

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6413014号
(P6413014)

(45) 発行日 平成30年10月24日 (2018. 10. 24)

(24) 登録日 平成30年10月5日 (2018. 10. 5)

(51) Int. Cl.

B 2 2 D 11/12 (2006. 01)

F I

B 2 2 D 11/12 A

請求項の数 13 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2017-516164 (P2017-516164)	(73) 特許権者	390035426
(86) (22) 出願日	平成27年8月4日 (2015. 8. 4)		エス・エム・エス・グループ・ゲゼルシャ
(65) 公表番号	特表2017-529245 (P2017-529245A)		フト・ミト・ベシュレンクテル・ハフツン
(43) 公表日	平成29年10月5日 (2017. 10. 5)		グ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2015/067910		ドイツ連邦共和国、4 0 2 3 7 デュッセ
(87) 国際公開番号	W02016/045847		ルドルフ、エドゥアルト・シユレーマン
(87) 国際公開日	平成28年3月31日 (2016. 3. 31)		ストラーセ、4
審査請求日	平成29年4月19日 (2017. 4. 19)	(74) 代理人	100069556
(31) 優先権主張番号	14186114.6		弁理士 江崎 光史
(32) 優先日	平成26年9月24日 (2014. 9. 24)	(74) 代理人	100111486
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		弁理士 鍛冶澤 實
		(74) 代理人	100173521
			弁理士 篠原 淳司
		(74) 代理人	100153419
			弁理士 清田 栄章

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無端のストランド材の鑄造及び圧延をするための方法及び鑄造圧延設備

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

鑄造圧延設備が、連続鑄造機（110）と、この連続鑄造機の下流に配置された、粗スタン

ド及び仕上げロールスタンドを備える圧延トレイン（120）とを有し、

連続鑄造機（110）が、鑄型（111）を備え、

圧延トレイン（120）が、ロール用のそれぞれの駆動装置（124）を有する、 $n = 1 \sim N$ の n 個のロールスタンド（122 $_{-n}$ ）と、ロールスタンドの駆動装置用の目標回転数及び目標トルクを計算するためのパススケジュールモデル（126）と、ロールの駆動装置（124）の制御をするための駆動制御装置（128）とを備え、

パススケジュールモデル（126）の目標値設定に応じて駆動制御装置（128）による第1のロールスタンド（122 $_{-1}$ ）のロール用の駆動装置（124）の制御をするステップを備える、

無端のストランド材（200）の鑄造及び圧延をするための鑄造圧延設備（100）を運転するための方法において、

連続鑄造機（110）が、更に、鑄型の下流に配置されかつストランドガイドローラ（113 $_{-i}$ ）とこれらストランドガイドローラの少なくとも1つ（113）の駆動をするための少なくとも1つの駆動装置（114）とを有するストランドガイド（112）と、駆動される少なくとも1つのストランドガイドローラの駆動装置用の目標トルクを計算及び設定するための連続鑄造機駆動モデル（115）と、ストランドガイド駆動制御装置（117）とを備え、ストランドガイドローラ駆動制御装置（117）による少なくとも1

10

20

つのストランドガイドローラ（１１３）の駆動装置（１１４）の制御が、連続鋳造機駆動モデル（１１５）の目標値設定に応じて行なわれ、

パススケジュールモデル（１２６）が、目標値設定として、圧延トレイン（１２０）の第１のロールスタンド（１２２__１）の駆動装置（１２４__１）用の目標回転数（ $n1_Sol1$ ）を設定し、

連続鋳造機駆動モデル（１１５）が、目標値設定として、駆動される少なくとも１つのストランドガイドローラ（１１３__ i ）の駆動装置（１１４__ i ）用の目標トルク（ Mi_Sol1 ）を設定すること、を特徴とする方法。

【請求項２】

パススケジュールモデル（１２６）が、 $n = 2 \sim N$ のロールスタンドのロールの駆動装置（１２４__ n ）用にそれぞれ１つの個別の目標トルク（ Mn_Sol1 ）を設定すること、を特徴とする請求項１に記載の方法。

10

【請求項３】

$2 \leq k < N$ で k 番目のロールスタンドの出口でのストランド材（２００）の厚さ（ Hk ）が、所定の厚さ閾値（ H_Lim ）を下回った時に、パススケジュールモデル（１２６）が、 $n = 2 \sim k$ のロールスタンド（１２２__ n ）のロールの駆動装置（１２４）用にそれぞれ１つの個別の目標トルク（ Mn_Sol1 ）を設定し、

その場合、材料流れ方向（ x ）で見て k 番目のロールスタンドの後のマスフローが、ストランド材（２００）の制御又は調整されたループ形成、即ち貯蔵によって一定に保持されること、を特徴とする請求項１に記載の方法。

20

【請求項４】

ループ形成の制御をするために、ストランド材のループのそれぞれ現在の位置が、所定の目標位置を顧慮して監視されること、を特徴とする請求項３に記載の方法。

【請求項５】

k 番目のロールスタンドの出口での厚さ閾値（ H_Lim ）が、ストランド材（２００）の材料の弾性率に依存して設定されること、を特徴とする請求項３又は４に記載の方法。

【請求項６】

ストランドガイドローラ（１１３__ i ）の少なくとも個々のスリップが監視され、スリップが検出されたストランドガイドローラ（１１３__ i ）の空滑りの危険がある場合は、必要時に対処がなされること、を特徴とする請求項１～５のいずれか１項に記載の方法。

30

【請求項７】

ストランドガイド（１１２）内のストランド材（２００）の溶湯尖端（１６０）の位置（ X_S_Ist ）が、凝固モデル（１３４）の操作値を適切に変更することによって所定の目標位置（ X_S_Sol1 ）へ調整されること、を特徴とする請求項１～６のいずれか１項に記載の方法。

【請求項８】

操作値が、鋳造機（１１０）内でのストランド材（２００）の冷却の強さ、横断面サイズ、又はストランドガイド（１１２）内の所定の箇所及びストランドガイド（１１２）の出口でのストランド材（２００）の厚さ（ $h(x)$ ）、鋳造速度（ V_G ）及び鋳造機のジオメトリ、即ち鋳造機の機械的な構成であること、を特徴とする請求項７に記載の方法。

40

【請求項９】

$n = 1$ の第１のロールスタンド（１２２__１）のワークロールの駆動装置（１２４__１）用の目標回転数（ $n1_Sol1$ ）と、 $n = 2 \sim N$ のロールスタンド（１２２__ n ）のワークロールの駆動装置用の目標トルクが、それぞれ鋳造圧延設備が定常状態にある時の、連続鋳造機の出口でのストランド材の厚さ（ $H0$ ）の値及び鋳造速度（ V_G ）の値に応じて、又は、これら値と、圧延トレイン（１２０）の第１及び第２のロールスタンド（１２２__１、１２２__２）の出口でのストランド材（２００）の測定された厚さ（ $H1$ 、 $H2$ ）に応じて、パススケジュールモデル（１２６）によって計算及び設定されること、

50

を特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

駆動される少なくとも 1 つのストランドガイドローラ (113__i) の駆動装置 (114__i) 用の目標トルク (M_{i_Sol1}) が、それぞれ鑄造圧延設備が定常状態にある時の、ストランドガイド (112) の出口でのストランド材 (200) の厚さ (H_0) の値及び鑄造速度 (V_G) の値に応じて、並びにストランド引抜き総トルク (M_G) の値及びストランドガイド内及びストランドガイドの出口でのシェル厚さ ($f(x)$) 及び温度 ($g(x)$) の経過に応じて、連続鑄造機駆動モデル (115) によって計算及び設定されること、を特徴とする請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

鑄造機のジオメトリ、即ち鑄造機の機械的な構成、ストランド引抜き総トルク (M_G) 並びにストランドガイド (112) の長さ (x) にわたるストランドシェル ($f(x)$) の厚さ及び温度 ($g(x)$) の分配を考慮して、ストランドガイドローラの駆動装置 (114__i) 用の目標トルク (M_{i_Sol1}) が、ストランドガイド (112) の長さ (x) にわたって、連続鑄造機駆動モデル (115) によって適切に分配されて設定されること、を特徴とする請求項 1～10 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 12】

目標トルク (M_{i_Sol1}) は、鑄型出口からストランドガイド (112) 内のストランド材 (200) の溶湯尖端 (160) の実位置 (X_S) までの第 1 の領域では増加し、溶湯尖端 (160) から連続鑄造機 (110) の冶金的長さ (L_G)、即ちストランドガイド (112) の終端までの第 2 の領域では一定であるように、連続鑄造機駆動モデル (115) によって設定されること、を特徴とする請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

第 1 のロールスタンド (122__1) の目標回転数 (n_{1_Sol1}) の値、及び／又は、ストランドガイドローラの駆動装置 (114__i) 及び／又はロールスタンド (122__n) のロールの駆動装置 (124__n) のトルクの目標値 (M_{i_Sol1} , M_{n_Sol1}) の変更が、ランプ状に行なわれること、を特徴とする請求項 1～12 のいずれか 1 項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属、特にスチールから成る無端のストランド材の鑄造及び圧延をするための方法及び鑄造圧延設備に関する。

【背景技術】

【0002】

無端のストランド材の鑄造及び圧延をするための公知の鑄造圧延設備が、模範的に図 1 に示されている。そこに示された鑄造圧延設備 100 は、連続鑄造機 110 と、この連続鑄造機の下流に接続された圧延トレイン 120 と、この圧延トレインの下流に接続された冷却区間 170 と、この冷却区間の下流に接続された分離装置 180 と、ストランド材 200 を巻き取るための巻取り装置 190 とを有する。詳細には、連続鑄造機 110 は、鑄型 111 と、この鑄型の下流に配置されたストランドガイド 112 と、典型的に分離装置 180 とを有する。分離装置 180 は、いわゆる冷間ストランドを切断するために使用される。鑄型 111 の 1 次冷却される壁において、溶湯が鑄型内で凝固し、このようにして、ストランド材のストランドシェルが形成される。このように形成された、内側が未だ液状のストランド材は、鑄型 111 からの流出後、ストランドガイド 112 内で、ストランドガイドローラ 13 によって支持され、垂直から水平へ方向転換される。このため、ストランドガイドローラ 113__i は、少なくとも部分的に駆動装置 114__i によって能動的に駆動されている。駆動装置 114__i は、ストランドガイドローラ駆動制御装置 117 によって制御される。圧延トレイン 120 は、典型的に $n = 1 \sim N$ 個のロールスタンド 122__n を有し、これらロールスタンドには、典型的にそれぞれそのロールを駆動する

10

20

30

40

50

ための駆動装置 1 2 4 が付設されている。n が 1 の第 1 のロールスタンドから L が 3 の第 L のロールスタンド 1 2 2 __ 1 ~ 3 は、それぞれ駆動装置 1 2 4 __ 1 ~ 3 が付設された粗スタンドのグループを構成する。粗スタンドの下流には、ストランド材が、次いで（仕上げ）ロールスタンド 1 2 2 __ 4 ~ N のグループへ進入し、そこで所望の最終圧延厚さへ仕上げ圧延される前に、粗圧延されたストランド材 2 0 0 を所望の仕上げ圧延温度へ加熱するために、加熱装置、好ましくは誘導加熱装置 1 2 9 が接続されている。個々のロールスタンド 1 2 2 __ n には、典型的に個別の駆動装置 1 2 4 __ n が付設されており、これら駆動装置は、上位の駆動制御装置 1 2 8 によって個別に制御される。鋳造方向又は材料流れ方向と同じ経路座標は、符号 x で指示されている。

【0003】

図 2 は、今図 1 に関係させて説明した、従来技術で公知の鋳造圧延設備 1 0 0 の詳細図を示す。図 2 に同じ技術的要素が示されている範囲で、これら要素は、図 1 におけるのと同じ符号によって指示されている。その点で、図 2 に対して、図 1 に対するのと同じ説明が当て嵌まる。更に、符号 1 1 3 a で指示されたストランドガイドローラが、ストランドガイドローラ 1 1 3 __ i とは違って駆動されていないことだけ述べておく。更に、ストランドガイド 1 1 2 内に、溶湯尖端 1 6 0 と、経路座標 x に沿ったその実位置が、符号 X __ S __ I s t で指示されている。最後に、ストランド材 2 0 0 の厚さが、連続鋳造機 1 1 0 の出口において H 0 で指示され、第 1 のロールスタンドの出口において H 1 で指示され、第 2 のロールスタンドの出口において H 2 で指示されていることが認められる。

【0004】

無端のストランド材の製造もしくはエンドレス圧延における重要な特徴は、ストランド材 2 0 0 が、鋳型 1 1 1 でのその発生からストランドガイド 1 1 2 でのその完全凝固を介して圧延トレイン 1 2 0 での圧延もしくは厚さ縮小まで切断されないことにある。ストランドガイド 1 1 2 の出口での冷間ストランドの前記の切断は、これと矛盾していない。何故なら、冷間ストランドは、未だ本来の無端のストランド材ではないからである。無端のストランド材の分離は、次に予めエンドレス圧延されたストランド材 2 0 0 を所望のコイル長さヘトリミングするために、図 1 の分離装置 1 8 0 によって初めて巻取り装置 1 9 0 の直前で行なわれる。

【0005】

一定のマスフローの原則に基づいて、連結された鋳造圧延プロセスにおけるマスフローは、エンドレス圧延においてのように、基本的に鋳造圧延設備 1 0 0 のいずれの箇所でも一定である。しかしながら、この不変性の障害は、例えば、ストランド材 2 0 0 が堰き止められる（その場合はループが生じる）か、ストランド材が伸ばされる（ストランド材は、境界例で引き裂かれることもある）時に、生じ得る。マスフロー内のこのような不連続性の原因は、例えば、鋳造機が、連続的に材料もしくはマスフローを後から移送しないか、巻取り装置が、マスフローもしくはストランド材の十分な搬出を生じさせない場合に、ある。

【0006】

連続鋳造機について、それ自身単独で見て、どのようにマスフローを一定に保持もしくは調整できるかについての考察がある（例えば欧州特許第 1 7 2 0 6 6 9 号明細書参照）。（仕上げ）圧延トレイン内のマスフロー調整は、西独国特許出願公開第 2 8 3 3 7 5 6 号明細書に記載されている。

【0007】

特に（仕上げ）圧延トレイン内でマスフローを調整するための他の可能性は、圧延材用の貯蔵器ユニットをマスフロー内に組み込み、マスフローをストランド材の貯蔵された容積の適当な変更によって制御もしくは調整することにある。このような貯蔵器は、例えばループ貯蔵器の形態で実現できる。しかしながら、材料に応じて 2 0 mm 超のストランド材の材料厚さの場合には、高い剛性に基づいて、ループは形成されない。従って、ちょうど鋳造機の後の領域で、この可能性は、前記大きい材料厚さの場合には利用できない。

【0008】

ループ制御は、例えば特開 2 0 0 7 - 1 8 5 7 0 3 号公報から公知である。

【0 0 0 9】

しかしながら、従来技術による両文献の技術的教示は、前記のように、個々の設備部分だけに該当するが、両設備部分用の全体的な解決策は、連続鑄造機及び圧延トレインには該当しない。全体的な解決策に関するもしくは連続鑄造機と圧延トレインの間の同期化に関する指摘は、欧州特許第 2 3 4 6 6 2 5 号明細書に開示されている。具体的に、この特許文献は、圧延トレイン内でのストランド材の厚さ変更中に、上流に配置されたユニット、例えば鑄造機からの圧延材の退出速度を使用することを、提案する。しかしながら、この技術的教示の正確な実施については述べられていない。しかしながら、この解決策をより厳密に考察すると、圧延トレインの数メガワットを備える高出力の主駆動装置が、連続鑄造機からのストランド材の流出速度を設定する連続鑄造機の数キロワットでしか形成されてない駆動装置に従わなければならないとの欠点がわかった。これは、調整技術的に欠点である。何故なら、調整技術的な特性、即ち駆動装置の動特性は、モータの大きさと共に低下するからである。従って、常に、小さいモータを大きいモータに従わせることが、その逆よりも有利である。

10

【0 0 1 0】

特開昭 5 6 - 1 1 4 5 2 2 号公報は、設備内で、鑄造したばかりの金属ストリップが、まず 1 つのドライバローラ対を通過し、次いで少なくとも 1 つのロールスタンドを通過する、鑄造圧延設備を開示する。ドライバローラも、第 1 のロールスタンドのワークロールも、それぞれ回転駆動されている。ドライバローラのトルクは、調整装置によって一定に保持される。具体的には、これは、ドライバローラのトルクを一定に保持するために、ロールスタンドのワークロールの回転数が、操作値として使用され、適切に変更されることによって、得られる。

20

【0 0 1 1】

更に、技術的なバックグラウンドだけに関して、特開昭 5 5 - 0 1 4 1 3 3 号公報、特開昭 5 5 - 0 1 4 1 3 4 号公報、特開昭 6 0 - 2 2 7 9 5 8 号公報及び特開昭 6 0 - 2 2 1 1 0 3 号公報並びに独国特許出願公開第 2 0 2 0 0 4 0 1 0 0 3 8 号明細書を参照されたい。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0 0 1 2】

【特許文献 1】 欧州特許第 1 7 2 0 6 6 9 号明細書

【特許文献 2】 西独国特許出願公開第 2 8 3 3 7 5 6 号明細書

【特許文献 3】 特開 2 0 0 7 - 1 8 5 7 0 3 号公報

【特許文献 4】 欧州特許第 2 3 4 6 6 2 5 号明細書

【特許文献 5】 特開昭 5 6 - 1 1 4 5 2 2 号公報

【特許文献 6】 特開昭 5 5 - 0 1 4 1 3 3 号公報

【特許文献 7】 特開昭 5 5 - 0 1 4 1 3 4 号公報

【特許文献 8】 特開昭 6 0 - 2 2 1 1 0 3 号公報

【特許文献 9】 特開昭 6 0 - 2 2 7 9 5 8 号公報

40

【特許文献 1 0】 独国特許出願公開第 2 0 2 0 0 4 0 1 0 0 3 8 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 1 3】

本発明の根底にある課題は、連続鑄造機の駆動装置も、圧延トレインの駆動装置も、前記両設備部分で総計で同じかつ一定のマスフローを顧慮して上位で同期されるように、ストランド材の鑄造及び圧延をするための公知の方法及び公知の鑄造圧延設備を発展させることである。

【課題を解決するための手段】

【0 0 1 4】

50

この課題は、方法に関しては、請求項1で請求した方法によって解決される。これは、パススケジュールモデルが、目標値設定として、圧延トレインの第1のロールスタンドの駆動装置用の目標回転数を設定し、連続鋳造機駆動モデルが、目標値設定として、駆動される少なくとも1つのストランドガイドローラの駆動装置用の目標トルクを設定すること、を特徴とする。

【0015】

請求したこの解決策—これによれば、第1のロールスタンドの典型的に非常に高出力の駆動装置は、目標回転数を設定されるが、特に、駆動される上流のストランドガイドローラの全ての駆動装置は、同時に、回転数ではなくて、その代わりに目標トルクを設定される—は、有利には、第1のロールスタンドが、圧延トレイン内だけでなく上流の連続鋳造機内の速度も、従ってマスフローも設定することを生じさせる。その点で、第1のロールスタンドは、“スピードマスター”もしくは“マスフローマスター”として機能する。この場合、マスフローは、第1のロールスタンドの入口及び出口でのストランド材の厚さと、第1のロールスタンドのワークロールの回転数から得られる。回転数は、後から更に説明されるように、パススケジュールモデルによって算出及び設定される。この場合、第1のロールスタンドのロールの周速の先導が、計算され、相応に考慮される。連続鋳造機内のストランドガイドローラの駆動装置が、目標回転数だけを設定され、しかしながら目標回転数を設定されないことは、ストランドガイドローラの回転数も、特に駆動されるストランドガイドローラの回転数も、自動的に第1のロールスタンドによって設定されるマスフローを顧慮して生じるとの利点を提供する。換言すると、ストランドガイド内のストランドガイドローラの駆動もしくは回転数は、第1のロールスタンドによって設定されるマスフローもしくは第1のロールスタンドによって設定される速度に従う。従って、パススケジュールモデルによって実行されるマスフローの計算における小さい誤りは、相殺される。請求した解決策の別の利点は、ストランドガイドローラの場合でも、ロールスタンドのロールの場合でも、回転数の検出が削減できることにある。ストランドガイドローラ用の同時のトルク設定時の第1のロールスタンドだけにおける請求した回転数設定は、有利には、自動的に、両設備部分、即ち連続鋳造機及び圧延トレインでの所望の不変性を可能にする。

【0016】

第1の実施例により、圧延トレインが、1個より多くのロールスタンド、典型的に $n = 2 \sim N$ 個のロールスタンドを備える場合、本発明によれば、パススケジュールモデルが、第1のロールスタンドの後に続く $n = 2 \sim N$ のロールスタンドのロールの駆動装置用にもそれぞれ1つの個別の目標トルクを設定する。これにより、第1のロールスタンドが、依然として唯一の“スピードマスター”もしくは“マスフローマスター”のままであることが保証される。何故なら、目標トルク設定に基づいて、 $n = 2 \sim N$ の後続のロールスタンドのロールの回転数もしくは回転速度は限定されていないからである。連続鋳造機及び圧延トレイン内に唯一の駆動装置しかない時の請求した目標回転数の設定に基づいて、例えば回転数を設定された複数の駆動装置が正確に同期されないことに基づくマスフローの不変性における障害が生じないことが保証される。請求した解決策—これによれば、1つの駆動装置しか目標回転数を設定されないが、連続鋳造機及び圧延トレイン内の他の全ての駆動装置が従う—に基づいて、本発明により有利に、第1のロールスタンドによって設定されたマスフローが、マスフローの不変性の原則に応じて要求する通りに、他の全ての駆動装置の回転数が自動的に生じ、そのため、制御された同期化を必要としない。

【0017】

圧延トレイン内の $n = 2 \sim N$ の後続のロールスタンド用の個別の目標トルクの前記設定は、ストランド材の任意の厚さ用に実現可能である。これに対して選択的に、 $2 \leq k < N$ で k 番目のロールスタンドの出口でのストランド材の厚さが、所定の厚さ閾値を下回った時に、 $n = 2 \sim k$ のロールスタンドの駆動装置だけにそれぞれ1つの個別の目標トルクを設定する可能性がある。その場合この選択肢では、 $n = k + 1 \sim N$ の残りのロールスタンドに、ロールスタンドの駆動装置用の目標トルクが設定されるのではなく、その代わりに

、マスフロー方向で見てk番目のロールスタンドの後のマスフローが、ストランド材の制御されたループ形成によって一定に保持される。しかしながら、本発明の選択的なこの構成は、ストランド材の材料が、十分な弾性もしくは十分な柔軟性—この弾性もしくは柔軟性は、決定的にストランド材の前記厚さ閾値によって示される—をループ形成のために備えたとの前記条件下でしか可能でない。

【0018】

ループ形成の制御をするために、有利には、ストランド材のループのそれぞれ現在の位置が、所定の目標位置、即ちループ貯蔵器内での所定の目標容積を顧慮して監視される。

【0019】

偏差が生じた場合、隣接するスタンドの回転数が相応に修正され、この修正は、選択的に、その前に配置されたスタンド又は後続のスタンドに適用することができる。

10

【0020】

厚さ閾値は、例えば40～20mmである。この厚さ閾値は、ストランド材の材料特性、例えばストランド材の弾性率に依存している。

【0021】

更に、ストランドガイドローラの少なくとも1つのスリップが監視され、スリップが見られたストランドガイドローラの空回りの危険が認められた場合は、必要時に対処がなされる場合が有利である。

【0022】

有利には、ストランドガイド内のストランド材の溶湯尖端の位置が、操作値を適切に変更することによって所定の目標位置へ調整される。この目的のため、相応の調整回路内で、調整区間、即ち連続鋳造機内の凝固プロセスが、凝固モデルによってシミュレートされる。操作値は、調整器により量に従って計算され、凝固モデルへ出力される。溶湯尖端の位置に影響を与え得る操作値は、特に、鋳造機内でのストランド材の冷却の強さ、横断面サイズ、特にストランドガイド内の所定の箇所及びストランドガイドの出口でのストランド材の厚さ、鋳造速度並びに鋳造機のジオメトリである。

20

【0023】

鋳造機のジオメトリは、その機械的な構成、従って例えば長さ、ローラの位置、鋳型のエンボス加工、冷却装置の配置等を反映する。

【0024】

鋳造圧延設備の定常状態で、前記操作値は、あったとしても非常に僅かにしか変動しない。本発明によれば、前記操作値の2つ、具体的にはそれぞれ定常状態にある時の、連続鋳造機の出口でのストランド材の厚さと鋳造速度とは、パススケジュールモデル用の入力値として使用される。これら入力値から、並びに好ましくは付加的に、圧延トレインの第1及び第2のロールスタンドの出口でのストランド材の測定された厚さに応じて、パススケジュールモデルは、このパススケジュールモデルがロールスタンドの駆動装置用の駆動制御装置へ出力する前に、 $n=1$ の第1のロールスタンドの駆動装置用の目標回転数と、 $n=2\sim N$ の後続のロールスタンドの駆動装置用の目標トルクを計算する。

30

【0025】

更に、本発明によれば、駆動される少なくとも1つのストランドガイドローラの駆動装置用の目標トルクが、それぞれ鋳造圧延設備が定常状態にある時の、ストランドガイドの出口でのストランド材の厚さの値及び鋳造速度の値に応じて、並びにストランド引抜き総トルクの値及びストランドガイド内及びストランドガイドの出口でのストランドシェル厚さ及びストランド材の温度（の経過）に応じて、連続鋳造機駆動モデルによって計算及び設定される。

40

【0026】

有利には、連続鋳造機ジオメトリ、ストランド引抜き総トルク並びにストランドガイドの長さ にわたるストランドシェルの厚さ及びストランド材の温度（の分配）を考慮して、ストランドガイドローラの駆動装置用の目標トルクが、ストランドガイドの長さ にわたって、連続鋳造機駆動モデルによって適切に分配されて設定される。

50

【0027】

ストランド引抜き総トルクは、ストランドの鑄造開始時の個々のストランドローラトルクの合計から算定するか、凝固モデルによって算定することができる。

【0028】

有利には、目標トルクは、鑄型出口からストランドガイド内のストランド材の溶湯先端の実位置までの第1の領域では総計で増加し、溶湯先端の位置から連続鑄造機の冶金的長さまでの第2の領域では総計で一定であるように、連続鑄造機駆動モデルによって設定される。

【0029】

最後に、目標回転数の値、及び／又は、トルクの目標値の変更が、急増式にではなく、10
時間的にゆっくりと増加又は減少するように、例えばランプ状に行なわれること、が有利である。このようにして、駆動装置の動的負荷がそれほど大きくなることが保証される。

【0030】

更に、本方法は、鑄造厚さの調整が、ストランドガイドローラの柔軟な調整によって動的に行なわれ、同時に目標トルクが適合されることによって、進行する運転中の圧延厚さH0～HNの適合も可能にする。これらは、凝固モデルと連続鑄造機駆動モデルの結合によって算定される。例えば圧延厚さを適合させるための制御命令は、適時及び適所で相応の支持ローラ調整装置及びその駆動装置へ伝送される。圧延トレインは、次いで相応に変更された境界条件によって制御値を新たに算定するパススケジュールモデルによって、20
同様に適時及び適所で、回転数、トルク及び圧延厚さH1～HN用の新しい目標値を受ける。従って、完成ストリップ用の厚さ変更を行なうことができ、設備を新たに始動させる必要はない。

【0031】

更に、本発明の前記課題は、装置技術的には、請求項14により請求した鑄造圧延設備によって解決される。この解決策の利点は、基本的に、請求した方法に関して前で挙げた利点に一致する。鑄造圧延設備全体、即ち、特にパススケジュールモデルユニットと連続鑄造機駆動モデルユニットが、本発明による方法を実施するために形成されていること、
が重要である。

【0032】

本発明による鑄造圧延設備は、好ましくは、ストランドガイド内のストランド材の溶湯先端の位置を調整するための溶湯先端調整回路、スリップ検出ユニット、及び／又は、その厚さがロールスタンドの間で所定の厚さ閾値を下回った時に、ストランド材が、そこでループ形成のために適切に弾性もしくは柔軟性を有する場合に、圧延トレインの2つの、好ましくは隣接するロールスタンドの間のストランド材のマスフローを調整するためのマスフロー調整回路を有する。30

【0033】

圧延トレインは、 $n = 1 \sim L$ 個の粗スタンドと $n = L + 1 \sim N$ 個の仕上げロールスタンドを備える。この場合、本発明により目標回転数が設定される、圧延トレインの第1のロールスタンドは、粗スタンドである。40

【0034】

本発明による方法及び本発明による鑄造圧延設備の有利な構成は、従属請求項の対象である。

【0035】

本発明には、全部で6つの図が添付されている。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】従来技術による鑄造圧延設備

【図2】図1の従来技術による鑄造圧延設備の詳細図

【図3】連続鑄造機と圧延トレインの駆動装置の本発明による上位での同期化の概略図50

【図4】溶湯尖端の位置を計算するための凝固モデルとその入力値及び出力値

【図5】ストランドガイド内の駆動される個々のストランドガイドローラの駆動装置のトルク分配を計算するための連続鋳造機駆動モデルとその入力値及び出力値

【図6】ストランド材の制御されたループ形成によるマスフロー調整用の例

【発明を実施するための形態】

【0037】

本発明を、以下で、図3～6に関連させて実施例の形態で詳細に説明する。

【0038】

図3は、本発明の根底にある、連続鋳造機110と圧延トレイン120の両方の駆動装置を制御するための概要を示す。本発明によるコンセプトの原点は、溶湯尖端の位置をストランドガイド112内の所定の目標位置 X_{Sol1} へ調整するための調整回路130である。目標位置 X_{Sol1} は、経路成分の所定の位置 x に一致する。溶湯尖端調整回路130によれば、溶湯尖端160のそれぞれ現在の実位置は、溶湯尖端調整回路130の調整区間を構成する凝固モデル134によってシミュレートもしくは理論計算される。このように算定された実位置 X_S は、所定の目標位置 X_{Sol1} と比較され、比較時に場合によっては確定される偏差が、調整値として調整器132に入力値として供給される。次に、調整器は、調整偏差に応じて並びに所定の調整戦略に基づいて、溶湯尖端の位置に影響を与えるのに適した、所定の調整値133用の適切な値を算定する。これら調整値は、特に鋳型及び／又はストランドガイド、合せて鋳造機内のストランド材の冷却の強さ、横断面サイズ、特にストランドガイド内及び外の所定の箇所でのストランド材の厚さ $h(x)$ 、鋳造速度 V_G 及び鋳造機のジオメトリである。調整器によって算定された適切な値もしくは値の変化は、入力値133として凝固モデルに供給される。鋳造圧延設備110の、特に連続鋳造機110の定常状態で、前記操作値133は、変化したとしても、ほんの僅かでしかない。凝固モデルによって供給された変化した入力値に基づいて新たに計算された溶湯尖端160の実位置が、所望の目標位置に良好に適応されることが期待される（図4参照）。

【0039】

これら操作値の2つ、即ちストランドガイド112の出口でのストランド材200の厚さ H_0 と鋳造速度 V_G の値とは、それぞれ連続鋳造機110の定常状態で、入力値として圧延トレイン120用のパススケジュールモデル126に適用される。更に、パススケジュールモデルには、好ましくは第1及び第2のロールスタンドの出口での厚さ H_1 、 H_2 も入力値として供給される。これら厚さ H_1 、 H_2 は、パススケジュールモデルによって自立的に算定することもできる。これは、有利には、例えば目標厚さ及びロールスタンドの負荷限度の基準下で可能である。次に、パススケジュールモデル126は、前記入力値に応じて、先ず第1のロールスタンド n_1 の駆動装置124_1用の目標回転数 n_{Sol1} と、圧延トレインに存在する限りの残りのロールスタンド122 $n_2 \sim 122_N$ の駆動装置124_n用の目標トルク $M_{n_{Sol1}}$ を計算する。次に、第1のロールスタンド122_1の駆動装置124_1用のこのように計算された目標回転数 n_{Sol1} が、圧延トレインの駆動制御装置128へ出力され、これにより、この駆動制御装置が、更にまた駆動装置124_1を相応に制御する。場合によっては、駆動制御装置128への第1のロールスタンド用の目標回転数の設定は、修正値 d_n を考慮して行なわれる。

【0040】

パススケジュールモデル126によって計算された目標トルク $M_{n_{Sol1}}$ の $2 < n \leq N$ の駆動装置124_nへの適用は、基本的に駆動制御装置128を介して行なわれる。駆動装置用のこのトルク適用は、基本的に、任意に薄いストランド材用に、特に0.6 mm超の厚さを有するストランド材用の実現可能である。この第1の選択肢は、図3には図示されていない。

【0041】

これに対して、図3は、 $k \geq 1$ の k 番目のロールスタンド122_kの後のストランド

10

20

30

40

50

材の厚さが、所定の厚さ閾値 H_Lim を下回る場合用の第2の選択肢を示す。この場合には、第1の選択肢に対して選択的に、第2の選択肢により、これらロールスタンドの領域内でもマスフローを、第1のロールスタンド 122_1 によって設定されたマスフローに応じて一定に保持するために、 $k+1 < n \leq N$ のロールスタンド 122_n 用の $k+1 < n \leq N$ かつ $k \geq 1$ の駆動装置 124_n が、パススケジュールモデルによって設定された目標トルクの作用を受ける。その代わりに、後続のスタンドの領域内のマスフローは、少なくともこれらスタンドの個々の間にループ調整装置が設けられていることによって一定に保持される。

【0042】

それ自身公知のマスフロー調整回路 140 用の例は、図6に示され、2つのスタンドの間のマスフローは、マスフローオブザーバ 142 によって監視もしくは検出され、これにより、次に、マスフロー調整器 144 が、適切な制御信号を、駆動制御装置 128 へもしくはループ貯蔵器の前及び／又は後に配置されたロールスタンド 122_n の駆動装置へ出力することができる。

【0043】

図3に更に認められるように、前記操作パラメータ、即ち、定常状態にある時の、連続鋳造機 110 の出口でのストランド材 200 の厚さ H_0 と鋳造速度 V_G とが、圧延トレイン用のパススケジュールモデル 126 だけでなく連続鋳造機駆動モデル 115 にも入力値として供給される。更に、連続鋳造機駆動モデルは、凝固モデルによって計算された、ストランド材が未だ凝固していない間の、経路成分 x に沿ったシェル厚さの分配 $f(x)$ と、同様に凝固モデルによって計算された、経路成分 x に沿ったストランド材 200 の厚さ分配 $h(x)$ と、ストランドガイド内の個々の駆動装置の全ての目標トルクの合計に一致する所定の総引抜きトルク M_G とを受け取る。これら入力パラメータに基づいて、連続鋳造機駆動モデル 115 は、ストランドガイド 112 内の個々の駆動装置 114_i 用の適切な目標トルク M_{i_Sol} を計算する。これら目標値は、ストランドガイドローラ駆動制御装置 117 を介して駆動装置 114_i へ出力される（図5も参照）。

【0044】

図5は、前記連続鋳造機駆動モデル 115 とその入力値を示し、これら入力値を、これから、経路成分 x に沿ったストランドガイド 112 内の個々の駆動装置 114_i 用の所定の目標トルク M_{i_Sol} の適切な分配を計算するために、連続鋳造機駆動モデルが評価する。図5に認められるように、目標トルクの値は、 x 方向でまず鋳型の出口以降で始まり、溶湯尖端の現在の位置 X_S_Ist の高さの所で所定の最大値に達するまで、増加する。次に、駆動装置のトルクのこの最大値は、ストランドガイド内で、その冶金的長さ L_G に達するまで維持される。

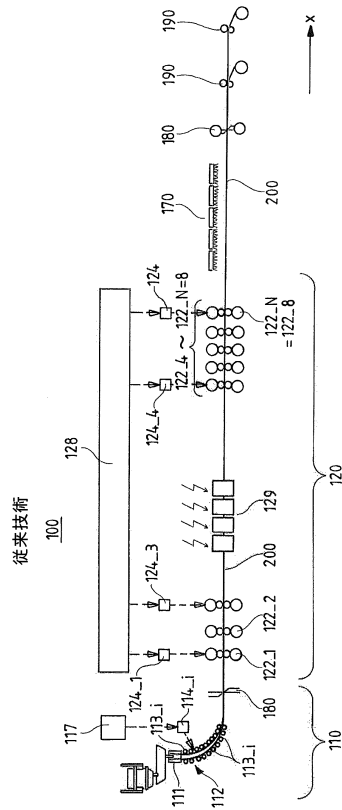
【符号の説明】

【0045】

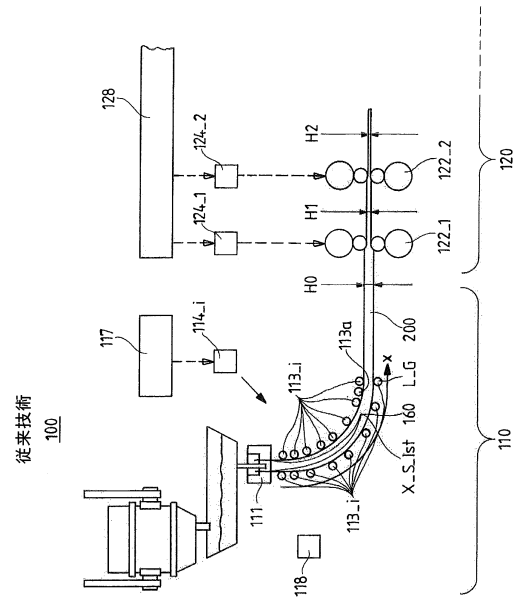
100	鋳造圧延設備	
110	連続鋳造機	
111	鋳型	
112	ストランドガイド	40
113_i	駆動される i 番目のストランドガイドローラ	
113_a	駆動されないストランドガイドローラ	
114_i	i 番目のストランドガイドローラ用の駆動装置	
115	連続鋳造機駆動モデル	
117	ストランドガイドローラ駆動制御装置	
118	スリップ検出ユニット	
120	圧延トレイン	
122_n	n 番目のロールスタンド	
124_n	n 番目のロールスタンドのロール用の駆動装置	
126	パススケジュールモデル	50

1 2 8	駆動制御装置	
1 2 9	誘導加熱装置	
1 3 0	溶湯尖端調整回路	
1 3 2	調整器	
1 3 3	操作値（凝固モデルの入力値）	
1 3 4	調整区間＝凝固モデル	
1 4 0	マスフロー調整回路	
1 4 2	マスフローオブザーバ	
1 4 4	マスフロー調整器	
1 6 0	溶湯尖端	10
1 7 0	冷却区間	
1 8 0	分離装置	
1 9 0	巻取り装置	
2 0 0	ストランド材	
d_n	第1のロールスタンドの目標回転数の修正値	
f(x)	位置xでのストランド材のシェルの厚さ	
g(x)	位置xでのストランド材の温度	
h(x)	位置xでのストランド材の厚さ	
H 0	連続鋳造機の出口でのストランド材の厚さ	
H 1	1番面のロールスタンドの出口でのストランド材の厚さ	20
H 2	2番面のロールスタンドの出口でのストランド材の厚さ	
H k	k番面のロールスタンドの出口でのストランド材の厚さ	
H N	圧延トレインを出る時の熱間ストリップの厚さ	
H_L i m	ストランド材の所定の厚さ閾値	
i	ストランドガイドローラの実行パラメータもしくはロールスタンド	
の番号		
k	パラメータ	
L	圧延トレイン内の粗スタンドの数	
L_G	連続鋳造機の冶金的長さ	
M_G	総引抜きトルク	30
M i _S o l l	i番目のストランドガイドローラ用の目標トルク	
M n _S o l l	n番目のロールスタンド用の目標トルク	
n	ロールスタンドの実行パラメータもしくはロールスタンドの番号	
N	圧延トレイン内のロールスタンドの最大数もしくは最後のロールス	
タンド		
n n _S o l l	n番目のロールスタンドの目標回転数	
n 1 _S o l l	第1のロールスタンド用の目標回転数	
V_G	鋳造速度	
x	鋳造方向の経路座標	
X_S_I s t	溶湯尖端の実位置	40
X_S_S o l l	溶湯尖端の位置用の目標位置	

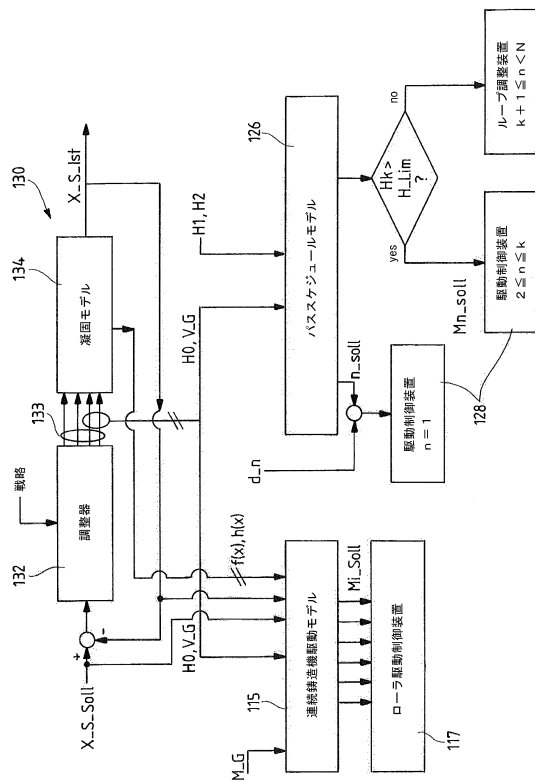
【図 1】



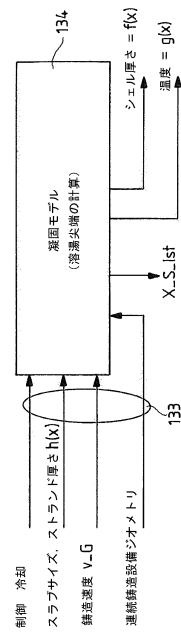
【図 2】

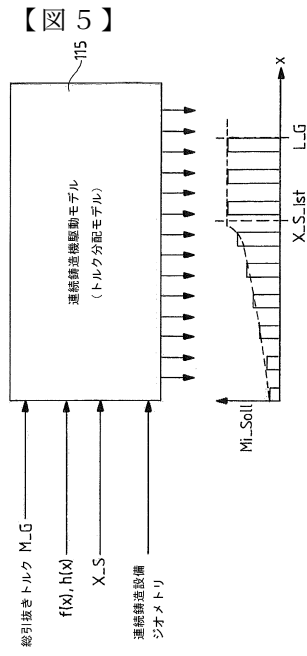


【図 3】



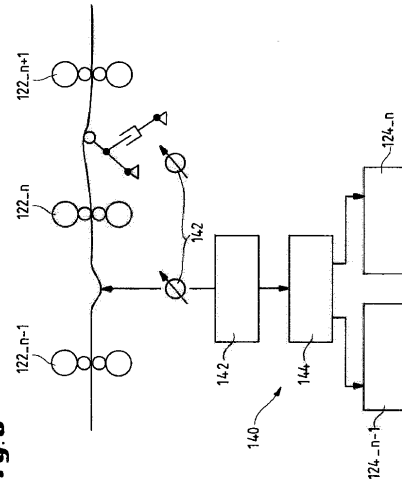
【図 4】





【図 6】

Fig. 6



フロントページの続き

- (72)発明者 ブロイアー・ミヒャエル
ドイツ連邦共和国、5 7 2 7 1 ヒルヒェンバッハ、シュタイラー・ヴェーク、6
(72)発明者 ヴェイヤー・アクセル
ドイツ連邦共和国、4 2 3 4 9 ヴッパートール、ナハティガレンヴェーク、4 7

審査官 坂本 薫昭

- (56)参考文献 特開平0 1－2 1 5 4 0 6 (J P, A)
特表2 0 0 0－5 0 7 5 0 3 (J P, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 2 2 D 1 1 / 1 2, 1 1 / 1 2 8, 1 1 / 1 6
B 2 1 B 1 / 4 6, 3 7 / 0 0