

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第 2 部門第 2 区分  
 【発行日】平成 18 年 11 月 9 日 (2006.11.9)

【公開番号】特開 2000-317511 (P2000-317511A)  
 【公開日】平成 12 年 11 月 21 日 (2000.11.21)  
 【出願番号】特願 平 11-305930  
 【国際特許分類】

**B 2 1 B 37/00 (2006.01)**

【F I】

B 2 1 B 37/00 1 1 3 Z

B 2 1 B 37/00 Z

B 2 1 B 37/00 B B H

【手続補正書】

【提出日】平成 18 年 9 月 25 日 (2006.9.25)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下記の (a) ~ (a) :

- (a) 2 本の圧延支柱 (11) を有する保持圧延スタンド (1) と、  
 (b) 圧延スタンドの支柱間に重ねて配置された少なくとも 2 つの作業ロール (12、12') と、  
 (c) 圧下部 (22) の流入部と流出部との間の、製品 (2) と両ロールとが接触する際の 2 つの弧 (20、20') によって規定される圧下部 (22) 内で、圧延操作中の製品 (2) の前進運動を制御する手段 (16) と、  
 (d) 圧延スタンド (1) および製品 (2) の機械特性および物理的特性およびロール圧下部中の金属の流動状態に依存し且つ作業ロール (12、12') 間の距離 (10) を大きくし易いスタンドの種々の部材の降伏効果を決定する圧延荷重を作業ロール (12、12') 間に加えて上記距離 (10) を所定の厚さの減少度に対応する値に調整し且つ上記距離 (10) をロールパス中維持するための、各ロールおよび圧延スタンドに取り付けられた締め付け手段 (17) と、  
 (e) 数学的モデルと組み合わせたコンピュータ (40) を備えた計算ユニット (4) で制御される、上記締め付け手段の調整手段 (31、32) と、  
を有する設備で一連のパスによって金属製品を圧延する方法において、

圧延操作中、圧延する製品 (2) となる金属の微細構造の変化を考慮しながら、数学的モデル (40) と組み合わせた計算ユニット (4) が、各パス (x) の前に、該当のパス (x) において実施する変形に対応する金属の予測可能な流動応力の値を決定し、所望の厚さの縮小 (ex-1-ex) を達成するため加える圧延荷重 (F x) が、流動応力および圧延中の前記流動応力の変化に予測された値に従って、各パス前に計算されることを特徴とする圧延方法。

【請求項 2】

圧延パスに加える圧延荷重 (F x) を、前記パス (x) 中の金属の圧下部 (22) に沿った、流動応力の予測可能な変数を考慮に入れて測定する請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

流動応力の予測可能な変数を考慮に入れるため、圧下部を、それぞれが圧延間の一連の

p 個の隣接する基本部分 ( $M_1, M_2, \dots, M_i, \dots, M_p$ ) ロール間の製品の前進運動の基本長さに対応して分割し、厚さ ( $e_{i-1}$ ) の入口部分と厚さ ( $e_i$ ) の出口部分の間の各部分 ( $M_i$ ) における製品の基本変形 ( $\epsilon_i$ ) とし、ここで、数学モデルにより提供されたデータを基に、各部分 ( $M_i$ ) に対して、コンピュータ (4、40) が前記基本変形 ( $\epsilon_i$ ) に対応する金属の流動応力の予測可能な値 ( $I$ ) を決め、ここから該当する部分 ( $M_i$ ) に加える基本圧延荷重 ( $dF_i$ ) を演繹して、前記基本変形 ( $\epsilon_i$ ) を提供し、基本荷重 ( $dF_i$ ) を連続部分 ( $M_1, M_2, \dots, M_i, \dots, M_p$ ) に組み込むことによって、コンピュータは所望の厚さの縮小を獲得するために加える圧延荷重全体を決め、こうして計算された全体荷重について、ロール (12、12') 間の距離 ( $e'x$ ) を維持する締め付け手段 (17) の調整を制御し、圧下部沿いの金属の降伏状態および前記全体荷重から生じる降伏効果を考慮に入れながら、所望の厚さの縮小 ( $e_{x-1} - e_x$ ) を獲得することができることを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

#### 【請求項 4】

先行パス中の金属の微晶質状態の変化から得られた金属の予測可能な流動応力の値を考慮して、パス ( $x$ ) 中に加えられる圧延荷重 ( $F_x$ ) を決定する請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の方法。

#### 【請求項 5】

該当するパス ( $x$ ) の間、あるパスから次のパスにわたる圧下部に沿った金属の微細構造の予想できる変化を考慮するため、製品 (2) の厚さおよび温度と前記パス ( $x$ ) に入る前の前進速度を含むいくつかの圧延パラメータに関し、予め各パス  $x$  について、圧延機 (1) の容量に合った予想可能な圧延荷重  $F_x$  を導く厚さの最大の縮小値を計算しておいて、コンピュータ (4、40) が反復して加えるべき圧延スキームを決定することを特徴とし、各圧延パス ( $x$ ) が厚さの縮小 ( $e_{x-1} - e_x$ ) を実施する時、 $n$  個の連続パスにおいて厚さ ( $e_0 - e_n$ ) を全体的に縮小できるようにする圧延スキームに従って圧延操作が実施される請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の方法。

#### 【請求項 6】

コンピュータ (4) をパス中の、各々の瞬間に用いられる圧延荷重、製品 (2) の前進速度および前記製品の圧延機 (1) の入口および出口それぞれにおける温度を含む一組の圧延パラメータの有効値の恒常的な測定手段 (34、35、36) と組み合わせることができ、各パス ( $x$ ) において、コンピュータ (4) がこれらの有効測定値と、圧延スキームを決定する際に前記パス ( $x$ ) に対して初めに考えられた前記パラメータの値とを比較し、前記スキームの計算を見直し、もし必要ならば後に続くパスの圧延スキームに適應させるため、考慮されたパラメータの修正率を加えることができることを特徴とする請求項 5 に記載の方法。

#### 【請求項 7】

先行パスにおいて、また該当するパス ( $x$ ) の圧下部に沿って、製品 (2) が圧延スタンド (1) に入る前に測定された温度、前記部分 ( $M_i$ ) における変形速度および圧延操作中の製品の微細構造の変化を考慮して、圧下部 (22) における各部分 ( $M_i$ ) における流動応力の予測可能な値 ( $I_i$ ) が圧下部 (22) の位置に関し、コンピュータ (4、40) によって決定されることを特徴とする請求項 3 ~ 6 のいずれか一項に記載の方法。

#### 【請求項 8】

圧延操作中の金属の微晶質の変化を考慮するため、類似の微晶質挙動を有する金属系に有効な少なくとも 1 つのモデリング方程式が、この系の少なくとも 1 つの典型的な金属の試料片に実施した熱変形テストを基に作成される (ここで、前記方程式は典型的金属の組成に関連するパラメータ式に依存する)、こうして作成した最初の方程式は数学モデルにグラフト化し、典型的な金属と同系の金属から成る製品を圧延するため、圧延する金属と組成が少なくとも類似である金属に実施した変形テストの結果に関する前記理論式のパラメータを修正して、圧延する金属用にモデルを補正することを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の圧延方法。

#### 【請求項 9】

モデリング方程式を規定するために、金属の変形速度と関連し、少なくとも1つの変形領域（ⅠⅠⅠ）における流動応力に関してほぼ線形に変化する中間値を定め、一定に保たれた一連の変形温度および速度に実施した変形テストを基に、加工硬化曲線を作成し、このため、前記中間値の変数は、前記変形領域（ⅠⅠ）において、流動応力の変化と組み合わせ、コンピュータ（40）で積分しやすい、少なくとも1つの一次微分方程式に対応する一群の直線（61、62、、、）によってほぼ表されることを特徴とする請求項8に記載の方法。

【請求項10】

このような加工硬化曲線を基に、変形を流動応力と連合させた少なくとも2つの微分方程式を作成することができ、それぞれ第一方程式は線形で、解析積分によって流動応力に関する変化を表し、第二方程式はデジタルで積分しやすく、予測可能な流動応力を所望の変形に応じて決定できることを特徴とする請求項9に記載の方法。

【請求項11】

各試験において一定に保たれた種々の温度および種々の変形速度で、その組成が少なくとも圧延する製品に近い、少なくとも一種の金属の一連の試料に対して実施した熱間変形試験の結果を基にモデリング方程式を作成することを特徴とする請求項8～10のいずれか一項に記載の方法。

【請求項12】

試料に実施した均一圧縮熱間試験を基にモデリング方程式を作成することを特徴とする請求項11に記載の圧延方法。

【請求項13】

モデリング方程式は、各シリーズにおいて決められた組成を有する複数シリーズの金属試料に対して実施されたの複数シリーズの圧延変形テストを基に作成されるが、異なる初期粒子サイズの、モデルが修正される組成の領域に有意な金属を適用するために異なるシリーズの組成が選択され、予測可能な圧延条件を考慮ながらモデルが修正される応力領域に有意な異なる温度および変形速度で、各シリーズに対して試験が実施されることを特徴とする請求項11または12に記載の方法。

【請求項14】

最初に典型的な金属のモデリング方程式を作成し、数学モデルにグラフ化するが、最初に少なくとも一回の圧延パスを、圧延する金属でできた少なくとも一種の製品に、従来通り調整した少なくとも1つの圧延スタンド（1）において実施し、パスそれぞれにおいて、一方では実際に加えた圧延荷重を、もう一方では、モデリング方程式を用いて理論的に加える圧延荷重を決定するためコンピュータ（4、40）を用いた圧延パラメータを測定して、これらの式を圧延する金属用に修正し、デジタル回帰方法を用いて、前記初期方程式のパラメータに対する修正を規定し、圧延する金属に特有の方程式を提供することができることを特徴とする請求項8～10いずれか一項に記載の方法。

【請求項15】

それぞれ一定の温度および一定の速度で実施した変形テスト結果を基に、線形で、変形速度と連係した流動応力の中間関数の変化を表す第一のモデリング方程式を作成できる少なくとも1つの領域（ⅠⅠ、ⅠⅠⅠ）を決め、決めたことを基に、解析積分によって、前記領域（ⅠⅠ、ⅠⅠⅠ）で流動応力に関する変化を表す第2のモデリング方程式を決め、第2のモデリング方程式をデジタル回帰リバースして、コンピュータは付与する変形に関し、また各パスについて、スタンドの入口で圧延パラメータを考慮しながら、金属の流動応力の予測可能な値を決定し、前記変形を得るために加えられる圧延荷重を演繹することを特徴とする請求項8～14いずれか一項に記載の方法。

【請求項16】

それぞれ一定の温度および一定の速度で実施した変形テスト結果を基にして下記の（a）～（f）を実行する請求項15に記載の圧延方法：

（a）各温度Tに対して、流れ応力 に関して焼き戻し - 圧延速度 =  $d / d$  の変化の一連の代表曲線を含む第一加工硬化曲線を作成し、

(b) 各曲線に関するデジタルデータを変換して、正規化した流動応力  $\sigma^* = \sigma / \mu(T)$  (ここで、 $\mu(T)$  は該当する温度における剪断弾性係数である) に関する変化を表す一連の曲線を含む第2の正規化加工硬化曲線を作成し、

(c) ここで、前記曲線はそれぞれ、曲線 I I、I I I の少なくとも1つの領域に位置するほぼ直線的な部分を少なくとも一部有し、前記直線部分が各領域においてほぼ平行である、

(d) ほぼ直線的な部分は下記のようなタイプの第一方程式に従ってモデル化し：

$$k^* + k' = 2 \quad \sigma^* = b^2 d^* / d$$

一方で中間変数として、下記の転移密度  $\phi$  を用い、

$$\phi = \mu b$$

(e) 少なくとも各領域 I I、I I I に第2モデリング方程式を作成するため、

$$x = b^* = \sigma^* / \mu = \sigma^* \text{ および } x_s = -k' / k \text{ を定義し、第一方程式の解析積分を実施し、}$$

$$\phi = -2 / k b^2 [ X_s \ln(1 - x / x_s) + x ] +$$

(ここで、 $\phi$  は積分定数である)

(f) それぞれの領域 I I、I I I に、圧延スタンドに流入する際、金属の予測可能な温度および予測可能な変形速度に対応する第2加工硬化曲線の曲線の直線部分を基にして、パラメータ  $k$  および  $k'$  を決める。

#### 【請求項17】

加工硬化曲線の各領域 I I、I I I において、圧延スタンドに流入する際の金属の結晶状態を表す温度およびパラメータを基に、デジタル回帰法に従って第一モデリング方程式の係数  $k$  および  $k'$  をコンピュータで決定できる請求項16に記載の方法。

#### 【請求項18】

圧下部に沿った流動応力の変化を考慮するため、前者をそれぞれが基本変化 ( $\sigma_i$ ) に対応する一連の連続部分  $M_1, M_2, \dots, M_i, \dots, M_p$  に分割し、コンピュータは各パスの前に、スタンドの入口で測定した圧延パラメータに関して、前記部分 ( $M_i$ ) それぞれにおける予測可能な流動応力 ( $\sigma_i$ ) を、第2モデリング方程式を基本変化 ( $\sigma_i$ ) に関してデジタル回帰リバースによって決定し、該当部分  $M_i$  において認識し、そこから前記部分  $M_i$  に加える基本圧延荷重  $dF_i$  が演繹され、全体圧延荷重は圧下部に沿った前記基本荷重の解析により計算される請求項15～17のいずれか一項に記載の方法。

#### 【請求項19】

圧延パラメータが各圧延パス中に測定されるため、コンピュータは、圧延スキームにより予測される厚さの縮小について計算した全体圧延荷重がユニットの容量に適しているかどうか、また前記の予測された厚さの縮小によって前記容量を最適に使用することができるかどうかを検査することができ、またコンピュータで前記容量を検査し、必要ならばそれ以降の圧延スキームを変更することもできる請求項1～18のいずれか一項に記載の方法。