

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7435530号  
(P7435530)

(45)発行日 令和6年2月21日(2024.2.21)

(24)登録日 令和6年2月13日(2024.2.13)

(51)国際特許分類

F I

|         |       |           |         |       |         |
|---------|-------|-----------|---------|-------|---------|
| B 2 1 C | 51/00 | (2006.01) | B 2 1 C | 51/00 | P       |
| B 2 1 B | 39/08 | (2006.01) | B 2 1 B | 39/08 | A       |
| B 2 1 B | 39/12 | (2006.01) | B 2 1 B | 39/12 | A       |
| B 2 1 B | 1/28  | (2006.01) | B 2 1 B | 1/28  |         |
| G 0 1 B | 7/00  | (2006.01) | G 0 1 B | 7/00  | 1 0 1 F |

請求項の数 11 (全13頁)

(21)出願番号 特願2021-66031(P2021-66031)  
 (22)出願日 令和3年4月8日(2021.4.8)  
 (65)公開番号 特開2022-161315(P2022-161315  
 A)  
 (43)公開日 令和4年10月21日(2022.10.21)  
 審査請求日 令和4年11月24日(2022.11.24)

(73)特許権者 000001258  
 J F E スチール株式会社  
 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号  
 (74)代理人 100103850  
 弁理士 田中 秀 てつ  
 (74)代理人 100105854  
 弁理士 廣瀬 一  
 (74)代理人 100116012  
 弁理士 宮坂 徹  
 (74)代理人 100066980  
 弁理士 森 哲也  
 (72)発明者 大橋 美和  
 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号  
 J F E スチール株式会社内  
 (72)発明者 長井 優

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 鋼帯の溶接部検出方法、鋼帯の製造方法、鋼帯の溶接部検出装置及び鋼帯の製造設備

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

先行鋼帯と後行鋼帯とを溶接してなる鋼帯の溶接部を検出する鋼帯の溶接部検出方法であって、

搬送中における搬送方向に対する垂直方向への前記鋼帯の振動幅を 2 0 m m 以下に抑制するとともに、高周波電圧を印加することにより発生する高周波磁束を前記鋼帯に作用させることにより、前記鋼帯に生ずる磁束密度変化に基づいて前記溶接部を検出するものであり、

前記鋼帯に生ずる磁束密度変化は、E 型鉄心の搬送方向入側鉄心部に巻かれた第 1 検出コイルと、E 型鉄心の搬送方向出側鉄心部に巻かれた第 2 検出コイルとを備えた磁束密度変化検出装置を用いて、前記磁束密度変化検出装置が前記第 1 検出コイルに流れる電流の電圧と前記第 2 検出コイルに流れる電流の電圧との電圧差を検出することで検出され、

前記溶接部は、検出対象箇所が前記第 1 検出コイルの下を通過した時の前記磁束密度変化検出装置で検出された電圧差と、検出対象箇所が前記第 2 検出コイルの下を通過した時の前記磁束密度変化検出装置で検出された電圧差との差が、所定の閾値を超える場合に、溶接部検出部が前記検出対象箇所が溶接部であると特定することで検出されることを特徴とする鋼帯の溶接部検出方法。

【請求項 2】

前記溶接部の幅方向に沿う複数個所に高周波磁束を作用させ、各高周波磁束により前記鋼帯の各箇所に生ずる磁束密度変化に基づいて前記溶接部を検出することを特徴とする請

求項 1 に記載の鋼帯の溶接部検出方法。

【請求項 3】

前記鋼帯の各箇所を生ずる磁束密度変化の全てが所定の閾値を超える場合に、検出対象箇所が前記溶接部であると特定することを特徴とする請求項 2 に記載の鋼帯の溶接部検出方法。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のうちのいずれか一項に記載の鋼帯の溶接部検出方法を実行する溶接部検出工程を含むことを特徴とする鋼帯の製造方法。

【請求項 5】

前記溶接部検出工程で検出した鋼帯の溶接部の幅方向端部にノッチング加工を施すノッチング工程を含むことを特徴とする請求項 4 に記載の鋼帯の製造方法。

10

【請求項 6】

先行鋼帯と後行鋼帯とを溶接してなる鋼帯の溶接部を検出する鋼帯の溶接部検出装置であって、

搬送中における搬送方向に対する垂直方向への前記鋼帯の振動幅を抑制する振動抑制装置と、

高周波電圧を印加することにより発生する高周波磁束を前記鋼帯に作用させる電圧印加装置と、

該電圧印加装置によって前記鋼帯に高周波磁束を作用させることにより、前記鋼帯に生ずる磁束密度変化を検出する磁束密度変化検出装置と、

20

該磁束密度変化検出装置で検出された磁束密度変化に基づいて前記溶接部を検出する溶接部検出部とを備え、

前記磁束密度変化検出装置は、E 型鉄心の搬送方向入側鉄心部に巻かれた第 1 検出コイルと、E 型鉄心の搬送方向出側鉄心部に巻かれた第 2 検出コイルとを備え、前記鋼帯に生ずる磁束密度変化を検出するものとして、前記第 1 検出コイルに流れる電流の電圧と前記第 2 検出コイルに流れる電流の電圧との電圧差を検出し、

前記溶接部検出部は、検出対象箇所が前記第 1 検出コイルの下を通過した時の前記磁束密度変化検出装置で検出された電圧差と、検出対象箇所が前記第 2 検出コイルの下を通過した時の前記磁束密度変化検出装置で検出された電圧差との差が、所定の閾値を超える場合に、前記検出対象箇所が溶接部であると特定することを特徴とする鋼帯の溶接部検出装置。

30

【請求項 7】

前記電圧印加装置及び前記磁束密度変化検出装置は、前記鋼帯を挟んで前記振動抑制装置に対向して配置されることを特徴とする請求項 6 に記載の鋼帯の溶接部検出装置。

【請求項 8】

前記電圧印加装置及び前記磁束密度変化検出装置は、前記溶接部の一方面及び他方面のそれぞれに対向して少なくとも 1 対以上設置されることを特徴とする請求項 6 に記載の鋼帯の溶接部検出装置。

【請求項 9】

前記電圧印加装置及び前記磁束密度変化検出装置は、前記溶接部の幅方向に沿って複数併設されることを特徴とする請求項 6 乃至 8 のうちいずれか一項に記載の鋼帯の溶接部検出装置。

40

【請求項 10】

請求項 6 乃至 9 のうちのいずれか一項に記載の鋼帯の溶接部検出装置を備えていることを特徴とする鋼帯の製造設備。

【請求項 11】

前記鋼帯の溶接部検出装置で検出した鋼帯の溶接部の幅方向端部にノッチング加工を施すノッチング装置を備えていることを特徴とする請求項 10 に記載の鋼帯の製造設備。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、先行鋼帯と後行鋼帯とを溶接してなる鋼帯の溶接部検出方法、鋼帯の製造方法、鋼帯の溶接部検出装置及び鋼帯の製造装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、製造ライン上を走行する先行鋼帯と後行鋼帯とを溶接した鋼帯のトラッキングを行うものとして、例えば、特許文献1に示すものが知られている。

【0003】

特許文献1に示す鋼板穴検出装置の穴精度検出方法においては、先行鋼帯と後行鋼帯の溶接部に形成された穴を鋼板トラッキング用の穴として用いている。

【0004】

また、電縫鋼管の中継ぎ溶接部のトラッキングを行うものとして、従来、例えば、特許文献2に示すものが知られている。

【0005】

特許文献2に示す電縫鋼管中継ぎ溶接部の検出方法は、製造ライン上を走行する先行鋼帯の後端部に後行鋼帯の先端部を溶接して、鋼帯に中継ぎ溶接部を形成させた後、この鋼帯を円筒状に成形し、突き合せた幅方向両端部を溶接して電縫鋼管にしてから、電縫鋼管に存在する中継ぎ溶接部を検出するものである。

【0006】

そして、特許文献2に示す電縫鋼管中継ぎ溶接部の検出方法においては、電縫鋼管に近接して高周波電圧を印加するコイルを配置し、このコイルが発する高周波磁束により電縫鋼管内に生じる渦電流を常時測定し、その測定値を一定の閾値と比較して、その大小で中継ぎ位置を判定するようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【文献】特開2010-85213号公報

【文献】特開2006-68759号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、これら従来の特許文献1に示す鋼板穴検出装置の穴精度検出方法及び特許文献2に示す電縫鋼管中継ぎ溶接部の検出方法にあっては、次の問題点があった。

即ち、特許文献1に示す鋼板穴検出装置の穴精度検出方法の場合、先行鋼帯と後行鋼帯の溶接部に形成された穴を鋼板トラッキング用の穴として用いているが、穴によるトラッキングは、投光・受光型が多く、投光器の光量不足や受光器の汚れによる穴検出不良が多く発生し、溶接部のトラッキングができない場合があった。

【0009】

また、穴によるトラッキングでは、穴を加工するパンチダイスやパンチの劣化により、パンチ穴部の加工硬化が大きくなり、特に、冷間圧延ラインでの通板中に溶接された鋼帯が破断するという問題があった。

一方、特許文献2に示す電縫鋼管中継ぎ溶接部の検出方法の場合には、溶接部を検出しそのトラッキングを行うため、トラッキング用の穴を鋼帯に形成する際の不都合はない。

【0010】

しかしながら、特許文献2に示す電縫鋼管中継ぎ溶接部の検出方法は電縫鋼管の中継ぎ溶接部を検出対象としており、冷間圧延鋼帯などの薄鋼帯の溶接部の検出は簡単にはできない。電縫鋼管の場合には走行中における鋼管の上下振動はあまり問題とならないが、薄鋼帯の場合には、走行中における鋼帯の上下振動が大きく、溶接部の検出に困難が伴い、特許文献2に示す電縫鋼管中継ぎ溶接部の検出方法を冷間圧延鋼帯などの薄鋼帯の溶接部の検出に適用することは困難である。

【0011】

10

20

30

40

50

従って、本発明はこれら従来の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、トラッキング用の穴を用いることなく、鋼帯の上下振動を抑制することによって溶接部の検出を適切に行うことで、溶接部のトラッキングを可能とした鋼帯の溶接部検出方法、鋼帯の製造方法、鋼帯の溶接部検出装置及び鋼帯の製造設備を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の一態様に係る鋼帯の溶接部検出方法は、先行鋼帯と後行鋼帯とを溶接してなる鋼帯の溶接部を検出する鋼帯の溶接部検出方法であって、搬送中における搬送方向に対する垂直方向への前記鋼帯の振動幅を20mm以下に抑制するとともに、高周波電圧を印加することにより発生する高周波磁束を前記鋼帯に作用させることにより、前記鋼帯に生ずる磁束密度変化に基づいて前記溶接部を検出することを要旨とする。

10

【0013】

また、本発明の別の態様に係る鋼帯の製造方法は、前述の鋼帯の溶接部検出方法を実行する溶接部検出工程を含むことを要旨とする。

【0014】

また、本発明の別の態様に係る鋼帯の溶接部の検出装置は、先行鋼帯と後行鋼帯とを溶接してなる鋼帯の溶接部を検出する鋼帯の溶接部検出装置であって、搬送中における搬送方向に対する垂直方向への前記鋼帯の振動幅を抑制する振動抑制装置と、高周波電圧を印加することにより発生する高周波磁束を前記鋼帯に作用させる電圧印加装置と、該電圧印加装置によって前記鋼帯に高周波磁束を作用させることにより、前記鋼帯に生ずる磁束密度変化を検出する磁束密度変化検出装置と、該磁束密度変化検出装置で検出された磁束密度変化に基づいて前記溶接部を検出する溶接部検出部とを備えていることを要旨とする。

20

【0015】

さらに、本発明の別の態様に係る鋼帯の製造設備は、前述の鋼帯の溶接部検出装置を備えていることを要旨とする。

【発明の効果】

【0016】

本発明に係る鋼帯の溶接部検出方法、鋼帯の製造方法、鋼帯の溶接部検出装置及び鋼帯の製造設備によれば、トラッキング用の穴を用いることなく、鋼帯の上下振動を抑制することによって溶接部の検出を適切に行うことで、溶接部のトラッキングを行うことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の一実施形態に係る鋼帯の溶接部検出装置を備えた冷間圧延ラインの概略構成図である。

【図2】図1に示す溶接部検出装置の概略構成図である。

【図3】実施例において、鋼帯の溶接部が溶接部検出装置下を通過した際の第1検出コイルでの電圧と第2検出コイルでの電圧との電圧差の変化を示すコンター図であり、(A)は鋼帯Sの平面側から見た電圧差の変化を示し、(B)は(A)における線3Bでの電圧差の変化を示している。

40

【図4】先行鋼帯と後行鋼帯との溶接部を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。なお、各図面は模式的なものであって、現実のものとは異なる場合がある。また、以下の実施形態は、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り、構成を下記のものに特定するものでない。すなわち、本発明の技術的思想は、特許請求の範囲に記載された技術的範囲内において、種々の変更を加えることができる。

【0019】

図1には、本発明の一実施形態に係る鋼帯の溶接部の検出装置を備えた冷間圧延ライン

50

の概略構成が示されている。図 1 に示す冷間圧延ライン 1 は、本発明の一実施形態に係る鋼帯の製造設備であり、冷間圧延ライン 1 において、ライン入側のペイオフロール 2 から払い出された圧延材（後行鋼帯）S 2 の先端部 S 2 a（図 2 及び図 4 参照）は、ピンチロール 3 を経て溶接機 4 において先行する圧延材（先行鋼帯）S 1 の尾端部 S 1 a（図 2 及び図 4 参照）と溶接される。そして、溶接された鋼帯 S は、ブライドルロール 6、入側ルーパ 7、及び複数のパスラインロール 8 等を経てタンデム圧延機 9 で冷間圧延された後、ピンチロール 10 を経て切断機 11 でその溶接部 W（図 2 及び図 4 参照）が切断除去される。そして、先行鋼帯 S 1 及び後行鋼帯 S 2 のそれぞれは、巻取機 12 で巻き取られる。先行鋼帯 S 1 と後行鋼帯 S 2 との溶接部 W は、図 4 に示すように、先行鋼帯 S 1 と後行鋼帯 S 2 とを溶接してなる鋼帯 S のほぼ幅方向全域にわたって延在する。

10

## 【0020】

ここで、この冷間圧延ライン 1 における冷間圧延に際し、鋼帯 S の溶接部 W のトラッキングを行うために、ブライドルロール 6 の近傍と複数のパスラインロール 8 のうちの 1 つの近傍とに溶接部検出装置 20 が設置されている。

## 【0021】

まず、ブライドルロール 6 の近傍に設置された溶接部検出装置 20 について説明すると、溶接部検出装置 20 は、鋼帯 S の幅方向、すなわち溶接部 W の幅方向に沿って複数併設されている。各溶接部検出装置 20 は、渦電流探傷法によって鋼帯 S の溶接部 W を検出するものである。複数の溶接部検出装置 20 の鋼帯幅方向の設置間隔は、例えば、20 mm ~ 鋼帯幅 - 20 mm に設定される。

20

## 【0022】

そして、各溶接部検出装置 20 は、搬送中における搬送方向（図 1 においては左から右方向）に対する垂直方向への鋼帯 S の振動幅を抑制する振動抑制装置としてのブライドルロール 6 を備えている。ブライドルロール 6 は、搬送される鋼帯 S に張力を付与するものであり、この鋼帯 S に張力を付与する際に搬送中における搬送方向に対する垂直方向への鋼帯 S の振動幅 5 mm 以下（パスラインを中心に上下に 2.5 mm 以内）に抑制する。この鋼帯 S の振動幅が 20 mm よりも大きいと、溶接部検出装置 20 の後述する電圧印加装置 21 や磁束密度変化検出装置 22 に鋼帯 S が接触するおそれがあり、溶接部 W の検出が適切にできないことがある。

## 【0023】

従来の特許文献 2 に示す電縫鋼管中継ぎ溶接部の検出方法では電縫鋼管の中継ぎ溶接部を検出対象としており、電縫鋼管の場合には断面係数が大きく走行中における鋼管の上下振動はあまり問題とならないが、本実施形態のような冷延鋼帯のごとき薄鋼帯の場合には、断面係数が小さいため走行中における鋼帯の上下振動が大きくなるおそれがあるので、振動抑制装置としてのブライドルロール 6 でその振動幅を抑制するようにしている。

30

## 【0024】

また、各溶接部検出装置 20 は、図 2 に示すように、高周波電圧を印加することにより発生する高周波磁束 24 を鋼帯 S に作用させる電圧印加装置 21 を備えている。電圧印加装置 21 は、鋼帯 S の搬送方向にそって配置された E 型鉄心 20 a の搬送方向中央鉄心部に巻かれた励磁コイル 21 a と、高周波電圧を励磁コイル 21 a に印加する電圧印加部 21 b とを備えている。励磁コイル 21 a に高周波電圧を印加すると、印加された高周波電圧により高周波電流が励磁コイル 21 a に発生し、さらに励磁コイル 21 a に発生した高周波電流により高周波磁束 24 が発生する。そして、その発生した高周波磁束 24 が鋼帯 S に作用し、鋼帯 S にはその高周波磁束 24 を打ち消すように渦電流が発生する。そして、鋼帯 S が励磁コイル 21 a に近くなったり離れたりする（溶接部 W が通過すると励磁コイル 21 a に近くなる）ことでその渦電流値が変化する。つまり、鋼帯 S に生ずる磁束密度が変化する。

40

## 【0025】

また、各溶接部検出装置 20 は、図 2 に示すように、電圧印加装置 21 によって鋼帯 S に高周波磁束 24 を作用させることにより、鋼帯 S に生ずる磁束密度変化を検出する磁束

50

密度変化検出装置 2 2 を備えている。磁束密度変化検出装置 2 2 は、E 型鉄心 2 0 a の搬送方向入側鉄心部に巻かれた第 1 検出コイル 2 2 a と、第 1 検出コイル 2 2 a に流れる電流の電圧を検出する第 1 電圧検出部 2 2 b と、E 型鉄心 2 0 a の搬送方向出側鉄心部に巻かれた第 2 検出コイル 2 2 c と、第 2 検出コイル 2 2 c に流れる電流の電圧を検出する第 2 電圧検出部 2 2 d と、第 1 電圧検出部 2 2 b で検出された電圧と第 2 電圧検出部 2 2 d で検出された電圧との電圧差を算出する電圧差算出部 2 2 e とを備えている。磁束密度変化検出装置 2 2 は、鋼帯 S に生ずる磁束密度変化を検出するものとして、第 1 検出コイル 2 2 a に流れる電流の電圧と第 2 検出コイル 2 2 c に流れる電流の電圧との差分を検出している。

#### 【 0 0 2 6 】

鋼帯 S において溶接部 W 等の母板部と異なる部分があれば、第 1 検出コイル 2 2 a での電圧と第 2 検出コイル 2 2 c での電圧とがほぼ等しくなり（位相も等しくなる）、電圧差算出部 2 2 e で算出される電圧差もほぼゼロとなる。一方、鋼帯 S の溶接部 W が溶接部検出装置 2 0 下を通過した場合、第 1 検出コイル 2 2 a での電圧と第 2 検出コイル 2 2 c での電圧とが異なり、電圧差算出部 2 2 e で算出される電圧差が大きくなる。例えば、図 3 には、実施例における鋼帯 S の溶接部 W が溶接部検出装置 2 0 下を通過した際の第 1 検出コイル 2 2 a での電圧と第 2 検出コイル 2 2 c での電圧との電圧差の変化が示されており、溶接部 W が第 1 検出コイル 2 2 a の下を通過した時には電圧差算出部 2 2 e で算出される電圧差が + 側に a ( V ) となっている。また、溶接部 W が第 2 検出コイル 2 2 c の下を通過した時には電圧差算出部 2 2 e で算出される電圧差が - 側に b ( V ) となっている。

#### 【 0 0 2 7 】

更に、各溶接部検出装置 2 0 は、磁束密度変化検出装置 2 2 で検出された磁束密度変化に基づいて溶接部 W を検出する溶接部検出部 2 3 を備えている。

#### 【 0 0 2 8 】

溶接部検出部 2 3 は、磁束密度変化検出装置 2 2 で検出された磁束密度変化が所定の閾値を超える場合、具体的には、電圧差算出部 2 2 e で算出される電圧差が所定の閾値を超える場合には、その検出対象箇所を溶接部 W と特定する。つまり、検出対象箇所が第 1 検出コイル 2 2 a の下を通過した時の電圧差算出部 2 2 e で算出される電圧差と、検出対象箇所が第 2 検出コイル 2 2 c の下を通過した時の電圧差算出部 2 2 e で算出される電圧差との差が所定の閾値を超える場合には、その検出対象箇所を溶接部 W とする。例えば、図 3 に示す例では、検出対象箇所となる溶接部 W が第 1 検出コイル 2 2 a の下を通過した時の電圧差算出部 2 2 e で算出される電圧差 ( + a ( V ) ) と、溶接部 W が第 2 検出コイル 2 2 c の下を通過した時の電圧差算出部 2 2 e で算出される電圧差 ( - b ( V ) ) との差 ( + a - ( - b ) = a + b ( V ) ) が所定の閾値を超えており、その検出対象箇所が溶接部 W と特定される。なお、この所定の閾値は、鋼帯 S における溶接部 W 以外の部分が第 1 検出コイル 2 2 a の下を通過した時の電圧差算出部 2 2 e で算出される電圧差と、当該溶接部 W 以外の部分が第 2 検出コイル 2 2 c の下を通過した時の電圧差算出部 2 2 e で算出される電圧差との差の中央値に設定される。

#### 【 0 0 2 9 】

これにより、トラッキング用の穴を用いることなく、鋼帯 S の上下振動を抑制することによって溶接部 W の検出を適切に行うことで、溶接部 W のトラッキングを行うことができる。

#### 【 0 0 3 0 】

そして、前述したように、溶接部検出装置 2 0 は、溶接部 W の幅方向に沿って複数併設されており、それぞれの溶接部検出装置 2 0 の電圧印加装置 2 1 から溶接部 W の幅方向に沿う複数個所に高周波磁束を作用させ、それぞれの溶接部検出装置 2 0 の磁束密度変化検出装置 2 2 が各高周波磁束により鋼帯 S の各箇所を生ずる磁束密度変化を検出し、各溶接部検出部 2 3 が磁束密度変化検出装置 2 2 で検出した各高周波磁束により鋼帯 S の各箇所を生ずる磁束密度変化に基づいて溶接部 W を検出する。

#### 【 0 0 3 1 】

10

20

30

40

50

そして、複数の溶接部検出装置 20 は、鋼帯 S の各箇所を生ずる磁束密度変化の全てが所定の閾値を超える場合に、検出対象箇所が溶接部 W であると特定する。つまり、各溶接部検出装置 20 の溶接部検出部 23 は図示しない別の共通溶接部検出部に接続されており、全ての溶接部検出装置 20 の全ての溶接部検出部 23 で検出対象箇所が第 1 検出コイル 22 a の下を通過した時の電圧差算出部 22 e で算出される電圧差と、検出対象箇所が第 2 検出コイル 22 c の下を通過した時の電圧差算出部 22 e で算出される電圧差との差が所定の閾値を超えて溶接部 W と特定したときに、別の共通溶接部検出部は当該検出対象箇所が溶接部 W と特定する。

#### 【0032】

これにより、溶接部検出装置 20 を溶接部 W の幅方向に沿って複数併設し、同時に溶接部 W として検出した場合のみ当該検出対象箇所を溶接部 W とすることで、鋼帯 S の溶接部 W 以外の表面欠陥が溶接部検出装置 20 の下を通過したときにその表面欠陥を誤って溶接部 W として検出する可能性を回避することができる。これにより、溶接部 W と表面欠陥の検出の識別が可能となる。いずれかの溶接部検出装置 20 の溶接部検出部 23 で検出対象箇所が第 1 検出コイル 22 a の下を通過した時の電圧差算出部 22 e で算出される電圧差と、検出対象箇所が第 2 検出コイル 22 c の下を通過した時の電圧差算出部 22 e で算出される電圧差との差が所定の閾値を超えていない場合には、別の共通溶接部検出部は当該検出対象箇所が溶接部 W でないと判断する。

10

#### 【0033】

ここで、各溶接部検出装置 20 のうちの電圧印加装置 21 及び磁束密度変化検出装置 22 は、鋼帯 S を挟んで振動抑制装置としてのブライドルロール 6 に対向して配置されている。

20

そして、各溶接部検出装置 20 の電圧印加装置 21 を構成する励磁コイル 21 a、磁束密度変化検出装置 22 を構成する第 1 検出コイル 22 a 及び第 2 検出コイル 22 c と鋼帯 S の表面との間隔（リフトオフ）は、5 ~ 100 mm に設定されることが好ましい。

#### 【0034】

また、励磁コイル 21 a、第 1 検出コイル 22 a 及び第 2 検出コイル 22 c の鋼帯 S の搬送方向の間隔は、励磁コイル 21 a と第 1 検出コイル 22 a との間及び励磁コイル 21 a と第 2 検出コイル 22 c との間とも 10 ~ 80 mm に設定されることが好ましい。

#### 【0035】

なお、各溶接部検出装置 20 毎に溶接部検出部 23 が設けられているが、複数の溶接部検出装置 20 に対して 1 つの溶接部検出部を設け、この溶接部検出部で鋼帯 S の各箇所を生ずる磁束密度変化の全てが所定の閾値を超える場合に、検出対象箇所が溶接部 W であると特定するようにしてもよい。

30

#### 【0036】

次に、複数のパスラインロール 8 のうちの 1 つの近傍に設置された溶接部検出装置 20 は、ブライドルロール 6 の近傍に設置された溶接部検出装置 20 と同様に、鋼帯 S の幅方向、すなわち溶接部 W の幅方向に沿って複数併設されている。複数の溶接部検出装置 20 の鋼帯幅方向の設置間隔は、例えば、20 mm ~ 鋼帯幅 - 50 mm に設定される。

#### 【0037】

そして、各溶接部検出装置 20 の基本構成はブライドルロール 6 の近傍に設置された溶接部検出装置 20 と同様であり、搬送中における搬送方向に対する垂直方向への鋼帯 S の振動幅を抑制する振動抑制装置としてのパスラインロール 8 と、高周波電圧を印加することにより発生する高周波磁束 24 を鋼帯 S に作用させる電圧印加装置 21 と、電圧印加装置 21 によって鋼帯 S に高周波磁束 24 を作用させることにより、鋼帯 S に生ずる磁束密度変化を検出する磁束密度変化検出装置 22 と、磁束密度変化検出装置 22 で検出された磁束密度変化に基づいて溶接部 W を検出する溶接部検出部 23 とを備えている。しかし、図 1 に示すように、各溶接部検出装置 20 の電圧印加装置 21 及び磁束密度変化検出装置 22 が、溶接部 W の一方面（上面）及び他方面（下面）のそれぞれに対向して 1 対設置されている点でブライドルロール 6 の近傍に設置された溶接部検出装置 20 と異なる。

40

50

## 【 0 0 3 8 】

このように、各溶接部検出装置 2 0 の電圧印加装置 2 1 及び磁束密度変化検出装置 2 2 を、溶接部 W の一方面及び他方面のそれぞれに対向して 1 対設置することで、溶接部 W の一方面のみに電圧印加装置 2 1 及び磁束密度変化検出装置 2 2 を設置する場合と比べて、板表層の欠陥との識別可能という利点がある。

## 【 0 0 3 9 】

パスラインロール 8 は、鋼帯 S を搬送させるものであり、この鋼帯 S を搬送させる際に搬送中における搬送方向に対する垂直方向への鋼帯 S の振動幅 2 0 m m 以下（パスラインを中心に上下に 1 0 m m 以内）に抑制する。この鋼帯 S の振動幅が 2 0 m m よりも大きいと、溶接部検出装置 2 0 の後述する電圧印加装置 2 1 や磁束密度変化検出装置 2 2 に鋼帯 S が接触するおそれがあり、溶接部 W の検出が適切にできないことがある。

10

## 【 0 0 4 0 】

また、溶接部 W の一方面に対向して配置される磁束密度変化検出装置 2 2 に接続された溶接部検出部 2 3 と溶接部 W の他方面に対向して配置される磁束密度変化検出装置 2 2 に接続された溶接部検出部 2 3 とは共通の溶接部検出部で構成されている。そして、この共通の溶接部検出部は、溶接部 W の一方面に対向して配置される磁束密度変化検出装置 2 2 の電圧差算出部 2 2 e で算出される電圧差と、溶接部 W の他方面に対向して配置される磁束密度変化検出装置 2 2 の電圧差算出部 2 2 e で算出される電圧差との両方の電圧差が所定の閾値を超える場合には、その検出対象箇所を溶接部 W と特定する。

## 【 0 0 4 1 】

これにより、トラッキング用の穴を用いることなく、鋼帯 S の上下振動を抑制することによって溶接部 W の検出を適切に行うことで、溶接部 W のトラッキングを行うことができる。

20

## 【 0 0 4 2 】

そして、前述したように、溶接部検出装置 2 0 は、溶接部 W の幅方向に沿って複数併設されており、それぞれの溶接部検出装置 2 0 の電圧印加装置 2 1 から溶接部 W の幅方向に沿う複数個所に高周波磁束 2 4 を作用させ、磁束密度変化検出装置 2 2 が各高周波磁束 2 4 により鋼帯 S の各箇所を生ずる磁束密度変化を検出し、共通の溶接部検出部が磁束密度変化検出装置 2 2 で検出した各高周波磁束 2 4 により鋼帯 S の各箇所を生ずる磁束密度変化に基づいて溶接部 W を検出する。

30

## 【 0 0 4 3 】

そして、複数の溶接部検出装置 2 0 は、ブライドルロール 6 の近傍に設置された溶接部検出装置 2 0 と同様に、鋼帯 S の各箇所を生ずる磁束密度変化の全てが所定の閾値を超える場合に、検出対象箇所が溶接部 W であると特定する。つまり、各溶接部検出装置 2 0 の前述の共通の溶接部検出部は図示しない別の共通溶接部検出部に接続されており、全ての溶接部検出装置 2 0 の全ての共通の溶接部検出部で検出対象箇所が溶接部 W と特定されたときに、別の共通溶接部検出部が当該検出対象箇所を溶接部 W と特定する。

## 【 0 0 4 4 】

これにより、溶接部検出装置 2 0 を溶接部 W の幅方向に沿って複数併設し、同時に溶接部 W として検出した場合のみ当該検出対象箇所を溶接部 W とすることで、鋼帯 S の溶接部 W 以外の表面欠陥が溶接部検出装置 2 0 の下を通過したときにその表面欠陥を誤って溶接部 W として検出する可能性を回避することができる。

40

## 【 0 0 4 5 】

なお、各溶接部検出装置 2 0 毎に 2 つの溶接部検出部 2 3 で構成される共通の溶接部検出部が設けられているが、複数の溶接部検出装置 2 0 に対して 1 つの溶接部検出部を設け、この溶接部検出部で鋼帯 S の各箇所を生ずる磁束密度変化の全てが所定の閾値を超える場合に、検出対象箇所が溶接部 W であると特定するようにしてもよい。

## 【 0 0 4 6 】

ここで、上流側（ブライドルロール 6 側）に設置された溶接部検出装置 2 0 が溶接部 W と検出した位置と、下流側（パスラインロール 8 側）に設置された溶接部検出装置 2 0 が

50

溶接部Wと検出した位置とのずれが所定の閾値内（実ラインではコイル長の10%以内）の場合には、下流側の溶接部検出装置20が溶接部Wと検出した位置を「正」とし、溶接部Wの位置を下流側の溶接部検出装置20が検出した位置に補正する。

【0047】

一方、上流側の溶接部検出装置20が溶接部Wと検出した位置と、下流側の溶接部検出装置20が溶接部Wと検出した位置とのずれが所定の閾値超えの場合、板表面性欠陥による検出不良の可能性が高く、溶接部Wはないものとして取り扱う。

【0048】

なお、上流側の溶接部検出装置20及び下流側の溶接部検出装置20のいずれか一方が溶接部Wを検出し、他方が溶接部Wを検出した場合には、前述の位置ずれが所定の閾値超えの場合と同様に、板表面性欠陥による検出不良の可能性が高く、溶接部Wはないものとして取り扱う。

10

【0049】

そして、冷間圧延ライン1は、ブライドルロール6の近傍及びパスラインロール8の近傍に設置された溶接部検出装置20で検出した鋼帯Sの溶接部Wの幅方向端部にノッチング加工を施すノッチング装置5を備えている。ノッチング装置5は、溶接機4とブライドルロール6との間に設置されている。

【0050】

このように構成された冷間圧延ライン1において、ブライドルロール6の近傍及びパスラインロール8の近傍のそれぞれに設置された溶接部検出装置20により鋼帯Sの溶接部Wを検出するに際し、すなわち、溶接部検出工程では、溶接部検出装置20は、搬送中における搬送方向に対する垂直方向への鋼帯Sの振動幅を20mm以下に抑制するとともに、高周波電圧を印加することにより発生する高周波磁束を鋼帯Sに作用させることにより、鋼帯Sに生ずる磁束密度変化に基づいて溶接部Wを検出する。

20

【0051】

これにより、トラッキング用の穴を用いることなく、鋼帯Sの上下振動を抑制することによって溶接部Wの検出を適切に行うことで、溶接部Wのトラッキングを行うことができる。

【0052】

また、溶接部Wの幅方向に沿って複数併設された複数の溶接部検出装置20により、溶接部Wの幅方向に沿う複数個所に高周波磁束24を作用させ、各高周波磁束24により鋼帯Sの各箇所が生ずる磁束密度変化に基づいて溶接部Wを検出し、鋼帯Sの各箇所が生ずる磁束密度変化の全てが所定の閾値を超える場合に、検出対象箇所が溶接部Wであると特定する。

30

【0053】

これにより、複数の溶接部検出装置20が同時に溶接部Wとして検出した場合のみ当該検出対象箇所を溶接部Wとすることで、鋼帯Sの溶接部W以外の表面欠陥が溶接部検出装置20の下を通過したときにその表面欠陥を誤って溶接部Wとして検出する可能性を回避することができる。

【0054】

そして、鋼帯Sの製造に際しては、溶接部検出工程で検出した鋼帯Sの溶接部Wの幅方向端部にノッチング加工を施す（ノッチング工程）。

これにより、溶接部Wに行うノッチング加工を正確に検出された鋼帯Sの溶接部Wの幅方向端部に行うことができる。

40

【0055】

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、種々の変更、改良を行うことができる。

【0056】

例えば、磁束密度変化検出装置22は、鋼帯Sに生ずる磁束密度変化を検出するものとして、第1検出コイル22aに流れる電流の電圧と第2検出コイル22cに流れる電流の

50

電圧との差分を検出している。しかし、磁束密度変化検出装置 2 2 は、鋼帯 S に生ずる磁束密度変化を検出するものとして、鋼帯 S に生じた渦電流値を検出コイルに流れる電流値を測定することによって検出するようにしてもよい。

【 0 0 5 7 】

また、本実施形態のように検出コイルに流れる電圧を検出するにしても、各溶接部検出装置 2 0 は、E 型鉄心 2 0 a の搬送方向中央鉄心部に励磁コイル 2 1 a を巻回し、E 型鉄心 2 0 a の搬送方向入側鉄心部に第 1 検出コイル 2 2 a を巻回し、E 型鉄心 2 0 a の搬送方向出側鉄心部に第 2 検出コイル 2 2 c を巻回するものでなくてもよい。

【 0 0 5 8 】

また、振動抑制装置としてブライドルロール 6 やパスラインロール 8 を用いているが、他の部材であってもよい。この場合、溶接部検出装置 2 0 は、ブライドルロール 6 の近傍及びパスラインロール 8 の近傍ではなく、当該別の部材の近傍に設置されればよい。

10

【 0 0 5 9 】

また、溶接部検出装置 2 0 は鋼帯 S の幅方向に沿って複数併設されているが、複数設置せずに 1 つだけ設置するようにしてもよい。

【 0 0 6 0 】

また、本実施形態では、鋼帯の製造設備として冷間圧延ライン 1 をあげて説明してあるが、溶接部検出装置 2 0 は、溶接が適用される鋼帯の製造設備に備えられていればよく、冷間圧延ライン 1 のみならず、例えば、熱間圧延ラインに備えられていてもよい。

【実施例】

20

【 0 0 6 1 】

図 1 に示す冷間圧延ライン 1 において、ブライドルロール 6 の近傍に設置した溶接部検出装置 2 0 により鋼帯 S の溶接部 W を検出した。溶接部検出装置 2 0 は、鋼帯幅方向に沿って所定間隔 ( 2 0 c m ) で複数 ( 2 個 ) 設置されている。

【 0 0 6 2 】

各溶接部検出装置 2 0 における電圧印加装置 2 1 の励磁周波数は 1 6 k H z 、励磁電圧は 2 . 5 V として測定を実施した。図 3 には、この実施例における鋼帯の溶接部が溶接部検出装置下を通過した際の第 1 検出コイルでの電圧と第 2 検出コイルでの電圧との電圧差の変化が示されている。

【 0 0 6 3 】

30

そして、各溶接部検出装置 2 0 の電圧印加装置 2 1 を構成する励磁コイル 2 1 a 、磁束密度変化検出装置 2 2 を構成する第 1 検出コイル 2 2 a 及第 2 検出コイル 2 2 c と鋼帯 S の表面との間隔 ( リフトオフ ) を、 1 5 m m ~ 1 0 0 m m まで測定を実施し、溶接部 W が検出可能なことを確認した。鋼帯 S の板厚は 0 . 5 m m ~ 1 0 m m にて測定を実施し、溶接部 W の検出が可能であった。

【符号の説明】

【 0 0 6 4 】

- 1 冷間圧延ライン ( 鋼帯の製造設備 )
- 2 ペイオフリール
- 3 ピンチロール
- 4 溶接機
- 5 ノッチング装置
- 6 ブライドルロール
- 7 入側ルーパ
- 8 パスラインロール ( 振動抑制装置 )
- 9 タンデム圧延機
- 1 0 ピンチロール ( 振動抑制装置 )
- 1 1 切断機
- 1 2 巻取機
- 2 0 溶接部検出装置

40

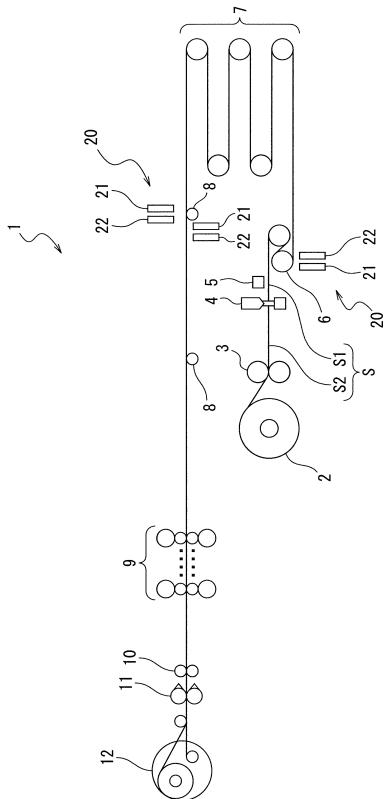
50

- 20 a E型鉄心
- 21 電圧印加装置
- 21 a 励磁コイル
- 21 b 電圧印加部
- 22 磁束密度変化検出装置
- 22 a 第1検出コイル
- 22 b 第1電圧検出部
- 22 c 第2検出コイル
- 22 d 第2電圧検出部
- 22 e 電圧差算出部
- 23 溶接部検出部
- 24 高周波磁束
- S 鋼帯
- S1 先行鋼帯
- S1 a 尾端部
- S2 後行鋼帯
- S2 a 先端部
- W 溶接部

10

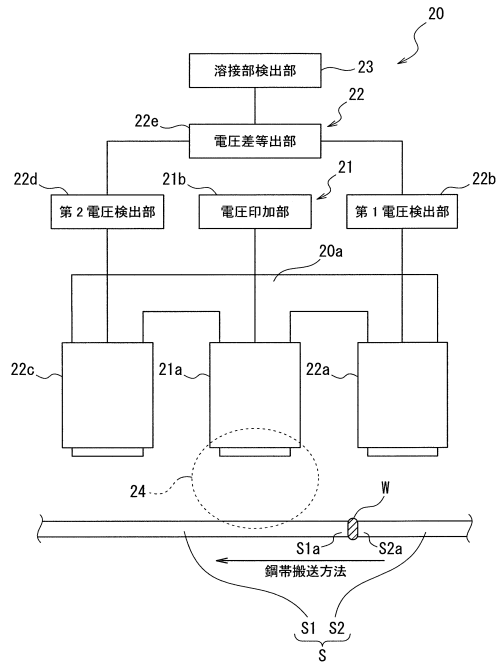
【図面】

【図1】



【図2】

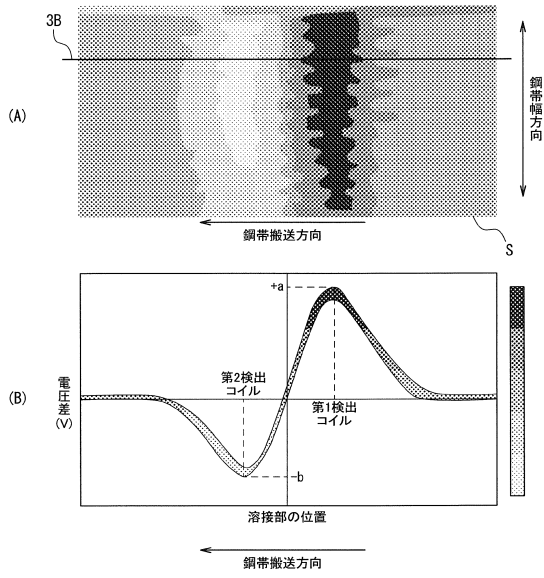
20



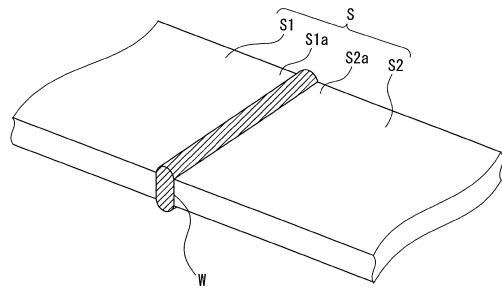
30

40

【 図 3 】



【 図 4 】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内

審査官 池田 安希子

- (56)参考文献 実開平06-066815(JP,U)  
特開2006-068759(JP,A)  
特開平07-116732(JP,A)  
特開平09-184055(JP,A)  
特開2008-139233(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
B21C 51/00  
B21B 39/00 - 41/12  
B21B 1/00 - 11/00  
B21B 47/00 - 99/00  
G01B 7/00