

(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
2009年9月3日(03.09.2009)

(10) 国際公開番号
WO 2009/107639 A1

- (51) 国際特許分類:
B21B 45/02 (2006.01) C21D 8/00 (2006.01)
C21D 1/00 (2006.01) C21D 9/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/053377
- (22) 国際出願日: 2009年2月25日(25.02.2009)
- (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 2008-046461 2008年2月27日(27.02.2008) JP
特願 2008-048383 2008年2月28日(28.02.2008) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 新日本製鐵株式会社(NIPPON STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目6番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 杉山 誠司(SUGIYAMA, Seiji) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 山之口 達也(YAMANOKUCHI, Tatsuya) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 木村 武(KIMURA, Takeshi) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目6番3号

新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 梶原 貢(KAJIWARA, Mitsugu) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 藤原 和久(FUJIWARA, Kazuhisa) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 佐藤 琢也(SATO, Takuya) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP).

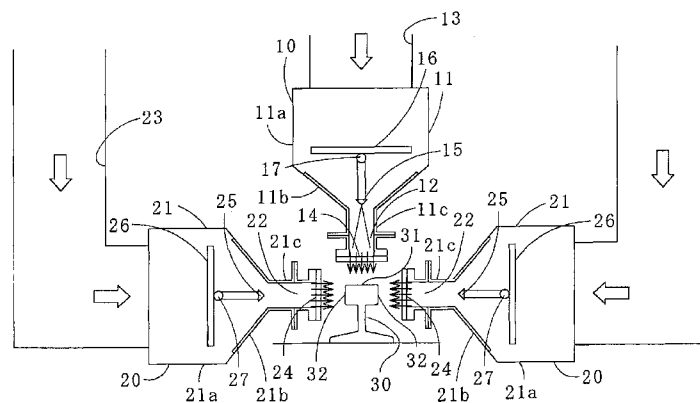
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA, Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ,

[続葉有]

(54) Title: COOLING SYSTEM AND COOLING METHOD OF ROLLING STEEL

(54) 発明の名称: 圧延鋼材の冷却装置および冷却方法

[図1]



(57) Abstract: A cooling system of rolled steel for cooling a long hot-rolled steel comprises a plurality of chambers arranged along the longitudinal direction of the rolled steel. The plurality of chambers are provided, respectively, with an air outlet which supplies compressed air for cooling introduced into the chamber from a gas inlet toward the rolled steel, a nozzle plate having a plurality of nozzle holes provided at the air outlet to face the rolled steel, a cooling water supply nozzle for supplying cooling water into the chamber, and an equalizing plate provided between the gas inlet and the cooling water supply nozzle in order to prevent the compressed air for cooling introduced from the gas inlet from striking the nozzle plate directly. The cooling system sprays cooling medium produced by mixing the cooling water supplied from the cooling water supply nozzle and the compressed air for cooling introduced from a gas inlet toward the rolled steel via the nozzle holes of the nozzle plate thus cooling the surface of the rolled steel uniformly.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2009/107639 A1



NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

熱間圧延された長尺の圧延鋼材を冷却する圧延鋼材の冷却装置であって、前記圧延鋼材の長手方向に沿って配置された複数のチャンバーを備える。前記複数のチャンバーはそれぞれ、前記チャンバーから前記圧延鋼材に向けて、前記チャンバーに接続された気体導入口からチャンバーに導入された前記冷却用加圧空気を吹出す吹出口と、この吹出口に前記圧延鋼材に面するように設けられ、複数のノズル孔を有するノズルプレートと、前記チャンバー内に冷却水を供給する冷却水供給ノズルと、前記気体導入口と前記冷却水供給ノズルとの間に設けられ、前記気体導入口から導入された前記冷却用加圧気体が前記ノズルプレートに直接当たるのを防止する整流板とを備える。本発明の冷却装置は、前記冷却水供給ノズルから供給された前記冷却水と、前記気体導入口から導入され前記整流板によって整流された冷却用加圧気体とが混合された冷却媒体を前記ノズルプレートの前記ノズル孔を通じて、前記圧延鋼材に向けて噴射し、この圧延鋼材の表面の均一冷却を行う。

明 細 書

圧延鋼材の冷却装置および冷却方法

技術分野

[0001] 本発明は、熱間圧延されたレール等の長尺圧延鋼材を冷却する冷却装置および冷却方法に関する。

本願は、2008年2月27日に日本出願された特願2008-046461と2008年2月28日に日本出願された特願2008-048383とに基づいて優先権を主張し、それらの内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 重荷重鉄道や曲線区間に用いられる鉄道用レールは、通常のレール以上に耐摩耗性が要求される。このため、熱間圧延後に、オーステナイト域温度からパーライト変態が終了するまでの間、加速冷却によってレール頭部の強度を高める処理が行われている。近年では、さらなる耐摩耗性向上のため、過共析領域まで炭素量を増加させたパーライト系レールが開発され、実用化されている(特許文献1参照)。

[0003] しかし、耐摩耗性を向上させるために炭素量を増加させると、レール頭部に初析セメンタイトが生成し易くなり、レールの靱性及び延性が大きく低下するという問題点があった。

そこで、特許文献2では、レール柱部の初析セメンタイトの生成を抑制し、且つ、レール頭部においてセメンタイト比率が高く、高硬度のパーライト組織を安定的に生成させるため、レール頭部をオーステナイト域温度から700～500℃までの間、1～10℃/sで加速冷却し、さらにレール柱部をオーステナイト域温度から750～600℃までの間、1～10℃/sで加速冷却するパーライト系レールの製造法が開示されている。

[0004] 他方、レールの加速冷却方法としては、冷却媒体の違いにより、(1)ミストを用いる方法(特許文献3～5参照)、(2)空気等の気体を用いる方法(特許文献6、7参照)、(3)レール頭部を冷却液に浸漬する方法(特許文献8、9参照)が知られている。

特許文献1:特開平8-144016号公報

特許文献2:特開平9-137228号公報

特許文献3:特開昭47-7606号公報

特許文献4:特開昭54-147124号公報

特許文献5:特開平8-319515号公報

特許文献6:特開昭61-149436号公報

特許文献7:特開昭61-279626号公報

特許文献8:特開昭57-85929号公報

特許文献9:特開平8-170120号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] 高炭素レール鋼においてパーライト組織を安定的に生成させるには、加速冷却時における冷却速度を、より速くする必要がある。しかしながら、上述した従来の加速冷却方法によって、これを実現しようとした場合、以下のような課題がある。

[0006] 液滴が高温物体と接触すると、液滴と高温物体との間に蒸気膜が形成され、液滴が高温物体上を浮遊するライデンフロスト現象が発生する。冷却媒体に液体を用いる(1)と(3)の方法の場合、レール表面に形成される蒸気膜によって、レールと冷却媒体との接触が阻害され、冷却速度にバラツキが生じる。その結果、レールに温度偏差が生じ、温度偏差が大きくなると、鋼組織にも偏差が生じるおそれがある。

[0007] また、気体を冷却媒体に用いる(2)の方法は、液体による冷却方法に比べて冷却速度が遅いという難点がある。

[0008] 本発明はかかる事情に鑑みてなされたもので、長尺の圧延鋼材表面における蒸気膜の形成を抑制して冷却速度を大幅に向上させるとともに、均一な加速冷却が可能な圧延鋼材の冷却装置および冷却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

[0009] 上記目的を達成するため、本発明は、熱間圧延された長尺の圧延鋼材を冷却する圧延鋼材の冷却装置であって、前記圧延鋼材の長手方向に沿って配置された複数のチャンバーを備える。前記複数のチャンバーはそれぞれ、前記チャンバーから前記圧延鋼材に向けて、前記チャンバーに接続された気体導入口からチャンバーに導

入された前記冷却用加圧空気を吹出す吹出口と、この吹出口に前記圧延鋼材に面するように設けられ、複数のノズル孔を有するノズルプレートと、前記チャンバー内に冷却水を供給する冷却水供給ノズルと、前記気体導入口と前記冷却水供給ノズルとの間に設けられ、前記気体導入口から導入された前記冷却用加圧気体が前記ノズルプレートに直接当たるのを防止する整流板とを備える。本発明の冷却装置は、前記冷却水供給ノズルから供給された前記冷却水と、前記気体導入口から導入され前記整流板によって整流された冷却用加圧気体とが混合された冷却媒体を前記ノズルプレートの前記ノズル孔を通じて、前記圧延鋼材に向けて噴射し、この圧延鋼材の表面の均一冷却を行う。

[0010] 冷却媒体に液体を使用すると、大きな冷却能力が確保できるが、圧延鋼材の表面に形成される蒸気膜により、冷却速度にバラツキが生じ、不均一な冷却となる。そこで、本発明では、圧延鋼材に向けて吹出口から冷却用加圧気体を噴出するチャンバー内に、冷却水を供給する冷却水供給ノズルを設置し、冷却用加圧気体と冷却水とを混合してノズルプレートからノズル孔を通じて圧延鋼材表面に対して垂直方向(好ましくは垂直)にミスト噴射することで水滴の衝突速度を高めて、圧延鋼材に付着する水滴を迅速に除去する。これにより、蒸気膜の形成が阻害され、冷却速度を変動させることなく、均一な冷却が可能となる。

[0011] なお、冷却水に対する冷却用加圧気体の比率を高めた高気水比のノズルの使用も考えられるが、長尺圧延鋼材を一挙に均一に冷却しようとする、多数のノズルが必要となるうえ、ノズルのメンテナンスが頻繁に発生するため、工業化設備としては現実的ではない。

[0012] ノズルプレートからノズル孔を通じて噴出する冷却用加圧気体について、チャンバーの長手方向、即ち圧延鋼材の長手方向の吐出分布を見ると、気体導入口近傍が吐出量が最も多く、気体導入口から離れるにつれて吐出量は減少する。この状態で、冷却水供給ノズルからノズルプレートに向けて冷却水を供給させた場合、冷却用加圧気体の流れが強い気体導入口近傍では、水滴が背後からの冷却用加圧気体に押され、ノズルプレートからノズル孔を通じて噴射される水量が減少する。その結果、チャンバー全体で水量にバラツキが生じる。

そこで、本発明では、気体導入口と冷却水供給ノズルとの間に整流板を設置して、気体導入口から導入された冷却用加圧気体が整流板を介してチャンバー全体に流れるようにすることで、チャンバー全体に関する水量のバラツキを防止している。

[0013] また、本発明に係る圧延鋼材の冷却装置では、前記整流板に複数の孔を形成してもよい。

但し、孔を形成する場合には、前記ノズルプレートからノズル孔を通じて噴出する冷却用加圧気体の吐出量が前記チャンバーの長手方向で均一となるように、前記気体導入口に面する箇所に形成された前記孔の単位面積当たりの合計面積が、他の箇所に形成された前記孔の単位面積当たりの合計面積より小さくなるようにすることが好ましい。

[0014] また、本発明に係る圧延鋼材の冷却装置では、前記冷却水供給ノズルを前記ノズルプレートに指向させることが好ましい。

[0015] 前記冷却水の体積流量に対する前記冷却用加圧気体の体積流量の比が1000～50000であってもよい。

前記冷却水の体積流量に対する前記冷却用加圧気体の体積流量の比は、気水比と呼ばれる。

高気水比の場合、圧延鋼材の表面に形成された蒸気膜が冷却用加圧気体によって排除されるため、蒸気膜の形成が阻害され、安定した冷却が確保される。この際、気水比を1000未満とすると、冷却速度のバラツキが大きく、気水比が50000を超えると、冷却効果が飽和する。

[0016] 前記冷却用加圧気体は、空気又は窒素であってもよい。

本発明では冷却媒体の種類は問わないが、扱いやすさと経済性の点から、空気又は窒素が好ましい。

[0017] 前記冷却水が、前記冷却水供給ノズルからミスト状、シャワー状、又は流水状に供給されてもよい。

[0018] 冷却水供給ノズルから供給される水滴の粒径に依らず、ノズルプレートからノズル孔を通じて噴射されるミストの粒径分布は、ほぼ同一傾向にあることが本発明者等の実験により確認された。この理由としては、チャンバー内で供給された冷却水がノズ

ルプレートで一旦合体し、合体した冷却水が冷却用加圧気体と一緒にノズルプレート
の孔から噴射される際に再分散されるからであろうと考えられる。

従って、供給される冷却水は、ミスト状、シャワー状、流水状のいずれでも良く、冷
却水供給ノズルから冷却水のみ供給しても良いし、冷却水と冷却用加圧気体とを混
合して供給しても良い。要は、ノズルプレート上に所定の水量が供給されればよい。

[0019] 前記圧延鋼材がレールであり、このレールの頭頂部と前記チャンバーとの間に隙間
を有するように前記チャンバーが配置され、前記ノズルプレートの前記ノズル孔から
前記レールの頭頂部に向けて前記冷却媒体が噴射されてもよく、前記レールの頭側
部と前記チャンバーとの間に隙間を有するように前記チャンバーが配置され、前記ノ
ズルプレートの前記ノズル孔から前記レールの頭側部に向けて前記冷却媒体が噴
射されてもよい。このようにすることで、レール頭部の表面に対して垂直方向にミスト
噴射することができる。

[0020] 前記各チャンバーは、前記チャンバーは、前記気体導入口を設けるために、その
幅が広く形成された拡幅部と、この拡幅部よりも幅が狭く形成された縮幅部と、前記
拡幅部と前記縮幅部との間でこれらを互いに連結する傾斜部と、で形成され、前記
吹出口が前記縮幅部の端部に設けられていてもよい。

[0021] 前記圧延鋼材がレールであり、前記チャンバーが前記レールの上方に配置され、
前記チャンバーの前記拡幅部内に、前記整流板が水平状態で配置され、この整流
板の側端と前記拡幅部の内壁との間を前記冷却用加圧気体が通過するように隙間
が形成されてもよい。

[0022] また、本発明に係る圧延鋼材の冷却装置では、前記チャンバーを前記レールの側
方に配置する場合も、レールの頭頂部に対向して配置されるチャンバーと同様な構
成のチャンバーを横向き(90度転回)とし、レールの側方の両側に配置される。

[0023] 本発明の熱間圧延された長尺の圧延鋼材を冷却する冷却方法は、冷却水を供給
する冷却水供給ノズルと、気体導入口を通じて導入された冷却用加圧空気と前記冷
却水とを混合した冷却媒体を吹き出す吹出口と、前記吹出口の端部に設けられ複数
のノズル孔を有するノズルプレートとを有する複数のチャンバーを備える冷却装置を
使って、熱間圧延された長尺の圧延鋼材を冷却する冷却方法である。前記気体導入

口を通じて前記チャンバーに導入された前記冷却用加圧空気を、前記気体導入口と前記冷却水供給ノズルとの間に配置された整流板により、前記チャンバに導入された前記冷却用加圧空気が前記吹出口に直接向かわないように整流し、前記整流板によって整流された冷却用加圧空気と、前記冷却水供給ノズルから供給された冷却水とを混合して前記冷却媒体とし、前記冷却媒体を、前記吹出口に沿って配置された前記圧延鋼材の表面に向けて、前記ノズルプレート複数のノズル孔を通じて50～200m/秒の速度で噴射し、前記圧延鋼材の全長を均一に冷却する。

[0024] 衝突速度を速くするほど高い冷却速度が得られ、衝突速度を50m/s以上とすると、冷却速度のバラツキが $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 程度まで低減されることが判明した。なお、衝突速度が200m/sを超えると、冷却効果が飽和する。

[0025] 前記冷却水の体積流量に対する前記冷却用加圧気体の体積流量の比を1000～50000としてもよい。

前記冷却水の体積流量に対する前記冷却用加圧気体の体積流量の比は、気水比と呼ばれる。

高気水比の場合、圧延鋼材の表面に形成された蒸気膜が冷却用加圧気体によって排除されるため、蒸気膜の形成が阻害され、安定した冷却が確保される。この際、気水比を1000未満とすると、冷却速度のバラツキが大きく、気水比が50000を超えると、冷却効果が飽和する。

[0026] また、本発明に係る圧延鋼材の冷却方法では、前記冷却水供給ノズルを前記ノズルプレートに指向させて前記冷却水を供給することが好ましい。

[0027] 前記冷却用加圧気体は、空気又は窒素であってもよい。

本発明では冷却媒体の種類は問わないが、扱いやすさと経済性の点から、空気又は窒素が好ましい。

[0028] 前記冷却水供給ノズルから前記冷却水を、ミスト状、シャワー状、又は流水状に供給するようにしてもよい。

[0029] 熱間圧延後の前記圧延鋼材の冷却開始温度をオーステナイト域温度以上とすると共に、この圧延鋼材の冷却終了温度を450～600 $^{\circ}\text{C}$ としてもよい。

冷却開始温度をオーステナイト域温度以上、且つ冷却終了温度を少なくとも600 $^{\circ}\text{C}$

以下としなければ、焼き入れが生じず好ましくないからである。一方、450℃未満まで加速冷却を継続すると、レール頭部にマルテンサイト組織が生じるため、硬度は増すものの延靱性が低下するため好ましくない。

- [0030] 前記圧延鋼材がレールであり、このレールの頭頂部及び頭側部と前記チャンバーとの間に隙間を有するように前記チャンバーを配置し、前記ノズルプレートの前記ノズル孔から前記レールの前記頭頂部及び前記頭側部に向けて前記冷却媒体を噴射してもよい。このようにすることで、レール頭部の表面に対して垂直方向にミスト噴射することができる。

発明の効果

- [0031] 本発明に係る圧延鋼材の冷却装置および冷却方法では、圧延鋼材に向けて吹出口から冷却用加圧気体を噴出するチャンバー内に、冷却水を供給する冷却水供給ノズルを設置し、冷却用加圧気体と冷却水とを混合してノズルプレートからノズル孔を通じて圧延鋼材表面に対して垂直方向にミスト噴射させることで水滴の衝突速度を高くして、圧延鋼材に付着する水滴を迅速に除去する。これにより、蒸気膜の形成が阻害され、冷却速度を変動させることなく、均一な冷却が可能となり、また安定した加速冷却も可能となる。

- [0032] 加えて、気体導入口と冷却水供給ノズルとの間に整流板を設置して、気体導入口から導入された冷却用加圧気体が、整流板を介してチャンバー全体に均整に流れるようにすることで、チャンバー内の全体での水量密度のバラツキを防止することができる。

図面の簡単な説明

- [0033] [図1]図1は、本発明の一実施の形態に係る圧延鋼材の冷却装置を示す模式図である。

[図2]図2は、同冷却装置のノズルプレートの平面図である。

[図3]図3は、冷却水を供給する配管と冷却水供給ノズル部分の斜視図である。

[図4A]図4Aは、冷却水供給ノズルの冷却水の供給状況を示した模式図である。

[図4B]図4Bは、図4Aの冷却水供給ノズルの位置と水量密度との関係を示したグラフである。

[図5]図5は、チャンバー内に整流板が設置された状態を示す斜視図である。

[図6A]図6Aは、チャンバー内に整流板が無い状態における空気の吐出分布及びミストの水量密度割合を示したグラフである。

[図6B]図6Bは、図6Aの状態におけるチャンバー内の空気の流れを示した模式図である。

[図7A]図7Aは、ブロワーの直下に整流板が設置された状態における空気の吐出分布及びミストの水量密度割合を示したグラフである。

[図7B]図7Bは、図7Aの状態におけるチャンバー内の空気の流れを示した模式図である。

[図8]図8は、ミストの衝突速度と冷却速度との関係を示したグラフである。

[図9]図9は、気水比と冷却速度のバラツキとの関係を示したグラフである。

符号の説明

- [0034]
- 10 冷却装置
 - 11 チャンバー
 - 11a 拡幅部
 - 11b 傾斜部
 - 11c 縮幅部
 - 12 吹出口
 - 13 気体導入口
 - 14 ノズルプレート
 - 14c ノズル孔
 - 15 冷却水供給ノズル
 - 16 整流板
 - 17 配管
 - 17a 分岐管
 - 20 冷却装置
 - 21 チャンバー
 - 21a 拡幅部

- 21b 傾斜部
- 21c 縮幅部
- 22 吹出口
- 23 気体導入口
- 24 ノズルプレート
- 25 冷却水供給ノズル
- 26 整流板
- 27 配管
- 30 レール(圧延鋼材)
- 31 頭頂部
- 32 頭側部

発明を実施するための最良の形態

[0035] 続いて、添付した図面を参照しつつ、本発明を具体化した実施の形態につき説明し、本発明の理解に供する。なお、以下では、長尺の圧延鋼材としてレールを例に採り説明する。

[0036] 本発明の一実施の形態に係る圧延鋼材の冷却に使用する冷却装置(以下、単に冷却装置という)10、20は、熱間圧延されたレール30を冷却する冷却装置である。図1に示すように、レール30の頭頂部31に対向して冷却装置10が配置され、両頭側部32にそれぞれ対向して冷却装置20が配置される。冷却装置10とレール30の頭頂部31との距離、及び冷却装置20とレール30の頭側部32との距離は、それぞれ数mm～数十mmとされる。

冷却装置10は、レール30の長手方向に細長い形状(長手方向の寸法は1000～5000mm程度)の箱形のチャンバー11を複数有している。レール30の全長を同時に冷却する必要があるため、複数のチャンバー11が、レール30の長手方向に沿い、レール30の全長に渡って一列に連続して配置される。つまり、チャンバー11の数は、レール30の長さに応じて決められる。1個あたりのチャンバー11の長さは、例えば、5m～10m程度が好ましい。そのため、例えば、レール30の長さが50mの場合は、一列に連続して配置されるチャンバー11の数は、5～10個になる。また、レール30

の長さが100mの場合は、一列に連続して配置されるチャンバー11の数は、10～20個になる。

上記は、本発明のチャンバーの長さや数を限定するものではなく、実際の製造設備では、その設備において製造される圧延鋼材の最大圧延長さを覆う分だけチャンバーを配置し、実際の圧延長さに応じて稼動するチャンバーの数を選択することになる。

以下、個々のチャンバー11, 21について詳細に説明する。

[0037] 冷却装置10のチャンバー11には、図示しないブロワーから送出される空気(冷却用加圧気体の一例)を導入する気体導入口13が上部に接続されている。この箱形のチャンバー11内には、配管17を介して供給される冷却水をレール30の頭頂部31の方向に供給するように冷却水供給ノズル15が設置されている。チャンバー11の下流側の端部には、吹出口12が設けられ、ブロワーからの空気によって、供給された冷却水を吹出口12に向けて押すように構成されている。

[0038] チャンバー11は、上部に気体導入口13を設けるために、その幅が広く形成された拡幅部11aと、吹出口12が下流側の端部に設けられ、拡幅部11aよりも幅が狭い縮幅部11cと、拡幅部11aと縮幅部11cとの間でこれらを連結するテーパ状の傾斜部11bとで形成される。レール30に対向する吹出口12には、複数のノズル孔14c(図2参照)を有するノズルプレート14が、レール30の頭頂部31と平行になるように装着されている。また、拡幅部11a内で、気体導入口13と冷却水供給ノズル15との間には、気体導入口13から導入された空気がノズルプレート14に直接当たるのを防止する整流板16が水平状態に設置されている。

[0039] 一方、冷却装置20のチャンバー21も、図示しないブロワーから送出される空気を導入する気体導入口23が接続されている。箱形のチャンバー21内には、配管27を介して供給される冷却水をレール30の頭側部32の方向に供給するように冷却水供給ノズル25を設置されている。チャンバー21の下流側の端部には、吹出口22が設けられ、ブロワーからの空気によって、供給された冷却水を吹出口22に向けて押すように構成されている。

[0040] チャンバー21は、側部に気体導入口23を設けるために、その幅が広く形成された

拡幅部21aと、吹出口22が下流側の端部に設けられ、拡幅部21aよりも幅が狭い縮幅部21cと、拡幅部21aと縮幅部21cとの間でこれらを連結するテーパ状の傾斜部21bとで形成される。レール30に対向する吹出口22には、複数のノズル孔を有するノズルプレート24が、レール30の頭側部32と平行になるように装着されている。また、拡幅部21a内で、気体導入口23と冷却水供給ノズル25との間には、チャンバー21全体に均一に気体が分散して流れるように整流板26が設置されている。

[0041] 次に、冷却装置10のノズルプレート14、冷却水供給ノズル15、及び整流板16について詳細に説明するが、冷却装置20のノズルプレート24、冷却水供給ノズル25、及び整流板26もほぼ同様である。

[0042] ノズルプレート14には、図2に示すように、例えば直径2～10mm程度の多数のノズル孔14c…が所要の間隔(例えば2mm～10mm程度の間隔)をおいて規則的に形成されている。また、ミスト(空気と冷却水との混合体からなる冷却媒体)がレール30の頭頂部31全幅に垂直に当たるように、ノズル孔14cが形成されている領域の短手方向(レール30の幅方向)の幅Wは、レール30の頭頂部31の幅と略同一とされている。

[0043] チャンバー11内にレール30の長手方向と平行になるように配管17が配置され、図3に示すように、この配管17から複数の分岐管17a…が下方に向けて分岐している。冷却水供給ノズル15は、分岐管17aの各先端に装着されている。冷却水供給ノズル15から供給される冷却水は、ミスト状、シャワー状、流水状のいずれでも良い。

また、冷却水供給ノズル15から冷却水のみを供給しても良いし、冷却水と空気とを混合して供給しても良い。

[0044] 冷却水供給ノズル15から供給される水滴がノズルプレート14に向けて噴射されるように、ノズルプレート14からノズル孔14cを通じて噴射されるミストの水量密度は均一とする(図4A、図4B、参照)。

[0045] 整流板16は、図5に示すように、平面視でチャンバー11の少なくとも気体導入口13相当部の直下に配置される。また、整流板16の側端と拡幅部11aの内壁との間には空気が通過するように隙間が形成されている。これにより、気体導入口13から導入された空気は、整流板16によりチャンバー11全体に分散して均整に流れ、チャンバ

ー11内における水量密度分布のバラツキが防止される。

[0046] なお、図示しないが、整流板に多数の孔を形成してもよく、さらにその際に複数ある気体導入口の各直下に形成される孔の単位面積当たりの合計面積が、他の箇所に形成される孔の単位面積当たりの合計面積より小さくなるようにすることで、ノズルプレート14からノズル孔14cを通じて噴射されるミストがチャンバー11の長手方向で均一となるようにしてもよい。

[0047] 図6Aは、チャンバー11内に整流板が無い状態(図6B参照)における空気の吐出分布及びミストの水量密度割合を示したグラフである。冷却水供給ノズル15とノズルプレート14との距離は100mm、隣接する冷却水供給ノズル15間の間隔は500mmとし、冷却水供給ノズル15間の中央に気体導入口13が位置している(距離及び間隔はいずれも試験例)。

チャンバー11内に整流板が無い場合、チャンバー11の長手方向に関する空気の吐出量は、気体導入口13直下が大きく、気体導入口13から離れるにつれて小さくなる。この状態で、冷却水供給ノズル15からミストを供給した場合、空気の流れが強い気体導入口13直下では、ミストが空気に押されるため、ノズルプレート14からノズル孔14cを通じて噴射されるミストの量は減少する。このため、チャンバー11長手方向の水量は不均一となる。

[0048] 図7Aは、気体導入口13の直下に適切な形状の整流板16を設置した状態(図7B参照)における空気の吐出分布及びミストの水量密度割合を示したグラフである。他の条件は、図6Aおよび図6Bと同条件である。整流板16とノズルプレート14との距離は185mm(試験例)である。

気体導入口13の直下に整流板16を設置した場合、気体導入口13からチャンバー11内に導入された空気は、整流板16に一旦衝突した後、チャンバー11全体に分散されるため、ノズルプレート14からノズル孔14cを通じて噴出する空気の吐出量は、チャンバー11全体で均一となる。

[0049] 気体導入口13から導入された空気は、整流板16によりチャンバー11の長手方向にも流れるため、チャンバー11の長手方向の水量分布は均一となる。

[0050] 上記構成を有する冷却装置10、20を用いてレール頭部を冷却する場合、ノズルプ

レート14、24からノズル孔を通じて噴射される空気と冷却水との混合体からなる冷却媒体の気水比を1000～50000、レール頭部へのミストの衝突速度を50～200m/sとして、レール30の頭頂部31に対向して配置したノズルプレート14からノズル孔14cを通じて該頭頂部31に向けて冷却媒体をミスト噴射する。またこれと同時に、レール30の頭側部32に対向して配置したノズルプレート24からノズル孔を通じて該頭側部32に向けて冷却媒体をミスト噴射する。そして、オーステナイト域温度から450～600℃までの間についてレール頭部を均一に冷却する。

[0051] 冷却温度を上記のように定めた理由は、冷却開始温度をオーステナイト域温度以上、且つ冷却終了温度を少なくとも600℃以下としなければ、焼き入れを実施する上で好ましくないためである。一方、450℃未満まで加速冷却を継続すると、レール頭部にマルテンサイト組織が生じるため、硬度は増すものの延靱性が低下するため好ましくない。

[0052] 図8は、実験によって得られた、ミストの衝突速度と冷却速度との関係をグラフ化したものである。

冷却水供給ノズルは、株式会社いけうち製のノズルBIM J 2015、供試体は、長さ100mmの141ポンドレールとし、供試体の頭頂部から深さ2mmの位置に熱電対を埋め込んだものを使用した。

供試体を加熱炉で820℃まで加熱した後、取り出して750℃から本冷却装置による冷却を開始し、500℃以下になるまで冷却した。冷却条件は、吐出冷却水量密度を70L(リットル)/m²・min一定とし、空気の量を変化させてミストの衝突速度を10、20、50、150、200m/sの5条件に設定した。なお、この際の空気圧は、1.1～1.2気圧とした。

[0053] ミストの衝突速度 V_a は、吐出速度を V_e 、吹出口とレールとの間の距離を h 、吹出口径を d として、次式により算出した。

$$V_a = 6.39 \times V_e / (h/d + 0.6)$$

[0054] 各衝突速度について10回ずつ実験を行い、熱電対の指示値が750℃から500℃までに要した時間から冷却速度を求めた。その結果、衝突速度を速くするほど高い冷却速度が得られ、衝突速度を50m/s以上とすると、冷却速度のバラツキが±1.5

℃程度まで低減し安定することが判明した。なお、衝突速度が200m/sを超えると、設備の大型化やランニングコストの増大を伴い、現実的ではない。

[0055] また、表1は、気水比と冷却速度との関係を示したものである。同表より、気水比を1000以上とすると、冷却速度の標準偏差が2.2以下となり、気水比50000でその効果が飽和し、安定的な冷却が可能となることがわかる。なお、図9は、表1のデータをグラフ化したものである。

[0056] [表1]

気水比（気体量／水量）と冷却速度

比 率	冷却速度 (°C/s)					A v e	σ
295	5	12	26	30	7	16	10.1
540	7	10	12	17	23	13.8	5.6
980	15	15	16	17	21	16.8	2.2
3000	15	15	16	17	21	16.8	2.2
8000	17	15	19	17	19	17.4	1.5
10000	18	18	19	16	16	17.4	1.2
20000	17.6	17.8	16.5	17.7	17.7	17.5	0.5
25000	17	16.4	17.5	18.7	18.2	17.6	0.8
30000	17.1	17.5	17	18.2	17.6	17.5	0.4
50000	16.8	18.2	18.7	17.5	17.2	17.7	0.7
80000	17.4	18	18.2	17.5	17.2	17.7	0.4
100000	17.5	17.6	17.6	17.8	17.8	17.7	0.1

[0057] なお、本冷却装置を用いてレールの柱部や足部を冷却する場合については、これらの部位の冷却速度が頭部より速くなるため、別途、冷却条件を設定する必要がある。

[0058] 以上、本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明は何ら上記した実施の形態に記載の構成に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載されている事項の範囲内で考えられるその他の実施の形態や変形例も含むものである。例えば、上記の実施の形態では、チャンバーに導入される冷却用加圧気体は空気としたが、窒素でも良い。

産業上の利用可能性

[0059] 本発明によれば、長尺の圧延鋼材表面における蒸気膜の形成を抑制して冷却速度を大幅に向上させるとともに、均一な加速冷却が可能な圧延鋼材の冷却装置および冷却方法を提供することができる。

請求の範囲

- [1] 熱間圧延された長尺の圧延鋼材を冷却する圧延鋼材の冷却装置であって、
前記圧延鋼材の長手方向に沿って配置された複数のチャンバーを備え、
前記複数のチャンバーはそれぞれ、
前記チャンバーから前記圧延鋼材に向けて、前記チャンバーに接続された気体導入口からチャンバーに導入された前記冷却用加圧空気を吹出す吹出口と、
この吹出口に前記圧延鋼材に面するように設けられ、複数のノズル孔を有するノズルプレートと、
前記チャンバー内に冷却水を供給する冷却水供給ノズルと、
前記気体導入口と前記冷却水供給ノズルとの間に設けられ、前記気体導入口から導入された前記冷却用加圧気体が前記ノズルプレートに直接当たるのを防止する整流板と、
を備え、
前記冷却水供給ノズルから供給された前記冷却水と、前記気体導入口から導入され前記整流板によって整流された冷却用加圧気体とが混合された冷却媒体を前記ノズルプレートの前記ノズル孔を通じて、前記圧延鋼材に向けて噴射し、この圧延鋼材の表面の均一冷却を行う圧延鋼材の冷却装置。
- [2] 請求項1に記載の圧延鋼材の冷却装置であって、
前記圧延鋼材がレールであり、このレールの頭頂部と前記チャンバーとの間に隙間を有するように前記チャンバーが配置され、前記ノズルプレートの前記ノズル孔から前記レールの頭頂部に向けて前記冷却媒体が噴射される圧延鋼材の冷却装置。
- [3] 請求項1に記載の圧延鋼材の冷却装置であって、
前記圧延鋼材がレールであり、このレールの頭側部と前記チャンバーとの間に隙間を有するように前記チャンバーが配置され、前記ノズルプレートの前記ノズル孔から前記レールの頭側部に向けて前記冷却媒体が噴射される圧延鋼材の冷却装置。
- [4] 請求項1に記載の圧延鋼材の冷却装置であって、前記チャンバーは、
前記気体導入口を設けるために、その幅が広く形成された拡幅部と、
この拡幅部よりも幅が狭く形成された縮幅部と、

前記拡幅部と前記縮幅部との間でこれらを互いに連結する傾斜部と、
で形成され、

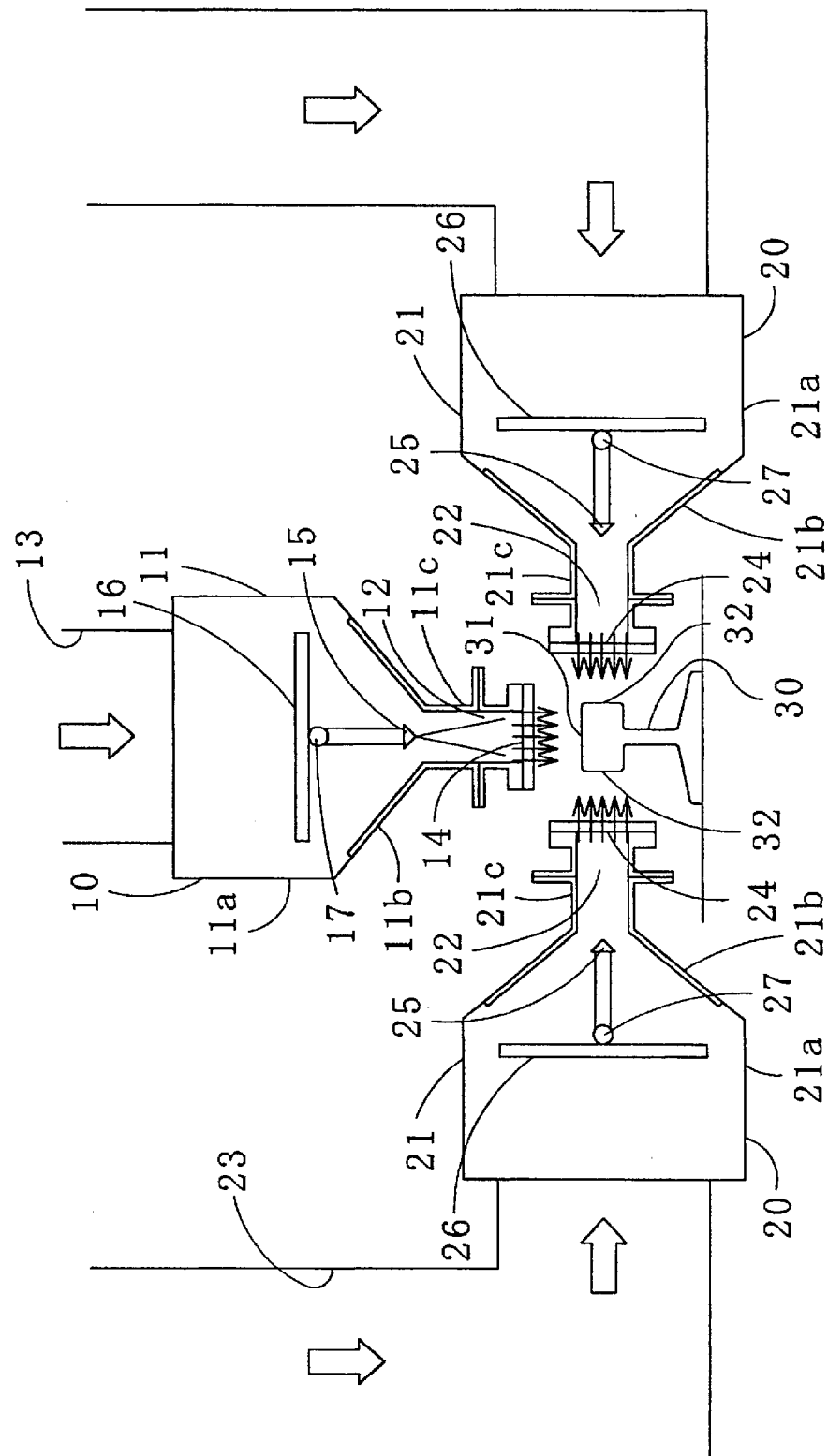
前記吹出口が前記縮幅部の端部に設けられている圧延鋼材の冷却装置。

- [5] 請求項4に記載の圧延鋼材の冷却装置であって、
前記圧延鋼材がレールであり、前記チャンバーが前記レールの上方に配置され、
前記チャンバーの前記拡幅部内に、前記整流板が水平状態で配置され、
この整流板の側端と前記拡幅部の内壁との間を前記冷却用加圧気体が通過するように隙間が形成されている圧延鋼材の冷却装置。
- [6] 請求項1～5のいずれか1項に記載の圧延鋼材の冷却装置であって、前記冷却水の体積流量に対する前記冷却用加圧気体の体積流量の比が1000～50000である圧延鋼材の冷却装置。
- [7] 請求項1～6のいずれか1項に記載の圧延鋼材の冷却装置であって、前記冷却用加圧気体が、空気又は窒素である圧延鋼材の冷却装置。
- [8] 請求項1～7のいずれか1項に記載の圧延鋼材の冷却装置であって、前記冷却水が、前記冷却水供給ノズルからミスト状、シャワー状、又は流水状に供給される圧延鋼材の冷却装置。
- [9] 冷却水を供給する冷却水供給ノズルと、気体導入口を通じて導入された冷却用加圧空気と前記冷却水とを混合した冷却媒体を吹き出す吹出口と、前記吹出口の端部に設けられ複数のノズル孔を有するノズルプレートとを有する複数のチャンバーを備える冷却装置を使って、熱間圧延された長尺の圧延鋼材を冷却する冷却方法であって、
前記気体導入口を通じて前記チャンバーに導入された前記冷却用加圧空気を、前記気体導入口と前記冷却水供給ノズルとの間に配置された整流板により、前記チャンバーに導入された前記冷却用加圧空気が前記吹出口に直接向かわないように整流し、
前記整流板によって整流された冷却用加圧空気と、前記冷却水供給ノズルから供給された冷却水とを混合して前記冷却媒体とし、
前記冷却媒体を、前記吹出口に沿って配置された前記圧延鋼材の表面に向けて、

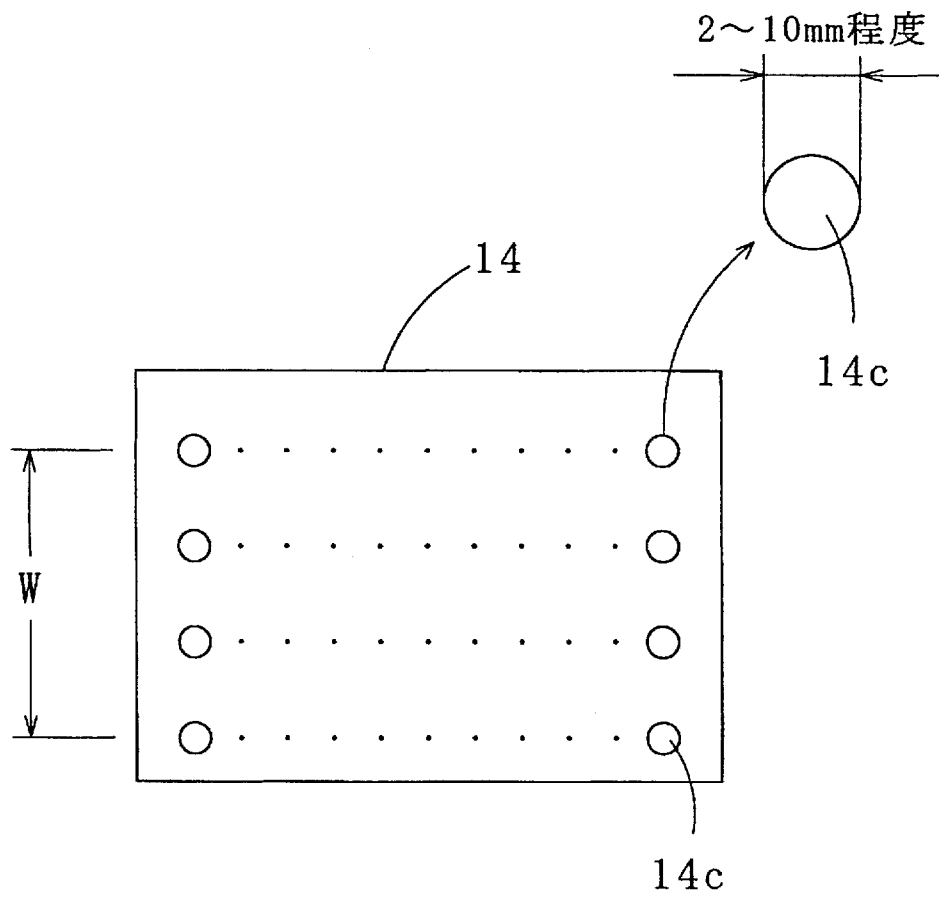
前記ノズルプレート複数のノズル孔を通じて50～200m／秒の速度で噴射し、前記圧延鋼材の全長を均一に冷却する圧延鋼材の冷却方法。

- [10] 請求項9に記載の圧延鋼材の冷却方法であって、前記冷却水の体積流量に対する前記冷却用加圧気体の体積流量の比を1000～50000とする圧延鋼材の冷却方法。
- [11] 請求項9または10に記載の圧延鋼材の冷却方法であって、前記冷却用加圧気体が、空気又は窒素である圧延鋼材の冷却方法。
- [12] 請求項9～11のいずれか1項に記載の圧延鋼材の冷却方法であって、前記冷却水供給ノズルから前記冷却水を、ミスト状、シャワー状、又は流水状に供給する圧延鋼材の冷却方法。
- [13] 請求項9～12のいずれか1項に記載の圧延鋼材の冷却方法であって、熱間圧延後の前記圧延鋼材の冷却開始温度をオーステナイト域温度以上とすると共に、この圧延鋼材の冷却終了温度を450～600℃とする圧延鋼材の冷却方法。
- [14] 請求項9～13のいずれか1項に記載の圧延鋼材の冷却方法であって、前記圧延鋼材がレールであり、このレールの頭頂部及び頭側部と前記チャンバーとの間に隙間を有するように前記チャンバーを配置し、前記ノズルプレートの前記ノズル孔から前記レールの前記頭頂部及び前記頭側部に向けて前記冷却媒体を噴射する圧延鋼材の冷却方法。

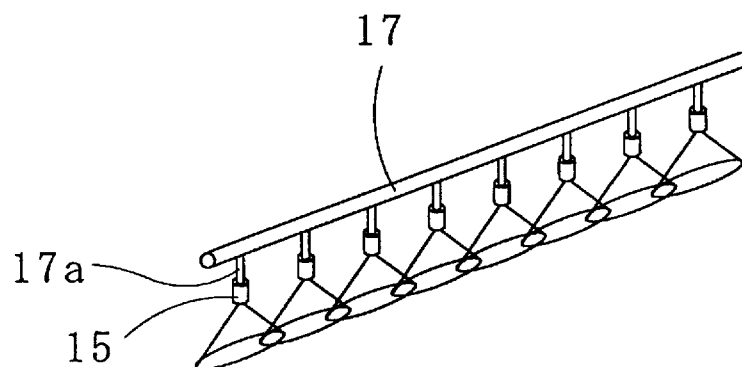
[図1]



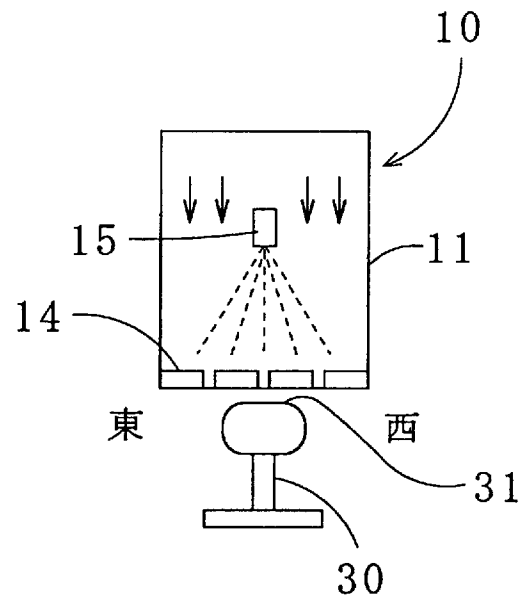
[図2]



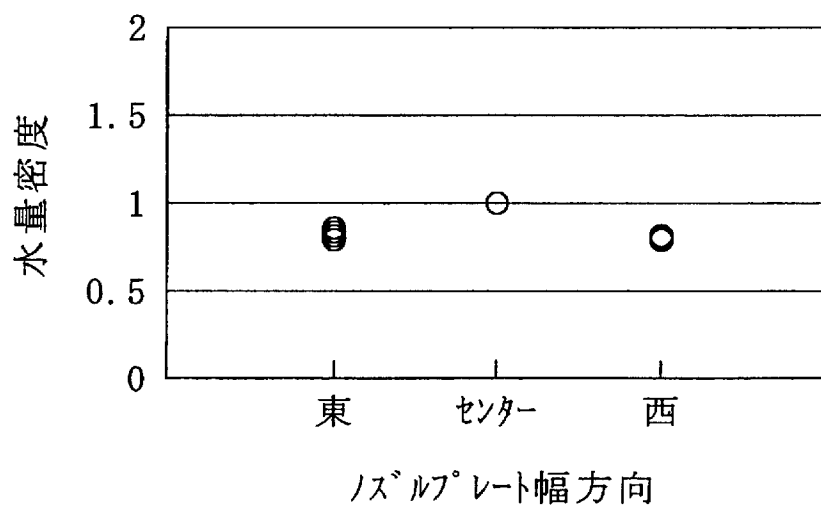
[図3]



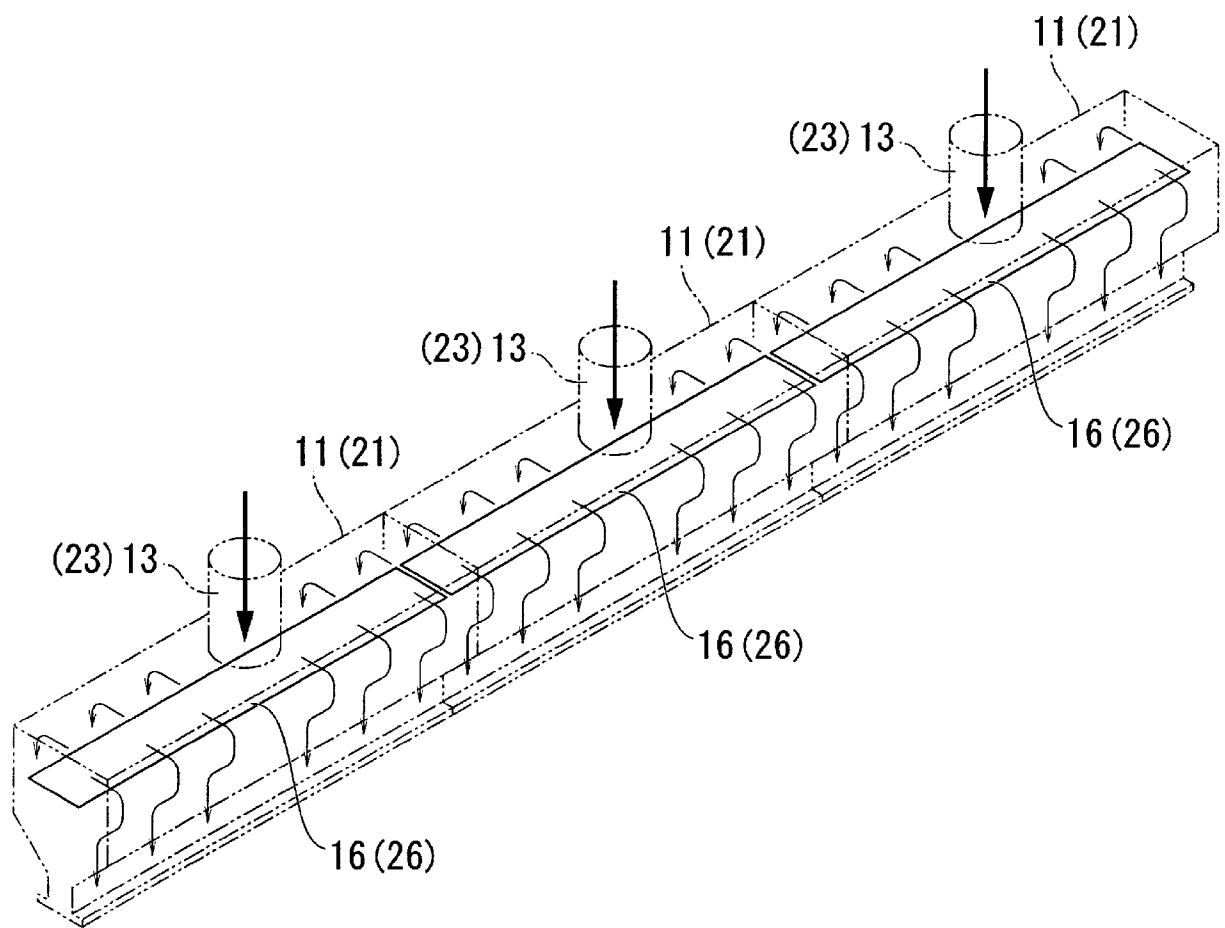
[図4A]



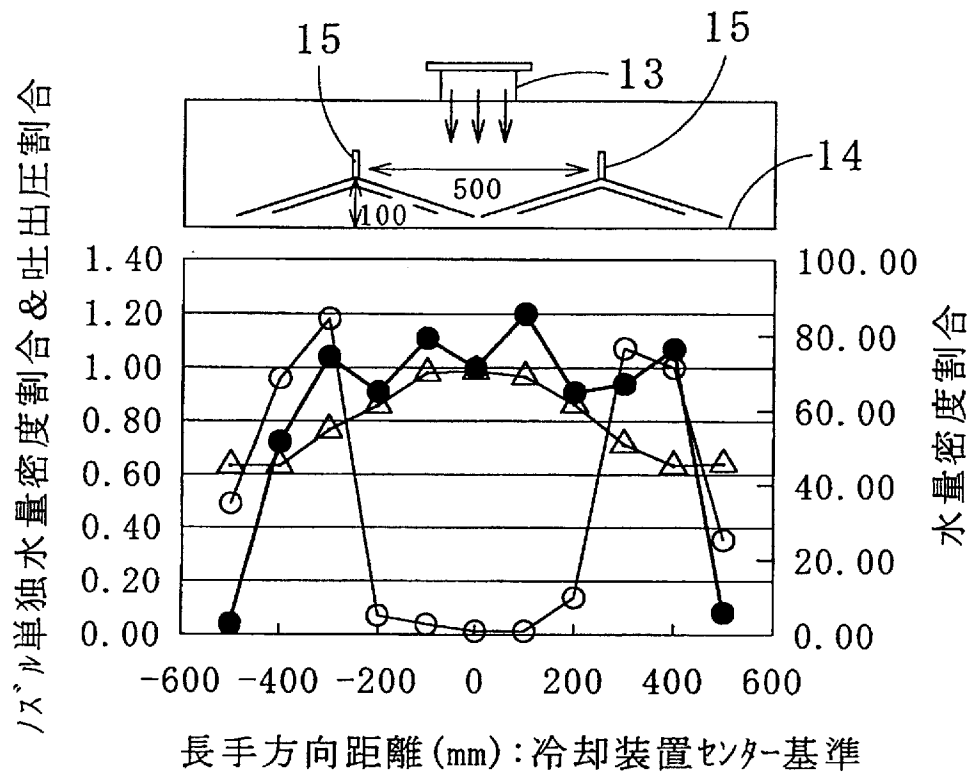
[図4B]



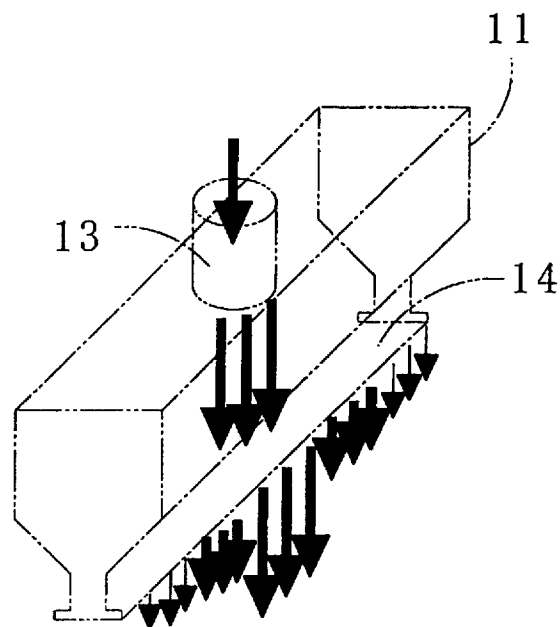
[図5]



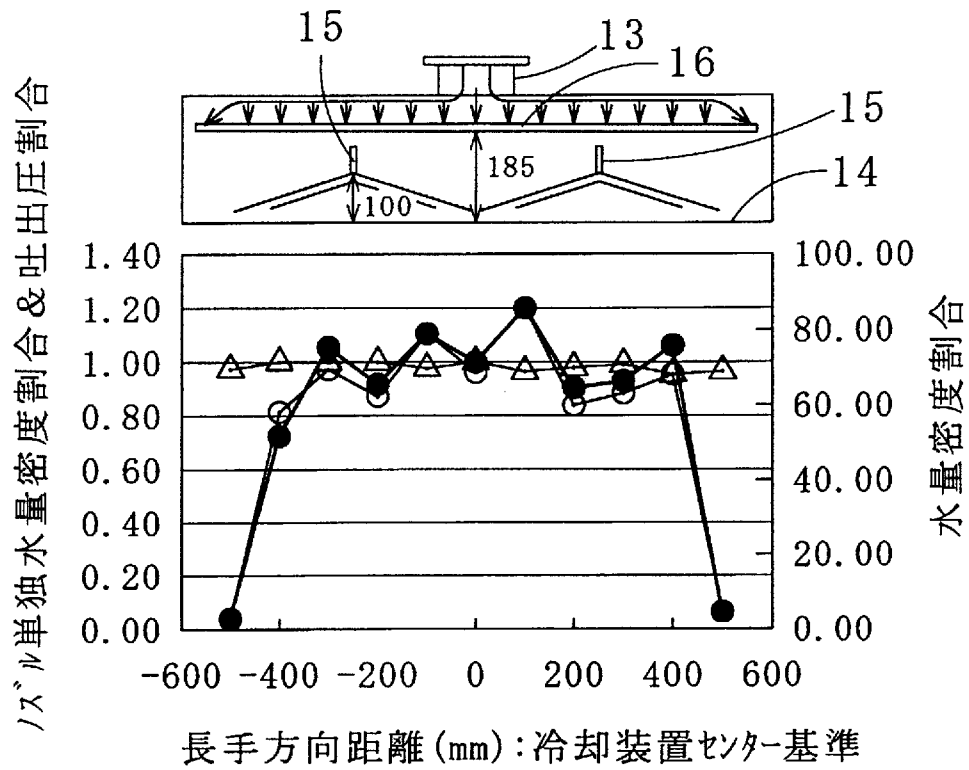
[図6A]



[図6B]

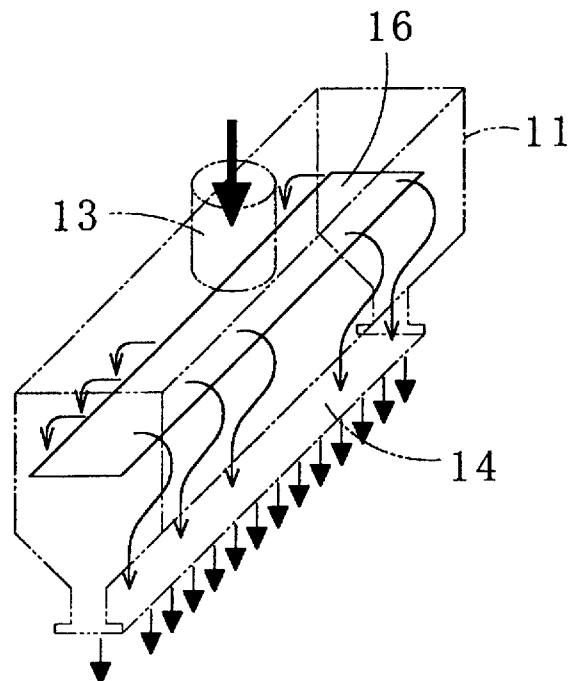


[図7A]

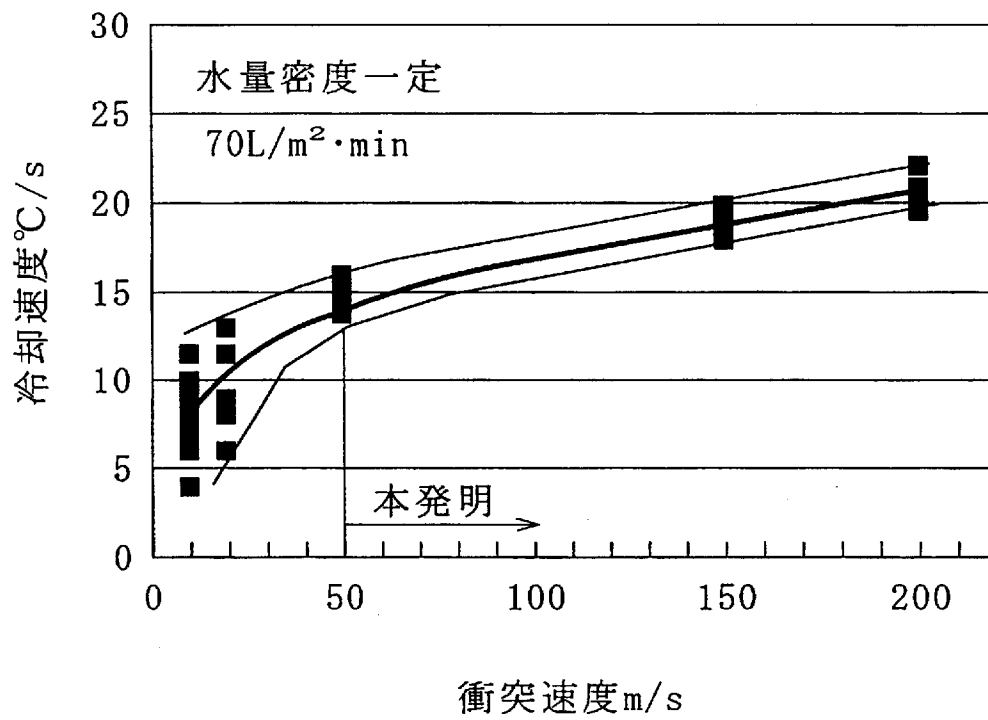


- : ノズル単独水量密度割合
- : ノズルプレートからのミスト水量密度割合
- △: ノズルプレートからの空気の吐出圧割合
- ○ △ いずれの場合も冷却装置センターの値を基準に割合を算出

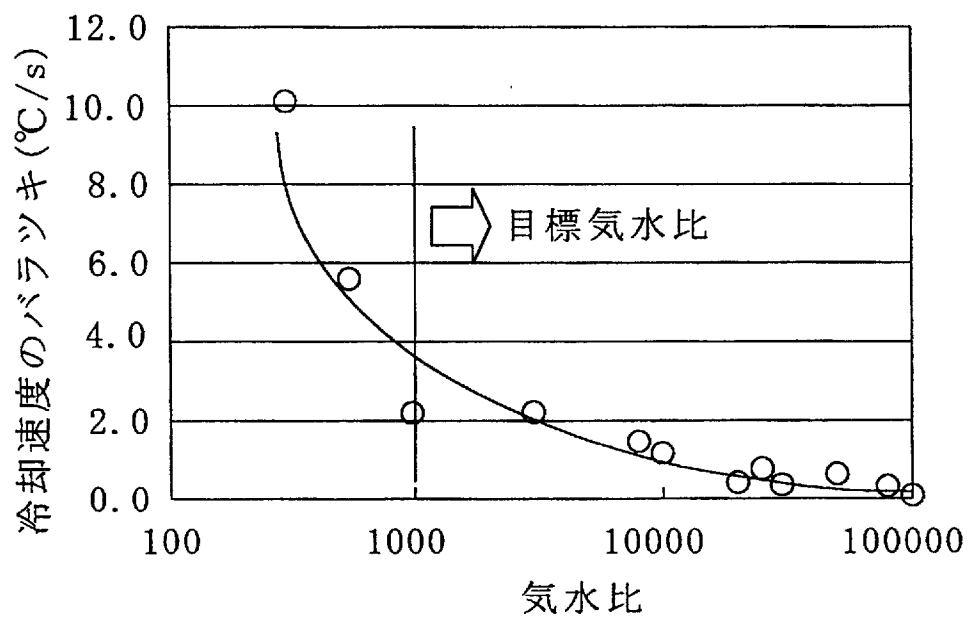
[図7B]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/053377

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B21B45/02(2006.01)i, C21D1/00(2006.01)i, C21D8/00(2006.01)i, C21D9/04(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)

B21B45/02, C21D1/00, C21D8/00, C21D9/04

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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.
A	JP 8-319515 A (Nippon Steel Corp.), 03 December, 1996 (03.12.96), Par. Nos. [0015] to [0017]; Fig. 4 (Family: none)	1-14
A	JP 2000-26916 A (Honda Motor Co., Ltd.), 25 January, 2000 (25.01.00), Par. Nos. [0005], [0015]; Figs. 3, 4 (Family: none)	1-14
A	JP 9-137228 A (Nippon Steel Corp.), 27 May, 1997 (27.05.97), Claim 1 (Family: none)	1-14

☐ 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
10 April, 2009 (10.04.09)

Date of mailing of the international search report
21 April, 2009 (21.04.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B21B45/02 (2006.01)i, C21D1/00 (2006.01)i, C21D8/00 (2006.01)i, C21D9/04 (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（I P C））

Int.Cl. B21B45/02, C21D1/00, C21D8/00, C21D9/04

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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
A	JP 8-319515 A（新日本製鐵株式会社）1996. 12. 03, 段落【0 0 1 5】 －【0 0 1 7】, 図4（ファミリーなし）	1 - 1 4
A	JP 2000-26916 A（本田技研工業株式会社）2000. 01. 25, 段落【0 0 0 5】, 【0 0 1 5】, 図3, 図4（ファミリーなし）	1 - 1 4
A	JP 9-137228 A（新日本製鐵株式会社）1997. 05. 27, 請求項1（ファ ミリーなし）	1 - 1 4

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

1 0 . 0 4 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 4 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号1 0 0 - 8 9 1 5

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）

小谷内 章

4 E

4 4 2 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 2 5