

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4621296号
(P4621296)

(45) 発行日 平成23年1月26日 (2011. 1. 26)

(24) 登録日 平成22年11月5日 (2010. 11. 5)

(51) Int. Cl.

F 1

B 2 1 B 3/02 (2006. 01)
 B 2 1 B 1/32 (2006. 01)
 B 2 1 B 1/22 (2006. 01)
 B 2 1 B 45/00 (2006. 01)
 B 2 1 C 47/26 (2006. 01)

B 2 1 B 3/02
 B 2 1 B 1/32
 B 2 1 B 1/22 K
 B 2 1 B 45/00 L
 B 2 1 C 47/26 D

請求項の数 8 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2009-553423 (P2009-553423)
 (86) (22) 出願日 平成21年2月10日 (2009. 2. 10)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2009/052232
 (87) 国際公開番号 W02009/101941
 (87) 国際公開日 平成21年8月20日 (2009. 8. 20)
 審査請求日 平成22年3月17日 (2010. 3. 17)
 (31) 優先権主張番号 特願2008-32095 (P2008-32095)
 (32) 優先日 平成20年2月13日 (2008. 2. 13)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000006655
 新日本製鐵株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
 (74) 代理人 100090273
 弁理士 國分 孝悦
 (72) 発明者 三村 洋之
 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新
 日本製鐵株式会社内
 (72) 発明者 向井 聖夫
 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新
 日本製鐵株式会社内
 (72) 発明者 宮元 一浩
 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新
 日本製鐵株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋼板の冷間圧延方法及び冷間圧延設備

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ペイオフリール及びシングルスタンドのリバース圧延機を用いて鋼板コイルを冷間圧延する方法であって、

前記リバース圧延機を用いて前記鋼板コイルの1パス目の圧延を行う工程と、

次に、前記リバース圧延機とコイル尾端側テンションリールとの間に配置された加熱装置によって前記鋼板コイルの尾端部を50℃以上350℃以下の温度範囲に加熱して、前記尾端部を前記コイル尾端側テンションリールに巻き付ける工程と、

次に、前記鋼板コイルの2パス目以降の圧延を行う工程と、

を有することを特徴とする鋼板の冷間圧延方法。

10

【請求項 2】

前記加熱装置によって、前記尾端部を、前記コイル尾端側テンションリールに接近している間に加熱することを特徴とする請求項1に記載の鋼板の冷間圧延方法。

【請求項 3】

前記尾端部は、前記1パス目の圧延後の未圧延部分及び前記未圧延部分に隣接するロールバイト部を含むことを特徴とする請求項1又は2に記載の鋼板の冷間圧延方法。

【請求項 4】

前記鋼板コイルが、Siを3質量%以上含有する一方向性電磁鋼板用の熱延コイルであり、

前記加熱装置によって、前記尾端部を50℃～150℃の温度範囲内に加熱することを

20

特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の鋼板の冷間圧延方法。

【請求項 5】

ペイオフリールと、
シングルスタンドのリバース圧延機と、
コイル尾端側テンションリールと、
前記リバース圧延機と前記コイル尾端側テンションリールとの間に設置された加熱装置と、
を有し、
前記加熱装置は、前記ペイオフリールから巻き出されて前記リバース圧延機による 1 パス目の圧延が行われた鋼板コイルの尾端部が 2 パス目の圧延に先立って前記コイル尾端側テンションリールに巻き付けられる際に、前記尾端部を加熱することを特徴とする冷間圧延設備。

10

【請求項 6】

ペイオフリールと、
シングルスタンドのリバース圧延機と、
コイル尾端側テンションリールと、
前記リバース圧延機と前記コイル尾端側テンションリールとの間に設置され、鋼板コイルの尾端部を加熱する加熱装置と、
を有し、
前記加熱装置が、複数のノズルから蒸気を吐出するヘッダ装置を有することを特徴とする冷間圧延設備。

20

【請求項 7】

前記加熱装置が、電気加熱装置であることを特徴とする請求項 5 に記載の冷間圧延設備。

【請求項 8】

前記リバース圧延機と前記コイル尾端側テンションリールとの間に設置され、前記加熱装置を含むコイル端末ガイドを有することを特徴とする請求項 5 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の冷間圧延設備。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、S i 含有量の高い一方向性電磁鋼板等の脆い鋼板の圧延に好適な冷間圧延方法及び冷間圧延設備に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、鉄損の優れた高磁束密度一方向性電磁鋼板を製造する際には、冷間圧延のパス間で鋼板を 50℃～350℃の温度範囲で 1 分以上保持する処理が行われている。このような処理はパス間時効処理とよばれ、特許文献 1 に記載されている。

【0003】

パス間時効処理と同等の効果を、タンデム圧延機を用いた圧延で得ることは困難である。このため、より配向性に優れ、磁束密度の高い一方向性電磁鋼板を製造する場合には、一般的に、リバース圧延機を用いた冷間圧延が行われている。これは、パス間での温度の保持が容易だからである。

40

【0004】

一方、高磁束密度一方向性電磁鋼板は、低鉄損を実現するために 3% 以上の珪素を含有しており、極めて脆い。このため、製造途中でエッジクラックが発生しやすい。また、エッジクラックが僅かでも発生すると、これが拡大して、板破断が生じることもある。特に、シングルスタンドのリバース圧延機を用いて圧延する場合、圧延機の構造上、熱延コイルの端部をテンションリールに巻付ける作業が発生するため、コイル端部をテンションリールに巻付ける際の曲げ応力により鋼板が破断に至る可能性が高い。

50

【0005】

ここで、シングルスタンドのリバース圧延機を用いた冷間圧延について説明する。図4A～図4Eは、シングルスタンドのリバース圧延機を用いた冷間圧延方法を工程順に示す図である。

【0006】

シングルスタンドのリバース圧延機を用いた冷間圧延設備では、中央に圧延スタンド（リバース圧延機）21が配置されている。また、圧延スタンド21を挟んで、一方の側にコイル先端側のテンションリール22が配置され、他方の側にコイル尾端側のテンションリール23及びペイオフリール24が配置されている。

【0007】

そして、冷間圧延の前には、図4Aに示すように、これから圧延しようとする鋼板26をコイル状にした鋼板コイル（熱延コイル）25をペイオフリール24に搬入する。次いで、鋼板コイル25から鋼板26の先端を巻き出して、圧延スタンド21を介してテンションリール22に巻き付ける。

【0008】

その後、図4Bに示すように、ペイオフリール24とテンションリール22との間で鋼板26に張力をかけながら1パス目の圧延を行う。そして、図4Cに示すように、鋼板コイル25の尾端27がペイオフリール24を離れたら圧延を終了し、図4Dに示すように、尾端27を、ペイオフリール24と圧延スタンド21との間に位置するコイル尾端側のテンションリール23に巻き付ける。その後、図4Eに示すように、両テンションリール22及び23の間で鋼板26に張力をかけながら2パス目以降の圧延を行う。

【0009】

このような方法で冷間圧延では、1パス目の圧延後には、図5に示すように、尾端27に未圧延部28が残る。このため、尾端27をテンションリール23に巻き付ける際には、未圧延部28を巻き付けた後に1パス圧延部30の一定の長さの部分を巻き付けることとなる。この際に、巻き始めの曲率が大きい部分で破断することがある。

【0010】

また、1パス目の圧延により、厚さが熱延ままの厚さ t_0 から1パス圧延後の厚さ t_1 に遷移するロールバイト部（1パスロールバイト部）29が形成されてしまう。ロールバイト部29は、厚く曲げ応力が大きい未圧延部28と加工硬化した1パス圧延部30との境界領域でもある。このため、巻き付けの際にロールバイト部29で破断が生じることもある。

【0011】

従って、生産性の向上の観点から材料の脆性を緩和し、板破断の発生を抑えることが重要である。このような板破断は、Si含有量の高い方向性電磁鋼板に限らず、他の脆い鋼板（例えば、高炭素鋼の鋼板）で上記のような圧延を行う場合にも同様に発生することがある。

【0012】

電磁鋼板等の脆い鋼板を冷間圧延する際に、材料の脆性を緩和する技術が特許文献2に記載されている。この技術では、連続式のタンデム圧延機を用いた冷間圧延を行う際に、ストリップ温度を事前に 50°C ～ 150°C とし、第一圧延スタンドに搬送する前に鋼板を加熱して、各圧延スタンド間で鋼板温度を所定の範囲内に保持している。

【0013】

しかしながら、この技術をリバース圧延機に適用すると、以下の問題が発生する。

(i) リバース圧延機を用いた圧延では、第1パスの圧延完了後に尾端をテンションロールに巻き付けるため、予め鋼板を加熱しておいてもその効果が巻き付け前に低下してしまう。

(ii) 1パスロールバイト部が最も破断しやすい部分であるにも拘わらず、この部分で圧延が停止されるため、十分な加工発熱を得ることができない。

(iii) 1パスロールバイト部は圧延油に暴露された後、テンションリールに巻き付け

10

20

30

40

50

られるまでの間、外気に曝されるため、圧延油の気化に伴い、急激に抜熱されてしまう。

(iv) 一方向性電磁鋼板の圧延では、冷間圧延前のコイルを、抜熱分を上乗せした温度まで加熱すると、温度が高くなりすぎて、最終的に得られる鋼板の磁気特性が劣化してしまう。

【0014】

このため、特許文献2の技術をリバース圧延機に適用しても、鋼板の尾端をコイル尾端側のテンションリールに巻き付ける際に十分な脆性緩和効果を得ることができない。

【0015】

また、特許文献3には、ペイオフリールと圧延スタンドとの間を保温囲壁で覆い、鋼板の温度の低下を防ぐ技術が記載されている。そして、この技術を用いて特許文献2の(ii i)の問題点を解決することも考えられる。

10

【0016】

しかしながら、この場合には、圧延スタンドに近接した範囲まで保温囲壁で覆う必要がある。一方、リバース圧延機では、偶数パスにおいて、尾端側が出側に切り替わる。このため、大量の随伴ヒュームが囲壁内に入り込み、囲壁の内部にヒュームが充満し、囲壁内の計装機器(板厚計及び板温計等)の測定精度の確保及び設備保全が困難になってしまう。

【0017】

また、曲げ応力自体を低減するためにリール径を大型化すれば、板破断の発生を低減することができるが、リール径の大型化を既存の装置に適用することは、スペース的に困難である。また、大型化の分だけ未圧延部が長くなり、歩留りが低下してしまう。

20

【0018】

【特許文献1】特公昭54-13846号公報

【特許文献2】特開昭61-132205号公報

【特許文献3】特開昭61-135407号公報

【発明の開示】

【0019】

本発明は、リバース圧延機を用いて、Si含有量が高い一方向性電磁鋼板等の脆い鋼板を冷間圧延する際の板破断の発生を抑えることができる鋼板の冷間圧延方法及び冷間圧延設備を提供することを目的とする。

30

【0020】

上記の課題を解決するために、本発明は次のような構成を備える。

【0021】

(1) ペイオフリール及びシングルスタンドのリバース圧延機を用いて鋼板コイルを冷間圧延する方法であって、

前記リバース圧延機を用いて前記鋼板コイルの1パス目の圧延を行う工程と、

次に、前記リバース圧延機とコイル尾端側テンションリールとの間に配置された加熱装置によって前記鋼板コイルの尾端部を50℃以上350℃以下の温度範囲に加熱して、前記尾端部を前記コイル尾端側テンションリールに巻き付ける工程と、

次に、前記鋼板コイルの2パス目以降の圧延を行う工程と、

40

を有することを特徴とする鋼板の冷間圧延方法。

(2) 前記加熱装置によって、前記尾端部を、前記コイル尾端側テンションリールに接近している間に加熱することを特徴とする(1)に記載の鋼板の冷間圧延方法。

(3) 前記尾端部は、前記1パス目の圧延後の未圧延部分及び前記未圧延部分に隣接するロールバイト部を含むことを特徴とする(1)又は(2)に記載の鋼板の冷間圧延方法。

(4) 前記鋼板コイルが、Siを3質量%以上含有する一方向性電磁鋼板用の熱延コイルであり、

前記加熱装置によって、前記尾端部を50℃～150℃の温度範囲内に加熱することを特徴とする(1)乃至(3)のいずれか1つに記載の鋼板の冷間圧延方法。

50

【0022】

(5) ペイオフリールと、
シングルスタンドのリバース圧延機と、
コイル尾端側テンションリールと、
前記リバース圧延機と前記コイル尾端側テンションリールとの間に設置された加熱装置
と、

を有し、

前記加熱装置は、前記ペイオフリールから巻き出されて前記リバース圧延機による1パス目の圧延が行われた鋼板コイルの尾端部が2パス目の圧延に先立って前記コイル尾端側テンションリールに巻き付けられる際に、前記尾端部を加熱することを特徴とする冷間圧延設備。

10

(6) ペイオフリールと、

シングルスタンドのリバース圧延機と、

コイル尾端側テンションリールと、

前記リバース圧延機と前記コイル尾端側テンションリールとの間に設置され、鋼板コイルの尾端部を加熱する加熱装置と、

を有し、

前記加熱装置が、複数のノズルから蒸気を吐出するヘッダ装置を有することを特徴とする冷間圧延設備。

(7) 前記加熱装置が、電気加熱装置であることを特徴とする(5)に記載の冷間圧延設備。

20

(8) 前記リバース圧延機と前記コイル尾端側テンションリールとの間に設置され、前記加熱装置を含むコイル端末ガイドを有することを特徴とする(5)乃至(7)のいずれか1つに記載の冷間圧延設備。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】図1は、一方向性電磁鋼板における室温から300℃の種々の温度での繰り返し曲げ回数を示す図である。

【図2】図2は、本発明の実施形態に係る鋼板コイルの冷間圧延設備の構成を示す模式図である。

30

【図3】図3は、加熱装置の一例を示す模式図である。

【図4A】図4Aは、シングルスタンドのリバース圧延機を用いた冷間圧延方法を示す図である。

【図4B】図4Bは、図4Aに引き続き、冷間圧延方法を示す図である。

【図4C】図4Cは、図4Bに引き続き、冷間圧延方法を示す図である。

【図4D】図4Dは、図4Cに引き続き、冷間圧延方法を示す図である。

【図4E】図4Eは、図4Dに引き続き、冷間圧延方法を示す図である。

【図5】図5は、1パス目の圧延後のコイル尾端部を示す断面図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

40

以下、本発明の実施形態について、図1～図3を参照しながら詳細に説明する。

【0025】

リバース圧延の際、板破断の可能性が最も高い1パスロールバイト付近は、十分な加工発熱を得られない部分である。また、1パスロールバイト付近は、1パス目の圧延の際に圧延油に暴露された後、テンションリールに巻き付けられるまでの間、外気に曝されるため、圧延油の気化にともない冷却され、急激に抜熱されてしまう。このため、事前に所定の温度に加熱しておいても、その板温を確保することが極めて困難である。

【0026】

従って、1パス目の圧延後のコイル尾端部をコイル尾端側のテンションリールに巻き付ける直前に再加熱することが有効であると考えられる。

50

【0027】

そこで、本願発明者らは、脆い鋼板でも破断なく尾端部をテンションリールに巻き付けるために必要な温度について調べた。

【0028】

Si含有量が3%未満の一方向性電磁鋼板では、破断の問題なくテンションリールに巻き付けることができることが知られている。そこで、Si含有量を、2.95質量%、3.25質量%、3.55質量%と変化させた一方向性電磁鋼板用の熱延鋼板を作製し、それぞれについて、室温から300℃の種々の温度で繰り返し曲げ回数を調べた。この結果を図1に示す。

【0029】

10

Si含有量が3質量%未満の鋼板では、前記のように破断が起これないため、Si含有量が2.95質量%の鋼板と同等の曲げ性能が確保できれば、破断が生じないということができる。そして、図1に示すように、Si含有量が2.95質量%の鋼板の室温(25℃)での繰り返し曲げ回数は4回であった。そこで、この回数(4回)を基準(シキイ値)とすると、図1から、それと同程度の繰り返し曲げ回数を得るためには、少なくとも50℃以上の温度に鋼板を加熱することが必要であり、90℃以上の温度に加熱することが好ましいことがわかる。

【0030】

この結果から、Siを3質量%以上含有する一方向性電磁鋼板用の鋼板コイルでは、50℃以上の温度にコイル尾端部を加熱することにより、破断を生じさせることなくテンションリールに巻き付けることができることがわかった。

20

【0031】

なお、加熱温度が高すぎる場合、設備及び鋼板の材質に関する問題が生じることがあり、かつ経済的に好ましくないので、加熱温度は350℃以下とすることが好ましい。また、図1に示すように、150℃以上の温度に加熱しても曲げ性を改善する効果が小さいので、一方向性電磁鋼板用の鋼板コイルの場合は、加熱温度の上限は150℃とすることが好ましい。

【0032】

また、他の脆い鋼板(例えば、高炭素鋼)のリバース圧延においても、一方向性電磁鋼板と同様に、コイル尾端部を加熱することにより、破断を生じさせることなくテンションリールに巻き付けることができる。その際の加熱温度は、一方向性電磁鋼板と同様に、鋼板の材質に応じて決定されるが、一方向性電磁鋼板と同様の理由により、350℃以下の範囲内で決定することが好ましい。

30

【0033】

加熱する鋼板の範囲は、少なくともコイル尾端部から未圧延部分に隣接するロールバイト部を含む領域とする。1パス圧延部の一部を含んでいることがより望ましい。コイル尾端部の加熱は、コイルの上面又は下面のどちら側から行ってもよい。両面から加熱してもよいが、片面からの加熱で十分である。

【0034】

このような加熱を実施しても、加熱される範囲は、オフゲージとして捨てられる未圧延部及び1パス圧延部の一部のみである。従って、この温度範囲の加熱であれば、最終的に得られる鋼板、即ち製品鋼板の特性に影響が及ぶことはない。

40

【0035】

加熱する温度範囲が350℃以下であることから、加熱装置としては種々のものが使用され得るが、精密な温度制御を必要しないこと及び設備の簡素化の観点から蒸気による加熱が好適である。

【0036】

そして、冷間圧延設備内では、そのような加熱装置が、圧延スタンド(リバース圧延機)とコイル尾端側のテンションリールとの間に配置される。図2は、本発明の実施形態に係る鋼板コイルの冷間圧延設備の構成を示す模式図である。

50

【0037】

本実施形態に係る冷間圧延設備では、中央に圧延スタンド（リバース圧延機）1が配置されている。また、圧延スタンド1を挟んで、一方の側にコイル先端側のテンションリール2が配置され、他方の側にコイル尾端側のテンションリール3及びペイオフリール4が配置されている。なお、図2では明確となっていないが、ペイオフリール4からの払い出し時のパスラインと、コイル尾端側のテンションリール3と圧延スタンド1との間の鋼板7のパスラインとは、互いからずれている。

【0038】

また、図2に示すように、圧延スタンド1とコイル尾端側のテンションリール3との間の領域5内に、加熱時の鋼板7のパスラインに近接するように加熱装置が設置されている。また、領域5内には、コイル尾端側のデフレクターロール6も配置されている。加熱装置は、加熱から巻き付けまでの間の抜熱を避けるため、できるだけテンションリール3の近くに設置されていることが望ましい。更に、コイル尾端部の加熱は、少なくともテンションリール3に向かって進行する際に実行することがより望ましい。従って、テンションリール3とデフレクターロール6との間に加熱装置が設置されていることが望ましい。

10

【0039】

テンションリール3とデフレクターロール6との間であれば、ペイオフリール4からの鋼板コイルの払い出し時のパスラインから外れて加熱装置が設置されることとなる。ペイオフリール4からの払い出し時のパスラインには各種機器が密集配置されているため、加熱装置を設置するためのスペースを確保しにくい。このため、ペイオフリールからの払い出し時のパスラインから外れて加熱装置が設置されれば、そのメリットは大きい。

20

【0040】

なお、加熱装置は、テンションリール3とデフレクターロール6との間において、加熱時には鋼板7のテンションリール3の巻き取りラインに近接して鋼板7の尾端部を加熱することができ、かつ加熱後は鋼板7の巻き取りの障害にならないように巻き取り領域から退避できるように設置されていることが望ましい。

【0041】

ここで、加熱装置の具体例について説明する。図3は、加熱装置の一例を示す模式図である。

【0042】

図3に示すように、デフレクターローラ6とテンションリール3との間には、コイル尾端部8をテンションリール3に誘導するコイル端末ガイド9が設けられている。そして、このコイル端末ガイド9に加熱装置が設けられている。即ち、コイル端末ガイド9に、多数の蒸気吐出ノズルを有する管状のヘッダ装置10が複数本固定されている。

30

【0043】

リバース圧延の際には、コイル尾端部8をテンションリール3に巻き付ける際に、パスラインにコイル端末ガイド9を位置させてコイル尾端部8を誘導する。この際に、ヘッダ装置10がコイル端末ガイド9に付随してコイル尾端部8に接近する。そして、加熱装置は、図3中の矢印で示すように、ヘッダ装置10のノズルから高温の蒸気を鋼板7に向けて吐出させ、気体が液体に変化する時の液化潜熱を利用して、コイル尾端部8を下面側から加熱する。この結果、コイル尾端部8の温度を速やかに100℃近傍まで加熱することができ、コイル尾端部8をテンションリール3に巻き付けながら、その下面を加熱することができる。従って、未圧延部及びロールバイト部における破断を生じることなく鋼板7をテンションリール3に巻き付けることができる。

40

【0044】

また、このような構成によれば、テンションリール3とデフレクターロール6との間において、鋼板7のテンションリール3の巻き取りラインに近接してコイル尾端部8を加熱することができる。また、加熱後は鋼板7の巻き取りの障害にならないように巻き取り領域から退避できる。

【0045】

50

なお、加熱装置としては、通電加熱装置及び誘導加熱装置等の電気式加熱装置を用いることもできる。電気式加熱装置は、コイル尾端部8を表面から加熱するように、上方から加熱位置及び退避位置に移動できるように設置されていることが好ましい。

【0046】

次に、本願発明者らが実際に行った実験の結果について説明する。

【0047】

この実験では、上述のような、蒸気を吐出するヘッダ装置を備えた加熱装置、誘導加熱装置及び通電加熱装置を用いて、Si含有量が3.25質量％及び3.5質量％の一方方向性電磁鋼板用の熱延コイルの尾端部を種々の温度に加熱して冷間圧延を実施した。この結果を表1に示す。

【0048】

【表1】

表1

		Si (質量％)	加熱方法	加熱温度 (℃)	破断有無	備考
発明例	A1	3.25	蒸気	50	無	
発明例	A2		蒸気	90	無	
発明例	A3		誘導加熱	150	無	
発明例	A4		誘導加熱	300	無	
発明例	A5		通電加熱	350	無	
発明例	A6	3.5	蒸気	50	無	
発明例	A7		蒸気	90	無	
発明例	A8		誘導加熱	150	無	
発明例	A9		誘導加熱	300	無	
発明例	A10		通電加熱	350	無	
比較例	B1	3.25	—	20	破断	
比較例	B2	3.5	—	20	×	巻取り不能

【0049】

表1に示すように、コイルの尾端部を加熱した場合は、いずれも破断することなく冷間圧延を実施できた。コイルの尾端部を加熱しなかった場合は、尾端部に破断が生じたか、リールへの巻き付けが不能であった。

【0050】

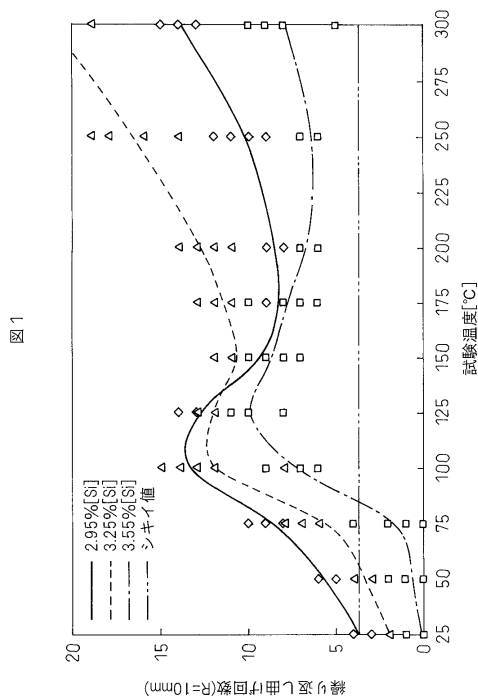
以上説明した実施形態は本発明の一例であり、本発明は、これらの実施形態に限定されることはなく、他の形態として実施することも可能である。

【産業上の利用可能性】

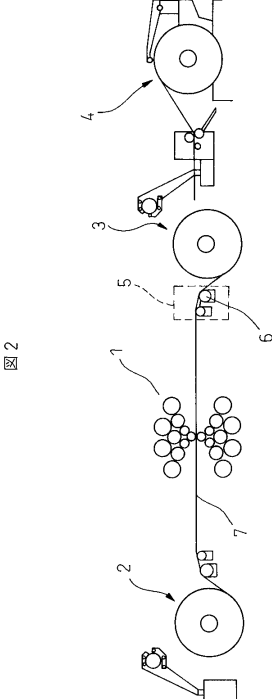
【0051】

従来、コイル尾端部について十分な脆性緩和効果が得られる鋼板温度を確保することが困難であるか、又は、十分な鋼板温度を確保しようとすれば、設備コストが増大し設備の保守管理が困難である。これに対して、本発明によれば、これらの問題を解消して、板破断が生じにくい鋼板温度を確保することが可能となる。この結果、鋼板の生産性を向上させることができる。

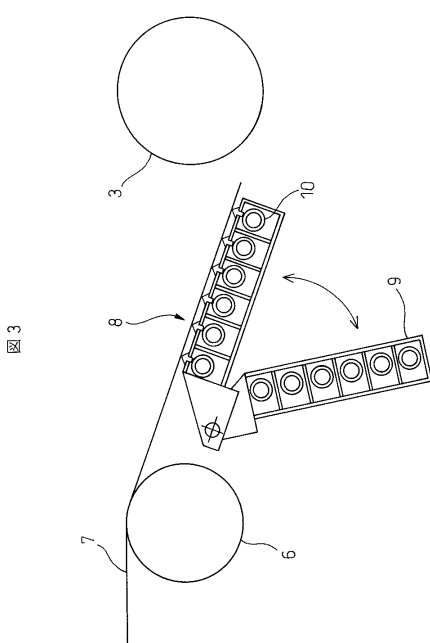
【図 1】



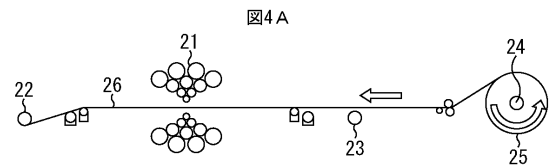
【図 2】



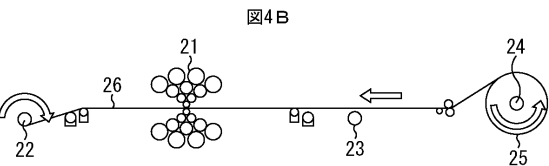
【図 3】



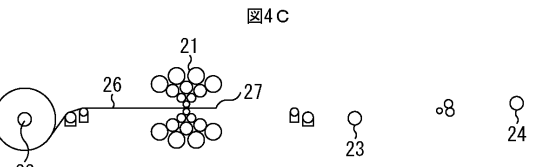
【図 4 A】



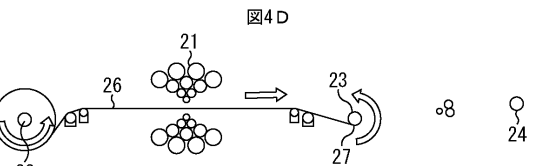
【図 4 B】



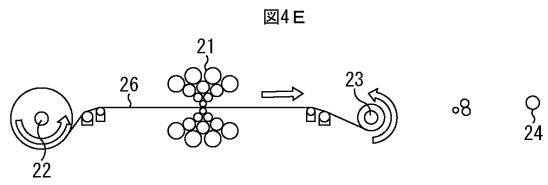
【図 4 C】



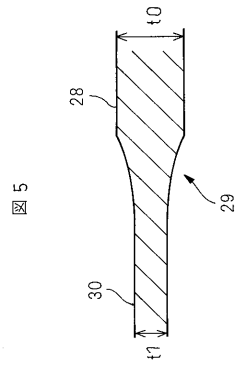
【図 4 D】



【図 4 E】



【図 5】



フロントページの続き

審査官 福島 和幸

(56)参考文献 特開平10-085802 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B21B 3/02

B21B 1/22

B21B 45/00

B21C 47/26