201938804

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本　(11)公開編號：TW 201938804 A

(43)公開日： 中華民國 108 (2019) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：108105714　(22)申請日： 中華民國 108 (2019) 年 02 月 21 日

(51)Int. Cl.：　*C21D9/46　(2006.01)*　*C21D9/56　(2006.01)*

C21D11/00　(2006.01)

(30)優先權：2018/02/22　日本　2018-029490

(71)申請人：日商杰富意鋼鐵股份有限公司 (日本) JFE STEEL CORPORATION　(JP)

日本

(72)發明人：西田哲郎 NISHIDA, TETSURO (JP)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

申請實體審查：有　申請專利範圍項數：4 項　圖式數：6　共 20 頁

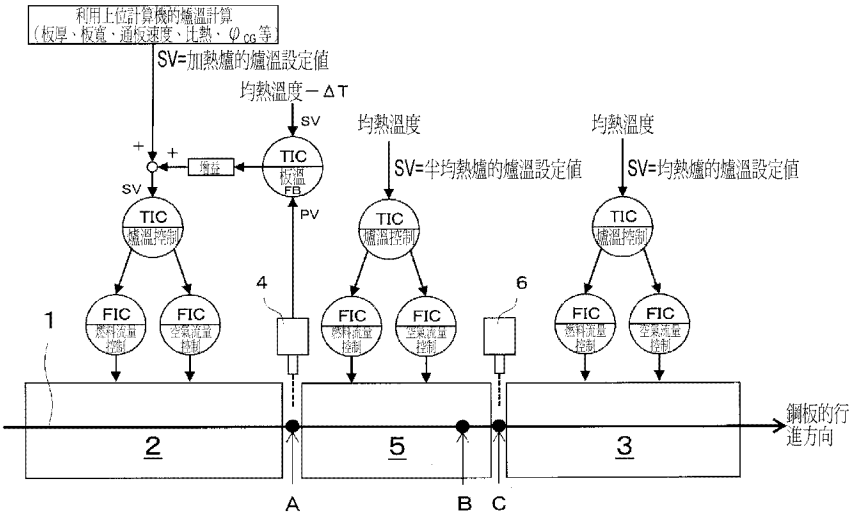
(54)名稱

連續退火中的鋼板加熱方法以及連續退火設備

(57)摘要

一種鋼板的加熱方法與鋼板的連續退火設備，當於具有直火型的加熱爐、均熱爐及冷卻爐的連續退火設備中對鋼板進行加熱時，在所述加熱爐與均熱爐之間配設直火型的半均熱爐，於所述加熱爐中，以加熱爐出口側的鋼板溫度變成（目標均熱溫度－ΔT）的方式進行加熱，於所述半均熱爐中，將爐溫設定成鋼板的目標均熱溫度，並以於半均熱爐內的任一個位置上鋼板溫度變成目標均熱溫度的方式進行加熱，藉此使鋼板的長度方向及寬度方向的溫度均勻化，且確實地防止超過作為加熱目標的均熱溫度對鋼板進行過度加熱的情況。此處，所述 ΔT 是於加熱爐中對板溫進行了反饋控制時的鋼板溫度的偏差幅度以上、且半均熱爐的鋼板加熱能力的 1/2 以下的值。

指定代表圖：



【圖4】

符號簡單說明：

1・・・鋼板(鋼帶)

2・・・加熱爐

3・・・均熱爐

4・・・板溫計

5・・・半均熱爐

6・・・板溫計

A、B、C・・・點

PV・・・板溫實測值

SV・・・均熱溫度

【發明說明書】

【中文發明名稱】在連續退火之鋼板加熱方法以及連續退火設備

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種鋼板的連續退火的技術，具體而言，本發明是有關於一種適合用於熱軋鋼板或冷軋鋼板的連續退火的鋼板的加熱方法、及所述方法中所使用的連續退火設備。

【先前技術】

【0002】 作為對經熱軋的鋼板（熱軋鋼板）或經冷軋的鋼板（冷軋鋼板）實施熱處理的方法，有使用箱式退火爐的分批退火；及一面使鋼板捲料解繞，一面使鋼板通入退火爐內，並連續地實施熱處理的連續退火，近年來，廣泛使用生產性優異的後者的連續退火。該連續退火與分批退火相比，具有可使鋼板的處理溫度均勻化、或可縮短處理時間的優點。但是，相反地，伴隨處理時間的縮短，必須進行急速加熱、或使退火溫度（均熱溫度）高溫化，因此存在捲料內的長度方向或寬度方向的鋼板溫度容易不均勻化這一問題。

【0003】 作為使連續退火中的鋼板內的處理溫度均勻化的技術，例如於專利文獻 1 中揭示有如下的方法：將先行的鋼帶的熱軋方向前端與後行的鋼帶的熱軋方向前端接合、或將先行的鋼帶的熱軋方向後端與後行的鋼帶的熱軋方向後端接合來連續地實施熱處理。但是，該專利文獻 1 中揭示的技術是欲間接地使捲料長

邊方向的熱處理溫度均勻化的技術，並非欲直接地使鋼板溫度均勻化的技術。另外，為了實施該技術，必須將捲料的一半重新捲繞，存在顯著地阻礙生產性這一問題。

【0004】 另外，於專利文獻 2 中揭示有如下的連續退火步驟中的板溫控制方法：當於退火爐中對鋼板進行連續退火時，於退火爐的上游側設置預熱爐來對鋼板進行預熱，根據於預熱爐的出口側及退火爐入口側所測定的板溫，進行控制供給至爐內加熱裝置中的燃料流量，而將板溫保持成退火溫度的板溫前饋控制。

現有技術文獻

專利文獻

【0005】 專利文獻 1：日本專利特開 2005-232482 號公報

專利文獻 2：日本專利特開 2004-197144 號公報

【發明內容】

【0006】 [發明所欲解決之課題]

然而，近年來，於熱軋鋼板或冷軋鋼板的領域中，存在對於最終製品的品質特性的要求逐年變嚴格的傾向，為了滿足該要求，而極其嚴格地管理對鋼板施加的熱處理溫度，例如已知存在如下的情況：不僅需要鋼板捲料的長度方向的溫度均勻化，而且需要於規定的範圍內將鋼板的板寬方向的溫度分佈均勻化、或防止超過規定的溫度對鋼板進行過度加熱的情況。

【0007】 但是，所述專利文獻 2 中揭示的技術是根據於預熱爐出口側所測定的板溫，控制供給至退火爐中的燃料的流量，而控制

退火爐中的板溫，但其並非亦控制預熱爐出口側的板溫的技術。因此，當於預熱爐出口側在鋼板中產生了大的溫度不均勻或過度加熱時，存在難以於退火爐內將鋼板溫度控制於規定的範圍內這一問題。

【0008】 本發明是鑒於現有技術存在的所述問題點而成者，其目的在於提出一種不僅使連續退火中的長度方向及寬度方向的鋼板溫度均勻化，而且可確實地防止超過作為加熱目標的均熱溫度對鋼板進行過度加熱的情況的鋼板的加熱方法，並且提供一種用於所述方法的連續退火設備。

[解決課題之手段]

【0009】 發明者等人為了解決所述課題而反覆努力研究。其結果，發現於具有直火型的加熱爐、均熱爐及冷卻爐的鋼板的連續退火設備中，在所述加熱爐與均熱爐之間配設直火型的半（semi）均熱爐，於所述加熱爐中，將加熱爐出口側的鋼板溫度（以後，亦略記為「板溫」）加熱至相對於作為加熱目標的均熱溫度（以後，亦稱為「目標均熱溫度」）僅低 ΔT 的溫度為止，於所述半均熱爐中，將爐溫設定成所述目標均熱溫度，將所述 ΔT 控制於適當範圍內，藉此以於半均熱爐內的任一個位置上板溫變成目標均熱溫度的方式進行慢速加熱，藉此可達成所述目的，從而完成了本發明的開發。

【0010】 即，本發明提出一種鋼板的加熱方法，其是於具有直火型的加熱爐、均熱爐及冷卻爐的連續退火設備中的鋼板的加熱方

法，其中，在所述加熱爐與均熱爐之間配設直火型的半均熱爐，於所述加熱爐中，以加熱爐出口側的鋼板溫度變成（目標均熱溫度－ΔT）的方式進行加熱，於所述半均熱爐中，將爐溫設定成鋼板的目標均熱溫度，並以於半均熱爐內的任一個位置上鋼板溫度變成目標均熱溫度的方式進行加熱。此處，將所述 ΔT 設為於加熱爐中對板溫進行了反饋控制時的鋼板溫度的偏差幅度以上、且半均熱爐的鋼板加熱能力的 1/2 以下的值。

【0011】 本發明的所述鋼板的加熱方法的特徵在於：於供給至所述半均熱爐的直火型燃燒器中的燃料的流量已達到半均熱爐的燃料供給能力的下限值時增大 ΔT 的值，於已達到半均熱爐的燃料供給能力的上限值時減小 ΔT 的值。

【0012】 另外，本發明的所述鋼板的加熱方法的特徵在於：將供給至所述半均熱爐的直火型燃燒器中的燃料的流量設為半均熱爐的（燃料供給能力的下限值×1.2～燃料供給能力的上限值×0.8）的範圍內。

【0013】 另外，本發明提供一種鋼板的連續退火設備，其是具有直火型的加熱爐、均熱爐及冷卻爐的鋼板用的連續退火設備，其中，在所述加熱爐與均熱爐之間設置有直火型的半均熱爐，所述加熱爐以加熱爐出口側的鋼板溫度變成（目標均熱溫度－ΔT）的方式進行加熱，所述半均熱爐是將爐溫設定成鋼板的目標均熱溫度，並以於半均熱爐內的任一個位置上鋼板溫度變成目標均熱溫度的方式進行加熱者。此處，所述 ΔT 是於加熱爐中對板溫進行了

反饋控制時的鋼板溫度的偏差幅度以上、且半均熱爐的鋼板加熱能力的 1/2 以下的值。

[發明的效果]

【0014】 根據本發明，在直火型的加熱爐與均熱爐之間設置直火型的半均熱爐，於鋼板板溫即將到達目標均熱溫度之前，利用半均熱爐進行慢速加熱，因此容易將鋼板收斂成目標均熱溫度，可使鋼板長邊方向及寬度方向的板溫均勻化，並且可確實地防止超過目標均熱溫度對鋼板進行過度加熱的情況。因此，根據本發明，可特別高精度地控制鋼板的熱處理溫度，因此非常有助於製品品質的提昇或穩定化。

【圖式簡單說明】

【0015】

圖 1 是說明連續退火設備中的鋼板溫度的控制方法的圖。

圖 2 是表示連續退火中的總括傳遞係數 φ_{CG} 的經時變化的一例的圖表。

圖 3 是說明於圖 1 中所示的方法中附加了反饋控制的鋼板溫度的控制方法的圖。

圖 4 是說明具有本發明的半均熱爐的連續退火設備中的鋼板溫度的控制方法的圖。

圖 5 是對由有無本發明的半均熱爐的運轉所引起的於半均熱爐出口側所測定的板溫的經時變化進行比較來表示的圖表。

圖 6 是對由有無本發明的半均熱爐的運轉所引起的鋼板的長

邊方向的溫度變動量（3σ）與板寬方法的溫度差進行比較來表示的圖表。

【實施方式】

【0016】 以下，使用圖對本發明的實施方式進行說明。

圖 1 是表示於具有直火型的加熱爐、均熱爐及冷卻爐的鋼板用連續退火設備的前半部分的加熱爐與均熱爐中的鋼板溫度（板溫）的控制方法的圖。於圖 1 中，將鋼板 1 自圖的左側導入加熱爐 2 中，於到達加熱爐的出口側（圖 1 的 A 點）之前的期間內，加熱至作為加熱目標的均熱溫度（目標均熱溫度）為止，然後導入均熱爐 3 中，於該均熱溫度下保持規定的時間後，進行冷卻。此時，於加熱爐 2 中，在所述上位計算機中，根據已被輸入的被處理材料（鋼板）的條件（板厚、板寬、比熱等）或退火條件（通板速度、環境氣體、總括熱傳遞係數 φ_{CG} 等）來算出加熱爐 2 的爐溫設定值，為了達成該爐溫設定值，對被供給至加熱爐 2 中的燃料與空氣的流量進行自動控制。另外，於均熱爐 3 中，將爐溫設定成作為鋼板的加熱目標溫度的均熱溫度，為了達成該爐溫設定值，對被供給至均熱爐 3 中的燃料與空氣的流量進行自動控制。

【0017】 再者，關於利用所述上位計算機的加熱爐的爐溫設定值的求法，有各種方法，例如可藉由使用如下述（1）式般的熱傳遞模型式進行收斂計算來求出。

$$\Delta T_S/\Delta X = 2\cdot\varphi_{CG}\cdot\sigma\left(T_f^4-T_S^4\right)/C_p\cdot\rho\cdot D\cdot L_S \quad \cdots(1)$$

此處，T_S：出口側板溫（K）

X：加熱長度（m）

φ_{CG}：總括熱傳遞係數（總括熱吸收率）

σ：史特凡·波茲曼常數（Stefan-Boltzmann constant）（$J/s \cdot m^2K^4$）

T_f：爐溫（K）

C_p：比熱（$J/kg \cdot K$）

ρ：比重（kg/m^3）

D：板厚（mm）

L_S：通板速度（m/s）

【0018】 此處，於所述加熱爐 2 的出口側（圖 2 中的 A 點），如上所述，必須將鋼板溫度（板溫）正確地加熱至作為加熱目標的均熱溫度為止。但是，已被輸入所述上位計算機中的條件並非始終固定，時時刻刻在變化。尤其，於用於加熱的燃燒器並非輻射管型，而使用直火型的燃燒器的加熱爐中，總括熱傳遞係數 φ_{CG} 的經時變化大。圖 2 是表示於具有使用直火型燃燒器的加熱爐的連續退火設備中，對板寬 1052 mm～1062 mm 的熱軋鋼板實施 1000℃的熱軋板退火時，實際測定自爐的啟動至經過 24 小時為止的期間內的總括熱傳遞係數 φ_{CG} 的經時變化的結果的一例的圖。於如所述般總括熱傳遞係數 φ_{CG} 大幅度變動的連續退火設備中，難以高精度地設定加熱爐的爐溫，因此，無法將加熱爐出口側（A 點）的板溫控制成規定的目標均熱溫度。

【0019】 因此，為了解決所述問題點，如圖 3 所示，於加熱爐出口側的 A 點處設置板溫計 4 來測定加熱出口側的板溫，將其測定

結果反饋至爐溫控制系統中，並以所述加熱爐出口側 A 點處的板溫變成加熱目標的均熱溫度的方式，控制供給至加熱爐中的燃料及空氣的流量，而調整爐溫。於該圖 3 中，對由板溫計 4 所測定的加熱爐出口側 A 點的板溫實測值 PV 與事先輸入的加熱目標的均熱溫度 SV 進行對比，並對應於兩者的差來對加熱爐的設定溫度加以修正。

【0020】 藉由採用圖 3 中所示的鋼板溫度的控制方法，可相對於作為加熱目標的均熱溫度具有±α℃的變動幅度來控制加熱爐出口側的板溫。但是，存在如下的問題點。

（1）加熱爐的熱容量非常大，於如上所述的反饋控制中，不論怎麼提高增益（gain），爐溫的變化均慢，因此難以進行高精度的爐溫控制。

（2）為了提昇製品特性，理想的是均熱溫度高，但於如若板溫變得過高，則反而對製品特性造成不良影響的情況下，必須避免相對於目標均熱溫度變成正側的過度加熱。另外，就熱能的觀點而言，如變成超過目標均熱溫度般的加熱亦不佳。

【0021】 因此，本發明為了應對所述問題點，提出如下的鋼板的加熱方法：如圖 4 所示，在所述加熱爐 2 與均熱爐 3 之間設置半均熱爐 5，於加熱爐 2 中，以加熱爐出口側的板溫變成（均熱溫度－ΔT）的方式對鋼板進行加熱，於半均熱爐 5 中，將爐溫設定成作為加熱目標的均熱溫度，並以於半均熱爐 5 的比出口側更前的位置，即半均熱爐 5 內的任一個位置（圖 4 中所示的 B 點）上鋼

板變成均熱溫度的方式進行加熱。

【0022】 此處，當將相對於根據於加熱爐出口側（圖 4 的 A 點）所測定的鋼板溫度，對加熱爐的爐溫進行了反饋控制時的加熱爐出口側的鋼板溫度的平均值的偏差幅度設為±α（℃）時，必須將所述 ΔT 設為 α 以上的值。此處，將所述 α 定義成加熱爐出口側板溫的標準偏差 σ 的 3 倍的值。若所述 ΔT 未滿 α℃，則於對加熱爐的爐溫進行了反饋控制的情況下，當鋼板溫度已上升時，存在於加熱爐出口側產生板溫超過加熱目標均熱溫度的部分的擔憂。

【0023】 另一方面，當將半均熱爐的爐溫設定成加熱目標的均熱溫度時，且當將於半均熱爐中可進行加熱的鋼板溫度上升量，即半均熱爐的鋼板加熱能力設為 β(℃)時，必須將所述 ΔT 設為 2ΔT 為 β 以下，即 ΔT 為 β 的 1/2 以下的值。其原因在於：若 ΔT 大於 β/2 的值，則於對加熱爐的爐溫進行了反饋控制的情況下，當鋼板溫度已下降時，存在於半均熱爐中產生無法將板溫加熱至作為目標的均熱溫度的部分的擔憂。再者，ΔT 較佳為 β 的 0.4 以下，更佳為 β 的 0.3 以下。再者，所述半均熱爐中的鋼板加熱能力 β 可藉由用於所述加熱爐的爐溫設定的熱傳遞模型來求出。

【0024】 於所述本發明的加熱方法中，可於到達半均熱爐的出口側之前的期間的任一個位置上，不對鋼板進行過度加熱而加熱至作為目標的均熱溫度，而且，可於板寬方向上均勻地進行加熱。但是，即便 ΔT 已滿足所述條件，若 ΔT 的值過小，則亦於半均熱爐的前半部分，板溫到達目標均熱溫度，實質上導致均熱時間的

延長。因此，於對於均熱時間的容許範圍嚴格的情況下，以於儘可能靠近半均熱爐的出口側的位置上到達均熱溫度的方式設定ΔT，具體而言，雖然亦取決於半均熱爐的長度，但較佳為以於半均熱爐的後半側 1/2 的範圍內到達均熱溫度的方式設定 ΔT，更佳為以於後半側 1/3 的範圍內到達均熱溫度的方式設定 ΔT。

【0025】 另外，本發明的半均熱爐的鋼板加熱能力 β 格外依存於供給至半均熱爐的直火型燃燒器中的燃料與空氣的供給能力，特別是燃料的供給能力（供給流量），對於 ΔT 的設定值亦產生影響。因此，於本發明的鋼板加熱方法中，較佳為於供給至所述半均熱爐的直火型燃燒器中的燃料的流量實際值已達到供給能力的下限值時（燃料供給能力有餘力時），將 ΔT 設定得大，相反地，於已達到供給能力的上限值時（燃料供給能力無餘力時），將 ΔT 設定得小。

【0026】 進而，就於半均熱爐中將鋼板穩定地加熱至作為目標的均熱溫度為止的觀點而言，較佳為根據供給至半均熱爐的直火型燃燒器中的燃料的流量為供給能力的下限值×1.2～供給能力的上限值×0.8 的範圍內的鋼板加熱能力 β，設定所述 ΔT 的上限。更佳為供給能力的下限值×1.3～供給能力的上限值×0.7 的範圍內。

【0027】 再者，於圖 4 的半均熱爐的出口側（圖 4 中所示的 C 點）配設有板溫計 6。該板溫計 6 是測定半均熱爐出口側的鋼板溫度者，不用於半均熱爐的爐溫的反饋控制，但當然亦可用於反饋控制。另外，為了測定鋼板板寬方向的溫度差，該 C 點的板溫計 6

較佳為至少可測定鋼板的板寬中央部與板寬兩端部的三處的板溫者。

實施例

【0028】 於圖 4 中所示的具有直火型的加熱爐、均熱爐及冷卻爐，在所述加熱爐與均熱爐之間配設有具有本發明的功能的直火型的半均熱爐的連續退火設備中，對板厚 2.0 mm×板寬 1100 mm 的熱軋鋼板實施將均熱溫度設為 1000℃的熱處理。再者，所述半均熱爐是將先前的加熱爐的後半部分與前半部分切開並賦予了本發明的半均熱爐的功能者，於不需要半均熱功能的情況下，亦可用作先前的加熱爐。

此時，於使半均熱爐運轉來使本發明的功能顯現的情況，即，將爐溫設定成均熱溫度，將加熱爐出口側的鋼板溫度設定成（均熱溫度－ΔT），將所述 ΔT 按照本發明控制於適當範圍內的情況（發明例）；及停止半均熱爐的運轉，用作先前的加熱爐的一部分的情況（比較例）的兩個條件下進行所述熱處理，並使用設置於所述半均熱爐的出口側的板溫計（圖 4 中所示的板溫計 6）連續測定鋼板的板寬中央與板寬兩端部的三處的板溫。

【0029】 圖 5 是藉由有無半均熱爐的運轉，對在半均熱爐出口側所測定的熱軋鋼板的板寬中央部的實際溫度的經時變化進行比較來表示的圖。再者，圖 5 的縱軸的溫度是將本發明例的平均值設為 0℃的溫度。根據該圖，藉由設置半均熱爐，鋼板長邊方向的溫度變化量自 3σ：10.3℃朝 4.3℃減少至 1/2 以下（此處，所述 σ 為

標準偏差）。其結果，先前擔心鋼板的過度加熱而將加熱爐出口側的 ΔT 的值設定成大的值，但於本發明例中，不存在所述擔心，因此可減小 ΔT 的值，因此可知可在早期將鋼板加熱至均熱溫度為止。

【0030】 另外，圖 6 是除圖 5 中所示的鋼板長度方向的板溫變動量以外，藉由發明例與比較例對鋼板板寬方向的溫度差（板寬方向的最高溫度與最低溫度的差）進行對比來表示的圖。根據該圖，可知藉由應用本發明的半均熱爐，板寬方向的溫度差亦可自 9.2℃ 朝 4.0℃ 減少至 1/2 以下。

[產業上之可利用性]

【0031】 再者，於關於本發明的所述說明中，將半均熱爐為直火型作為前提進行了說明，但本發明的半均熱爐並不限定於直火型，就提高板溫控制的精度的觀點而言，亦可為輻射管型。

【符號說明】

【0032】

1：鋼板（鋼帶）

2：加熱爐

3：均熱爐

4：板溫計

5：半均熱爐

6：板溫計

A、B、C：點

PV：板溫實測值

SV：均熱溫度

201938804

【發明摘要】

【中文發明名稱】在連續退火之鋼板加熱方法以及連續退火設備

【中文】

一種鋼板的加熱方法與鋼板的連續退火設備，當於具有直火型的加熱爐、均熱爐及冷卻爐的連續退火設備中對鋼板進行加熱時，在所述加熱爐與均熱爐之間配設直火型的半均熱爐，於所述加熱爐中，以加熱爐出口側的鋼板溫度變成（目標均熱溫度－ΔT）的方式進行加熱，於所述半均熱爐中，將爐溫設定成鋼板的目標均熱溫度，並以於半均熱爐內的任一個位置上鋼板溫度變成目標均熱溫度的方式進行加熱，藉此使鋼板的長度方向及寬度方向的溫度均勻化，且確實地防止超過作為加熱目標的均熱溫度對鋼板進行過度加熱的情況。此處，所述 ΔT 是於加熱爐中對板溫進行了反饋控制時的鋼板溫度的偏差幅度以上、且半均熱爐的鋼板加熱能力的 1/2 以下的值。

【指定代表圖】圖 4。

【代表圖之符號簡單說明】

1：鋼板（鋼帶）

2：加熱爐

3：均熱爐

4：板溫計

5：半均熱爐

6：板溫計

A、B、C：點

PV：板溫實測值

SV：均熱溫度

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種鋼板的加熱方法，其是於具有直火型的加熱爐、均熱爐及冷卻爐的連續退火設備中的鋼板的加熱方法，其特徵在於：

在所述加熱爐與均熱爐之間配設直火型的半均熱爐，

於所述加熱爐中，以加熱爐出口側的鋼板溫度變成（目標均熱溫度－ΔT）的方式進行加熱，

於所述半均熱爐中，將爐溫設定成鋼板的目標均熱溫度，並以於半均熱爐內的任一個位置上鋼板溫度變成目標均熱溫度的方式進行加熱，此處，將所述 ΔT 設為於加熱爐中對板溫進行了反饋控制時的鋼板溫度的偏差幅度以上、且半均熱爐的鋼板加熱能力的 1/2 以下的值。

【第2項】 如申請專利範圍第 1 項所述的鋼板的加熱方法，其中於供給至所述半均熱爐的直火型燃燒器中的燃料的流量已達到半均熱爐的燃料供給能力的下限值時增大 ΔT 的值，於已達到半均熱爐的燃料供給能力的上限值時減小 ΔT 的值。

【第3項】 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的鋼板的加熱方法，其中將供給至所述半均熱爐的直火型燃燒器中的燃料的流量設為半均熱爐的（燃料供給能力的下限值×1.2～燃料供給能力的上限值×0.8）的範圍內。

【第4項】 一種鋼板的連續退火設備，其是具有直火型的加熱爐、均熱爐及冷卻爐的鋼板用的連續退火設備，其特徵在於：

在所述加熱爐與均熱爐之間設置有直火型的半均熱爐，

所述加熱爐以加熱爐出口側的鋼板溫度變成（目標均熱溫度－ΔT）的方式進行加熱，

所述半均熱爐是將爐溫設定成鋼板的目標均熱溫度，並以於半均熱爐內的任一個位置上鋼板溫度變成目標均熱溫度的方式進行加熱者，此處，所述 ΔT 是於加熱爐中對板溫進行了反饋控制時的鋼板溫度的偏差幅度以上、且半均熱爐的鋼板加熱能力的 1/2 以下的值。

【發明說明書】

【中文發明名稱】連續退火中的鋼板加熱方法以及連續退火設備

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種鋼板的連續退火的技術，具體而言，本發明是有關於一種適合用於熱軋鋼板或冷軋鋼板的連續退火的鋼板的加熱方法、及所述方法中所使用的連續退火設備。

【先前技術】

【0002】 作為對經熱軋的鋼板（熱軋鋼板）或經冷軋的鋼板（冷軋鋼板）實施熱處理的方法，有使用箱式退火爐的分批退火；及一面使鋼板捲料解繞，一面使鋼板通入退火爐內，並連續地實施熱處理的連續退火，近年來，廣泛使用生產性優異的後者的連續退火。該連續退火與分批退火相比，具有可使鋼板的處理溫度均勻化、或可縮短處理時間的優點。但是，相反地，伴隨處理時間的縮短，必須進行急速加熱、或使退火溫度（均熱溫度）高溫化，因此存在捲料內的長度方向或寬度方向的鋼板溫度容易不均勻化這一問題。

【0003】 作為使連續退火中的鋼板內的處理溫度均勻化的技術，例如於專利文獻 1 中揭示有如下的方法：將先行的鋼帶的熱軋方向前端與後行的鋼帶的熱軋方向前端接合、或將先行的鋼帶的熱軋方向後端與後行的鋼帶的熱軋方向後端接合來連續地實施熱處理。但是，該專利文獻 1 中揭示的技術是欲間接地使捲料長

邊方向的熱處理溫度均勻化的技術，並非欲直接地使鋼板溫度均勻化的技術。另外，為了實施該技術，必須將捲料的一半重新捲繞，存在顯著地阻礙生產性這一問題。

【0004】 另外，於專利文獻 2 中揭示有如下的連續退火步驟中的板溫控制方法：當於退火爐中對鋼板進行連續退火時，於退火爐的上游側設置預熱爐來對鋼板進行預熱，根據於預熱爐的出口側及退火爐入口側所測定的板溫，進行控制供給至爐內加熱裝置中的燃料流量，而將板溫保持成退火溫度的板溫前饋控制。

現有技術文獻

專利文獻

【0005】 專利文獻 1：日本專利特開 2005-232482 號公報

專利文獻 2：日本專利特開 2004-197144 號公報

【發明內容】

【0006】 [發明所欲解決之課題]

然而，近年來，於熱軋鋼板或冷軋鋼板的領域中，存在對於最終製品的品質特性的要求逐年變嚴格的傾向，為了滿足該要求，而極其嚴格地管理對鋼板施加的熱處理溫度，例如已知存在如下的情況：不僅需要鋼板捲料的長度方向的溫度均勻化，而且需要於規定的範圍內將鋼板的板寬方向的溫度分佈均勻化、或防止超過規定的溫度對鋼板進行過度加熱的情況。

【0007】 但是，所述專利文獻 2 中揭示的技術是根據於預熱爐出口側所測定的板溫，控制供給至退火爐中的燃料的流量，而控制

退火爐中的板溫，但其並非亦控制預熱爐出口側的板溫的技術。因此，當於預熱爐出口側在鋼板中產生了大的溫度不均勻或過度加熱時，存在難以於退火爐內將鋼板溫度控制於規定的範圍內這一問題。

【0008】 本發明是鑒於現有技術存在的所述問題點而成者，其目的在於提出一種不僅使連續退火中的長度方向及寬度方向的鋼板溫度均勻化，而且可確實地防止超過作為加熱目標的均熱溫度對鋼板進行過度加熱的情況的鋼板的加熱方法，並且提供一種用於所述方法的連續退火設備。

[解決課題之手段]

【0009】 發明者等人為了解決所述課題而反覆努力研究。其結果，發現於具有直火型的加熱爐、均熱爐及冷卻爐的鋼板的連續退火設備中，在所述加熱爐與均熱爐之間配設直火型的半（semi）均熱爐，於所述加熱爐中，將加熱爐出口側的鋼板溫度（以後，亦略記為「板溫」）加熱至相對於作為加熱目標的均熱溫度（以後，亦稱為「目標均熱溫度」）僅低 ΔT 的溫度為止，於所述半均熱爐中，將爐溫設定成所述目標均熱溫度，將所述 ΔT 控制於適當範圍內，藉此以於半均熱爐內的任一個位置上板溫變成目標均熱溫度的方式進行慢速加熱，藉此可達成所述目的，從而完成了本發明的開發。

【0010】 即，本發明提出一種鋼板的加熱方法，其是於具有直火型的加熱爐、均熱爐及冷卻爐的連續退火設備中的鋼板的加熱方

法，其中，在所述加熱爐與均熱爐之間配設直火型的半均熱爐，於所述加熱爐中，以加熱爐出口側的鋼板溫度變成（目標均熱溫度－ΔT）的方式進行加熱，於所述半均熱爐中，將爐溫設定成鋼板的目標均熱溫度，並以於半均熱爐內的任一個位置上鋼板溫度變成目標均熱溫度的方式進行加熱。此處，將所述 ΔT 設為於加熱爐中對板溫進行了反饋控制時的鋼板溫度的偏差幅度以上、且半均熱爐的鋼板加熱能力的 1/2 以下的值。

【0011】 本發明的所述鋼板的加熱方法的特徵在於：於供給至所述半均熱爐的直火型燃燒器中的燃料的流量已達到半均熱爐的燃料供給能力的下限值時增大 ΔT 的值，於已達到半均熱爐的燃料供給能力的上限值時減小 ΔT 的值。

【0012】 另外，本發明的所述鋼板的加熱方法的特徵在於：將供給至所述半均熱爐的直火型燃燒器中的燃料的流量設為半均熱爐的（燃料供給能力的下限值×1.2～燃料供給能力的上限值×0.8）的範圍內。

【0013】 另外，本發明提供一種鋼板的連續退火設備，其是具有直火型的加熱爐、均熱爐及冷卻爐的鋼板用的連續退火設備，其中，在所述加熱爐與均熱爐之間設置有直火型的半均熱爐，所述加熱爐以加熱爐出口側的鋼板溫度變成（目標均熱溫度－ΔT）的方式進行加熱，所述半均熱爐是將爐溫設定成鋼板的目標均熱溫度，並以於半均熱爐內的任一個位置上鋼板溫度變成目標均熱溫度的方式進行加熱者。此處，所述 ΔT 是於加熱爐中對板溫進行了

反饋控制時的鋼板溫度的偏差幅度以上、且半均熱爐的鋼板加熱能力的 1/2 以下的值。

[發明的效果]

【0014】 根據本發明，在直火型的加熱爐與均熱爐之間設置直火型的半均熱爐，於鋼板板溫即將到達目標均熱溫度之前，利用半均熱爐進行慢速加熱，因此容易將鋼板收斂成目標均熱溫度，可使鋼板長邊方向及寬度方向的板溫均勻化，並且可確實地防止超過目標均熱溫度對鋼板進行過度加熱的情況。因此，根據本發明，可特別高精度地控制鋼板的熱處理溫度，因此非常有助於製品品質的提昇或穩定化。

【圖式簡單說明】

【0015】

圖 1 是說明連續退火設備中的鋼板溫度的控制方法的圖。

圖 2 是表示連續退火中的總括熱傳遞係數 φ_{CG} 的經時變化的一例的圖表。

圖 3 是說明於圖 1 中所示的方法中附加了反饋控制的鋼板溫度的控制方法的圖。

圖 4 是說明具有本發明的半均熱爐的連續退火設備中的鋼板溫度的控制方法的圖。

圖 5 是對由有無本發明的半均熱爐的運轉所引起的於半均熱爐出口側所測定的板溫的經時變化進行比較來表示的圖表。

圖 6 是對由有無本發明的半均熱爐的運轉所引起的鋼板的長

邊方向的溫度變動量（3σ）與板寬方向的溫度差進行比較來表示的圖表。

【實施方式】

【0016】 以下，使用圖對本發明的實施方式進行說明。

圖 1 是表示於具有直火型的加熱爐、均熱爐及冷卻爐的鋼板用連續退火設備的前半部分的加熱爐與均熱爐中的鋼板溫度（板溫）的控制方法的圖。於圖 1 中，將鋼板 1 自圖的左側導入加熱爐 2 中，於到達加熱爐的出口側（圖 1 的 A 點）之前的期間內，加熱至作為加熱目標的均熱溫度（目標均熱溫度）為止，然後導入均熱爐 3 中，於該均熱溫度下保持規定的時間後，進行冷卻。此時，於加熱爐 2 中，在上位計算機中，根據已被輸入的被處理材料（鋼板）的條件（板厚、板寬、比熱等）或退火條件（通板速度、環境氣體、總括熱傳遞係數 φ_{CG} 等）來算出加熱爐 2 的爐溫設定值，為了達成該爐溫設定值，對被供給至加熱爐 2 中的燃料與空氣的流量進行自動控制。另外，於均熱爐 3 中，將爐溫設定成作為鋼板的加熱目標溫度的均熱溫度，為了達成該爐溫設定值，對被供給至均熱爐 3 中的燃料與空氣的流量進行自動控制。

【0017】 再者，關於利用所述上位計算機的加熱爐的爐溫設定值的求法，有各種方法，例如可藉由使用如下述（1）式般的熱傳遞模型式進行收斂計算來求出。

$$\Delta T_S/\Delta X = 2\cdot\varphi_{CG}\cdot\sigma\left(T_f^4-T_S^4\right)/C_p\cdot\rho\cdot D\cdot L_S \quad \cdots(1)$$

此處，T_S：出口側板溫（K）

X：加熱長度（m）

φ_{CG}：總括熱傳遞係數（總括熱吸收率）

σ：史特凡·波茲曼常數（Stefan-Boltzmann constant）（$J/s \cdot m^2K^4$）

T_f：爐溫（K）

C_p：比熱（$J/kg \cdot K$）

ρ：比重（kg/m^3）

D：板厚（mm）

L_S：通板速度（m/s）

【0018】 此處，於所述加熱爐 2 的出口側（圖 2 中的 A 點），如上所述，必須將鋼板溫度（板溫）正確地加熱至作為加熱目標的均熱溫度為止。但是，已被輸入所述上位計算機中的條件並非始終固定，時時刻刻在變化。尤其，於用於加熱的燃燒器並非輻射管型，而使用直火型的燃燒器的加熱爐中，總括熱傳遞係數 φ_{CG} 的經時變化大。圖 2 是表示於具有使用直火型燃燒器的加熱爐的連續退火設備中，對板寬 1052 mm～1062 mm 的熱軋鋼板實施 1000℃的熱軋板退火時，實際測定自爐的啟動至經過 24 小時為止的期間內的總括熱傳遞係數 φ_{CG} 的經時變化的結果的一例的圖。於如所述般總括熱傳遞係數 φ_{CG} 大幅度變動的連續退火設備中，難以高精度地設定加熱爐的爐溫，因此，無法將加熱爐出口側（A 點）的板溫控制成規定的目標均熱溫度。

【0019】 因此，為了解決所述問題點，如圖 3 所示，於加熱爐出口側的 A 點處設置板溫計 4 來測定加熱出口側的板溫，將其測定

結果反饋至爐溫控制系統中，並以所述加熱爐出口側 A 點處的板溫變成加熱目標的均熱溫度的方式，控制供給至加熱爐中的燃料及空氣的流量，而調整爐溫。於該圖 3 中，對由板溫計 4 所測定的加熱爐出口側 A 點的板溫實測值 PV 與事先輸入的加熱目標的均熱溫度 SV 進行對比，並對應於兩者的差來對加熱爐的設定溫度加以修正。

【0020】 藉由採用圖 3 中所示的鋼板溫度的控制方法，可相對於作為加熱目標的均熱溫度具有±α℃的變動幅度來控制加熱爐出口側的板溫。但是，存在如下的問題點。

（1）加熱爐的熱容量非常大，於如上所述的反饋控制中，不論怎麼提高增益（gain），爐溫的變化均慢，因此難以進行高精度的爐溫控制。

（2）為了提昇製品特性，理想的是均熱溫度高，但於如若板溫變得過高，則反而對製品特性造成不良影響的情況下，必須避免相對於目標均熱溫度變成正側的過度加熱。另外，就熱能的觀點而言，如變成超過目標均熱溫度般的加熱亦不佳。

【0021】 因此，本發明為了應對所述問題點，提出如下的鋼板的加熱方法：如圖 4 所示，在所述加熱爐 2 與均熱爐 3 之間設置半均熱爐 5，於加熱爐 2 中，以加熱爐出口側的板溫變成（均熱溫度－ΔT）的方式對鋼板進行加熱，於半均熱爐 5 中，將爐溫設定成作為加熱目標的均熱溫度，並以於半均熱爐 5 的比出口側更前的位置，即半均熱爐 5 內的任一個位置（圖 4 中所示的 B 點）上鋼

板變成均熱溫度的方式進行加熱。

【0022】 此處，當將相對於根據於加熱爐出口側（圖 4 的 A 點）所測定的鋼板溫度，對加熱爐的爐溫進行了反饋控制時的加熱爐出口側的鋼板溫度的平均值的偏差幅度設為±α（℃）時，必須將所述 ΔT 設為 α 以上的值。此處，將所述 α 定義成加熱爐出口側板溫的標準偏差 σ 的 3 倍的值。若所述 ΔT 未滿 α℃，則於對加熱爐的爐溫進行了反饋控制的情況下，當鋼板溫度已上升時，存在於加熱爐出口側產生板溫超過加熱目標均熱溫度的部分的擔憂。

【0023】 另一方面，當將半均熱爐的爐溫設定成加熱目標的均熱溫度時，且當將於半均熱爐中可進行加熱的鋼板溫度上升量，即半均熱爐的鋼板加熱能力設為 β(℃)時，必須將所述 ΔT 設為 2ΔT 為 β 以下，即 ΔT 為 β 的 1/2 以下的值。其原因在於：若 ΔT 大於 β/2 的值，則於對加熱爐的爐溫進行了反饋控制的情況下，當鋼板溫度已下降時，存在於半均熱爐中產生無法將板溫加熱至作為目標的均熱溫度的部分的擔憂。再者，ΔT 較佳為 β 的 0.4 以下，更佳為 β 的 0.3 以下。再者，所述半均熱爐中的鋼板加熱能力 β 可藉由用於所述加熱爐的爐溫設定的熱傳遞模型來求出。

【0024】 於所述本發明的加熱方法中，可於到達半均熱爐的出口側之前的期間的任一個位置上，不對鋼板進行過度加熱而加熱至作為目標的均熱溫度，而且，可於板寬方向上均勻地進行加熱。但是，即便 ΔT 已滿足所述條件，若 ΔT 的值過小，則亦於半均熱爐的前半部分，板溫到達目標均熱溫度，實質上導致均熱時間的

延長。因此，於對於均熱時間的容許範圍嚴格的情況下，以於儘可能靠近半均熱爐的出口側的位置上到達均熱溫度的方式設定ΔT，具體而言，雖然亦取決於半均熱爐的長度，但較佳為以於半均熱爐的後半側 1/2 的範圍內到達均熱溫度的方式設定 ΔT，更佳為以於後半側 1/3 的範圍內到達均熱溫度的方式設定 ΔT。

【0025】 另外，本發明的半均熱爐的鋼板加熱能力 β 格外依存於供給至半均熱爐的直火型燃燒器中的燃料與空氣的供給能力，特別是燃料的供給能力(供給流量)，對於 ΔT 的設定值亦產生影響。因此，於本發明的鋼板加熱方法中，較佳為於供給至所述半均熱爐的直火型燃燒器中的燃料的流量實際值已達到供給能力的下限值時（燃料供給能力有餘力時），將 ΔT 設定得大，相反地，於已達到供給能力的上限值時（燃料供給能力無餘力時），將 ΔT 設定得小。

【0026】 進而，就於半均熱爐中將鋼板穩定地加熱至作為目標的均熱溫度為止的觀點而言，較佳為根據供給至半均熱爐的直火型燃燒器中的燃料的流量為供給能力的下限值×1.2～供給能力的上限值×0.8 的範圍內的鋼板加熱能力 β，設定所述 ΔT 的上限。更佳為供給能力的下限值×1.3～供給能力的上限值×0.7 的範圍內。

【0027】 再者，於圖 4 的半均熱爐的出口側(圖 4 中所示的 C 點)配設有板溫計 6。該板溫計 6 是測定半均熱爐出口側的鋼板溫度者，不用於半均熱爐的爐溫的反饋控制，但當然亦可用於反饋控制。另外，為了測定鋼板板寬方向的溫度差，該 C 點的板溫計 6

較佳為至少可測定鋼板的板寬中央部與板寬兩端部的三處的板溫者。

實施例

【0028】 於圖 4 中所示的具有直火型的加熱爐、均熱爐及冷卻爐，在所述加熱爐與均熱爐之間配設有具有本發明的功能的直火型的半均熱爐的連續退火設備中，對板厚 2.0 mm×板寬 1100 mm 的熱軋鋼板實施將均熱溫度設為 1000℃的熱處理。再者，所述半均熱爐是將先前的加熱爐的後半部分與前半部分切開並賦予了本發明的半均熱爐的功能者，於不需要半均熱功能的情況下，亦可用作先前的加熱爐。

此時，於使半均熱爐運轉來使本發明的功能顯現的情況，即，將爐溫設定成均熱溫度，將加熱爐出口側的鋼板溫度設定成（均熱溫度－ΔT），將所述 ΔT 按照本發明控制於適當範圍內的情況（發明例）；及停止半均熱爐的運轉，用作先前的加熱爐的一部分的情況（比較例）的兩個條件下進行所述熱處理，並使用設置於所述半均熱爐的出口側的板溫計（圖 4 中所示的板溫計 6）連續測定鋼板的板寬中央與板寬兩端部的三處的板溫。

【0029】 圖 5 是藉由有無半均熱爐的運轉，對在半均熱爐出口側所測定的熱軋鋼板的板寬中央部的實際溫度的經時變化進行比較來表示的圖。再者，圖 5 的縱軸的溫度是將本發明例的平均值設為 0℃的溫度。根據該圖，藉由設置半均熱爐，鋼板長邊方向的溫度變化量自 3σ：10.3℃朝 4.3℃減少至 1/2 以下（此處，所述 σ 為

標準偏差）。其結果，先前擔心鋼板的過度加熱而將加熱爐出口側的 ΔT 的值設定成大的值，但於本發明例中，不存在所述擔心，因此可減小 ΔT 的值，因此可知可在早期將鋼板加熱至均熱溫度為止。

【0030】 另外，圖 6 是除圖 5 中所示的鋼板長度方向的板溫變動量以外，藉由發明例與比較例對鋼板板寬方向的溫度差（板寬方向的最高溫度與最低溫度的差）進行對比來表示的圖。根據該圖，可知藉由應用本發明的半均熱爐，板寬方向的溫度差亦可自 9.2℃ 朝 4.0℃ 減少至 1/2 以下。

[產業上之可利用性]

【0031】 再者，於關於本發明的所述說明中，將半均熱爐為直火型作為前提進行了說明，但本發明的半均熱爐並不限定於直火型，就提高板溫控制的精度的觀點而言，亦可為輻射管型。

【符號說明】

【0032】

1：鋼板（鋼帶）

2：加熱爐

3：均熱爐

4：板溫計

5：半均熱爐

6：板溫計

A、B、C：點

PV：板溫實測值

SV：均熱溫度

【發明摘要】

【中文發明名稱】連續退火中的鋼板加熱方法以及連續退火設備

【中文】

一種鋼板的加熱方法與鋼板的連續退火設備，當於具有直火型的加熱爐、均熱爐及冷卻爐的連續退火設備中對鋼板進行加熱時，在所述加熱爐與均熱爐之間配設直火型的半均熱爐，於所述加熱爐中，以加熱爐出口側的鋼板溫度變成（目標均熱溫度－ΔT）的方式進行加熱，於所述半均熱爐中，將爐溫設定成鋼板的目標均熱溫度，並以於半均熱爐內的任一個位置上鋼板溫度變成目標均熱溫度的方式進行加熱，藉此使鋼板的長度方向及寬度方向的溫度均勻化，且確實地防止超過作為加熱目標的均熱溫度對鋼板進行過度加熱的情況。此處，所述 ΔT 是於加熱爐中對板溫進行了反饋控制時的鋼板溫度的偏差幅度以上、且半均熱爐的鋼板加熱能力的 1/2 以下的值。

【指定代表圖】圖 4。

【代表圖之符號簡單說明】

1：鋼板（鋼帶）

2：加熱爐

3：均熱爐

4：板溫計

5：半均熱爐

6：板溫計

A、B、C：點

PV：板溫實測值

SV：均熱溫度

【特徵化學式】

無