおいて、健全なアルミニウム合金連続鋳造圧延スラブを得るには、双ベルト式鋳造機のベルト速度とスキンプス圧延機のロール速度を適切に制御する必要がある。

【0004】

アルミニウム溶湯を連続鋳造する鋳造機の構造については、金属ストリップの連続ベルト鋳造におけるベルトの冷却ガイド装置（特許文献 1）、金属連続鋳造の熱硫の制御（特 50

許文献 2) に記載がある。特許文献 1 は双ベルト式鑄造機の鑄造ベルトを冷却しガイドする装置及び方法に関し、特許文献 2 は表面欠陥と鑄造キャビティの歪みを回避するため熱を取り除く速度の制御しながら鑄造金属ストリップ用インゴットを作るために溶融金属を鑄造する方法に関する。特許文献 1、2 のいずれにも、双ベルト式鑄造機の速度制御、出側での薄スラブ速度制御についての記載は無い。

【0005】

一方、鉄鋼の連続鑄造機の速度については、例えば特許文献 3 に、一定の方向に回転する鑄造輪とその外周の一部に沿って該鑄造輪と同一方向に運動するベルトによって形成された鑄型の上部から溶鋼を注入し、該鑄型の下部から鑄片を引き抜く連続式鑄造方法において、前記鑄型内に鑄片後端部が達した際に鑄片後端湯面が凝固し鑄片後端部から溶鋼が漏れない程度の速度に鑄片引抜速度を減少することを特徴とする、鋼用ベルトキャスト式連続鑄造方法が開示されている。また、特許文献 4 には、鑄型内の溶鋼メニスカスから高さ方向 150 mm までの鑄片の移動速度が 2 秒以内になるように、鑄片の引抜速度を調整することにより、特に板厚みの薄い広巾鑄片をコイル状に巻き取りつつ製造するのに好適でかつ、表面疵ならびに内部割れの極めて少ない高品質鑄片を得ることが可能な連続鑄造装置の操業方法が開示されている。特許文献 3、4 には、鑄片引抜速度の制御方法あるいは調整方法は開示されているが、鑄片を引き続き熱間圧延する場合における双ベルト式鑄造機のベルト速度と熱間圧延機のロール速度の制御方法については開示が無い。

10

【0006】

【特許文献 1】特表 2004 - 505774

20

【特許文献 2】特表 2004 - 508203

【特許文献 3】特開昭 54 - 39321

【特許文献 4】特開昭 59 - 24563

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、双ベルト式鑄造機とスキンプラス圧延機を有するアルミニウム合金スラブ連続鑄造圧延ラインにおいて、健全なアルミニウム合金連続鑄造圧延スラブを得るために、双ベルト式鑄造機のベルト速度とスキンプラス圧延機のロール速度を適切に制御するアルミニウム合金スラブ連続鑄造圧延ラインの速度同調システムおよびそれを用いたアルミニウム合金連続鑄造圧延スラブの製造設備および製造方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の目的を達成するために、本発明によれば、双ベルト式鑄造機とスキンプラス圧延機とを有するアルミニウム合金スラブ連続鑄造圧延ラインの速度同調システムにおいて、

前記双ベルト式鑄造機とスキンプラス圧延機との間に鑄造スラブ速度検出手段を設け、前記スラブ速度検出手段から算出したスラブ速度とライン設定速度とを比較して、前記スキンプラス圧延機のロール速度を PI 制御し、

同時に、前記ライン設定速度と前記アルミニウム合金の凝固収縮率とから前記双ベルト式鑄造機の適正なベルト速度を算出してベルトドライブ装置を駆動させることにより、

40

前記スキンプラス圧延機のロール速度と前記双ベルト鑄造機のベルト速度とを同調させることを特徴とするアルミニウム合金スラブ連続鑄造圧延ライン速度同調システムが提供される。

【0009】

更に、本発明によれば、双ベルト式鑄造機とスキンプラス圧延機を有する連続鑄造圧延ラインを含むアルミニウム合金スラブ製造設備において、本発明の連続鑄造圧延ライン速度同調システムを備えたことを特徴とするアルミニウム合金連続鑄造圧延スラブの製造設備が提供される。

【0010】

更に、本発明によれば、双ベルト式鑄造機とスキンプラス圧延機を有し、前記スキンプラス

50

圧延機の後方には圧延機が存在せず、スキンプス圧延されたスラブが直接コイラーで巻き取られる連続鋳造圧延ラインによってアルミニウム合金スラブを製造する方法において、本発明の連続鋳造圧延ライン速度同調システムを適用することを特徴とするアルミニウム合金連続鋳造圧延スラブの製造方法も提供される。

【発明の効果】

【0011】

本発明においては、(1) 双ベルト式鋳造機からスキンプス圧延機へ進行中のスラブ速度の実測値とライン設定速度とを比較してスキンプス圧延機のロール速度をPI制御し、同時に、(2) ライン設定速度と鋳造対象であるアルミニウム合金の凝固収縮率とに基づいて双ベルト式鋳造機のベルト速度を制御することにより、双ベルト式鋳造機のベルト速度とスキンプス圧延機のロール速度とを同調させるので、長時間の操業においても安定して高品質の連続鋳造圧延スラブを得ることができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

双ベルト式鋳造機のベルト速度とスキンプス圧延機のロール速度は、オペレーター(運転員)の設定するライン速度のみから算出して制御することできない。なぜならば、双ベルト式鋳造機の出側におけるスラブ速度は、スキンプス圧延機のロール速度のみならず、圧下率、スラブ合金組成、スラブ温度、圧延油の種類と量およびスラブの表面状態とロール表面状態等によって決まる動摩擦係数など多くの因子による影響を受けるためである。加えて、アルミニウム合金は双ベルト式鋳造機のキャビティー内において液体から固体に相変態するが、凝固による収縮の割合(体積凝固収縮率)が6~7%と比較的大きく、この収縮分について考慮せずにベルト速度とロール速度の制御を行うと、スラブに割れが生じてしまい欠陥のない連続鋳造圧延スラブを得ることができない。

20

【0013】

そこで、本発明においては、(1) 双ベルト式鋳造機とスキンプス圧延機の間にはスラブ速度検出手段を設け、スラブ速度検出手段から算出したスラブ速度とライン設定速度とを比較して、スキンプス圧延機のロール速度をPI制御し、同時に、(2) ライン設定速度とアルミニウム合金の凝固収縮率から双ベルト式鋳造機の適正なベルト速度を算出してベルトドライブ装置を駆動させることにより、双ベルト式鋳造機のベルト速度とスキンプス圧延機のロール速度とを同調させる。

30

【0014】

図1に、双ベルト式連続鋳造圧延ラインに本発明のライン速度同調システムを適用してアルミニウム合金スラブを製造する設備の概念図を示す。

【0015】

図示の設備は、双ベルト式連続鋳造圧延ライン100とその制御・駆動系200とから成る。双ベルト式連続鋳造圧延ライン100は、双ベルト式連続鋳造機10の一对の水冷回転ベルト12A、12Bの間に連続鋳造機10の左端から溶湯Aを注湯してベルト間で凝固させてスラブ14とし、ベルトの反注湯側(連続鋳造機10の右端)から引き出し、ピンチロール16、スキンプスロール18を経て、後面設備群19のエッジトリマー(図示せず)、シャー20、ブライドルロール(図示せず)、デフレクターロール22を経て、コイラー24で巻き取る。

40

【0016】

本発明の特徴として、双ベルト式連続鋳造機10とスキンプスロール18との間に、レーザー速度計26または前記ピンチロール16等のスラブ速度検出手段27を配置してある。

【0017】

本発明による制御・駆動系200は、一方の制御・駆動系統において、上記鋳造スラブ速度検出手段27(図示の例ではレーザー速度計26)の出力を変換機28、フィルタ30を介して取り込み(図中+値)、加算器32によりライン設定速度40(図中-値)と比較し、比較結果(すなわち〔スラブ速度実測値〕-〔ライン設定速度〕)をPID制御

50

器 3 4 で処理し、処理結果を加算器 3 6 でライン設定速度 4 0 に加算し、得られた制御値によりスキンパス圧延機駆動装置 3 8 を制御する。

【 0 0 1 8 】

同時に、他方の制御・駆動系統において、鑄造対称としているアルミニウム合金について既知の凝固収縮係数 4 2 を取り込み、この係数 4 2 を乗算器 4 4 でライン設定速度 4 0 に乗じて、得られた制御値により双ベルト連続鑄造機 1 0 の一对の冷却回転ベルト 1 2 A、1 2 B の駆動装置 4 6 A、4 6 B を制御する。

【 0 0 1 9 】

以下、本発明の各構成を詳細に説明する。

【 0 0 2 0 】

〔双ベルト式鑄造機 1 0 〕

双ベルト式鑄造機 1 0 においては、上述のように、上下に対峙し水冷されている回転ベルト 1 2 A、1 2 B 間に溶湯 A を注湯してベルト外面（回転の外側）からの冷却で溶湯 A を凝固させてスラブ 1 4 とし、ベルトの反注湯側よりスラブ 1 4 を連続して引き出す。

【 0 0 2 1 】

ベルト外面とは反対面である鑄造機本体側（回転の内側）には、複数の冷却ノズルが所定位置に配置されており、鑄造中はこれら複数のノズルから噴出する冷却水によって、ベルト内面が強制的に冷却される。回転ベルト間に連続的に溶湯を注湯することで、キャビティー内で溶湯がベルトに接した面から凝固を開始し、ベルトの反注湯側からスラブが引き出される際には、完全に凝固が完了する。

【 0 0 2 2 】

双ベルト式鑄造機によって鑄造される鑄造スラブ厚さの範囲は、5 ~ 3 0 mm とするのが好ましい。5 mm 未満であると、単位時間あたりに鑄造機を通過するアルミニウム量が小さくなりすぎて、鑄造が困難になる。逆に厚さが 3 0 mm を超えると、スラブ厚み方向中央部の凝固速度が遅くなりすぎて、高品質スラブを得ることが難しくなる。

【 0 0 2 3 】

〔スキンパス圧延機 1 8 〕

スキンパス圧延機 1 8 は、上下に対峙している回転ロール間に鑄造スラブ 1 4 を通して、数 % 程度までの軽圧下の圧延加工を施すための圧延機である。

【 0 0 2 4 】

スキンパス圧延によって、双ベルト式鑄造機 1 0 から引き出されたスラブ 1 4 の巾方向のプロファイルが平坦化されると同時に、スキンパス圧延機 1 8 より背後に位置するエッジトリマー（図示せず）、シャー 2 0、ブライドルロール（図示せず）、デフレクターロール 2 2、コイラー 2 4 など後面設備 1 9 の稼動によるスラブ張力変化の影響を遮断する。

【 0 0 2 5 】

双ベルト式鑄造機 1 0 の出側における鑄造スラブ速度は、スキンパス圧延機 1 8 のロール速度のみならず、圧下率、スラブ合金組成、スラブ温度、圧延油の種類と量および鑄造スラブの表面状態とロール表面状態等によって決まる動摩擦係数など多くの因子による影響を受ける。

【 0 0 2 6 】

スキンパス圧延機 1 8 によって圧延される鑄造スラブ 1 4 の圧下率は、1 ~ 5 % とするのが好ましい。圧下率 1 % 未満であると、スキンパス圧延機 1 8 より背後に位置する後面設備 1 9 として熱間圧延機が存在しない場合、エッジトリマー（図示せず）、シャー 2 0、ブライドルロール（図示せず）、デフレクターロール 2 2、コイラー 2 4 などの稼動によるスラブ張力変化の影響を遮断することが困難となる。逆に圧下率が 5 % を超えると、鑄造スラブ剛性が低い合金種の場合、スキンパス圧延機入側で鑄造スラブが変形するなどの現象が生じ、鑄造スラブ速度の制御手段としてのスキンパス圧延機 1 8 の機能を発揮することが困難となる。

【 0 0 2 7 】

10

20

30

40

50

〔スラブ速度検出手段 27〕

本発明においては、双ベルト式鋳造機 10 とスキンプラス圧延機 18 の間にスラブ速度検出手段 27 を設ける。スラブ速度検出手段 27 は、ピンチロール 16 であってもよいし、レーザー速度計 26 であってもよい。あるいはスラブ速度検出手段 27 としてレーザー速度計 26 とピンチロール 16 を併用してもよい。レーザー速度計 26 を採用することにより、非接触で高温の鋳造スラブ 14 の速度を正確に計測することが可能となった。

【0028】

レーザー速度計 26 には 1 波長式レーザー速度計と 2 波長式レーザー速度計があるが、どちらのレーザー速度計を使用してもよい。現在では、2 波長式レーザーに限らず 1 波長式レーザー速度計にも優れた性能を有するレーザー速度計が市販されており、本発明においては、特にレーザー速度計の型式を限定する必要はない。

10

【0029】

ここでは、2 波長式レーザー速度計を使用した場合についてその測定原理を説明する。2 波長式レーザー速度計では、2 種類の異なる波長 (1、 2) の照射レーザーが、ある速度で移動する物体に照射され、その物体から反射された 2 種類の異なる波長 (1'、 2') の反射レーザーから得られる干渉縞の間隔を測定して、物体の速度 (レーザー速度計と物体との相対速度) を算出する。

【0030】

図 2 に、レーザーによるスラブ速度検出のための各パラメータを示す。同図には、説明を簡潔化するために、照射レーザー K_i と反射レーザー K_r のベクトルの鋳造スラブ面 14s に平行な成分方向が、鋳造スラブ速度ベクトル v 方向と一致する場合を示した。レーザー速度検出計 26 の照射・検出装置 D から放出された照射レーザー K_i はハーフミラー m_1 で下方へ偏向され、スラブ 14 の表面 14s に照射される。スラブ表面 14s からの反射レーザー K_r はミラー m_2 で偏向されハーフミラー m_1 を通って照射・検出装置 D で検出される。

20

【0031】

鋳造スラブ 14 に照射されるレーザー光線 K_i はスラブ面垂直方向 P に対してある角度を有するようにレーザー速度計 26 が配設される。例えば、レーザー速度計 26 は鋳造スラブ表面 14s から、550 ~ 650 mm 離れた位置に配設される。レーザー速度計 26 は鋳造スラブ 14 の上面側または下面側のどちら側に配設されてもよい。2 種類の異なる波長 (1、 2) の照射レーザー K_i (K_{i1} 、 K_{i2}) が照射されるが、鋳造スラブ速度 v により生じたドップラー効果により反射レーザー K_r (K_{r1} 、 K_{r2}) の波長は、光の速度を c とすると、それぞれ下式 1、下式 2 で表されるように長波長側にシフトする。

30

【0032】

$$1' = 1 \{ 1 - (v \times \sin / c) \}^{-1} \quad (\text{式 1})$$

$$2' = 2 \{ 1 - (v \times \sin / c) \}^{-1} \quad (\text{式 2})$$

1' : 1 波長の照射レーザー K_{i1} に対応する反射レーザー K_{r1} の波長

2' : 2 波長の照射レーザー K_{i2} に対応する反射レーザー K_{r2} の波長

v : 鋳造スラブ速度

: 照射レーザー光線のスラブ面垂直方向に対する角度

c : 光速

40

2 種類の照射レーザーによる干渉縞の間隔 L と 2 種類の反射レーザー K_r による干渉縞の間隔 L' は、それぞれ以下の様な式で求めることができる。

【0033】

$$L = 1^2 / (1 - 2) \quad (\text{式 3})$$

$$L' = 1' 2' / (1' - 2') \\ = \{ 1^2 / (1 - 2) \} \{ 1 - (V \times \sin / c) \}^{-1} \quad (\text{式 4})$$

本発明では双ベルト式鋳造機とスキンプラス圧延機の間で予め 2 波長式レーザー速度計が配設されており、1、2、は予め判明しているため、レーザー速度計により反射レ

50

レーザーの干渉縞の間隔 L' を測定することで、(式4)によりスラブ速度を算出することができる。

【0034】

2波長式レーザー速度計の場合には、(式4)からも判るように、照射レーザー波長(1、2)を用途に応じて設定し、2種類の反射レーザーによる干渉縞の間隔を測定可能な範囲内に容易に納めることができる。

【0035】

本発明においては、鑄造スラブ速度が2~15m/minの範囲であり、光の速度に比べて十分に遅いため、2波長式レーザー速度計を使用すると、照射レーザー波長(1、2)の差を比較的大きく設定することで、2種類の反射レーザーによる干渉縞の間隔を測定可能な範囲とすることができる。

10

【0036】

レーザー速度計を採用することにより、非接触で高温の鑄造スラブの速度を正確に計測することが可能となった。

【0037】

スラブ速度 v を正確にオンライン計測するためには、レーザー速度計からの照射レーザーがスラブ面垂直方向に対して一定の角度を保持するようスラブの振動を防止することが好ましい。したがって、スラブの振動防止手段としてピンチロールを使用してスラブの振動を防止しながら上記角度を一定に保ちつつ、レーザー速度計を使用するとさらに正確なスラブ速度のオンライン測定を行うことができる。

20

【0038】

また、前述したようにスラブ速度検出手段としてレーザー速度計26とピンチロール16を併用することも考えられる。この場合には、レーザー速度計によるスラブ速度計測精度が高まるばかりでなく、レーザー速度計が故障した際にはピンチロールがバックアップとして機能する。ピンチロールには直流モーター(発電機)が取り付けられており、ピンチロールの回転により発生する電圧の値をスラブ速度に換算できるよう、予め検量線が用意されている。この場合、直流モーターの代わりに、高分解能パルス発生器をピンチロールに取り付け、単位時間当たりの回転数により発生するパルスを計数することで鑄造スラブ速度に換算する方式であってもよい。

【0039】

なお、レーザー速度計とピンチロールを併用する場合は、双ベルト式鑄造機とスキンパス圧延機の間設置されるが、これらの位置関係は、どちらがラインの前方または後方であっても構わない。ラインにおけるレーザー速度計とピンチロールとの距離は、鑄造スラブの振動防止によって上記角度を一定に保つため、3m以内であることが望ましい。

30

【0040】

〔変換器28、フィルタ30〕

レーザー速度計26からの出力はパルス信号であるため、変換器28によってこのパルス信号を単位時間当たりのパルス数に換算してデジタル化する。さらにデジタル化された信号はフィルタ30によって平均化されノイズが除去される。

【0041】

〔スキンパス圧延機ロール速度のPI制御34〕

オペレーター(運転員)が調節するライン設定速度制御装置からのライン設定速度信号40と、変換器28、フィルタ30によってデジタル化された鑄造スラブ速度信号とを比較して、スキンパス圧延機18のロール速度をPI制御する。このPI制御によって、円滑かつ迅速なスキンパス圧延機のロール速度制御が可能となった。

40

【0042】

通常圧延機では圧延ロールの速度補正は行わず、前後段の補助ロールの速度補正を行うことが一般的である。通常の圧延機においてストリップ速度を一定に保つなどの目的で圧延ロール速度を積極的に補正すると被圧延材との接触面の動摩擦係数が変動し、圧下率の変化、すなわち板厚の変動を引き起こす要因となるため、圧延ロールの速度は一定である

50

ことが望ましい。本発明においては、速度偏差に対する比例補正量および積分補正量を最適に調整することで圧下率を変動させることなく安定した圧延ロールの速度補正を行うことが可能となった。

【0043】

このように本発明においてはPI制御すなわち比例制御と積分制御を同時に行う。単純なON/OFF制御を行うと操作量の変化が大きすぎて、実際の目標値に対し、行き過ぎを繰り返すため、目標値の近辺でハンチングを繰り返す制御となってしまう。この欠点を補うため、操作量を目標値と現在値との差に比例した大きさとするようにして、徐々に調節する制御方法が比例制御である。比例制御によると目標値には近づくが、操作量が小さくなりすぎて、目標値に極めて近い状態で安定してしまい、いつまでも現在値は目標値に達しない状態となる。この欠点を補うため、目標値と現在値との残留偏差を時間的に累積し、ある大きさになった場合に操作量を増して偏差をなくすように調節する制御方法が積分制御である。

10

【0044】

本発明において、ライン設定速度（目標値）と鋳造スラブ速度（現在値）とを比較して、スキンパス圧延機のロール速度の操作量をその差に比例した大きさにするようにして、徐々にロール速度をライン設定速度（目標値）に近づける。さらに鋳造スラブ速度（現在値）とライン設定速度（目標値）との残留偏差を時間的に累積し、ある大きさになった場合に操作量を増して偏差をなくすように調節する。

【0045】

このPI制御において、速度偏差に対する比例補正量および積分補正量を最適に調整することで圧下率を変動させることなく安定した圧延ロールの速度補正を行うことが可能となった。

20

【0046】

〔双ベルト式鋳造機のベルト速度制御〕

アルミニウム合金は、双ベルト式鋳造機のキャビティ内において液体から固体に相変態（すなわち凝固）する際に、凝固による収縮の割合（体積凝固収縮率）が6～7%と比較的大きく、この収縮分について考慮せずにベルト速度とロール速度の制御を行うと、凝固収縮に伴う引張応力が鋳造スラブの鋳造方向に発生してスラブに割れが生じてしまう。

【0047】

そこで、オペレーターが調節するライン設定速度にアルミニウム合金の凝固収縮に伴う線収縮（鋳造方向における収縮）の補正をするための係数 $\{1 - (1 - V_s)^{1/3}\}$ を考慮して、適正なベルト速度を算出する。この補正されたベルト速度信号をもとにベルトドライブ装置（モーター）が稼動して、ベルト式鋳造機の上下のベルトが適正な速度で回転する。

30

【0048】

$$V_B = V_0 \times [1 + \{1 - (1 - V_s)^{1/3}\}]$$

V_0 : ライン設定速度

V_B : ベルト速度

V_s : アルミニウム合金の凝固体積収縮率

40

通常、アルミニウム合金の凝固体積収縮率としては0.06を使用するが、合金種類によってはこの値を変化させて、 V_B を算出してもよい。因みに、 V_s が0.06の場合、ベルト速度はライン設定速度の約102%の速度となる。 V_s の設定値としては、0.04～0.08の範囲が適切である。 V_s が0.04未満であると鋳造スラブ割れを起こす可能性が高まり、 V_s が0.08を越えると鋳造スラブにウネリを生じる原因となる。

【0049】

ライン設定速度とアルミニウム合金スラブの凝固収縮率から双ベルト式鋳造機の適正なベルト速度を算出してベルトドライブ装置を駆動させることにより、鋳造欠陥のない連続鋳造スラブを得ることが可能となった。

【0050】

50

〔スラブ連続鋳造圧延ライン〕

図1において、双ベルト鋳造機のキャビティは水平方向に設置されているが、溶湯入側からスラブ出側方向に下向きの傾きが付いていてもよいものとする。すなわち、双ベルト式鋳造機とスキンプス圧延機との間の鋳造スラブは、そのスラブ表面が水平面に平行である必要はない。更に、双ベルト鋳造機のキャビティが鉛直方向に設置されていてもよいものとする。このように双ベルト式鋳造機とスキンプス圧延機を配置して、それに合わせるようにピンチロール或いはレーザー速度計などを配設しても、前記速度同調システムは同様に機能するからである。

【0051】

連続鋳造圧延ラインにおいて、スキンプス圧延機以降の設備、いわゆる後面設備については特に限定しない。例えば、後面設備は4Hタンデムの熱間圧延機を備えた方式であってもよいし、圧延機が存在せずスキンプス圧延されたスラブが直接コイラーで巻き取られる方式であってもよい。

10

【産業上の利用可能性】

【0052】

本発明によれば、(1)双ベルト式鋳造機からスキンプス圧延機へ進行中のスラブ速度の実測値とライン設定速度とを比較してスキンプス圧延機のロール速度をPI制御し、同時に、(2)ライン設定速度と鋳造対象であるアルミニウム合金の凝固収縮率とに基づいて双ベルト鋳造機のベルト速度を制御することにより、双ベルト式鋳造機のベルト速度とスキンプス圧延機のロール速度とを同調させるので、長時間の操業においても安定して高品質の連続鋳造圧延スラブを得ることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】本発明のライン速度同調システムを適用したアルミニウム合金スラブ製造設備の一例を示す配置図である。

【図2】レーザーによるスラブ速度検出のための各パラメータを示す断面図である。

【符号の説明】

【0054】

- 100 双ベルト式連続鋳造圧延ライン
- 200 双ベルト式連続鋳造圧延ライン100の制御・駆動系
- 10 双ベルト式連続鋳造機
- 12A、12B 一对の水冷却回転ベルト
- 14 スラブ
- 14s スラブ表面
- 16 ピンチロール
- 18 スキンプスロール
- 19 後面設備群
- 20 シャー
- 22 デフレクターロール
- 24 コイラー
- 26 レーザー速度計
- 27 スラブ速度検出手段
- 28 変換機
- 30 フィルタ
- 32 加算器
- 34 PID制御器
- 36 加算器
- 38 スキンプス圧延機駆動装置
- 40 ライン設定速度
- 42 凝固収縮係数

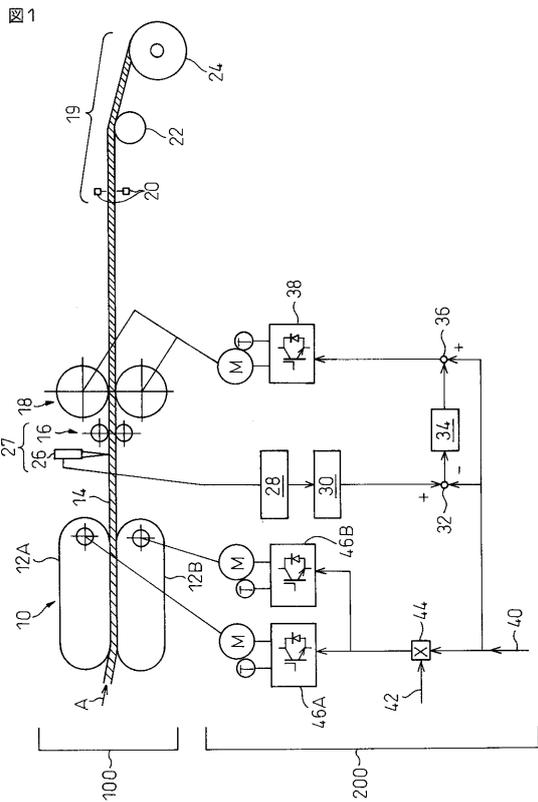
30

40

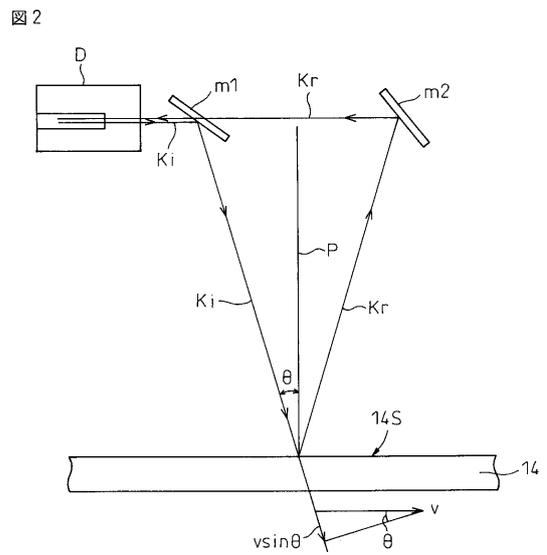
50

- 4 4 乗算器
- 4 6 A、4 6 B 冷却回転ベルト 1 2 A、1 2 B の駆動装置
- D 照射・検出装置
- K i 照射レーザー
- K r 反射レーザー
- v 鋳造スラブ速度ベクトル
- m 1 ハーフミラー
- m 2 ミラー
- P スラブ面垂直方向（法線）
- スラブ面垂直方向との角度

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)
B 2 1 B	1/46	(2006.01)	B 2 1 B	1/46		K
B 2 1 B	3/00	(2006.01)	B 2 1 B	3/00		J

(72)発明者 敷根 功

静岡県庵原郡蒲原町蒲原 1 6 1 番地

(72)発明者 東野 和美

静岡県庵原郡蒲原町蒲原 1 6 1 番地

Fターム(参考) 4E002 AA08 BC02 BD02 CB10

4E004 DA23 MC30 MD05 NA05 NB07 NC08 PA10 TB07