(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年8月13日(13.08.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/162004 A1

(51) 国際特許分類:
B21B 37/76 (2006.01) *B21B 45/02* (2006.01)
B21B 37/28 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/047030

(22) 国際出願日： 2019年12月2日(02.12.2019)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2019-020771 2019年2月7日(07.02.2019) JP

(71) 出願人：ＪＦＥスチール株式会社(**JFE STEEL CORPORATION**) [JP/JP]；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号 Tokyo (JP).

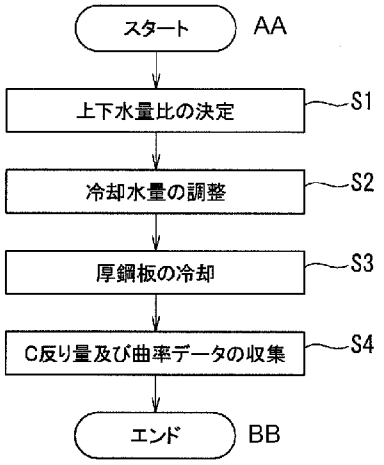
(72) 発明者：上岡 悟史(**UEOKA Satoshi**)；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号 ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 平野 貴大(**HIRANO Takahiro**)；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号 ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 熊野 桜里(**KUMANO Ori**)；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号 ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人：田 中 秀 ▲ て つ ▼，外 (**TANAKA Hidetetsu** et al.)；〒1056032 東京都港区虎ノ門四丁目３番１号 城山トラストタワー３２階 特許業務法人日栄国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) **Title:** METHOD OF COOLING CONTROL FOR THICK STEEL PLATE, COOLING CONTROL DEVICE, AND METHOD OF PRODUCING THICK STEEL PLATE

(54) 発明の名称： 厚鋼板の冷却制御方法、冷却制御装置及び厚鋼板の製造方法



S1 Determine up/down water ratio
S2 Adjust amount of cooling water
S3 Cool thick steel plate
S4 Collect C-warping amount and curvature data
AAStart
BBEnd

(57) **Abstract:** Provided are a method of cooling control for a thick steel plate, a cooling control device, and a method of producing a thick steel plate, which make it possible to accurately adjust an up/down water ratio and suitably prevent C-warping of a thick steel plate during cooling of the thick steel plate. This method of cooling control for a thick steel plate comprises: an up/down water ratio determination step (step S1) for determining an up/down water ratio with respect to a thick steel plate (S) to be cooled such that a C-warping amount δ and/or curvature k of the thick steel plate (S) to be cooled is within a target permissible range, on the basis of operating conditions for a past thick steel plate (S), an up/down water ratio with respect to a past thick steel plate (S) when cooling under the operating conditions of the past thick steel plate (S) had been implemented, and a C-warping amount δ and/or curvature k of a past thick steel plate (S) as measured at a shape measurement instrument (7) arranged at an outgoing side of a cooling zone (4) when cooling under the operating

WO 2020/162004 A1

[続葉有]

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

conditions of the past thick steel plate (S) had been implemented; and a cooling water amount adjustment step (step S2) for adjusting an amount of cooling water being sprayed onto the thick steel plate S so as to reach the up/down water ratio determined in the up/down water ratio determination step (step S1).

(57) 要約：厚鋼板の冷却に際して上下水量比を正確に調整し、厚鋼板のＣ反りを適切に防止することができる厚鋼板の冷却制御方法、冷却制御装置及び厚鋼板の製造方法を提供する。厚鋼板の冷却制御方法は、過去の厚鋼板（Ｓ）の操業条件、過去の厚鋼板Ｓの操業条件の冷却を実施したときの過去の厚鋼板（Ｓ）に対する上下水量比、及び過去の厚鋼板（Ｓ）の操業条件の冷却を実施したときの冷却ゾーン４の出側に配置された形状測定計（７）で測定された過去の厚鋼板（Ｓ）のＣ反り量δ及び曲率ｋの少なくとも一方に基づいて、冷却する厚鋼板（Ｓ）のＣ反り量δ及び曲率ｋの少なくとも一方が目標許容範囲内となるような、冷却する厚鋼板（Ｓ）に対する上下水量比を決定する上下水量比決定工程（ステップＳ１）、上下水量比決定工程（ステップＳ１）で決定された上下水量比となるように厚鋼板Ｓに噴射される冷却水量を調整する冷却水量調整工程（ステップＳ２）とを含む。

明　細　書

発明の名称 ：

厚鋼板の冷却制御方法、冷却制御装置及び厚鋼板の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、厚鋼板の冷却制御方法、冷却制御装置及び厚鋼板の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 厚鋼板の製造に際しては、鋼板に要求される機械的性質、特に強度と靭性を確保する必要がある。これを達成するために、熱間圧延後の高温の鋼板を同一ラインにてそのまま加速冷却したり、あるいは熱間圧延後の高温の鋼板を一旦室温まで空冷し、オフラインで再加熱し、その後冷却する作業が行われる。これらの冷却では、厚鋼板に要求される材質上の特性を確保するために、冷却速度を大きくすることが必要である。また、材質の均一性を確保し、冷却時の歪みの発生を抑制するために冷却が板面全体にわたって均一に行われることが重要である。特に、冷却歪が発生した場合、冷却後の鋼板をローラー矯正機やプレスなどの矯正機を用いて、鋼板の平坦度を確保することが必要となり、追加工程が発生することから納期短縮の大きな障害となる。

[0003] 厚鋼板の水冷後の形状として、鋼板の幅方向両端部の高さと幅方向中央部の高さとが異なるいわゆるＣ反りと呼ばれる形状不良が発生することが多い。このＣ反りは、一般的には、冷却時の鋼板の上面と下面との温度偏差に起因して発生していると言われる。これに対し、鋼板に対する上側からの冷却水量と下側からの冷却水量との水量比を調整することによりＣ反りを防止している。

[0004] 従来の上下水量比を調整するものとして、例えば、特許文献１乃至４に示すものが知られている。

特許文献１に示す熱間圧延鋼板の平坦度形状不良防止冷却方法は、熱間圧延された鋼板を鋼板の長手方向に移送しながら上下に配置したノズルから鋼

板に冷却水を供給して冷却する方法である。そして、冷却装置長手方向で冷却水上下注水量が制御可能な長さ単位を冷却ゾーンとする複数の冷却ゾーン毎に、各冷却ゾーン入側で鋼板の長さ単位にその上下面温度差を検出する。そして、検出した上下面温度差に基づいて当該冷却ゾーンにおける鋼板の単位長さに対する上下注水量比を修正制御するものである。

[0005] また、特許文献２に示す厚鋼板の冷却制御方法は、過去の製造実績から、冷却される厚鋼板の平坦度合格率が所定値異常になる冷却装置の上下水量比を決定する工程を有する。そして、決定された上下水量比、および、これ以外の製造条件から、厚鋼板の幅方向における冷却後の温度の分布を予測する工程を有する。また、当該冷却制御方法は、予測した冷却後の温度の分布幅が一定値以下になる、厚鋼板の幅方向における冷却水の流量分布を決定する工程を有する。そして、決定された上下水量比、および、決定された冷却水の流量分布となるように、冷却装置へと供給される冷却水の水量を、厚鋼板の冷却中に変動させるように制御する工程を有する。

[0006] また、特許文献３に示す厚板製造方法は、熱間圧延鋼板を、加速冷却した後に冷却床で徐冷を行い、加速冷却の冷却条件を制御することで加速冷却後の鋼板形状を所定の鋼板形状に制御する厚板製造方法である。製品の種類毎に、冷却床の入側で鋼板形状と出側での鋼板形状との相関関係を、予め求めておく。そして、その予め求めた相関関係に基づき、冷却床出側での鋼板形状が製品として許容可能な鋼板形状となる冷却床入側での鋼板形状を推定し、その推定した鋼板形状となるように加速冷却の条件を調整するものである。

[0007] 特許文献４に示す制御冷却鋼板の形状制御方法は、厚板製造ラインにおいて、圧延機の下流側にロールベンディング機能を持った熱間矯正機と、その下流に加速冷却設備を配置する。そして、加速冷却装置の内部に鋼板表裏面温度測定温度計、加速冷却装置の直後に鋼板表面温度分布計と鋼板表面温度計と鋼板形状計を配置する。これらから得た鋼板形状情報と温度情報とから、加速冷却後常温に冷却した際の鋼板形状を推定する。また、形状・温度の

絶対量から次材に対する熱間矯正機のロールベンディング量、加速冷却時の上下水量比率を短時間で自動計算する。そして、次冷却材に対して自動補正し、連続操業において製造する一連の加速冷却鋼板の最終形状を確保するものである。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特公平６－８９４１１号公報

特許文献2：特開２０１６－２０９８９７号公報

特許文献3：特開２００９－１９１２８６号公報

特許文献4：特開平１０－５８６８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかし、特許文献１に示す熱間圧延鋼板の平坦度形状不良防止冷却方法、特許文献２に示す厚鋼板の冷却制御方法、特許文献３に示す厚板製造方法及び特許文献４に示す制御冷却鋼板の形状制御方法には、以下の問題点があった。

即ち、特許文献１に示す熱間圧延鋼板の平坦度形状不良防止冷却方法の場合、各冷却ゾーンの入側で鋼板の上下面温度差を検出するため、鋼板の冷却直後の下面温度を測定する必要がある。鋼板の下面は、鋼板からのスケールの脱落や冷却水や蒸気などにより、一般的に使用されている放射温度計では、長期間にわたって安定的に測定することが困難である。また、熱処理のように鋼板を室温まで冷却する処理をした場合には、そもそも鋼板の上下面温度が均一化しており、測定自体が無意味なものになってしまう。

[0010] 特許文献２に示す厚鋼板の冷却制御方法の場合、過去の製造実績から、冷却される厚鋼板の平坦度合格率が所定値異常になる冷却装置の上下水量比を決定する。このため、原理的には効果が期待できる。しかし、平坦度合格率で判断するため、１００～５００個程度の同一条件の情報を記録しておく必

要があり、記録数が非常に多くなる。また、機械の経時劣化などに起因した変化が起こった場合に、追従させることが困難である。

[0011] 特許文献３に示す厚板製造方法の場合、製品の種類毎に、冷却床の入側で鋼板形状と出側での鋼板形状との相関関係を予め求めておく。その予め求めた相関関係に基づき、冷却床出側での鋼板形状が製品として許容可能な鋼板形状となる冷却床入側での鋼板形状を推定する。そして、その推定した鋼板形状となるように加速冷却の条件を調整するが、実際にどのような冷却条件にすべきかについては記載されていない。

[0012] 特許文献４に示す制御冷却鋼板の形状制御方法の場合、冷却停止温度が境界温度以上で鋼板形状が歪みと判定された場合の次鋼材に対する制御冷却装置での上下水量比率補正量ΔＷｕｈは次の（１）式で算定される。また、冷却停止温度が境界温度未満で鋼板形状が歪み又は反りと判定された場合の次鋼材に対する制御冷却装置での上下水量比率補正量ΔＷｕｓは次の（２）式で算定される。

ΔＷｕｈ＝（Ｍ，ｔ，Ｔｔ，ΔＴ$_{ou}$）…（１）

ΔＷｕｓ＝（Ｍ，ｔ，Ｔｔ，Ｈｈｓ）…（２）

ここで、Ｍ：制御冷却装置の下部水量密度、ｔ：鋼板の厚さ、Ｔｔ：冷却停止温度、ΔＴ$_{ou}$：鋼板の表裏面温度差、Ｈｈｓ：歪み量又は反り量

このように、上下水量比率補正量ΔＷｕｈはＭ，ｔ，Ｔｔ，ΔＴ$_{ou}$の関数で算出され、ΔＷｕｓはＭ，ｔ，Ｔｔ，Ｈｈｓの関数で算出されるので、これらの関数が正しくない場合には、次の鋼材に対する上下水量比率の補正量を正確に算出できない。

[0013] このように、特許文献１乃至４にあっては、鋼板の冷却に際して上下水量比を正確に調整できないことがあり、鋼板のＣ反りを適切に防止できないことがあった。

本発明はこの従来の問題点を解決するためになされたものである。その目的は、厚鋼板の冷却に際して上下水量比を正確に調整し、厚鋼板のＣ反りを防止することができる厚鋼板の冷却制御方法、冷却制御装置及び厚鋼板の製

造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0014] 上記課題を解決するために、本発明の一態様に係る厚鋼板の冷却制御方法は、厚鋼板を搬送方向に冷却ゾーンを通過させながら冷却制御する厚鋼板の冷却制御方法であって、過去の厚鋼板の操業条件、該過去の厚鋼板の操業条件の冷却を実施したときの過去の厚鋼板に対する上下水量比、及び前記過去の厚鋼板の操業条件の冷却を実施したときの冷却ゾーンの出側に配置された形状測定計で測定された過去の厚鋼板のＣ反り量及び曲率の少なくとも一方に基づいて、冷却する厚鋼板のＣ反り量及び曲率の少なくとも一方が目標許容範囲内となるような、冷却する厚鋼板に対する上下水量比を決定する上下水量比決定工程と、該上下水量比決定工程で決定された上下水量比となるように厚鋼板に噴射される冷却水量を調整する冷却水量調整工程とを含むことを要旨とする。

[0015] また、本発明の別の態様に係る厚鋼板の冷却制御装置は、厚鋼板を搬送方向に冷却ゾーンを通過させながら冷却制御する厚鋼板の冷却制御装置であって、過去の厚鋼板の操業条件、該過去の厚鋼板の操業条件の冷却を実施したときの過去の厚鋼板に対する上下水量比、及び前記過去の厚鋼板の操業条件の冷却を実施したときの冷却ゾーンの出側に配置された形状測定計で測定された過去の厚鋼板のＣ反り量及び曲率の少なくとも一方に基づいて、冷却する厚鋼板のＣ反り量及び曲率の少なくとも一方が目標許容範囲内となるような、冷却する厚鋼板に対する上下水量比を決定する上下水量比決定部と、該上下水量比決定部で決定された上下水量比となるように厚鋼板に噴射される冷却水量を調整する冷却水量調整部とを含むことを要旨とする。

[0016] 更に、本発明の別の態様に係る厚鋼板の製造方法は、前述の厚鋼板の冷却制御方法を用いることを要旨とする。

発明の効果

[0017] 本発明に係る厚鋼板の冷却制御方法、冷却制御装置及び厚鋼板の製造方法によれば、厚鋼板の冷却に際して上下水量比を正確に調整し、厚鋼板のＣ反

りを適切に防止することができる厚鋼板の冷却制御方法、冷却制御装置及び厚鋼板の製造方法を提供できる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の一実施形態に係る厚鋼板の冷却制御方法が適用される厚鋼板製造設備の概略構成図である。

[図2]冷却制御装置で実行される処理の流れを説明するためのフローチャートである。

[図3]図２に示すステップＳ１（上下水量比決定工程）における処理の流れの詳細を示すフローチャートである。

[図4]厚鋼板のＣ反りを説明するための斜視図である。

[図5]厚鋼板のＣ反りを説明するための搬送方向から見た図である。

[図6]形状測定計による測定原理を説明するための図である。

[図7]一例として、板厚１５ｍｍ、板幅２０００～３０００ｍｍの厚鋼板を、水冷時間０．６５ｓｅｃ、鋼板下面の水量密度３０００Ｌ／ｍｉｎ・m^2とし、鋼板上面の水量密度を変化させた時の、上下水量比と曲率との関係を示すグラフである。

[図8]過去の厚鋼板に対する上下水量比と過去の冷却ゾーンの出側に配置された形状測定計で測定された厚鋼板の曲率との関係を示すグラフにおいて、直近３個のデータで直線近似する例を示すグラフである。

[図9]本発明の一実施形態に係る厚鋼板の冷却制御方法が適用される厚鋼板製造設備の変形例の概略構成図である。

[図10]実施例で示す操業条件の厚鋼板について、実施例の冷却制御方法を用いて上下水量比を調整した時の製造本数とＣ反り量との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。以下に示す実施形態は、本発明の技術的思想を具体化するための装置や方法を例示するものであって、本発明の技術的思想は、構成部品の材質、形状、構造、配置等を下

記の実施形態に特定するものではない。

また、図面は模式的なものである。そのため、厚みと平面寸法との関係、比率等は現実のものとは異なることに留意すべきであり、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれている。

[0020] 図１には、本発明の一実施形態に係る厚鋼板の冷却制御方法が適用される厚鋼板製造設備の概略構成が示されている。厚鋼板製造設備１は、厚鋼板Ｓを熱間圧延する圧延機２と、圧延機２で圧延された厚鋼板Ｓを矯正するレベラー３と、矯正された厚鋼板Ｓを搬送方向（図１に示す矢印方向）に通過させながら冷却する冷却ゾーン４とを備えている。また、厚鋼板製造設備１は、冷却ゾーン４の搬送方向出側に設置された形状測定計７と、冷却ゾーン４による厚鋼板Ｓの冷却を制御する冷却制御装置８とを備えている。ここで、冷却される厚鋼板Ｓは、板厚が４．５ｍｍ以上、板幅が１８００ｍｍ以上の厚鋼板である。

[0021] ここで、冷却ゾーン４は、搬送ラインに対して上下で対をなす上側の冷却ノズル５ａ及び下側の冷却ノズル５ｂを複数対（本実施形態にあっては５対）、厚鋼板Ｓの搬送方向に沿って所定ピッチで並べて配置している。各冷却ノズル５ａ，５ｂから厚鋼板Ｓに向けて冷却水Ｗが噴射される。そして、最も搬送方向入側の冷却ノズル５ａ，５ｂの入側、搬送方向に隣接する冷却ノズル５ａ，５ａ、５ｂ，５ｂ間、及び、最も搬送方向出側の冷却ノズル５ａ，５ｂの出側に複数の水切りロール６が設置されている。

また、形状測定計７は、冷却ゾーン４で冷却された厚鋼板ＳのＣ反り量及び曲率を測定する。

[0022] ここで、厚鋼板ＳのＣ反り及び形状測定計７の測定原理について、図４乃至図６を参照して説明する。

Ｃ反りとは、図４に示すように、厚鋼板Ｓが幅方向に沿って円弧状に変形し、幅方向両端部と幅方向中央部との高さが異なる形状不良を意味する。このＣ反りは、図５に示すように、厚鋼板Ｓの板幅ｗに対して板幅中央近傍の最大高さδ（以下、Ｃ反り量δという）で定義される。

[0023] Ｃ反りは、厚鋼板Ｓの上下面の温度偏差に起因して発生している。例えば、厚鋼板Ｓの上面の冷却能力が下面の冷却能力よりも大きい場合、冷却能力が高い上面の温度が下面の温度よりも低くなる。その結果、厚鋼板Ｓの上面は下面よりも収縮量が大きくなるため、厚鋼板Ｓは水冷中は凹形状となる。一方、応力のバランスから、収縮量の大きい上面には引張歪、下面には圧縮歪が入るため、冷却後に厚鋼板Ｓの上面の温度が復熱すると、Ｃ反りの方向は逆転して、厚鋼板Ｓは凸形状に変化する。一般的に同一水量を厚鋼板Ｓの上面及び下面に噴射して冷却した場合は、上面の方が下面と比較して冷却能力が高い。これは、厚鋼板Ｓの上面に噴射した冷却水が板上に滞留し、この滞留した冷却水が厚鋼板Ｓの上面を冷却する効果も加わることに起因する。そこで、一般的には厚鋼板Ｓの上面よりも下面の水量を多くして冷却のバランスを確保する。

[0024] 従って、一般的には、厚鋼板ＳのＣ反りを防止するために、冷却終了時の厚鋼板Ｓの上面温度及び下面温度を測定し、その結果を元に厚鋼板Ｓの上面温度と下面温度とが一致するように冷却水量を調整することが好ましい。

しかしながら、前述したように、厚鋼板Ｓの下面では発生した水蒸気の排出が難しく、放射温度計で安定的に測定することができない。また、厚鋼板Ｓを室温まで冷却する処理をすることが多く、この場合には、冷却後に温度を測定しても、厚鋼板Ｓの上面と下面の温度差がすでに消滅した状態となっているため、測定自体が無意味なものになってしまう。

従って、本実施形態にあっては、厚鋼板Ｓの上面温度及び下面温度を測定することなく、冷却ゾーンで冷却した直後の厚鋼板Ｓの形状、すなわちＣ反り量δ及び後述する曲率ｋを形状測定計７で測定する。そして、その測定結果を用いて上下水量比を冷却制御装置８で決定して厚鋼板Ｓの上面と下面の冷却バランスを調整するようにしている。

[0025] 形状測定計７としては、近年、計測機器の発展により、多彩な距離計が市販されており、何れの距離計を選択してもかまわないが、例えば、厚鋼板Ｓのある一点を測定可能なレーザ距離計を複数用いることができる。形状測定

計７を複数のレーザ距離計で構成した場合、図６においては、形状測定計７を８個のレーザ距離計７１で構成している。８つのレーザ距離計７１は、厚鋼板Ｓの幅方向に沿って所定ピッチで設置されている。そして、各レーザ距離計７１で、厚鋼板Ｓのある一点（図６では、点Ｐ１～点Ｐ８で示されている）までの距離（図６では、距離Ｌ１～距離Ｌ８で示されている）を測定する。そして、その測定結果を円弧近似若しくは２次曲線で最小二乗法などにより近似することでＣ反り量δ（図５参照）を推定する。また、厚鋼板Ｓを複数のレーザ距離計７１の真下を通過させながら距離測定することにより、厚鋼板Ｓの長手方向のＣ反り量δ分布を推定することができる。なお、形状測定計７として、産業用の３Ｄスキャナーなどを活用して、厚鋼板Ｓの幅方向及び長手方向に同時に測定してもよい。

[0026] なお、厚鋼板ＳがＣ反りした場合は、円弧状に変形するため、厚鋼板Ｓの板幅が広いほど、Ｃ反り量δが大きくなる傾向にある。そこで、本実施形態にあっては、形状測定計７で厚鋼板ＳのＣ反り量δを推定するのみならず、次の（３）式によってＣ反り量δを曲率ｋに換算している。このように、Ｃ反り量δを厚鋼板Ｓの曲率ｋに換算することにより、厚鋼板Ｓの板幅ｗの影響を排除することができる。（３）式は、Ｃ反り量δと曲率ｋとの関係を近似したものである。

$$k = 2 \times \delta / ((w/2)^2 + \delta^2) \quad \cdots (3)$$

[0027] 図７には、一例として、板厚１５ｍｍ、板幅２０００～３０００ｍｍの厚鋼板を、水冷時間０．６５ｓｅｃ、鋼板下面の水量密度３０００Ｌ／ｍｉｎ・m^2とし、鋼板上面の水量密度を変化させた時の、上下水量比と曲率ｋとの関係が示されている。厚鋼板Ｓに対する上下水量比と厚鋼板Ｓの曲率ｋとの関係は、図７に示す通り、一次相関の関係にあり、この例の場合、上下水量比が約０．８５のときに曲率ｋがほぼ０となっていることがわかる。

[0028] 次に、冷却制御装置８は、冷却ゾーン４による厚鋼板Ｓの冷却を制御するものであり、形状測定計７で測定した前述のＣ反り量δ及び曲率ｋを用いて厚鋼板Ｓに対する上下水量比を決定し、厚鋼板Ｓの冷却を制御する。

ここで、冷却制御装置８は、図１に示すように、記憶部８１と、上下水量比決定部８２と、冷却水量調整部（バルブコントローラ）８３とを備えている。冷却制御装置８は、記憶部８１、上下水量比決定部８２、及び冷却水量調整部８３の各機能をコンピュータソフトウェア上でプログラムを実行することで実現するための演算処理機能を有するコンピュータシステムである。そして、このコンピュータシステムは、ＲＯＭ，ＲＡＭ，ＣＰＵ等を備えて構成され、ＲＯＭ等に予め記憶された各種専用のプログラムを実行することにより、前述した各機能をソフトウェア上で実現する。

[0029] 記憶部８１には、過去の厚鋼板Ｓの操業条件（例えば、過去の厚鋼板Ｓの成分、板厚、板幅、冷却開始温度、冷却終了温度）及びこの過去の操業条件の冷却を実施したときの上下水量比のデータが記憶されている。ここで、過去の厚鋼板Ｓに対する上下水量比のデータは、後述するステップＳ１４で設定された上下水量比をステップＳ１５で記憶部８１に記憶するものを加えたデータである。

また、記憶部８１には、形状測定計７が接続されており、過去の厚鋼板Ｓの操業条件の冷却を実施したときのＣ反り量δ及び曲率ｋのデータが記憶されている。

更に、記憶部８１は上位計算機９に接続されている。上位計算機９から記憶部８１に、次に冷却する厚鋼板Ｓの操業条件（例えば、冷却する厚鋼板Ｓの成分、板厚、板幅、冷却開始温度、冷却終了温度）が入力され、記憶される。

[0030] また、上下水量比決定部８２は、記憶部８１に接続されている。上下水量比決定部８２は、記憶部８１に記憶された過去の厚鋼板Ｓの操業条件、上下水量比、及びＣ反り量δ及び曲率ｋに基づいて、冷却する厚鋼板Ｓの曲率ｋが目標許容範囲内となるような、上下水量比を決定する。

具体的には、上下水量比決定部８２は、収集部８２１と、算出部８２２と、設定部８２３とを備えている。

[0031] 収集部８２１は、記憶部８１に入力された冷却する厚鋼板Ｓの操業条件を

取得する。また、収集部８２１は、この冷却する厚鋼板Ｓの操業条件に類似した過去の厚鋼板Ｓの操業条件、上下水量比、及びＣ反り量δ及び曲率ｋを記憶部８１から収集する。ここで、過去の厚鋼板Ｓの操業条件が、次に冷却する厚鋼板Ｓの操業条件に類似するか否かの判断は、操業条件を表す情報のベクトル間の距離に基づいて行えばよい。また、過去の厚鋼板Ｓに対する上下水量比、Ｃ反り量δ及び曲率ｋのデータの収集数は、上下水量比と曲率ｋ等とが一次相関の関係にあることから、少なくとも３個あれば良く、２０個程度あれば十分である。

また、算出部８２２は、収集部８２１で収集された過去の厚鋼板Ｓに対する上下水量比と冷却ゾーン４の出側に配置された形状測定計７で測定された過去の厚鋼板Ｓの曲率ｋとの関係を算出する。

具体的には、算出部８２２は、収集部８２１で収集された過去の厚鋼板Ｓに対する上下水量比と過去の厚鋼板Ｓの曲率ｋとの関係を示す図８に示すようなグラフを作成する。

[0032] 図８においては、過去の厚鋼板Ｓに対する上下水量比及び過去の厚鋼板Ｓの曲率ｋのデータは、直近に操業した３個のデータが収集されている。

更に、設定部８２３は、算出部８２２で算出された過去の厚鋼板Ｓの上下水量比と過去の厚鋼板の曲率ｋとの関係から、冷却する厚鋼板の曲率ｋが目標許容範囲内となるような上下水量比を設定する。

図８に示す例では、設定部８２３は、直近に操業した３個のデータ（図８中の〇プロット）の直線近似をして、次に冷却する厚鋼板Ｓの曲率ｋがゼロと推定される上下水量比（図６中の×プロット）を設定する。

なお、冷却する厚鋼板Ｓの曲率ｋは必ずしもゼロでなくてもよく、当該曲率ｋが目標許容範囲（Ｃ反り量δに換算して±３ｍｍ）内であればよい。

[0033] また、冷却する厚鋼板Ｓに対する上下水量比の実際の指示値は、前回に冷却された厚鋼板Ｓに対する上下水量比からの操作量が大きくならないようにすることが好ましい。このため、冷却する厚鋼板Ｓに対する上下水量比の実際の指示値は、前回に冷却された厚鋼板Ｓに対する上下水量比からの操作量

にゲインＧをかけた値を前回の上下水量比に加え、次の（４）式に示すようにしている。ここで、ゲインＧの値は、０．２～０．５程度が適正である。

上下水量比の指示値＝（予測曲率ゼロ水量比－前回厚鋼板の上下水量比）×Ｇ＋前回厚鋼板の上下水量比　…（４）

適正な上下水量比は、冷却水温や気温、機械精度の変化などで変化することが多いため、上記の直近に操業した情報を元に、上下水量比の修正を逐次行うことで、気温や機械精度等の変化に対応した調整が可能となる。

[0034] 次に、冷却水量調整部（バルブコントローラ）８３は、上下水量比決定部８２で決定された上下水量比となるように厚鋼板Ｓに噴射される冷却水量を調整する。この際に、厚鋼板Ｓの下面に対する冷却水量を固定して、厚鋼板Ｓの上面に対する冷却水量のみを変更させても構わないし、冷却ゾーン４における冷却水の総量が一定となるように、上下水量比を調整してもかまわない。

[0035] また、厚鋼板Ｓの冷却停止温度の制御に関しては、別のソフトウェアを用いて実施する。例えば、目標の操業条件（例えば、厚鋼板Ｓの成分、板厚、板幅、冷却開始温度、冷却停止温度）を設定し、次に、本実施形態のように、厚鋼板Ｓに対する上下水量比を設定する。そして、伝熱モデルなどの計算により冷却停止温度が目標の冷却停止温度となるように厚鋼板Ｓの上面に対する冷却水量及び下面に対する冷却水量の総量及び通板速度を設定する。そして、冷却水量調整部（バルブコントローラ）８３が、設定された上下水量比及び冷却水量の総量となるように噴射する冷却ノズル５ａ，５ｂの数を調整すればよい。

[0036] 次に、本発明の厚鋼板の冷却制御方法を、図２に示す冷却制御装置で実行される処理の流れを説明するためのフローチャートを参照して説明する。

先ず、ステップＳ１において、上下水量比決定部８２は、過去の厚鋼板Ｓの操業条件、上下水量比、Ｃ反り量δ及び曲率ｋに基づいて、冷却する厚鋼板の曲率ｋが目標許容範囲内となるような、上下水量比を決定する（上下水量比決定工程）。

このステップＳ１における処理の流れの詳細が図３に示されている。先ず、ステップＳ１１で、収集部８２１は、上位計算機９から記憶部８１に入力された、冷却する厚鋼板Ｓの操業条件（例えば、鋼成分、板厚、板幅、冷却開始温度、冷却終了温度）を記憶部８１から取得する。

[0037] 次いで、ステップＳ１２で、収集部８２１は、この冷却する厚鋼板Ｓの製造諸元に類似した過去の厚鋼板Ｓの操業条件、上下水量比、Ｃ反り量δ及び曲率ｋを記憶部８１から収集する（収集工程）。

次いで、ステップＳ１３で、算出部８２２は、収集部８２１で収集された過去の厚鋼板Ｓに対する上下水量比と曲率ｋとの関係を算出する（算出工程）。具体的には、算出部８２２は、収集部８２１で収集された過去の厚鋼板Ｓに対する上下水量比と曲率ｋとの関係を示す図８に示すようなグラフを作成する。

[0038] 次いで、ステップＳ１４で、設定部８２３は、算出部８２２で算出された過去の厚鋼板Ｓの上下水量比と曲率ｋとの関係から、冷却する厚鋼板の曲率ｋが目標許容範囲内となるような上下水量比を設定する（設定工程）。

その後、ステップＳ１５において、設定部８２３は、ステップ１４で設定された冷却する厚鋼板Ｓに対する上下水量比のデータを記憶部８１に送出し、記憶部８１はその上下水量比のデータを記憶する。

そして、ステップＳ１６において、設定部８２３は、ステップ１４で設定された冷却する厚鋼板Ｓに対する上下水量比を冷却水量調整部（バルブコントローラ）８３に対し指示する。

[0039] ステップＳ１による上下水量比決定工程が終了したらステップＳ２に移行する。ステップＳ２において、冷却水量調整部（バルブコントローラ）８３は、上下水量比決定部８２で決定された上下水量比となるように厚鋼板Ｓに噴射される冷却水量を調整する（冷却水量調整工程）。

冷却水量調整部（バルブコントローラ）８３では、上下水量比決定工程で設定された上下水量比及び別のソフトウェアによって設定された冷却水量の総量となるように噴射する冷却ノズル５ａ，５ｂの数を設定する。

[0040] 次いで、ステップＳ３に移行し、ステップＳ３では、設定された冷却ノズル５ａ，５ｂから冷却水を厚鋼板Ｓに対して噴射し、冷却ゾーン４における厚鋼板Ｓの冷却を実施する。

そして、ステップＳ４に移行する。ステップＳ４では、冷却ゾーン４の出側に配置された形状測定計７が、冷却された厚鋼板ＳのＣ反り量δ及び曲率ｋを測定し、冷却制御装置８の記憶部８１は、測定された厚鋼板ＳのＣ反り量δ及び曲率ｋを収集する。

これにより、厚鋼板Ｓの冷却制御が終了する。

[0041] このように、本実施形態に係る厚鋼板Ｓの冷却制御方法及び冷却制御装置８によれば、過去の厚鋼板Ｓの操業条件、上下水量比、Ｃ反り量δ及び曲率ｋに基づいて、冷却する厚鋼板の曲率ｋが目標許容範囲内となるような、上下水量比を決定する（ステップＳ１：上下水量比決定工程、上下水量比決定部８２）。そして、決定された上下水量比となるように厚鋼板Ｓに噴射される冷却水量を調整する（ステップＳ２：冷却水量調整工程、冷却水量調整部８３）。

これにより、厚鋼板Ｓの冷却に際して上下水量比を正確に調整し、厚鋼板ＳのＣ反りを適切に防止することができる。

[0042] 以上、本発明の実施形態について説明してきたが、本発明はこれに限定されずに種々の変更、改良を行うことができる。

例えば、収集部８２１では、過去の厚鋼板Ｓの操業条件の冷却を実施したときのＣ反り量δ及び曲率ｋを記憶部８１から収集しているが、Ｃ反り量δ及び曲率ｋの少なくとも一方を収集するようにしてもよい。

また、算出部８２２では、収集された過去の厚鋼板Ｓに対する上下水量比と曲率ｋとの関係を算出しているが、上下水量比とＣ反り量δ及び曲率ｋの少なくとも一方との関係を算出してもよい。

[0043] 更に、設定部８２３では、算出された過去の厚鋼板Ｓの上下水量比とＣ反り量δ及び曲率ｋの少なくとも一方との関係から、冷却する厚鋼板のＣ反り量δ及び曲率ｋの少なくとも一方が目標許容範囲内となるような上下水量比

を設定するようにしてもよい。

また、本発明に係る冷却制御方法は図１に示す厚鋼板製造設備１に適用されているが、レベラー３を無くした厚鋼板製造設備１に適用してもよい。

また、本発明に係る冷却制御方法は、図１に示す厚鋼板製造設備１ではなく、図９に示す厚鋼板製造設備１１に適用してもよい。この場合、熱間圧延した厚鋼板Ｓを一旦室温まで空冷した後の厚鋼板Ｓを再加熱する再加熱炉１２の搬送方向出側に冷却制御装置８を配置する。

[0044] また、厚鋼板Ｓの操業条件については、上記項目のみならず、加熱温度、仕上げ温度、圧延のパススケジュール、デスケーリングパス数など圧延条件に関する情報も併せて記憶部８１に記憶するようにしてもよい。

また、図９に示すように、再加熱炉１２の搬送方向出側に冷却制御装置８を配置する場合には、再加熱炉１２における加熱材の在炉時間、加熱温度、ガス雰囲気などの情報を記憶部８１に記憶することが好ましい。

また、記憶部８１が大量のデータを保存可能な場合には、機械学習的な手法、いわゆる過去の大量のデータを訓練データとして予測する方法が有用である。例えば近年発達してきたニューラルネットワークによる学習や、探索したい近傍の点をピックアップして近似計算する局所回帰、決定木などの手法を用いて、操業実績、上下水量比及びＣ反りの関係を解析して、適正な上下水量比を算出するようにしてもよい。

実施例

[0045] 図１に示す厚鋼板製造設備１において、板厚が２０ｍｍ、板幅が３０００ｍｍ、冷却開始温度が９００℃、冷却終了温度が５０℃、Ｃが０．１５ｍａｓｓ％、Ｓｉが０．３ｍａｓｓ％、Ｍｎが１．４ｍａｓｓ％、Ｃｒが０．２８％の厚鋼板Ｓを冷却処理した。その前に、この冷却する厚鋼板Ｓの操業条件に類似した３つの過去の厚鋼板Ｓの操業条件元、上下水量比、Ｃ反り量δ及び曲率ｋを記憶部８１から収集した。

そして、収集された３つの過去の厚鋼板Ｓに対する上下水量比と形状測定計７で測定された厚鋼板Ｓの曲率ｋとの関係を算出し、上下水量比と曲率ｋ

との関係を示す図８に示すようなグラフを作成した。

[0046] 次いで、算出された過去の厚鋼板Ｓの上下水量比と過去の厚鋼板Ｓの曲率ｋとの関係から、冷却する厚鋼板Ｓの曲率ｋがゼロとなるような冷却する厚鋼板Ｓに対する上下水量比を設定した。この冷却する厚鋼板Ｓの曲率ｋがゼロとなる上下水量比は、０．８５であった。

そして、冷却する厚鋼板Ｓに対する上下水量比の実際の指示値を、前回に冷却された厚鋼板Ｓに対する上下水量比が０．８であったことから、ゲインＧを０．３として前述の（４）式により算出した。即ち、上下水量比として（０．８５－０．８）×０．３＋０．８＝０．８１５を設定した。

[0047] 次に、設定された上下水量比０．８１５となるように、厚鋼板Ｓに噴射される冷却水量を調整した。ここで、厚鋼板Ｓの下面の水量密度（単位面積当たりの水量（流量））を３．０m^3／ｍｉｎ・m^2として、上下水量比０．８５に基づき、厚鋼板Ｓの上面の水量密度を、０．８１５×３．０m^3／ｍｉｎ・m^2＝２．４４５m^3／ｍｉｎ・m^2とした。

そして、これら設定された厚鋼板Ｓの上面及び下面の水量密度で厚鋼板Ｓを冷却した。

厚鋼板Ｓを冷却した後に厚鋼板ＳのＣ反り量δを形状測定計７で測定した結果、Ｃ反り量δは、図１０に示すように、上側凸で２０ｍｍ程度であった。

[0048] そして、この形状測定計７で測定したＣ反り量δ（２０ｍｍ）及び曲率ｋを記憶部８１に記憶した。また、冷却した厚鋼板Ｓの操業条件（板厚２０ｍｍ、板幅３０００ｍｍ、冷却開始温度９００℃、冷却終了温度５０℃、鋼成分（Ｃが０．１５ｍａｓｓ％）等）、上下水量比０．８１５、厚鋼板Ｓの下面の水量密度３．０m^3／ｍｉｎ・m^2、及び厚鋼板Ｓの上面の水量密度２．４４５m^3／ｍｉｎ・m^2を記憶部８１に記憶した。

この手順を繰り返すことで、厚鋼板Ｓの形状は、図１０に示すように、製造本数が増加するにつれてより平坦化していった。

符号の説明

[0049] １　厚鋼板製造設備

２　圧延機

３　レベラー

４　冷却ゾーン

５ａ，５ｂ　冷却ノズル

６　水切りロール

７　形状測定計

８　冷却制御装置

９　上位計算機

７１　レーザ距離計

８１　記憶部

８２　上下水量比決定部

８３　冷却水量調整部

８２１　収集部

８２２　算出部

８２３　設定部

Ｓ　厚鋼板

請求の範囲

[請求項1] 厚鋼板を搬送方向に冷却ゾーンを通過させながら冷却制御する厚鋼板の冷却制御方法であって、

過去の厚鋼板の操業条件、該過去の厚鋼板の操業条件の冷却を実施したときの過去の厚鋼板に対する上下水量比、及び前記過去の厚鋼板の操業条件の冷却を実施したときの冷却ゾーンの出側に配置された形状測定計で測定された過去の厚鋼板のＣ反り量及び曲率の少なくとも一方に基づいて、冷却する厚鋼板のＣ反り量及び曲率の少なくとも一方が目標許容範囲内となるような、冷却する厚鋼板に対する上下水量比を決定する上下水量比決定工程と、

該上下水量比決定工程で決定された上下水量比となるように厚鋼板に噴射される冷却水量を調整する冷却水量調整工程とを含むことを特徴とする厚鋼板の冷却制御方法。

[請求項2] 前記上下水量比決定工程では、冷却する厚鋼板の操業条件に類似した前記過去の厚鋼板の操業条件、該過去の厚鋼板の操業条件の冷却を実施したときの過去の厚鋼板に対する上下水量比、及び前記過去の厚鋼板の操業条件の冷却を実施したときの冷却ゾーンの出側に配置された形状測定計で測定された前記過去の厚鋼板のＣ反り量及び曲率の少なくとも一方を収集する収集工程と、収集された前記過去の厚鋼板に対する上下水量比と前記過去の厚鋼板のＣ反り量及び曲率の少なくとも一方との関係を算出する算出工程と、算出された前記過去の厚鋼板の上下水量比と前記過去の厚鋼板のＣ反り量及び曲率の少なくとも一方との関係から、冷却する厚鋼板のＣ反り量及び曲率の少なくとも一方が目標許容範囲内となるような冷却する厚鋼板に対する上下水量比を設定する設定工程とを含むことを特徴とする請求項１に記載の厚鋼板の冷却制御方法。

[請求項3] 厚鋼板を搬送方向に冷却ゾーンを通過させながら冷却制御する厚鋼板の冷却制御装置であって、

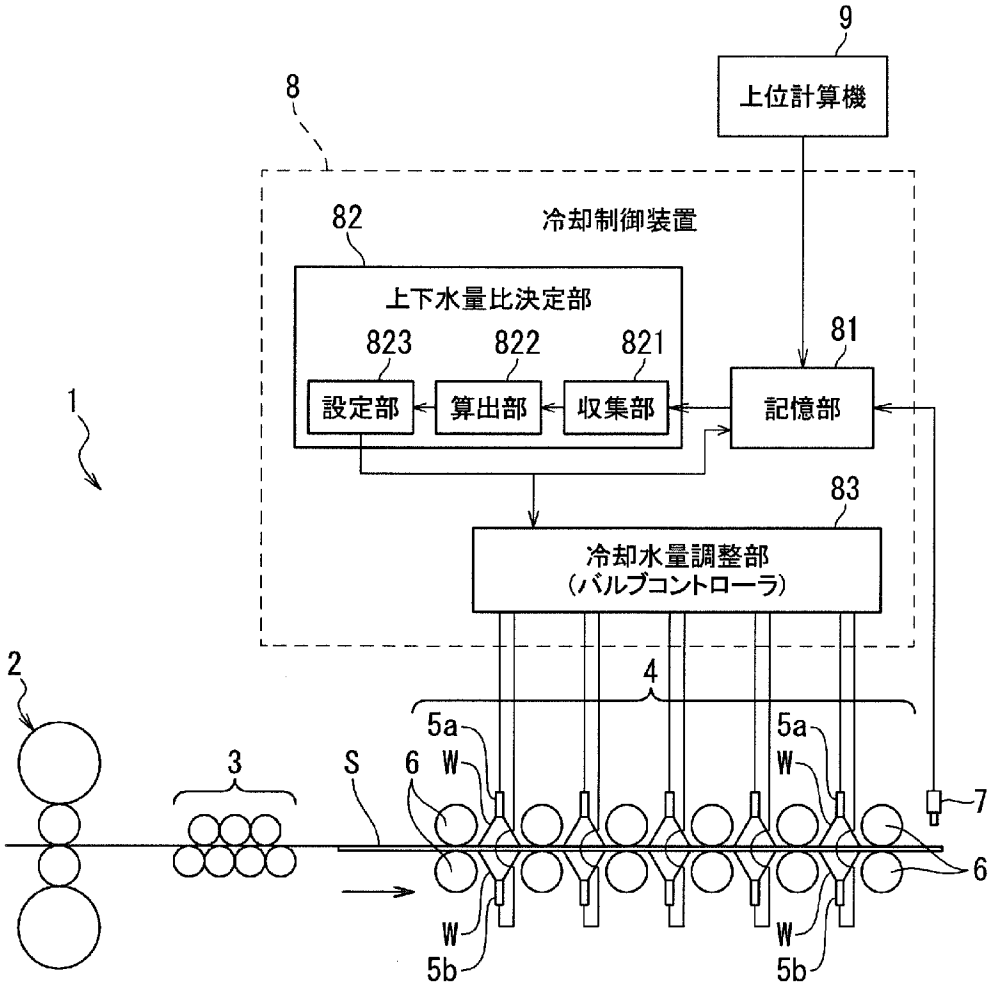
過去の厚鋼板の操業条件、該過去の厚鋼板の操業条件の冷却を実施したときの過去の厚鋼板に対する上下水量比、及び前記過去の厚鋼板の操業条件の冷却を実施したときの冷却ゾーンの出側に配置された形状測定計で測定された過去の厚鋼板のＣ反り量及び曲率の少なくとも一方に基づいて、冷却する厚鋼板のＣ反り量及び曲率の少なくとも一方が目標許容範囲内となるような、冷却する厚鋼板に対する上下水量比を決定する上下水量比決定部と、

該上下水量比決定部で決定された上下水量比となるように厚鋼板に噴射される冷却水量を調整する冷却水量調整部とを含むことを特徴とする厚鋼板の冷却制御装置。

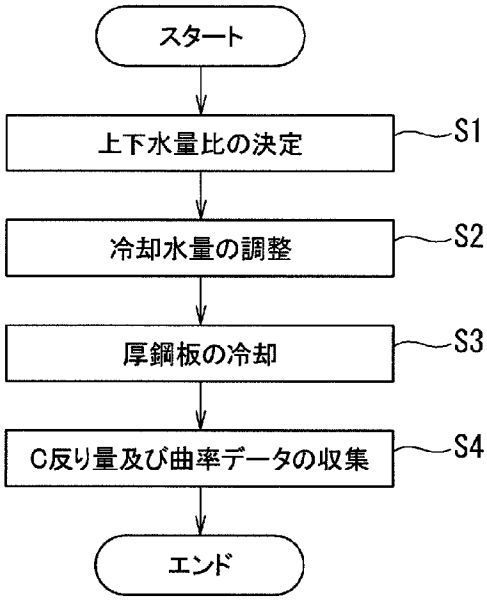
[請求項4] 前記上下水量比決定部は、冷却する厚鋼板の製造諸元に類似した前記過去の厚鋼板の操業条件、該過去の厚鋼板の操業条件の冷却を実施したときの前記過去の厚鋼板に対する上下水量比、及び前記過去の厚鋼板の操業条件の冷却を実施したときの冷却ゾーンの出側に配置された形状測定計で測定された前記過去の厚鋼板のＣ反り量及び曲率の少なくとも一方を収集する収集部と、収集された前記過去の厚鋼板に対する上下水量比と前記過去の厚鋼板のＣ反り量及び曲率の少なくとも一方との関係を算出する算出部と、算出された前記過去の厚鋼板の上下水量比と前記厚鋼板のＣ反り量及び曲率の少なくとも一方との関係から、冷却する厚鋼板のＣ反り量及び曲率の少なくとも一方が目標許容範囲内となるような冷却する厚鋼板に対する上下水量比を設定する設定部とを含むことを特徴とする請求項３に記載の厚鋼板の冷却制御装置。

[請求項5] 請求項１又は２に記載の厚鋼板の冷却制御方法を用いることを特徴とする厚鋼板の製造方法。

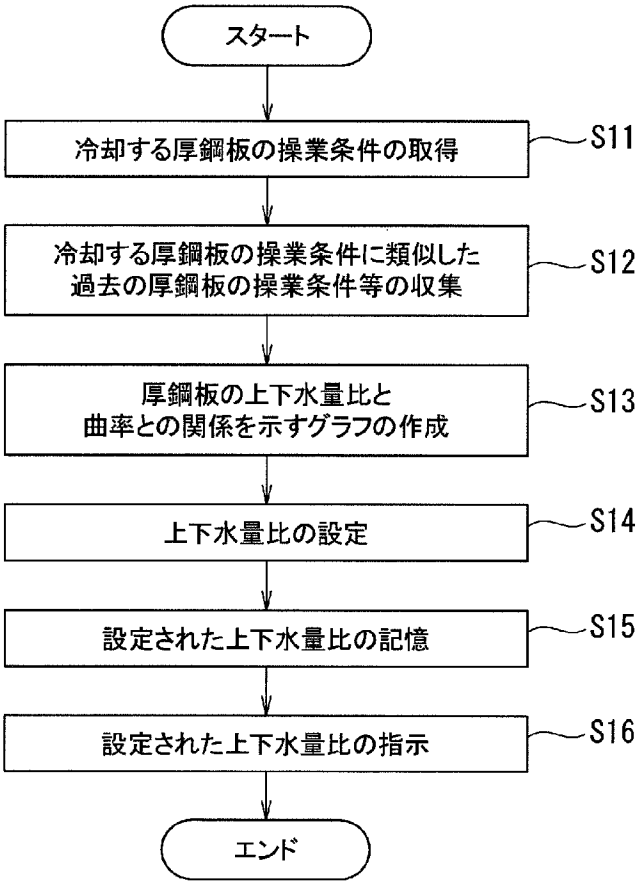
[図1]


9
上位計算機
8
冷却制御装置
82
上下水量比決定部
823
822
821
設定部
算出部
収集部
81
記憶部
1
83
冷却水量調整部
(バルブコントローラ)
2
4
5a
5a
3
S
6
W
W
7
6
W
W
5b
5b

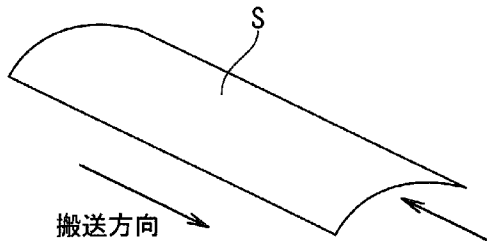
[図2]


スタート
上下水量比の決定
S1
冷却水量の調整
S2
厚鋼板の冷却
S3
C反り量及び曲率データの収集
S4
エンド

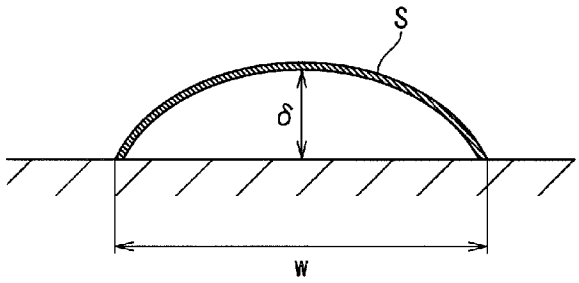
[図3]


スタート
冷却する厚鋼板の操業条件の取得
S11
冷却する厚鋼板の操業条件に類似した
過去の厚鋼板の操業条件等の収集
S12
厚鋼板の上下水量比と
曲率との関係を示すグラフの作成
S13
上下水量比の設定
S14
設定された上下水量比の記憶
S15
設定された上下水量比の指示
S16
エンド

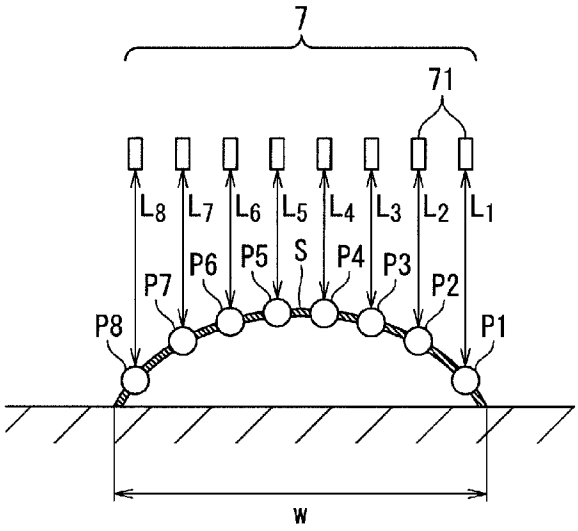
[図4]



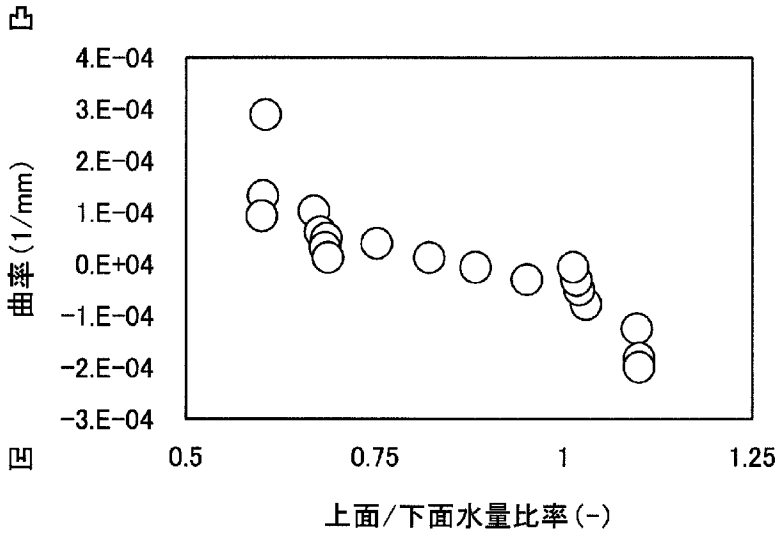
[図5]



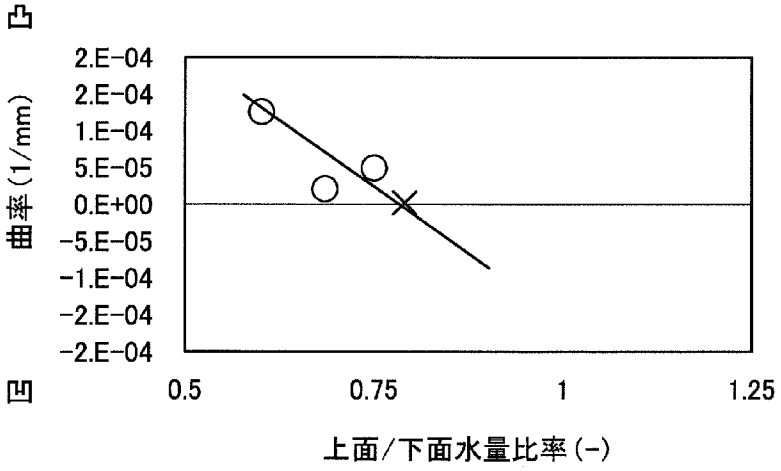
[図6]



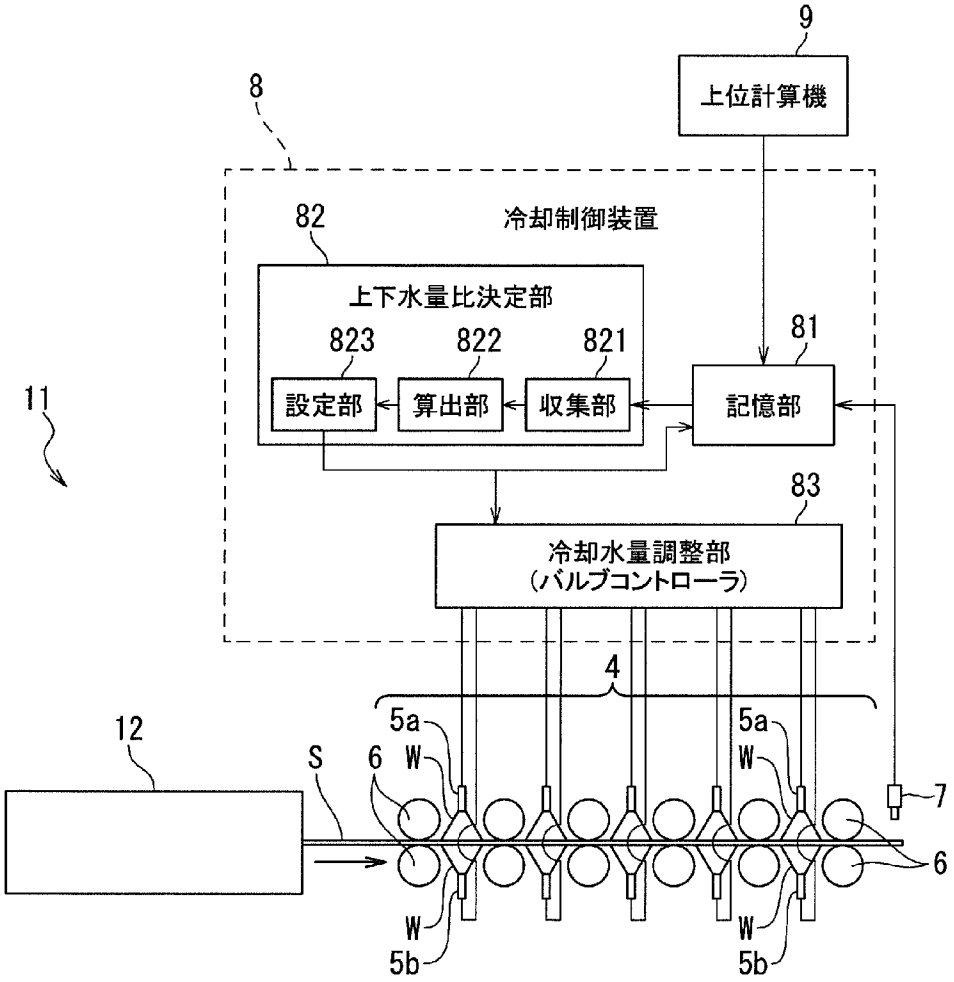
[図7]


凸
4.E-04
3.E-04
2.E-04
1.E-04
0.E+04
-1.E-04
-2.E-04
-3.E-04
凹
曲率(1/mm)
0.5
0.75
1
1.25
上面/下面水量比率(-)

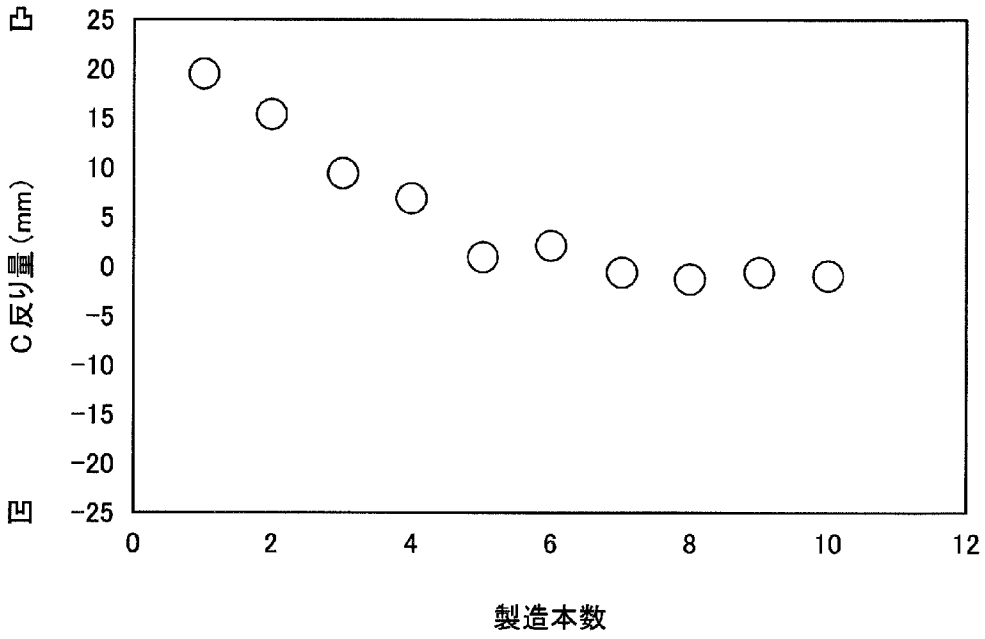
[図8]


凸
2.E-04
2.E-04
1.E-04
5.E-05
0.E+00
-5.E-05
-1.E-04
-2.E-04
-2.E-04
凹
曲率(1/mm)
0.5
0.75
1
1.25
上面/下面水量比率(-)

[図9]


9
上位計算機
8
82
冷却制御装置
上下水量比決定部
823
822
821
81
設定部
算出部
収集部
記憶部
11
83
冷却水量調整部
(バルブコントローラ)
4
12
5a
W
6
S
5a
W
7
6
W
5b
W
5b

[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/047030

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. B21B37/76(2006.01)i, B21B37/28(2006.01)i, B21B45/02(2006.01)i

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.Cl. B21B37/76, B21B37/28, B21B45/02

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
Y	JP 2015-199112 A (JFE STEEL CORPORATION) 12 November 2015, claims 1-8, paragraphs [0001]-[0004], [0010], [0023]-[0074], fig. 1-5 (Family: none)	1-5
Y	JP 02-179829 A (NIPPON STEEL CORPORATION) 12 July 1990, claim 1, page 4, lower left column, line 1 to page 5, upper left column, line 12, fig. 1, 2, 4, 26 (Family: none)	1-5

☒ 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 application or patent 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 18.12.2019	Date of mailing of the international search report 07.01.2020
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/047030

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 62-158825 A (NIPPON STEEL CORPORATION) 14 July 1987, claim 1, page 4, upper right column, line 5 to page 7, lower left column, line 5, fig. 1-6 & US 4785646 A, claims 1-13, column 5, line 19 to column 25, line 22, fig. 1-6 & EP 0228284 A2	1-5

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０４７０３０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B21B37/76(2006.01)i, B21B37/28(2006.01)i, B21B45/02(2006.01)i

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.Cl.　B21B37/76, B21B37/28, B21B45/02

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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	関連する請求項の番号
Y	JP 2015-199112 A（ＪＦＥスチール株式会社） 2015.11.12, 請求項 1-8, 段落[0001]-[0004],[0010], [0023]-[0074], 図 1-5 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 02-179829 A（新日本製鐵株式会社） 1990.07.12, 請求項 1, 第 4 頁左下欄第 1 行-第 5 頁左上欄第 12 行, 図 1,2,4,26 (ファミリーなし)	1-5

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　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」国際出願日前の出願または特許であるが、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	国際調査報告の発送日
１８．１２．２０１９	０７．０１．２０２０

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
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）　４Ｅ　１１９１
中西　哲也
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４２５

C（続き）．　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	関連する請求項の番号
Y	JP 62-158825 A (新日本製鐵株式会社) 1987.07.14, 請求項1, 第4頁右上欄第5行-第7頁左下欄第5行, 図1-6 & US 4785646 A 請求項1-13, 第5欄第19行-第25欄第22行, 図1-6 & EP 0228284 A2	1-5