

(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6月4日(04.06.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/111247 A1

(51) 国際特許分類:

B21C 51/00 (2006.01) *B21B 38/00* (2006.01)
G01B 11/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/046841

(22) 国際出願日: 2019年11月29日(29.11.2019)

(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:

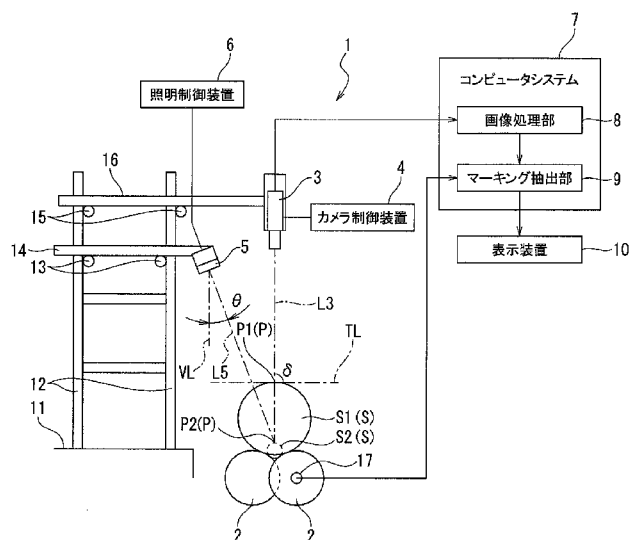
特願 2018-224181 2018年11月29日(29.11.2018) JP
特願 2018-224182 2018年11月29日(29.11.2018) JP

(71) 出願人: J F E 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: 田中 雄翔(TANAKA Yuto); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 佐藤 匡将(SATO Kyosuke); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 松本 実(MATSUMOTO Minoru); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 田中美喜雄(TANAKA Mikio); 〒1000011 東京都千

(54) Title: ROUND STEEL MATERIAL MARKING DETECTION DEVICE AND DETECTION METHOD, AND METHOD FOR MANUFACTURING STEEL MATERIAL

(54) 発明の名称: 丸鋼材のマーキング検出装置及び検出方法及び鋼材の製造方法



4 Camera control device
6 Lighting control device
7 Computer system
8 Image processing unit
9 Marking extraction unit
10 Display device

(57) Abstract: Provided are a round steel material marking detection device and detection method, and a method for manufacturing a steel material, with which the risk of a marking being missed is significantly reduced by detecting markings automatically. A round steel material marking detection device (1) detects a marking (M) that has been applied at the position of a surface flaw on a round steel material (S). The marking detection device (1) is provided with: an image capturing device (3) which captures images of a prescribed position (P) in the circumferential direction on the surface of

代田区内幸町二丁目2番3号 J F E 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, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

the round steel material (S), which is rotating in a circumferential direction, with a prescribed period and with a resolution smaller than the dimension of the marking (M) being a measurement target; an image processing unit (8) which processes an image obtained by joining, in the circumferential direction, the images of the prescribed position (P) captured by the image capturing device (3); and a marking extraction unit (9) which extracts the marking (M) from the image that has been subjected to image processing by the image processing unit (8).

(57) 要約: 自動でマーキングを検出するようにしてマーキングの見逃しリスクを大幅に低減した丸鋼材のマーキング検出装置及び検出方法及び鋼材の製造方法を提供する。丸鋼材のマーキング検出装置(1)は、丸鋼材(S)の表面疵の位置に塗布されたマーキング(M)を検出する。マーキング検出装置(1)は、周方向に回転する丸鋼材(S)の表面の周方向の特定位置(P)を測定対象であるマーキング(M)の寸法よりも小さい分解能で所定周期で撮像する撮像装置(3)と、撮像装置(3)で撮像された特定位置(P)の画像を周方向に繋ぎ合せて得られた画像を処理する画像処理部(8)と、画像処理部(8)で画像処理された画像からマーキング(M)を抽出するマーキング抽出部(9)とを備えている。

明 細 書

発明の名称：

丸鋼材のマーキング検出装置及び検出方法及び鋼材の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、丸鋼材のマーキング検出装置及び検出方法、特に、丸ビレット・丸棒鋼、鋼管等、断面が円形で且つ長尺の丸鋼材の表面に存在する表面疵の位置に塗布されたマーキングを検出する装置及び方法に関する。また、本発明は鋼材の製造方法、特に、上記のマーキング検出方法を用いて表面疵を研削することを含む、鋼材の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 一般に、断面が円形の丸鋼片（例えば丸ビレット）は、鋳造で直接製造されたり、あるいは鋳造された鋼片を分塊圧延することによって製造される。そして、丸鋼片は、その製造工程で表面に何らかの疵（鋳造疵、孔、線状疵、切り疵等）が生じていることが多い。これらの疵は、後工程で障害となる。すなわち、例えば、丸鋼片を熱間圧延する場合には、熱間圧延後の鋼材にこれらの欠陥部が起因となった疵が残ってしまったり、熱間圧延時に鋼材の破断が生じてしまったりする等の障害が発生する。したがって、後工程へ丸鋼片を送る前に、表面疵を研削してなくす所謂「手入れ作業」が行われている。また、丸棒鋼のような条鋼製品や製品鋼管も製造工程で表面疵を生じることがあるため、条鋼製品や製品鋼管等の丸棒鋼についても手入れ作業が行われている。

[0003] 従来の丸鋼材の表面疵手入れ装置として、例えば、特許文献１に示すものが知られている。

特許文献１に示す丸鋼材の表面疵手入れ装置は、回転している丸鋼材の軸線方向に沿い往復移動自在で、丸鋼材と接触して表面疵を検出する表面疵検査装置と、検出された表面疵の位置にマーキング液を噴射して印を付けるマーキング装置と、マーキングされた表面疵を手入れする作業デッキとを備え

ている。

この特許文献 1 に示す丸鋼材の表面疵手入れ装置によれば、検出された表面疵の位置をマーキングするようにしたので、作業者の研削位置判断を正確にし、研削作業を迅速に行うことができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2 0 0 2 - 2 8 7 2 4 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、この従来の特許文献 1 に示す丸鋼材の表面疵手入れ装置にあっては、以下の問題点があった。

即ち、特許文献 1 に示す丸鋼材の表面疵手入れ装置の場合、検出された表面疵の位置に塗布されたマーキングを作業者が目視により見つけ、その箇所を研削するようにしている。

ここで、丸鋼材の表面疵の位置に塗布されるマーキングは、マーキング液の吹付け具合によりその大きさや形が変わることがあり、作業者が目視で見つけにくい場合がある。従って、作業者の目視によってマーキングを見つける方法では、マーキングを見逃すリスクが大きく、研削能率が低いという問題があった。さらに、この問題は、マーキングを作業者の目視によって見つける方法を、一連の鋼材の製造プロセスの中の一工程として組み込んでいる鋼材の製造方法においては、製造能率が低いという問題に繋がっていた。

[0006] 従って、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り、その目的は、自動でマーキングを検出するようにしてマーキングの見逃しリスクを大幅に低減した丸鋼材のマーキング検出装置及び検出方法、及び、この検出方法を用いた鋼材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

[0007] 上記目的を達成するために、本発明の一態様に係る丸鋼材のマーキング検

出装置は、丸鋼材の表面疵の位置に塗布されたマーキングを検出する丸鋼材のマーキング検出装置であって、周方向に回転する前記丸鋼材の表面の周方向の特定位置を測定対象であるマーキングの寸法よりも小さい分解能で所定周期で撮像する撮像装置と、該撮像装置で撮像された前記特定位置の画像を周方向に繋ぎ合せて得られた画像を処理する画像処理部と、該画像処理部で画像処理された画像からマーキングを抽出するマーキング抽出部とを備えていることを要旨とする。

[0008] また、本発明の別の態様に係る丸鋼材のマーキング検出方法は、丸鋼材の表面疵の位置に塗布されたマーキングを検出する丸鋼材のマーキング検出方法であって、周方向に回転する前記丸鋼材の表面の周方向の特定位置を測定対象であるマーキングの寸法よりも小さい分解能で所定周期で撮像する撮像ステップと、該撮像ステップで撮像された前記特定位置の画像を周方向に繋ぎ合せて得られた画像を処理する画像処理ステップと、該画像処理ステップで画像処理された画像からマーキングを抽出するマーキング抽出ステップとを含むことを要旨とする。

[0009] また、本発明の別の態様に係る鋼材の製造方法は、丸鋼材の欠陥部を探傷し、探傷により発見した所定深さ以上の欠陥部がある箇所にマーキングを塗布し、その後に塗布されたマーキングを検出し、検出されたマーキングの部分を表面研削した後に、後工程で処理を行う鋼材の製造方法であって、前記マーキングの検出は、前述した本発明の態様に係るマーキング検出方法により行うことを要旨とする。

発明の効果

[0010] 本発明に係る丸鋼材のマーキング検出装置及び検出方法によれば、自動でマーキングを検出するようにしてマーキングの見逃しリスクを大幅に低減した丸鋼材のマーキング検出装置及び検出方法、及び、鋼材の製造方法を提供できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の一実施形態に係る丸鋼材のマーキング検出装置の概略構成を正

面側から見た図である。

[図2]図 1 に示す丸鋼材のマーキング検出装置の概略構成を右側面側から見た図である。

[図3]撮像装置を構成するラインセンサカメラの仕様を説明するための図である。

[図4]図 1 に示す丸鋼材のマーキング検出装置を用いた丸鋼材のマーキング検出方法の手順を示すフローチャートである。

[図5]図 4 に示すフローチャートにおけるステップ S 2（画像処理ステップ）の手順を示すフローチャートである。

[図6]図 4 に示すフローチャートにおけるステップ S 3（マーキング抽出ステップ）の手順を示すフローチャートである。

[図7]原画像繋ぎ合わせ処理後の画像、2 値化ノイズ除去後の 2 値化画像、及びマーキング抽出結果の画像の一例を、丸鋼材の軸方向の一端面から軸方向の第 1 位置まで、当該第 1 位置から第 2 位置まで、当該第 2 位置から第 3 位置までの 3 つに分割して示した図である。

[図8]2 値化ノイズ除去処理後の 2 値化画像の一例の一部を示す図である。

[図9]本発明の別の実施形態に係る丸鋼材のマーキング検出装置の概略構成を正面側から見た図である。

発明を実施するための形態

[0012] 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。

[0013] 図 1 には、本発明の一実施形態に係る丸鋼材のマーキング検出装置の概略構成が示されており、丸鋼材のマーキング検出装置 1 は、丸鋼材 S の表面疵

の位置にマーキングするマーキング装置（図示せず）の下流側に設置される。マーキング装置は、丸鋼材 S を下流工程へ搬送する搬送ラインの途中に設けられており、マーキング装置で丸鋼材 S の表面疵の位置にマーキングを塗布し、マーキングを塗布された丸鋼材 S がトランスファー（図示せず）によってマーキング検出装置 1 に移送される。ここで、マーキング装置は、漏洩磁束探傷装置（M L F T）や超音波探傷装置（A U T）などの、表面あるいは表面近傍にある欠陥を検出する探傷装置に付随して設けられる。そして、マーキング装置は、丸鋼材 S の、探傷装置により発見した所定深さ以上の欠陥部がある箇所に塗料を塗布して、マーキングとする。マーキングされる丸鋼材 S の大きさは、本実施形態にあつては最小径 $\phi 80 \text{ mm}$ から最大径 $\phi 450 \text{ mm}$ までの間の任意の大きさであり、図 1 乃至図 3 において、最大径の丸鋼材を S 1、最小径の丸鋼材を S 2 で示している。なお、マーキング装置で丸鋼材 S の表面疵の位置に塗布するマーキングの色は、後述する照明装置 5 による照明の色（白色に近似した色）と異なる色とすることが好ましい。これにより、マーキングの色と照明の色とが混同せず、マーキングを検出しやすくなる。

[0014] マーキング検出装置 1 は、丸鋼材 S の表面疵の位置に塗布されたマーキング M（図 8 参照）を検出するものであり、トランスファーによって移送された丸鋼材 S を所定の回転速度（本実施形態にあつては、例えば 1500 mm/s 程度）で周方向（図 1 における矢印で示す方向）に回転させる複数のターニングローラ 2 を備えている。ターニングローラ 2 には、丸鋼材 S の回転角度を検出する回転角度検出装置としてのパルスジェネレータ 17 が設置されている。後述するマーキング抽出部 9 には、パルスジェネレータ 17 からターニングローラ 2 の回転数が入力され、マーキング抽出部 9 は、入力されたターニングローラ 2 の回転数から丸鋼材 S の撮像開始点からの回転角度を検出する。

[0015] そして、マーキング検出装置 1 は、ターニングローラ 2 上を周方向に回転する丸鋼材 S の表面を撮像する複数の撮像装置 3 と、コンピュータシステム

7と、表示装置10とを備えている。

マーキング検出装置1において、図1及び図2に示すように、台座部11上に立設された複数の支持脚12に複数の第1支持部材13が支持脚12に対して直交するように取り付けられている。そして、これら第1支持部材13には、第2支持部材14が第1支持部材13に直交するように取り付けられている。また、複数の支持脚12の第1支持部材13を取り付けた部分より上方の位置には、複数の第3支持部材15が支持脚12に直交するように取り付けられている。また、これら第3支持部材15には、第4支持部材16が第3支持部材15に直交するように取り付けられている。

[0016] そして、この第4支持部材16の先端に各撮像装置3が取り付けられている。

そして、各撮像装置3は、ラインセンサカメラで構成され、図2に示すようにラインセンサカメラの撮像ラインが延びる方向と丸鋼材Sの軸方向とが一致し、且つ図1に示すようにラインセンサカメラの光軸L3と丸鋼材Sの最上位置Pに接する接線TLとの成す角度 δ が90度となるように設置される。この光軸L3と接線TLとのなす角度 δ は90度に限ることなく、鋭角側が30度以上の範囲であれば好適である。

[0017] 各撮像装置3を構成するラインセンサカメラの設置高さは、図3に示すように、ラインセンサカメラのレンズと丸鋼材Sとの間の距離WDが所定の距離（最大径の丸鋼材S1の場合の前記距離WD（ Φ_{max} ）：900mm、最小径の丸鋼材S2の場合の前記距離WD（ Φ_{min} ）：1270mm）に設定される。

各撮像装置3を構成するラインセンサカメラの選定に際しては、被写界深度を計算し、被写体である最大径の丸鋼材S1の表面の最上位置P1と最小径の丸鋼材S2の表面の最上位置P2の場合でもピントが合うレンズを有するカメラを選定する。本実施形態の場合、被写界深度を771mmとし、最大径の丸鋼材S1の径が $\Phi 450$ mm、最小径の丸鋼材S2の径が $\Phi 80$ mmのいずれ場合でもピントが合うレンズを選定している。

[0018] そして、各撮像装置3を構成するラインセンサカメラは、ターニングローラ2上を周方向に回転する丸鋼材Sの表面の周方向の最上位置（特定位置）Pを測定対象であるマーキングM（図8参照）の寸法よりも小さい分解能で所定周期で丸鋼材Sの一周分撮像する。各撮像装置3は、周方向に回転する丸鋼材Sの表面の最上位置P（最大径の丸鋼材S1の表面の最上位置はP1、最小径の丸鋼材S2の表面の最上位置はP2）の位置を所定周期で丸鋼材Sの一周分撮像する。本実施形態の場合、マーキングMの寸法は、直径約4mmの円形であり、ラインセンサカメラの分解能、即ち1ラインの各画素n（図3参照）の周方向の幅Rは、最大径の丸鋼材S1を撮像するときの各画素nの周方向の幅R（ Φ_{max} ）で $630\mu m / \text{pix}$ 、最小径の丸鋼材S2を撮像するときの各画素nの周方向の幅R（ Φ_{min} ）で $889\mu m / \text{pix}$ となっている。また、ラインセンサカメラで撮像する周期は、本実施形態の場合、丸鋼材Sの回転速度が $1500\text{mm} / \text{s}$ であり、丸鋼材Sの周方向の表面を隙間なく撮像できるように、 $1 / 2381\text{s}$ となっている。

[0019] また、各撮像装置3を構成するラインセンサカメラの1ラインの画素nの数は、 2048pix 、最大径の丸鋼材S1を撮像するときの各画素nの軸方向の幅R（ Φ_{max} ）は $630\mu m / \text{pix}$ 、最小径の丸鋼材S2を撮像するときの各画素nの軸方向の幅R（ Φ_{min} ）は $889\mu m / \text{pix}$ である。このため、最大径の丸鋼材S1を撮像するときの視野幅L（ Φ_{max} ）は 1290mm 、最小径の丸鋼材S2を撮像するときの視野幅L（ Φ_{min} ）は 1821mm である。撮像装置3は、最大径の丸鋼材S1の全長及び最小径の丸鋼材S2の全長を撮像できるように、丸鋼材Sの軸方向に沿って複数設置されている。

[0020] ここで、撮像装置3を撮像ラインが丸鋼材Sの軸方向に延びるラインセンサカメラとしたのは、次の理由による。即ち、丸鋼材Sを軸方向から見たときに、丸鋼材Sの表面は円形となっているため、撮像装置3をエリアセンサカメラとした場合、エリアセンサカメラから丸鋼材Sの表面までの距離が周方向に沿って異なり、また、丸鋼材Sの軸方向から見た時の丸鋼材Sの表面

上の位置とカメラとを結ぶ直線がこの位置における丸鋼材S表面とのなす角度が周方向に沿って異なる。このため、撮像装置3をエリアセンサカメラとした場合、撮像画像における丸鋼材Sの表面に塗布されたマーキングの形状の見え方が、丸鋼材Sの周方向に沿って変化するからである。丸鋼材Sの表面上の位置とカメラとを結ぶ直線がこの位置における丸鋼材の表面とのなす角度が鋭角になると、撮像画像におけるマーキングの面積は小さくなり、マーキングとノイズとの判別がしにくくなる。撮像装置3をラインセンサカメラで構成し、その撮像ラインが丸鋼材Sの軸方向に延びるように撮像装置3を配置して、周方向に回転する丸鋼材Sの表面の最上位置Pの位置を軸方向に沿って撮像するようにする。そして、後述するように、ラインセンサカメラで撮像した最上位置（特定位置）Pの画像を周方向に繋ぎ合わせて得られた画像とし、この画像からマーキングを抽出するようにする。これにより、丸鋼材Sの軸方向から見たときに、ラインセンサカメラから丸鋼材Sの表面の最上位置Pの位置までの距離に変化はなく、また、カメラと最上位置Pとを結ぶ線とこの最上位置Pにおける丸鋼材S表面とのなす角度は一定となるから、このような不都合はなくなる。従って、撮像装置3をラインセンサカメラとすることにより、撮像対象である丸鋼材Sの表面に塗布されたマーキングの形状を適切に検出することができる。

各撮像装置3は、図示しない電源及び撮像周期等を制御するカメラ制御装置4に接続されている。

[0021] また、マーキング検出装置1は、図1乃至図3に示すように、複数の照明装置5を備えている。

各照明装置5は、前述した第2支持部材14の先端に回転可能に取り付けられている。

この各照明装置5は、丸鋼材Sの表面、特に撮像される最上位置Pの近傍を連続的に点灯する2列のバー照明で構成されている。照明の色は白色に近似した色である。そして、図1に示すように、照明装置5の光軸L5と垂直線VLとのなす角度 θ は、最小径の丸鋼材S2の最上位置P2の近傍から最

大径の丸鋼材 S 1 の最上位置 P 1 の近傍に至るまですべての場合に照射できるように、調節可能となっている。照明装置 5 は、最大径の丸鋼材 S 1 の全長及び最小径の丸鋼材 S 2 の全長を照明できるように、丸鋼材 S の軸方向に沿って複数設置されている。各照明装置 5 には、図示しない照明電源及び照明の輝度等を制御する照明制御装置 6 に接続されている。

[0022] また、コンピュータシステム 7 は、各撮像装置 3 で撮像された前述の最上位置（特定位置）P の画像を周方向に繋ぎ合せて得られた画像を処理する画像処理部 8 と、画像処理部 8 で画像処理された画像からマーキング M（図 8 参照）を抽出するマーキング抽出部 9 とを備えている。各撮像装置 3 及びパルスジェネレータ 17 は、コンピュータシステム 7 に接続されている。

このコンピュータシステム 7 は、画像処理部 8 及びマーキング抽出部 9 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。

[0023] また、表示装置 10 は、マーキング抽出部 9 で抽出されたマーキング M、当該マーキング M の箇所を指摘する印 18（図 7 参照）、マーキング M の周方向位置及び長手方向位置を表示する。

画像処理部 8、マーキング抽出部 9 及び表示装置 10 の各機能は、次の丸鋼材 S のマーキング検出装置 1 を用いたマーキング検出方法の説明にて詳細に説明する。

[0024] 次に、図 4 乃至図 7 を参照して丸鋼材 S のマーキング検出装置 1 を用いたマーキング検出方法を説明する。

先ず、図 4 に示すステップ S 1 で、丸鋼材 S の軸方向に沿って配置された複数個の撮像装置 3 を構成するラインセンサカメラの各々が、ターニングローラ 2 上を周方向に回転する丸鋼材 S の表面の周方向の最上位置（特定位置）P を測定対象であるマーキング M の寸法よりも小さい分解能で所定周期で

撮像する（撮像ステップ）。つまり、各撮像装置 3 が、周方向に回転する丸鋼材 S の表面の最上位置 P の位置を前述の分解能で所定周期で丸鋼材 S の一周分撮像する。本実施形態の場合、マーキング M の寸法は、直径約 4 mm の円形であり、ラインセンサカメラの分解能、即ち 1 ラインの各画素 n（図 3 参照）の周方向の幅 R は、最大径の丸鋼材 S 1 を撮像するときの各画素 n の周方向の幅 R（ Φ_{max} ）で $630 \mu m / pixel$ 、最小径の丸鋼材 S 2 を撮像するときの各画素 n の周方向の幅 R（ Φ_{min} ）で $889 \mu m / pixel$ となっている。また、ラインセンサカメラで撮像する周期は、本実施形態の場合、丸鋼材 S の回転速度が $1500 mm / s$ であり、丸鋼材 S の周方向の前面を隙間なく撮像できるように、 $1 / 2381 s$ となっている。

[0025] 次いで、ステップ S 2 において、コンピュータシステム 7 の画像処理部 8 が、各撮像装置 3 を構成するラインセンサカメラで撮像した最上位置（特定位置）P の画像を周方向に繋ぎ合わせて得られた画像を処理する（画像処理ステップ）。

この画像処理ステップについて詳しく述べると、図 5 に示すように、ステップ S 2 1 において、画像処理部 8 は、先ず、各撮像装置 3 を構成するラインセンサカメラからの原画像（複数の最上位置 P の画像）を取り込む。

次いで、ステップ S 2 2 において、画像処理部 8 は、取りこんだ原画像（複数の最上位置 P の画像）を丸鋼材 S の周方向に繋ぎ合わせる。原画像を丸鋼材 S の周方向に繋ぎ合わせた後の画像の一例が、図 7 の上段に示されている。原画像を丸鋼材 S の周方向に繋ぎ合わせた画像ではマーキング M が検出しづらいため、後に 2 値化処理を行う。

[0026] その後、ステップ S 2 3 において、画像処理部 8 は、繋ぎ合わされた原画像に対しマーキング以外のノイズ除去処理を行う。

次いで、ステップ S 2 4 において、画像処理部 8 は、ノイズを除去した繋ぎ合わせ原画像に 2 値化処理を行う。

更に、ステップ S 2 5 において、画像処理部 8 は、2 値化処理後の画像に対しマーキング以外のノイズ除去処理を行う。ノイズ除去後の画像の一例が

、図 7 の中段に示されている。

[0027] その後、ステップ S 2 6 において、ノイズを除去した 2 値化画像をマーキング抽出部 9 に対し出力する。

そして、画像処理ステップの後、ステップ S 3 において、コンピュータシステム 7 のマーキング抽出部 9 が、画像処理ステップで画像処理された画像からマーキング M を抽出する（マーキング抽出ステップ）。

このマーキング抽出ステップについて詳しく述べると、図 6 に示すように、まず、マーキング抽出部 9 は、ステップ S 3 1 において、画像処理部 8 から 2 値化画像を取り込む。

[0028] 次に、ステップ S 3 2 において、取りこんだ 2 値化画像中に、所定面積以上の画素値 0（白色）の画素 n_1 （図 8 参照）の集合の領域 a （図 8 参照）があるか否かを判断する。図 8 において、画素値 1（黒色）の画素は n_2 で示されている。例えばマーキング形状が円形状である場合、その円形状の直径を D とすると、この直径 D を各画素の幅 R ($< D$) で除した値 D/R 以上の個数の画素 n_1 が連続して存在する集合の領域 a があるか否かを判断する。具体例を示すと、マーキングの直径が 4 mm のときは、画素の幅は上述のとおり最大で $889\text{ }\mu\text{m}/\text{pix}$ であるから、 $4/0.889=4.5$ 個以上の画素 n_1 の集合領域があるか否かを判断することで、マーキングの有無の判定を行うことができる。

[0029] そして、ステップ S 3 2 の結果が YES の場合、ステップ S 3 3 に移行し、当該結果が NO の場合、ステップ S 3 4 に移行する。

ステップ S 3 3 では、マーキング抽出部 9 は、当該領域 a をマーキング M と判定し、ステップ S 3 5 で、マーキング抽出部 9 は、マーキング M の周方向位置 x 及び長手方向位置 y （図 7 における下段参照）を特定する。

ここで、マーキング抽出部 9 は、当該領域 a をマーキング M と判定した際に、図 7 における下段に示すように、マーキング M の周囲に、マーキング M の箇所を指摘する印 1 8 を付ける。

[0030] また、マーキング M の周方向位置 x は、丸鋼材 S の周方向における撮像開

始点から当該マーキングMまでの周方向の長さを意味する。前述したように、マーキング抽出部9には、パルスジェネレータ17からターニングローラ2の回転数が入力され、マーキング抽出部9は、入力されたターニングローラ2の回転数とターニングローラ2の直径とから丸鋼材Sの周方向における撮像開始点から当該マーキングMまでの周方向の長さを算出し、マーキングMの周方向位置 x を特定する。また、マーキングMの長手方向位置 y は、丸鋼材Sの軸方向における端面から当該マーキングMまでの軸方向の長さを意味する。マーキング抽出部9は、丸鋼材Sの軸方向における端面から当該マーキングMまでの画素 n の数と各画素 n の軸方向の幅 R とから丸鋼材Sの軸方向における端面から当該マーキングMまでの軸方向の長さを算出し、マーキングMの長手方向位置 y を特定する。

[0031] そして、ステップS35でマーキングMの周方向位置 x 及び長手方向位置 y を特定した後、ステップS36において、マーキング抽出部9はマーキング抽出結果を表示装置10に出力する。

図7における下段には、マーキング抽出結果の一例が示されており、マーキングM、当該マーキングMの箇所を指摘する印18、及びマーキングMの周方向位置 x 及び長手方向位置 y が抽出される。図7における下段には、特定のマーキングMの周方向位置が $x1$ 、長手方向位置が $y1$ で示されている。

最後に、ステップS4において、表示装置10は、コンピュータシステム7のマーキング抽出部9から出力されたマーキング抽出結果、即ち、マーキングM、当該マーキングMの箇所を指摘する印18、及びマーキングMの周方向位置 x 及び長手方向位置 y を表示する。

[0032] そして、丸鋼材Sの表面疵を研削する作業者は、表示装置10で表示されたマーキング抽出結果を基にして、マーキングされた丸鋼材Sの表面の箇所を研削すればよい。

また、マーキング抽出部9で抽出されたマーキング検出結果を、後工程に設けられる表面疵研削装置に転送し、表面疵研削装置にて自動でマーキング

箇所を研削するようにしてもよい。

表面のマーキング箇所を研削した後の丸鋼材Sは、さらなる後工程（表面疵研削以降の工程）へ送られて、そこで処理されて製品である鋼材とされる。

ここで、さらなる後工程とは、欠陥部が表面研削された丸鋼材を処理対象とした、その後の処理工程の全般のことである。すなわち、丸鋼材Sが丸棒鋼のような条鋼製品や製品鋼管である場合には、欠陥研削後に行われる精整工程、出荷工程等である。丸鋼材Sが圧延用素材である場合には、圧延工程やその後に行われる精整工程、出荷工程等である。

[0033] 上記したマーキング検出方法により表面の疵（欠陥）がある部分にマーキングを施した丸鋼材Sのマーキングの部分表面を研削した後に、後工程に送って鋼材を製造することにより、マーキングの検出を目視で行う場合に比べて効率良く、かつ、精度よくマーキング検出が行える。したがって、鋼材の製造効率は向上する。またマーキングの検出精度が向上するので、後工程での障害の発生も抑制される。ここで、後工程での障害とは、丸鋼が圧延用素材である場合には、後工程にある圧延工程後の鋼材に、圧延用素材にあった表面欠陥に起因した疵が発生してしまったり、圧延用素材にあった表面欠陥が原因となり圧延工程中に鋼材の破断が生じるといった障害である。また、丸鋼材Sが条鋼製品や製品鋼管である場合には、後工程である出荷工程で、欠陥部を研削により除去しきれない製品を出荷してしまうことである。

[0034] なお、マーキングを塗布する段階からマーキングを研削する段階の鋼材が丸鋼材、すなわち、円形の断面の鋼材であれば、後工程で処理した後の鋼材は、必ずしも丸鋼材である必要はなく、後工程で処理した後の鋼材が角断面の鋼材であってもよい。

なお、丸ビレットのような丸鋼材を素材として、丸棒鋼のような条鋼製品を製造する場合において、本発明に係るマーキングの検出方法は、素材についてのマーキング検出、条鋼製品のマーキング検出のいずれにも適用できる。つまり、鋼材の製造方法に、本発明に係るマーキング検出方法を適用する

場合は、素材、製品のいずれもが丸棒鋼である場合は、素材についてのマーキング検出にのみ、本発明の検出方法を用いてもよいし、製品についてのマーキング検出についてのみ本発明の検出方法を用いてもよいし、素材のマーキング検出と製品のマーキング検出との両方に本発明のマーキング検出方法を用いてもよい。

[0035] このように、本実施形態に係る丸鋼材Sのマーキング検出装置1及び検出方法、あるいは鋼材の製造方法によれば、周方向に回転する丸鋼材Sの表面の周方向の最上位置（特定位置）Pを測定対象であるマーキングMの寸法よりも小さい分解能で所定周期で撮像する（撮像装置3、ステップS1（撮像ステップ））。そして、撮像された前述の最上位置（特定位置）Pの画像を周方向に繋ぎ合せて得られた画像を処理する（画像処理部8、ステップS2（画像処理ステップ））。また、画像処理された画像からマーキングMを抽出する（マーキング抽出部9、ステップS3（マーキング抽出ステップ））。

[0036] これにより、自動でマーキングMを検出するようにしてマーキングMの見逃しリスクを大幅に低減した丸鋼材のマーキング検出装置1及び検出方法を提供できる。

また、撮像装置3は、ラインセンサカメラであるので、撮像対象である丸鋼材Sの表面に塗布されたマーキングMの形状を適切に検出することができる。

また、丸鋼材Sの回転角度を検出する回転角度検出装置としてのターニングローラ2の回転数を検出するパルスジェネレータ17を備えているので、ターニングローラ2の回転数とターニングローラの直径とから丸鋼材Sの周方向における撮像開始点から当該マーキングMまでの周方向の長さを算出し、マーキングMの周方向位置xを特定することができる。

[0037] 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、本実施形態において、マーキングMの寸法は直径約4mmの円形

としてあり、撮像装置3を構成するラインセンサカメラの分解能は、最大径の丸鋼材S1を撮像するときで $630\mu\text{m}/\text{pix}$ 、最小径の丸鋼材S2を撮像するときで $889\mu\text{m}/\text{pix}$ としてあるが、マーキングMの寸法は直径4mm以外でもよい。また、撮像装置3を構成するラインセンサカメラの分解能は、マーキングMの寸法よりも小さければ、いかなる大きさであってもよい。

[0038] また、撮像装置3を構成するラインセンサカメラは、周方向に回転する丸鋼材Sの表面の特定位置（最上位置P）を所定周期で丸鋼材Sの一周分撮像しているが、丸鋼材Sの一周分に限らず、複数周分撮像しても良い。

また、撮像装置3を構成するラインセンサカメラの撮像周期は、丸鋼材Sの周方向の表面を隙間なく撮像できる周期であれば $1/2381\text{s}$ に限らない。

また、マーキングが塗布される丸鋼材Sの大きさは、最大径で $\Phi 450\text{mm}$ 、最小径で $\Phi 80\text{mm}$ としてあるが、任意に変更することができる。

また、マーキング装置で丸鋼材Sの表面疵の位置に塗布するマーキングの色は、照明装置5による照明の色（白色に近似した色）と異なる色としてあるが、同一色であってもよい。

[0039] また、マーキング装置で丸鋼材Sの表面疵の位置に塗布するマーキングの色は、単一色として説明してあるが、カラーであってもよい。例えば、丸鋼材Sの表面にある表面疵を探傷する探傷方法として、表面疵の深さなどを考慮し、MLFT（漏洩磁束探傷）、AUT（超音波探傷）、EC（ピーリング探傷）、マグナー（磁粉探傷）などがあり、これらの探傷をマーキング装置の上流側で行う。この際に、マーキング装置では、探傷の方法毎に異なる色のマーキングを行っても良い。そして、この場合、本実施形態に係るマーキング検出装置1及び検出方法では、撮像装置3としてカラーカメラを選定するとともに、その色ごとに画像処理、マーキング抽出及びマーキング抽出結果の表示を行えばよい。

[0040] また、撮像装置3としてラインセンサカメラを用いているが、エリアセン

サカメラを用いてもよい。この場合、図9に示すように、エリアセンサカメラである撮像装置3で1回の撮像で得られる丸鋼材Sの表面上の視野範囲（繋ぎ合せを行うひとつの撮像画像の視野範囲）として、撮像装置3と撮像される丸鋼材Sの表面上の位置Pとを結ぶ線と、表面上の位置Pにおける丸鋼材Sの表面とのなす角 α （鋭角側）が30度以上となる範囲とすることが好ましい。 α が30度以上であると、マーキングとノイズとを判別し易くなり、マーキングの検出精度が向上する。

また、撮像装置3は複数設置されているが、単一の撮像装置3で丸鋼材Sの全長の表面を撮像できるものであれば1台であってもよい。

符号の説明

- [0041]
- 1 丸鋼材のマーキング検出装置
 - 2 ターニングローラ
 - 3 撮像装置
 - 4 カメラ制御装置
 - 5 照明装置
 - 6 照明制御装置
 - 7 コンピュータシステム
 - 8 画像処理部
 - 9 マーキング抽出部
 - 10 表示装置
 - 11 台座部
 - 12 支持脚
 - 13 第1支持部材
 - 14 第2支持部材
 - 15 第3支持部材
 - 16 第4支持部材
 - 17 パルスジェネレータ（回転角度検出装置）
 - P 最上位置（特定位置）

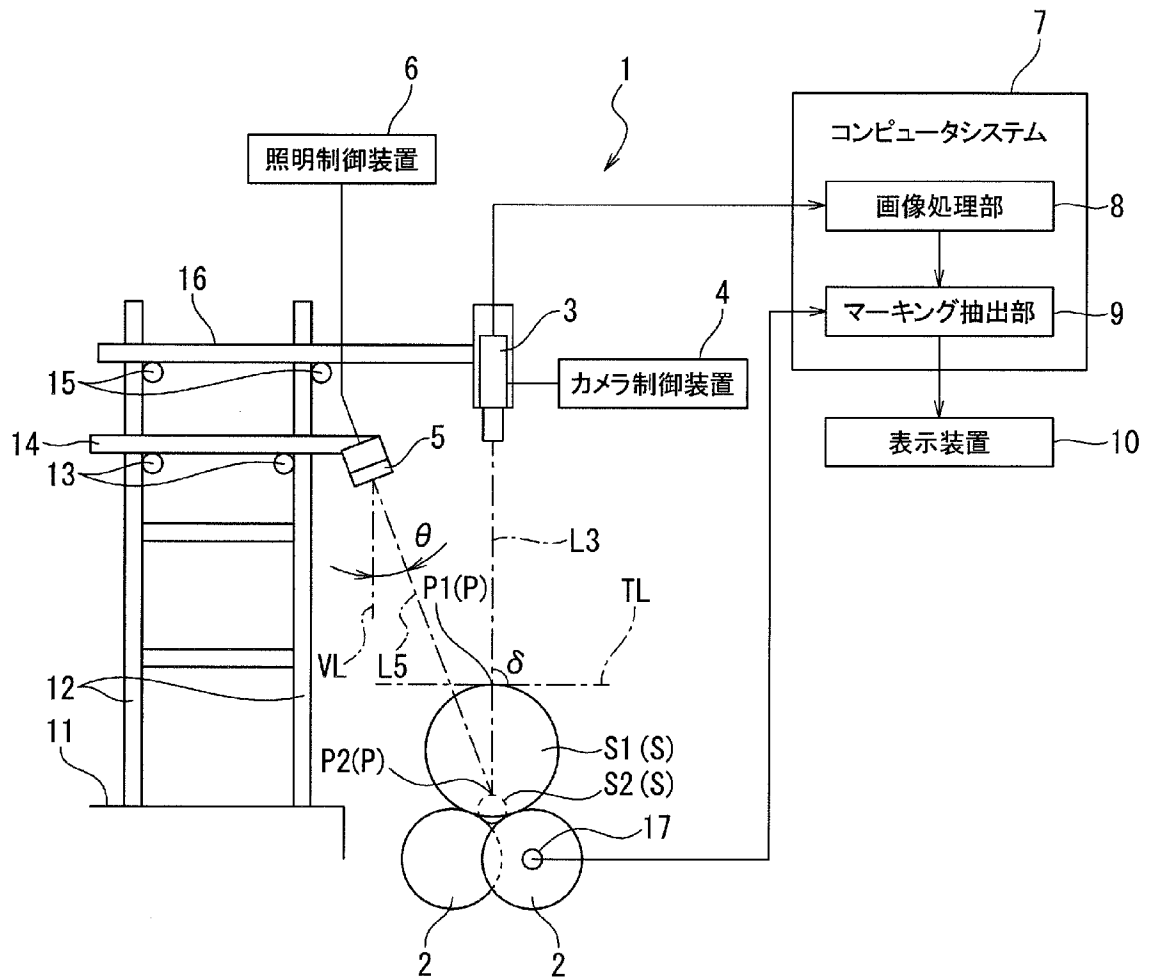
S 丸鋼材

請求の範囲

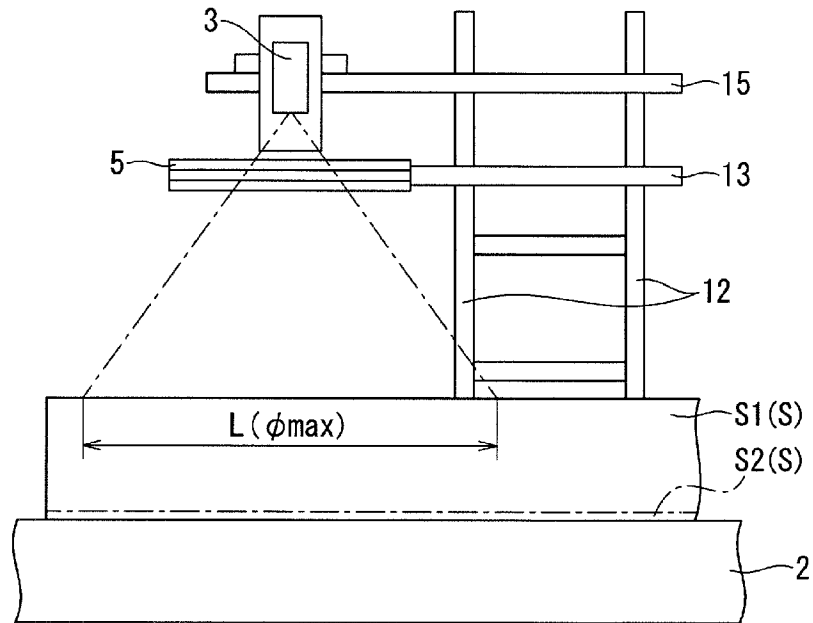
- [請求項1] 丸鋼材の表面疵の位置に塗布されたマーキングを検出する丸鋼材のマーキング検出装置であって、
- 周方向に回転する前記丸鋼材の表面の周方向の特定位置を測定対象であるマーキングの寸法よりも小さい分解能で所定周期で撮像する撮像装置と、該撮像装置で撮像された前記特定位置の画像を周方向に繋ぎ合せて得られた画像を処理する画像処理部と、該画像処理部で画像処理された画像からマーキングを抽出するマーキング抽出部とを備えていることを特徴とする丸鋼材のマーキング検出装置。
- [請求項2] 前記撮像装置が、ラインセンサカメラであることを特徴とする請求項1に記載の丸鋼材のマーキング検出装置。
- [請求項3] 前記丸鋼材の回転角度を検出する回転角度検出装置を備えていることを特徴とする請求項1又は2に記載の丸鋼材のマーキング検出装置。
- [請求項4] 丸鋼材の表面疵の位置に塗布されたマーキングを検出する丸鋼材のマーキング検出方法であって、
- 周方向に回転する前記丸鋼材の表面の周方向の特定位置を測定対象であるマーキングの寸法よりも小さい分解能で所定周期で撮像する撮像ステップと、該撮像ステップで撮像された前記特定位置の画像を周方向に繋ぎ合せて得られた画像を処理する画像処理ステップと、該画像処理ステップで画像処理された画像からマーキングを抽出するマーキング抽出ステップとを含むことを特徴とする丸鋼材のマーキング検出方法。
- [請求項5] 丸鋼材の欠陥部を探傷し、探傷により発見した所定深さ以上の欠陥部がある箇所にマーキングを塗布し、その後に塗布されたマーキングを検出し、検出されたマーキングの部分を表面研削した後に、後工程で処理を行う鋼材の製造方法であって、
- 前記マーキングの検出は、請求項4に記載の丸鋼材のマーキング検

出方法により行うことを特徴とする、鋼材の製造方法。

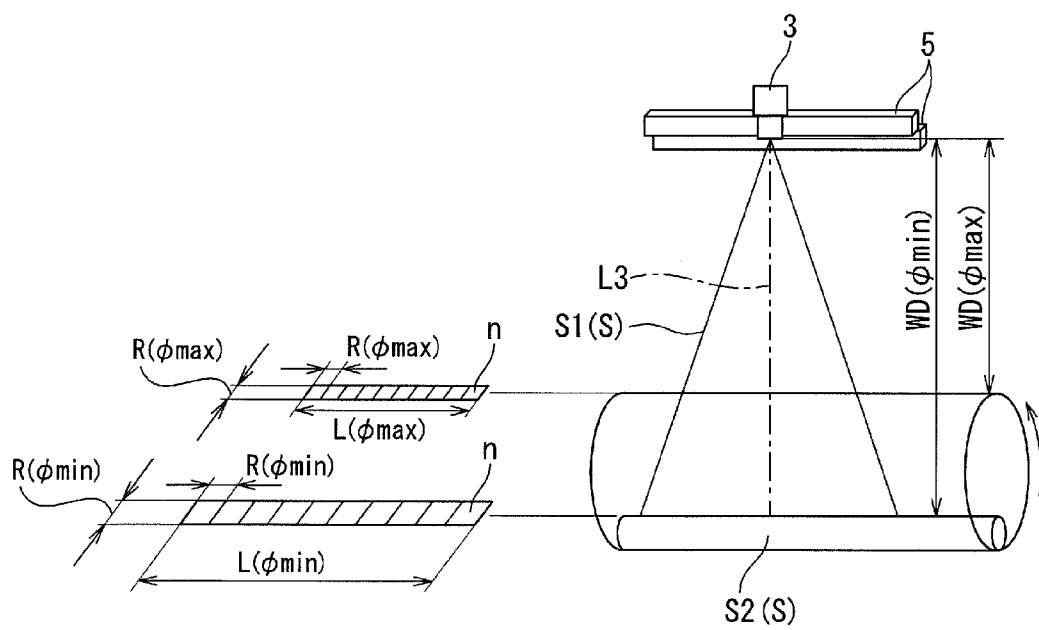
[図1]



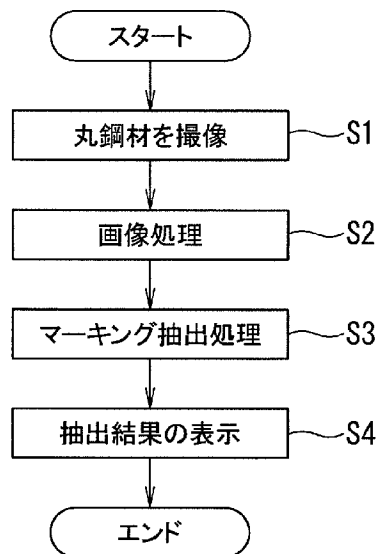
[図2]



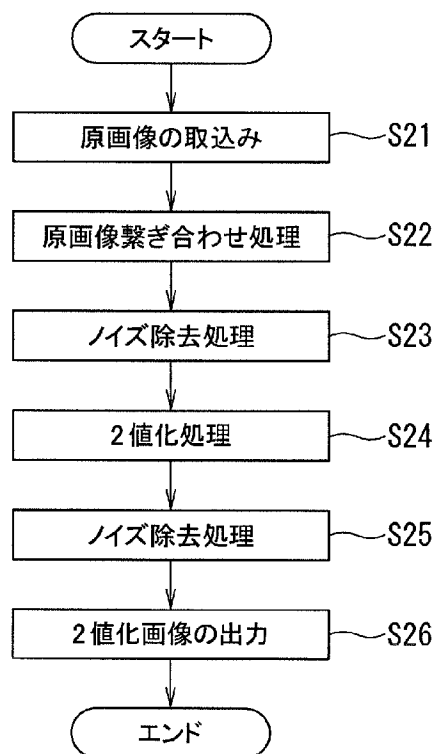
[図3]



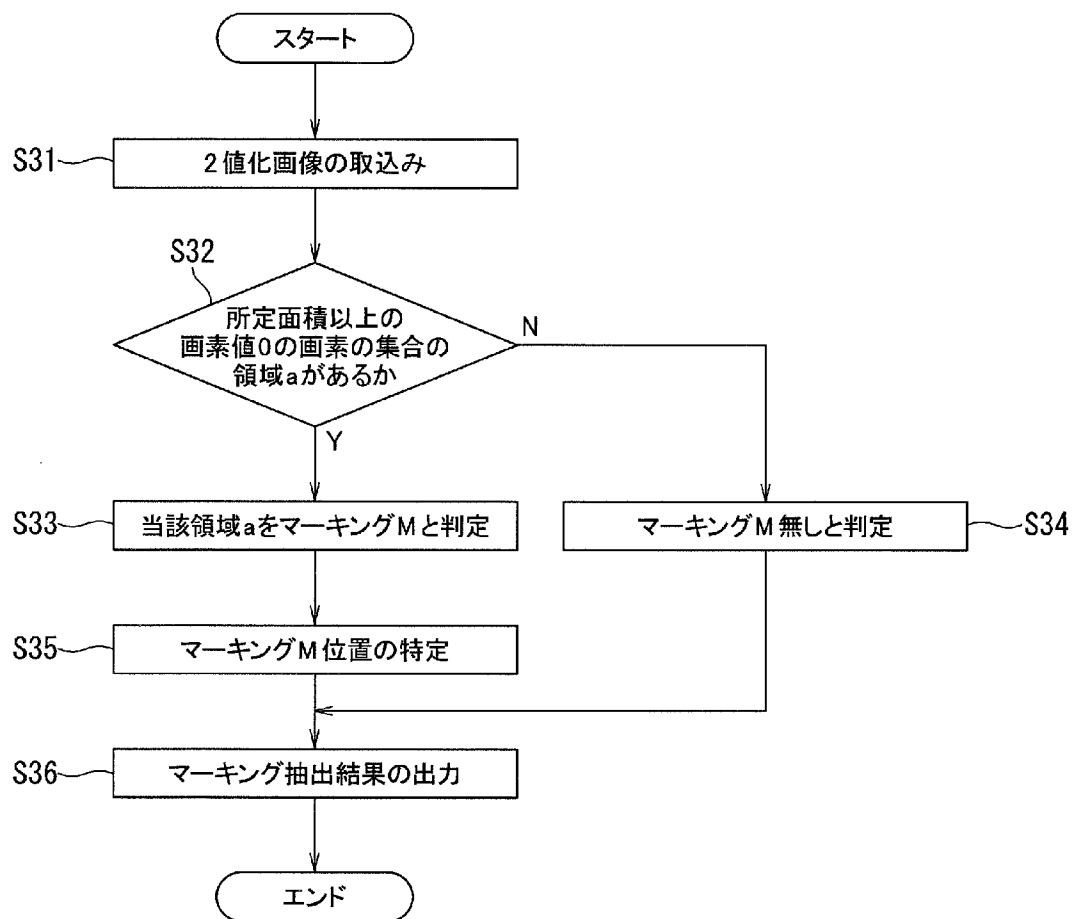
[図4]



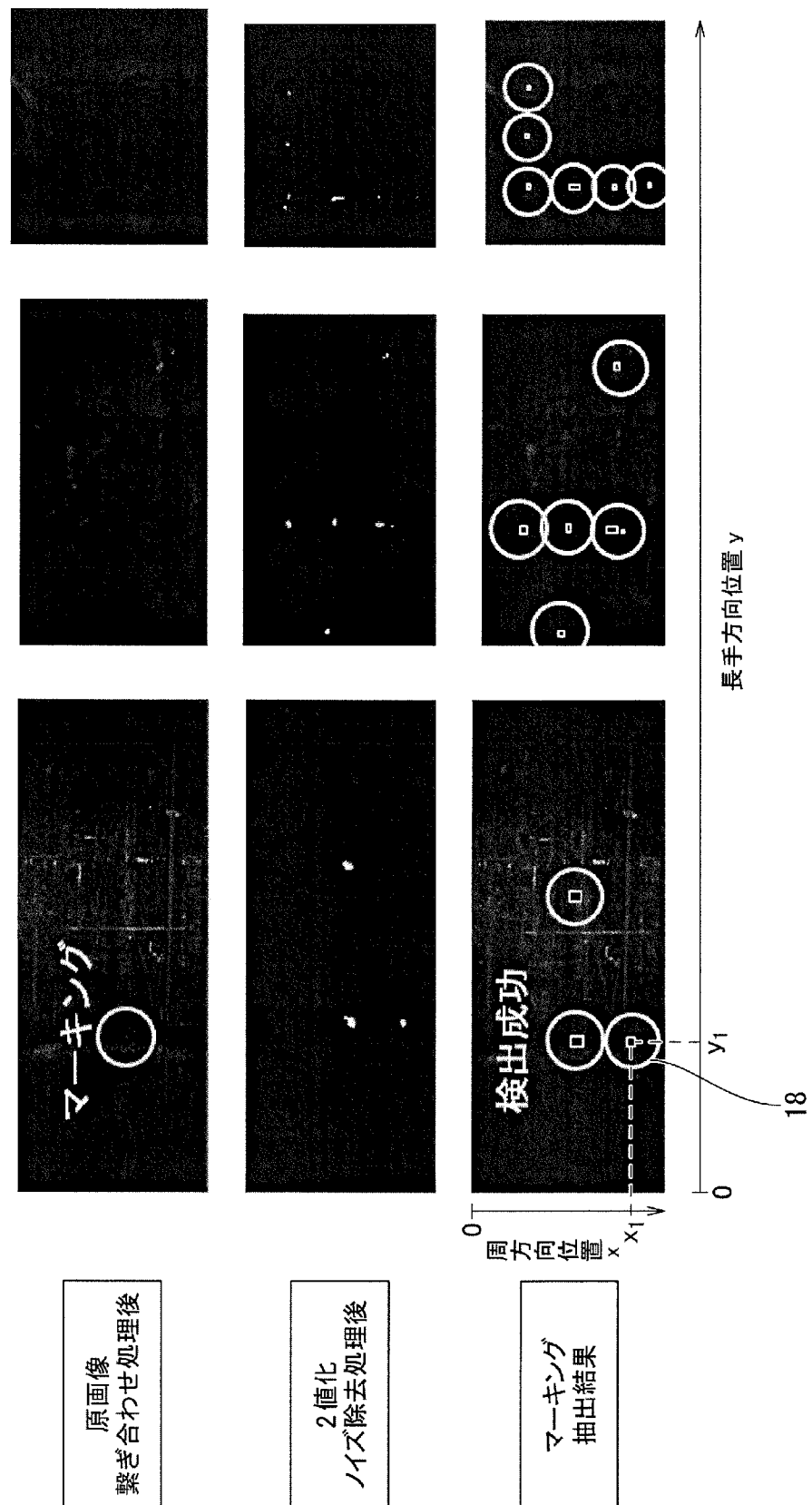
[図5]



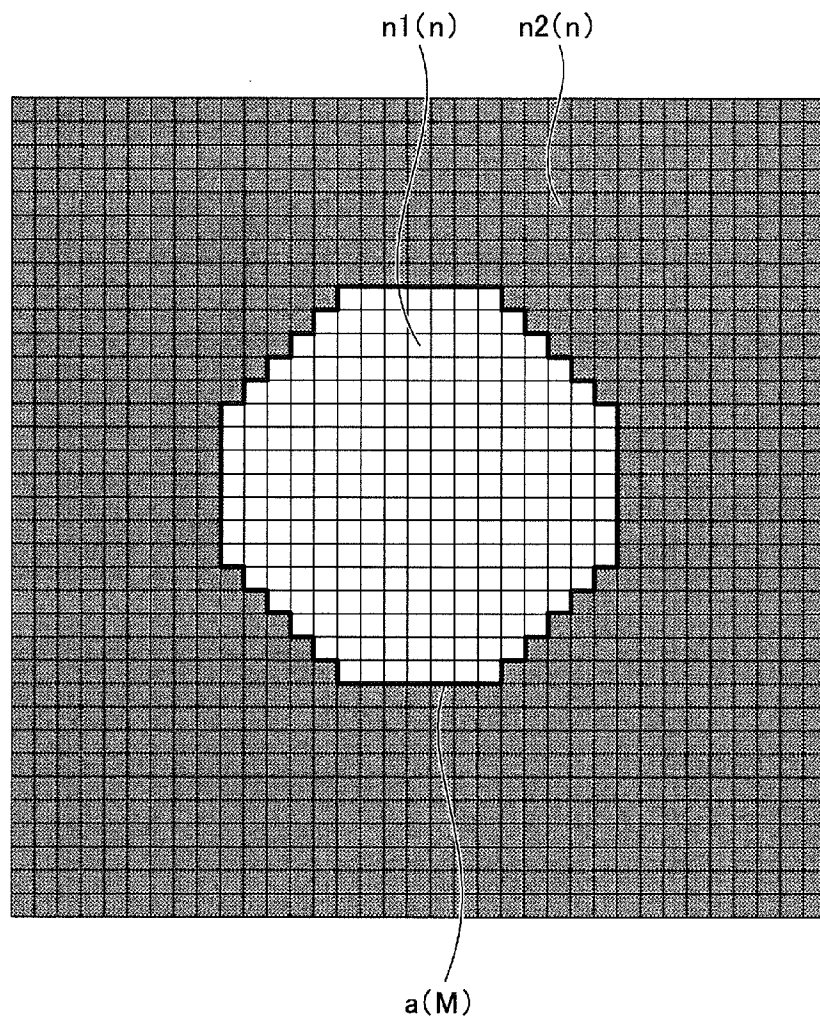
[図6]



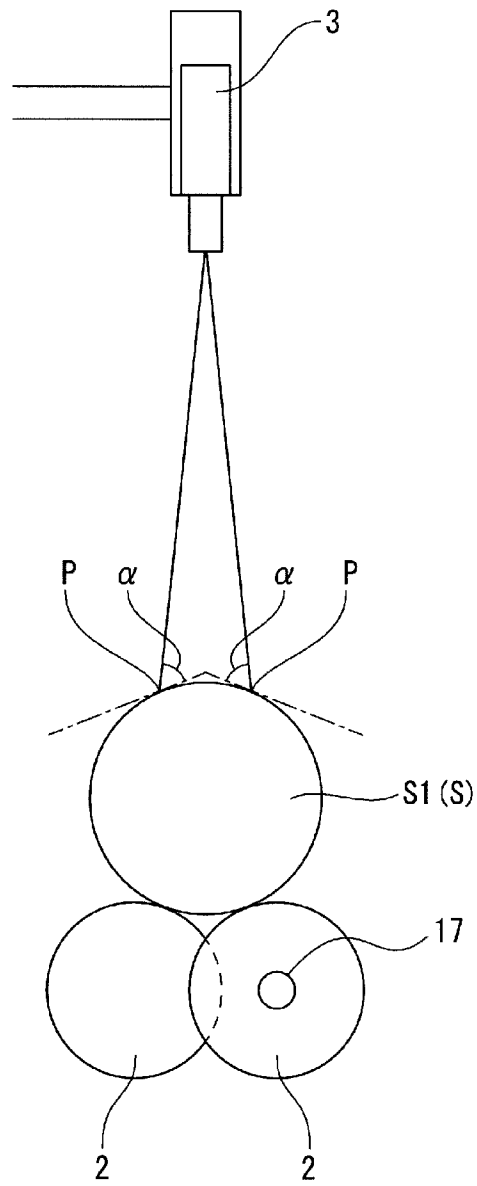
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/046841

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B21C51/00 (2006.01) i, G01B11/00 (2006.01) i, B21B38/00 (2006.01) i
FI: B21C51/00B, B21C51/00P, B21B38/00F, G01B11/00H

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. B21C51/00, G01B11/00, B21B38/00

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 54-15590 A (KAWASAKI STEEL CORP.) 05.02.1979 (1979-02-05), claims, page 2, lower left column, line 8 to page 3, lower left column, line 15	1-5
Y	JP 2002-39948 A (SONY CORPORATION) 06.02.2002 (2002-02-06), claims, paragraphs [0001]-[0006], [0015]-[0018], fig. 1, 2	1-5
A	JP 7-237106 A (NIPPON STEEL CORPORATION) 12.09.1995 (1995-09-12), paragraphs [0012]-[0016]	1-5
A	JP 2017-146302 A (JFE STEEL CORPORATION) 24.08.2017 (2017-08-24), claims	1-5
A	KR 10-2005-0063459 A (RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY) 28.06.2005 (2005-06-28), the structure of invention	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	"I" 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
24.01.2020

Date of mailing of the international search report
04.02.2020

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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2019/046841

JP 54-15590 A	05.02.1979	(Family: none)
JP 2002-39948 A	06.02.2002	(Family: none)
JP 7-237106 A	12.09.1995	(Family: none)
JP 2017-146302 A	24.08.2017	(Family: none)
KR 10-2005-0063459 A	28.06.2005	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B21C 51/00(2006.01)i; G01B 11/00(2006.01)i; B21B 38/00(2006.01)i FI: B21C51/00 B; B21C51/00 P; B21B38/00 F; G01B11/00 H		
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）） B21C51/00; G01B11/00; B21B38/00 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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 54-15590 A (川崎製鉄株式会社) 05.02.1979 (1979-02-05) 特許請求の範囲、第2頁左下欄第8行-第3頁左下欄第15行	1-5
Y	JP 2002-39948 A (ソニー株式会社) 06.02.2002 (2002-02-06) 特許請求の範囲、[0001]-[0006]、[0015]-[0018]、図1、図2	1-5
A	JP 7-237106 A (新日本製鐵株式会社) 12.09.1995 (1995-09-12) [0012]-[0016]	1-5
A	JP 2017-146302 A (JFEスチール株式会社) 24.08.2017 (2017-08-24) 特許請求の範囲	1-5
A	KR 10-2005-0063459 A (RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY) 28.06.2005 (2005-06-28) 発明の構成	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、一般的な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抵触するものではなく、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 24.01.2020		国際調査報告の発送日 04.02.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 池ノ谷 秀行 4E 4142 電話番号 03-3581-1101 内線 3425

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/046841

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	54-15590	A	05.02.1979	(ファミリーなし)	
JP	2002-39948	A	06.02.2002	(ファミリーなし)	
JP	7-237106	A	12.09.1995	(ファミリーなし)	
JP	2017-146302	A	24.08.2017	(ファミリーなし)	
KR	10-2005-0063459	A	28.06.2005	(ファミリーなし)	