

(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 2020/111246 A1

(51) 国際特許分類:

B21C 51/00 (2006.01) B24B 27/033 (2006.01)
B21C 37/04 (2006.01) G01B 11/00 (2006.01)
B23Q 17/24 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/046840

(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

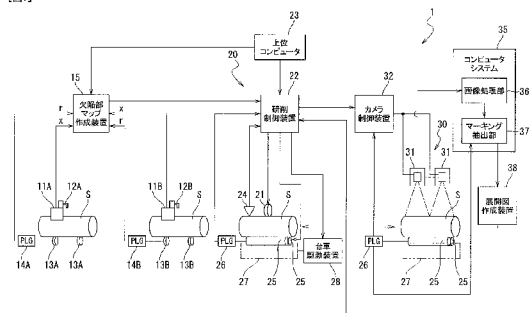
(71) 出願人: J F E スチール株式会社(JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 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). 田中 美喜雄(TANAKA Mikio); 〒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 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). 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).

(54) Title: DEFECT GRINDING METHOD FOR ROUND STEEL AND MANUFACTURING METHOD FOR STEEL

(54) 発明の名称: 丸鋼材の欠陥研削方法および鋼材の製造方法

[図1]



- 15 Defect portion map creation device
- 22 Grinding control device
- 23 Host computer
- 28 Carriage driving device
- 32 Camera control device
- 35 Computer system
- 36 Image processing unit
- 37 Marking extraction unit
- 38 Development diagram creation device

(57) Abstract: The present invention provides a defect grinding method for round steel by which a defect portion of round steel can be automatically ground without causing such error grinding that a position of the defect portion and a grinding position are misaligned, and a manufacturing method for steel. A defect grinding method for round steel is provided with: a marking step (Step S2) for coating, with a marking M, a defect portion having a predetermined depth or more, which has been subjected to flaw detection in a flaw detection step (Step S1); a defect portion map creation step (Step S3) for creating a defect portion map (50) from a flaw detection result in the flaw detection step; and a defect portion grinding step (Step S4) for grinding the defect portion. In a marking spot grinding step (Step S47) in the defect portion grinding step, grinding positioning of a round steel S in a longitudinal direction is decided by referring to the defect portion map (50). Grinding positioning of the round steep S in a circumferential direction is decided by referring to an extraction result for the marking (M) by the marking detection step (Step S46). A grinding depth is decided by checking the defect portion



(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))

map (50) and the extraction result for the marking (M).

(57) 要約: 欠陥部の位置と研削位置との間にずれが生じる誤研削が行われることなく丸鋼材の欠陥部を自動で研削することができる丸鋼材の欠陥研削方法および鋼材の製造方法を提供する。丸鋼材の欠陥研削方法は、探傷工程 (ステップ S 1) で探傷した所定深さ以上の欠陥部にマーキング M を塗布するマーキング工程 (ステップ S 2) と、探傷工程での探傷結果から欠陥部マップ (50) を作成する欠陥部マップ作成工程 (ステップ S 3) と、欠陥部を研削する欠陥部研削工程 (ステップ S 4) とを備える。欠陥部研削工程におけるマーキング箇所研削工程 (ステップ S 4 7) では、丸鋼材 S の長手方向の研削位置合わせは欠陥部マップ (50) を参照して決定し、丸鋼材 S の周方向の研削位置合わせはマーキング検出工程 (ステップ S 4 6) によるマーキング (M) の抽出結果を参照して決定し、研削深さは欠陥部マップ (50) 及びマーキング (M) の抽出結果を照合して決定する。

明 細 書

発明の名称：丸鋼材の欠陥研削方法および鋼材の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、丸鋼材の表面欠陥や表層欠陥などの欠陥部を自動研削する丸鋼材の欠陥研削方法および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、鑄造で直接製造されたり、あるいは鑄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欠陥（開口欠陥）や表層欠陥（内部欠陥）が生じていることが多い。これらの欠陥部は、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、欠陥部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欠陥部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] 従来の丸棒材の表面欠陥及び表層欠陥を研削する丸棒材の欠陥自動研削方法として、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に示す丸棒材の自動研削方法は、丸棒材と探傷ヘッドを相対的に回転させつつ進行させながら探傷し、探傷結果に応じて欠陥部分を研削するものである。そして、この自動研削方法は、疵マップ作成時に基準となる原点マークを材料に付し、原点マークを基準に、材料の表面欠陥を探傷し、原点マークを基準に、材料の表層欠陥の深さ位置を測定して探傷し、原点マークを基準に、表面欠陥の疵マップと表層欠陥の疵マップを合成して、同一箇所が存在する表面欠陥と表層欠陥の最大深さを求め、研削すべき欠陥の位置と深さを設定するようにしている。

この特許文献 1 に示す丸棒材の自動研削方法によれば、表面欠陥と表層欠陥を、過研削することなく、研削可能とすることができる。

[0004] また、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 2 に示すものが知られている。

特許文献 2 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 2 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

[0005] 特許文献1：特開 2000-141198 号公報

特許文献2：特開 2002-28724 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、この従来の特許文献 1 に示す丸棒材の自動研削方法及び特許文献 2 に示す丸鋼材の表面疵手入れ装置にあつては、以下の問題点があつた。

即ち、特許文献 1 に示す丸棒材の自動研削方法の場合、疵マップ作成時に、丸棒材の周方向及び長手方向の基準となる原点マークを丸棒材に付ける原点マーキング装置が必要であり、その導入やメンテナンスに費用が嵩み、コストを安価にすることができなかつた。また、丸棒材の真円度が低い場合には、欠陥部の位置と研削位置との間にずれが生じる誤研削が行われることがあり、再度の検査や再研削が必要になり、生産能率を阻害することがあつた。

。

[0007] また、特許文献2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、この結果として、欠陥部の位置と研削位置との間にずれが生じる誤研削が行われることがあり、除去されるべき疵のすべてを除去しきれていない丸鋼材が後工程へ送られてしまうことがあった。

[0008] 従って、本発明は、これら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、欠陥部の位置と研削位置との間にずれが生じる誤研削が行われることなく、安価な設備で丸鋼材の欠陥部を自動で研削することができる丸鋼材の欠陥研削方法、および、この欠陥研削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

[0009] 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欠陥研削方法は、丸鋼材の欠陥部を自動研削する丸鋼材の欠陥研削方法であって、前記丸鋼材の前記欠陥部を探傷する探傷工程と、該探傷工程で探傷した所定深さ以上の前記欠陥部にマーキングを塗布するマーキング工程と、前記探傷工程での探傷結果から前記丸鋼材の表面における前記欠陥部の深さと前記欠陥部の周方向位置及び長手方向位置とを特定した欠陥部マップを作成する欠陥部マップ作成工程と、前記丸鋼材の前記欠陥部を研削する欠陥部研削工程とを備え、該欠陥部研削工程は、前記丸鋼材の表面の周方向の画像を画像処理して前記マーキングを抽出するマーキング検出工程と、該マーキング検出工程で抽出された前記マーキングの箇所を研削するマーキング箇所研削工程とを備え、該マーキング箇所研削工程では、前記マーキングの箇所の前記丸鋼材に

おける長手方向位置合わせは前記欠陥部マップを参照して決定し、前記マーキングの箇所の前記丸鋼材における周方向位置合わせは前記マーキングの抽出結果を参照して決定し、前記マーキングの箇所の研削深さは前記欠陥部マップ及び前記マーキングの抽出結果を参照して決定することを要旨とする。

[0010] また、本発明の別の態様に係る丸鋼材の欠陥研削方法は、丸鋼材の欠陥部を自動研削する丸鋼材の欠陥研削方法であって、前記丸鋼材の前記欠陥部を探傷する探傷工程と、該探傷工程で探傷した所定深さ以上の前記欠陥部にマーキングを塗布するマーキング工程と、前記探傷工程での探傷結果から前記丸鋼材の表面における前記欠陥部の深さと前記欠陥部の周方向位置及び長手方向位置とを特定した欠陥部マップを作成する欠陥部マップ作成工程と、前記丸鋼材の前記欠陥部を研削する欠陥部研削工程とを備え、該欠陥部研削工程は、前記欠陥部マップを参照して前記丸鋼材の表面における所定深さ以上の前記欠陥部の面積の割合が所定の閾値未満かを判定する判定工程と、該判定工程で判定された前記丸鋼材の表面における所定深さ以上の前記欠陥部の面積の割合が前記所定の閾値未満の場合に、前記丸鋼材の表面の周方向の画像を画像処理して前記マーキングを抽出するマーキング検出工程と、該マーキング検出工程で抽出された前記マーキングの箇所を研削するマーキング箇所研削工程と、前記判定工程で判定された前記丸鋼材の表面における所定深さ以上の前記欠陥部の面積の割合が所定の閾値以上の場合に、前記丸鋼材の表面の全面研削を行う全面研削工程とを備え、前記マーキング箇所研削工程では、前記マーキングの箇所の前記丸鋼材における長手方向位置合わせは前記欠陥部マップを参照して決定し、前記マーキングの箇所の前記丸鋼材における周方向位置合わせは前記マーキングの抽出結果を参照して決定し、前記マーキングの箇所の研削深さは前記欠陥部マップ及び前記マーキングの抽出結果を参照して決定することを要旨とする。

[0011] また、本発明の別の態様に係る鋼材の製造方法は、断面が円形の丸鋼材を、該丸鋼材の欠陥部を表面研削した後に、後工程で処理する鋼材の製造方法であって、前記表面研削は、前述した本発明の一態様あるいは別の態様に係

る丸鋼材の欠陥研削方法を実施することを要旨とする。

発明の効果

[0012] 本発明に係る丸鋼材の欠陥研削方法によれば、欠陥部の位置と研削位置との間にずれが生じる誤研削が行われることなく、安価な設備で丸鋼材の欠陥部を自動で研削することができる丸鋼材の欠陥研削方法を提供できる。また、本発明に係る鋼材の製造方法によれば、上記した誤研削を抑制できるので、後工程での障害、あるいは、欠陥のある製品の流出を抑制した、鋼材の製造方法を提供できる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の一実施形態に係る丸鋼材の欠陥研削方法が適用される欠陥研削システムの概略構成図である。

[図2]図1に示す欠陥研削システムにおける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3]図1に示す欠陥研削システムにおける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4]マーキング検出装置における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5]図1に示す欠陥研削システムを用いた丸鋼材の欠陥研削方法の手順を示すフローチャートである。

[図6]欠陥部マップの一例を説明するための図である。

[図7]図5に示すフローチャートにおけるステップS4（欠陥部研削工程）の手順を示すフローチャートである。

[図8]図7に示すフローチャートにおけるステップS46（マーキング検出工程）の手順を示すフローチャートである。

[図9]図8に示すフローチャートにおけるステップS462（画像処理工程）の手順を示すフローチャートである。

[図10]図8に示すフローチャートにおけるステップS463（マーキング抽出工程）の手順を示すフローチャートである。

[図11]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12]2値化ノイズ除去後の2値化画像の一例の一部を示す図である。

[図13]展開図の一例を説明するための図である。

[図14]図7に示すフローチャートにおけるステップS47（マーキング箇所研削工程）の手順を示すフローチャートである。

[図15]欠陥研削システムにおけるマーキング検出装置の別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

[0014] 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。

[0015] 図1には、本発明の一実施形態に係る丸鋼材の欠陥研削方法が適用される欠陥研削システムの概略構成が示されており、この欠陥研削システム1は、分塊圧延などによって製造された丸鋼材Sを下流工程へ搬送する搬送ラインの途中に設けられる。

この欠陥研削システム1は、丸鋼材Sの欠陥部としての表面欠陥を探傷する漏洩磁束探傷装置（MLFT）11Aと、丸鋼材Sの欠陥部としての表層欠陥を探傷する超音波探傷装置（AUT）11Bとを備えている。

[0016] 漏洩磁束探傷装置11Aは、搬送ラインから外れた場所に設置され、ターニングローラ13A上を周方向に回転する丸鋼材Sの表面に存在する表面欠陥を探傷する。漏洩磁束探傷装置11Aによる丸鋼材Sの表面欠陥の探傷は

、丸鋼材 S の長手方向の全長にわたって周方向の一周分につき行う。また、超音波探傷装置 1 1 B は、漏洩磁束探傷装置 1 1 A に対して下流側に設置されており、ターニングローラ 1 3 A 上からターニングローラ 1 3 B 上にトランスファー（図示せず）によって移送された、ターニングローラ 1 3 B 上を周方向に回転する丸鋼材 S の表層欠陥を探傷する。超音波探傷装置 1 1 B による丸鋼材 S の表層欠陥の探傷は、丸鋼材 S の長手方向の全長にわたって周方向の一周分につき行う。

[0017] また、欠陥研削システム 1 は、漏洩磁束探傷装置 1 1 A に付設された第 1 マーキング装置 1 2 A と、超音波探傷装置 1 1 B に付設された第 2 マーキング装置 1 2 B とを備えている。第 1 マーキング装置 1 2 A は、漏洩磁束探傷装置 1 1 A によって探傷された表面欠陥のうち所定深さ以上（本実施形態にあっては 0.3 mm 以上）の表面欠陥の位置にマーキングを塗布する。漏洩磁束探傷装置 1 1 A は、探傷した表面欠陥の深さ情報を第 1 マーキング装置 1 2 A に送出する。また、第 2 マーキング装置 1 2 B は、超音波探傷装置 1 1 B によって探傷された表層欠陥のうち所定深さ以上（本実施形態にあっては 0.3 mm 以上）の表層欠陥の位置にマーキングを塗布する。超音波探傷装置 1 1 B は、探傷した表層欠陥の深さ情報を第 2 マーキング装置 1 2 B に送出する。

[0018] 更に、欠陥研削システム 1 は、漏洩磁束探傷装置 1 1 A 及び超音波探傷装置 1 1 B のそれぞれの探傷結果から丸鋼材 S の表面における表面欠陥及び表層欠陥のそれぞれの深さと表面欠陥及び表層欠陥のそれぞれの周方向位置 y 及び長手方向位置 x とを特定した欠陥部マップ 5 0（図 6 参照）を作成する欠陥部マップ作成装置 1 5 を備えている。欠陥部マップ作成装置 1 5 は、欠陥部マップ 5 0 を作成する際に、図 6 に示すように、丸鋼材 S の表面における丸鋼材 S の長手方向に沿って複数の領域（本実施形態にあっては、6 個の領域）A～F に分割した欠陥部マップを作成する。図 6 に示す欠陥部マップ 5 0 において、各表面欠陥及び表層欠陥の深さは、0.1 mm を 1 としてその整数倍の数字で示してある。

[0019] 漏洩磁束探傷装置 11 A は、探傷した表面欠陥の深さ情報及び表面欠陥の丸鋼材 S の長手方向端面（当該端面を 0 とする）からの長手方向位置 x の情報を欠陥部マップ作成装置 15 に送出する。また、ターニングローラ 13 A には、回転角度検出器としてのパルスジェネレータ 14 A が設けられている。パルスジェネレータ 14 A は、漏洩磁束探傷装置 11 A が探傷を開始してから表面欠陥を探傷するまでのターニングローラ 13 A の回転数 r を検出する。欠陥部マップ作成装置 15 は、パルスジェネレータ 14 A から受信した前述の回転数 r から丸鋼材 S の探傷開始点から表面欠陥の探傷点までの回転角度を算出し、この回転角度と、丸鋼材 S の直径とから丸鋼材 S の周方向における探傷開始点から当該表面欠陥の探傷点までの周方向の長さを算出し、表面欠陥の周方向位置 y を特定する。

[0020] また、超音波探傷装置 11 B は、探傷した表層欠陥の深さ情報及び表層欠陥の丸鋼材 S の長手方向端面（当該端面を 0 とする）からの長手方向位置 x の情報を欠陥部マップ作成装置 15 に送出する。また、ターニングローラ 13 B にも、回転検出器としてのパルスジェネレータ 14 B が設けられ、パルスジェネレータ 14 B は、超音波探傷装置 11 B が探傷を開始してから表面欠陥を探傷するまでのターニングローラ 13 B の回転数 r を検出する。欠陥部マップ作成装置 15 は、パルスジェネレータ 14 B から受信した前述の回転数 r から丸鋼材 S の探傷開始点から表層欠陥の探傷点までの回転角度を算出し、この回転角度と、丸鋼材 S の直径とから丸鋼材 S の周方向における探傷開始点から当該表層欠陥の探傷点までの周方向の長さを算出し、表層欠陥の周方向位置 y を特定する。

[0021] また、欠陥研削システム 1 は、丸鋼材 S の表面欠陥及び表層欠陥を研削する欠陥部研削装置 20 を備えている。

この欠陥部研削装置 20 は、後述のマーキング検出装置 30 によってマーキングが抽出された場合には、丸鋼材 S の表面における欠陥部マップ 50 上の各領域 A ~ F に対応する各領域のマーキング M の箇所を研削する。

欠陥部研削装置 20 は、超音波探傷装置 11 B に対して下流側に設置され

ており、ターニングローラ 13 B 上からターニングローラ 25 上にトランスファ（図示せず）によって移送された、ターニングローラ 25 上を周方向に回転する丸鋼材 S の各領域のマーキングの箇所あるいは各領域の全面を研削（以下の説明では、表面研削とも云う）する。ターニングローラ 25 は、欠陥部研削装置 20 と後述のマーキング検出装置 30 との間を台車駆動装置 28 によって移動可能な台車 27 上に回転可能に設置されている。また、ターニングローラ 25 には、回転角度検出器としてのパルスジェネレータ 26 が設けられている。

[0022] また、欠陥部研削装置 20 は、丸鋼材 S の各領域のマーキングの箇所あるいは各領域の全面を研削するグラインダー 21 と、グラインダー 21 及び台車駆動装置 28 を制御する研削制御装置 22 と、ターニングローラ 25 上の丸鋼材 S の長手方向の端面を検出する端面検知センサ 24 とを備えている。研削制御装置 22 は、欠陥部マップ作成装置 15、グラインダー 21、上位コンピュータ 23、端面検知センサ 24、パルスジェネレータ 26、台車駆動装置 28、後述するカメラ制御装置 32 及び展開図作成装置 38 に接続されている。研削制御装置 22 の機能については後に詳細に説明する。研削制御装置 22 は、後に述べる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、各機能をソフトウェア上で実現する。

[0023] また、欠陥研削システム 1 は、研削制御装置 22 による後述の判定結果（ステップ S45）に応じて丸鋼材 S の表面欠陥及び表層欠陥の位置に塗布されたマーキング M（図 12 参照）を検出するマーキング検出装置 30 を備えている。

第 1 マーキング装置 12 A 及び第 2 マーキング装置 12 B によってマーキングされる丸鋼材 S の大きさは、本実施形態にあっては最小径 $\phi 80\text{ mm}$ から最大径 $\phi 450\text{ mm}$ までの間の任意の大きさであり、図 2 乃至図 4 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、第1マーキング装置1 2 A及び第2マーキング装置1 2 Bで丸鋼材Sの表面欠陥及び表層欠陥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。

[0024] マーキング検出装置3 0は、図1乃至図3に示すように、欠陥部研削装置2 0から移動されてきた台車2 7上のターニングローラ2 5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 1と、コンピュータシステム3 5と、展開図作成装置3 8とを備えている。ターニングローラ2 5は、丸鋼材Sを所定の回転速度（本実施形態にあっては、例えば1 5 0 0 mm / s程度）で周方向（図2及び図4における矢印で示す方向）に回転させる。

[0025] マーキング検出装置3 0において、図2及び図3に示すように、台座部3 9上に立設された複数の支持脚4 0に複数の第1支持部材4 1が支持脚4 0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4 1には、第2支持部材4 2が第1支持部材4 1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4 0の第1支持部材4 1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4 3が支持脚4 0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4 3には、第4支持部材4 4が第3支持部材4 3に直交するように取り付けられている。

[0026] そして、この第4支持部材4 4の先端に各撮像装置3 1が取り付けられている。

そして、各撮像装置3 1は、ラインセンサカメラで構成され、図3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2に示すように丸鋼材Sの軸方向から見てラインセンサカメラの光軸L 3 1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9 0度となるように設置される。この光軸L 3 1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。

[0027] 各撮像装置 31 を構成するラインセンサカメラの設置高さは、図 4 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}) : 900 mm、最小径の丸鋼材 S2 の場合の前記距離 WD (Φ_{min}) : 1270 mm) に設定される。

各撮像装置 31 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 771 mm 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。

[0028] そして、各撮像装置 31 を構成するラインセンサカメラは、ターニングローラ 25 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 12 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 31 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 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 4 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 $630 \mu\text{m} / \text{pix}$ 、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 $889 \mu\text{m} / \text{pix}$ 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。

[0029] なお、各撮像装置 3 1 による丸鋼材 S の周方向の撮像開始点は、漏洩磁束探傷装置 1 1 A による丸鋼材 S の周方向の探傷開始点及び超音波探傷装置 1 1 B による丸鋼材 S の周方向の探傷開始点と同一とする。

また、各撮像装置 3 1 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、 2048 pix 、最大径の丸鋼材 S 1 を撮像するときの各画素 n の軸方向の幅 R (Φ_{max}) は $630 \mu\text{m}/\text{pix}$ 、最小径の丸鋼材 S 2 を撮像するときの各画素 n の軸方向の幅 R (Φ_{min}) は $889 \mu\text{m}/\text{pix}$ である。このため、最大径の丸鋼材 S 1 を撮像するときの視野幅 L (Φ_{max}) は 1290 mm 、最小径の丸鋼材 S 2 を撮像するときの視野幅 L (Φ_{min}) は 1821 mm である。撮像装置 3 1 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。具体的に述べると、丸鋼材 S の図 6 に示す欠陥部マップの各領域 A ~ F に対応する各領域ごとに、撮像装置 3 1 は 2 つずつ設置される。

[0030] ここで、撮像装置 3 1 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 1 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 S 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 1 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31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。

[0031] 各撮像装置31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32に接続されている。また、カメラ制御装置32は、研削制御装置22に接続され、研削制御装置22による判定（ステップS45）の結果を受信するようになっている。カメラ制御装置32は、当該判定結果がYESのとき（各領域A～Fにおける欠陥部（表面欠陥及び表層欠陥）の面積の割合が所定の閾値未満のとき）に当該領域A～Fに対応する撮像装置31による撮像を開始する信号を撮像装置31に送出する。

[0032] また、マーキング検出装置30は、図2乃至図4に示すように、複数の照明装置33を備えている。

各照明装置33は、前述した第2支持部材42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33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2に示すように、照明装置33の光軸L33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S1の最上位置P1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33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 33 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 34 に接続されている。

[0033] また、コンピュータシステム 35 は、各撮像装置 31 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 36 と、画像処理部 36 で画像処理された画像からマーキング M（図 12 参照）を抽出するマーキング抽出部 37 とを備えている。各撮像装置 31 及びパルスジェネレータ 26 は、コンピュータシステム 35 に接続されている。

このコンピュータシステム 35 は、画像処理部 36 及びマーキング抽出部 37 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。

[0034] また、展開図作成装置 38 は、マーキング抽出部 37 で抽出されたマーキング M、撮像開始点からのマーキング M の周方向位置 y 及び長手方向端面からのマーキング M の長手方向位置 x に基づき、図 13 に示す展開図 60 を作成する。図 13 に示す展開図 60 は、図 6 に示す欠陥部マップ 50 に対応して丸鋼材 S の表面における丸鋼材 S の長手方向に沿って複数の領域（本実施形態にあっては、6 個の領域）A～F に分割され、マーキング M のある箇所は、数字 1 で示してある。

そして、展開図作成装置 38 の情報は、研削制御装置 22 に送出される。

画像処理部 36、マーキング抽出部 37 及び展開図作成装置 38 の各機能は、後に詳細に説明する。

[0035] 次に、図 5 乃至図 14 を参照して欠陥研削システム 1 を用いた丸鋼材 S の欠陥研削方法について詳細に説明する。

先ず、ステップ S1 において、漏洩磁束探傷装置 11A は、ターニングローラ 13A 上を周方向に回転する丸鋼材 S の表面に存在する表面欠陥を探傷

し、超音波探傷装置 1 1 B は、ターニングローラ 1 3 B 上を周方向に回転する丸鋼材 S の表層欠陥を探傷する（探傷工程）。ここで、漏洩磁束探傷装置 1 1 A による丸鋼材 S の表面欠陥の探傷は、丸鋼材 S の長手方向の全長にわたって周方向の一周分につき行い、超音波探傷装置 1 1 B による丸鋼材 S の表層欠陥の探傷は、丸鋼材 S の長手方向の全長にわたって周方向の一周分につき行う。そして、漏洩磁束探傷装置 1 1 A は、探傷した表面欠陥の深さ情報を第 1 マーキング装置 1 2 A に送出し、超音波探傷装置 1 1 B は、探傷した表面欠陥の深さ情報を第 2 マーキング装置 1 2 B に送出する。

[0036] 次いで、ステップ S 2 において、第 1 マーキング装置 1 2 A は、漏洩磁束探傷装置 1 1 A によって探傷された表面欠陥のうち所定深さ以上（本実施形態にあっては 0.3 mm 以上）の表面欠陥の位置にマーキング M（図 1 2 参照）を塗布し、第 2 マーキング装置 1 2 B は、超音波探傷装置 1 1 B によって探傷された表層欠陥のうち所定深さ以上（本実施形態にあっては 0.3 mm 以上）の表層欠陥の位置にマーキング M を塗布する（マーキング工程）。ここで、第 1 マーキング装置 1 2 A 及び第 2 マーキング装置 1 2 B で丸鋼材 S の表面欠陥及び表層欠陥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）と異なる色とすることが好ましい。

[0037] 次いで、ステップ S 3 において、欠陥部マップ作成装置 1 5 は、漏洩磁束探傷装置 1 1 A 及び超音波探傷装置 1 1 B のそれぞれの探傷結果から丸鋼材 S の表面における表面欠陥及び表層欠陥のそれぞれの深さと表面欠陥及び表層欠陥のそれぞれの周方向位置 y 及び長手方向位置 x とを特定した欠陥部マップ 5 0（図 6 参照）を作成する（欠陥部マップ作成工程）。

ここで、欠陥部マップ作成装置 1 5 は、欠陥部マップ 5 0 を作成する際に、図 6 に示すように、丸鋼材 S の表面における丸鋼材 S の長手方向に沿って複数の領域（本実施形態にあっては、6 個の領域）A～F に分割した欠陥部マップ 5 0 を作成する。図 6 に示す欠陥部マップ 5 0 において、各表面欠陥及び表層欠陥の深さは、0.1 mm を 1 としてその整数倍の数字で示してある。

[0038] 漏洩磁束探傷装置 11 A は、探傷した表面欠陥の深さ情報及び表面欠陥の丸鋼材 S の長手方向端面（当該端面を 0 とする）からの長手方向位置 x の情報を欠陥部マップ作成装置 15 に送出し、欠陥部マップ作成装置 15 は、当該情報を受信する。また、欠陥部マップ作成装置 15 は、パルスジェネレータ 14 A から漏洩磁束探傷装置 11 A が探傷を開始してから表面欠陥を探傷するまでのターニングローラ 13 A の回転数 r を受信し、その回転数 r とターニングローラ 13 A の直径とから丸鋼材 S の探傷開始点から表面欠陥の探傷点までの周方向の長さを算出し、表面欠陥の周方向位置 y を特定する。

[0039] また、超音波探傷装置 11 B は、探傷した表層欠陥の深さ情報及び表層欠陥の丸鋼材 S の長手方向端面（当該端面を 0 とする）からの長手方向位置 x の情報を欠陥部マップ作成装置 15 に送出し、欠陥部マップ作成装置 15 は、当該情報を受信する。また、欠陥部マップ作成装置 15 は、パルスジェネレータ 14 A から超音波探傷装置 11 B が探傷を開始してから表層欠陥を探傷するまでのターニングローラ 13 B の回転数 r を受信し、その回転数 r とターニングローラ 13 B の直径とから丸鋼材 S の周方向における探傷開始点から当該表層欠陥の探傷点までの周方向の長さを算出し、表層欠陥の周方向位置 y を特定する。

欠陥部マップ作成装置 15 は、欠陥部マップ 50 の情報を研削制御装置 22 に送出する。

次いで、ステップ S4 において、欠陥部研削装置 20 は、丸鋼材 S の表面欠陥及び表層欠陥を研削する（欠陥部研削工程）。

[0040] この欠陥部研削工程について、図 7 を参照して詳細に説明すると、まず、ステップ S41 において、欠陥部研削装置 20 は、丸鋼材 S を受入れる。この丸鋼材 S の受け入れは、ターニングローラ 13 B 上にある丸鋼材 S をトランスファー（図示せず）によって台車 27 上のターニングローラ 25 上に移送することによって達成される。

次いで、ステップ S42 において、研削制御装置 22 は、1 パス当たりの研削量を決定する。

研削制御装置 22 は、丸鋼材 S の製品情報を上位コンピュータ 23 から取得し、その丸鋼材 S の製品情報に基づいて 1 パス当たりの研削量を決定する。

[0041] 次いで、ステップ S 43 において、端面検知センサ 24 がターニングローラ 25 上の丸鋼材 S の長手方向の端面を検出し、その情報を研削制御装置 22 に送出する。

研削制御装置 22 は、ステップ S 43 の後、ターニングローラ 25 上の丸鋼材 S の長手方向の端面が端面検知センサ 24 の真下にくるように、台車駆動装置 28 を制御して台車 27 を移動させる。

次いで、ステップ S 44 において、研削制御装置 22 は、欠陥部マップ 50 を参照して丸鋼材 S の長手方向で端面から最も近い欠陥部（表面欠陥及び表層欠陥）のある領域 A～F に対応する丸鋼材 S の領域に撮像装置 31 が位置するように台車駆動装置 28 を制御して台車 27 を移動させる。

その後、ステップ S 45 において、研削制御装置 22 は、欠陥部マップ 50 を参照して移動先の該当領域 A～F に対応する丸鋼材 S の表面の領域における所定の深さ以上（本実施形態においては 0.3 mm 以上）の欠陥部の面積の割合が所定の閾値未満かを判定する（判定工程）。

[0042] ここで、所定の閾値は、欠陥部マップ 50 の該当領域 A～F の面積を a_1 、所定の深さ以上（本実施形態においては 0.3 mm 以上）の欠陥部の面積を a_2 としたとき、 a_2 / a_1 で表される値とする。

次いで、判定結果が YES のときにはステップ S 46 に移行し、判定結果が NO のときにはステップ S 49 に移行する。

そして、ステップ S 46 において、マーキング検出装置 30 は、該当領域 A～F に対応する丸鋼材 S の表面の領域の周方向の画像を画像処理してマーキング M（図 12 参照）を抽出する（マーキング検出工程）。

[0043] このマーキング検出工程について、図 8 を参照して説明すると、まず、ステップ S 461 において、カメラ制御装置 32 が研削制御装置 22 から判定結果を受けとり、該当領域 A～F に対応する丸鋼材 S 表面の領域を撮像する

撮像装置 3 1 に撮像開始信号を送出する。そして、当該撮像装置 3 1 を構成するラインセンサカメラが、ターニングローラ 2 5 上を周方向に回転する丸鋼材 S の該当領域 A ~ F に対応する丸鋼材 S 表面の領域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丸鋼材 S の一周分撮像する（撮像ステップ）。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 4 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。なお、撮像装置 3 1 による丸鋼材 S の周方向の撮像開始点は、漏洩磁束探傷装置 1 1 A による丸鋼材 S の周方向の探傷開始点及び超音波探傷装置 1 1 B による丸鋼材 S の周方向の探傷開始点と同一とする。

[0044] 次いで、ステップ S 4 6 2 において、コンピュータシステム 3 5 の画像処理部 3 6 が、撮像装置 3 1 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 9 に示すように、ステップ S 4 6 2 1 において、画像処理部 3 6 は、先ず、撮像装置 3 1 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 4 6 2 2 において、画像処理部 3 6 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 1 1 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。

[0045] その後、ステップS4623において、画像処理部36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S4624において、画像処理部36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S4625において、画像処理部36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11の中段に示されている。

その後、ステップS4626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37に対し出力する。

これにより、画像処理ステップは終了する。

[0046] そして、画像処理ステップの後、ステップS463において、コンピュータシステム35のマーキング抽出部37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10に示すように、まず、マーキング抽出部37は、ステップS4631において、画像処理部36から2値化画像を取り込む。

[0047] 次いで、ステップS4632において、マーキング抽出部37は、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n1（図12参照）の集合の領域a（図12参照）があるか否かを判断する。図12において、画素値1（黒色）の画素はn2で示されている。

そして、ステップS4632の結果がYESの場合、ステップS4633に移行し、当該結果がNOの場合、ステップS4634に移行する。

ステップS4633では、マーキング抽出部37は、当該領域aをマーキングMと判定し、ステップS4635で、マーキング抽出部37は、マーキングMの周方向位置y及び長手方向位置x（図11における下段参照）を特定する。

[0048] また、マーキングMの周方向位置y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。マーキング抽出部37には、パルスジェネレータ26からターニングローラ25の回転数が入力され、マーキング抽出部37は、入力されたターニングローラ25の回転数とターニングローラ25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yを特定する。また、マーキングMの長手方向位置x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xを特定する。

[0049] そして、ステップS4635でマーキングMの周方向位置y及び長手方向位置xを特定した後、ステップS4636において、マーキング抽出部37はマーキング抽出結果を展開図作成装置38に出力する。

図11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、及びマーキングMの周方向位置y及び長手方向位置xが抽出される。図11における下段には、特定のマーキングMの周方向位置がy1、長手方向位置がx1で示されている。

一方、ステップ4632の結果がNでステップS4634に移行した場合、マーキング抽出部37は、マーキングM無しと判定し、その結果をステップS4636において、展開図作成装置38に出力する。

[0050] そして、ステップS463の後、図8に示すように、ステップS464において、展開図作成装置38は展開図60を作成する。図13には、全ての領域A～Fに対応する各領域について展開図60が作成された一例が示されており、マーキングMのある箇所は、数字1で示してある。展開図作成装置38は、マーキング抽出部37で抽出されたマーキングM、撮像開始点からのマーキングMの周方向位置y及び長手方向端面からのマーキングMの長手方向位置xに基づき、図13に示す展開図60を作成する。

この展開図作成装置 38 からの情報は、研削制御装置 22 に送出される。

これにより、マーキング抽出ステップは終了し、マーキング検出工程が終了する。

[0051] マーキング検出工程が終了した後、図 7 に示すように、ステップ S 47 において、研削制御装置 22 は、グラインダー 21、台車駆動装置 28 及びターニングローラ 25 を制御して、該当領域 A～F に対応する丸鋼材 S の表面の領域における、マーキング検出工程で抽出されたマーキング M の箇所を研削する（マーキング箇所研削工程）。

このマーキング箇所研削工程について詳しく述べると、図 14 に示すように、まず、研削制御装置 22 は、ステップ S 471 において、マーキング M の抽出結果を取得する。具体的には、研削制御装置 22 は、展開図作成装置 38 からの情報を取得する。

[0052] 次に、ステップ S 472 において、研削制御装置 22 は、展開図 60 上のマーキング M が欠陥部マップ 50 上の複数領域に連続してまたがるか否かを判定する。

そして、判定結果が N o の場合、即ち展開図 60 上のマーキング M が欠陥部マップ 50 上の複数領域に連続してまたがらない場合、ステップ S 473 において、該当領域 A～F に対応する丸鋼材 S の領域の表面のマーキング M の箇所を個別に研削する。

ここで、各マーキング M の箇所を個別に研削する際に、研削制御装置 22 は、丸鋼材 S の長手方向の研削位置合わせを図 6 に示す欠陥部マップ 50 を参照して決定する。つまり、欠陥部マップ 50 上における欠陥部の長手方向位置 x を研削に際しての長手方向の研削位置とする。

[0053] また、各マーキング M の箇所を個別に研削する際に、研削制御装置 22 は、丸鋼材 S の周方向の研削位置合わせはマーキング M の抽出結果を参照して決定する。欠陥部マップ 50 上における欠陥部の周方向位置 y を周方向の研削位置とすると、丸鋼材 S の真円度が低い場合には、欠陥部の位置と研削位置との間にずれが生じる誤研削が行われることがあり、再度の検査や再研削

が必要になり、生産能率を阻害することがあるからである。具体的に述べると、研削制御装置 22 は、マーキング M の抽出結果である展開図 60 を参照しつつ丸鋼材 S をターニングローラ 25 で周方向に回転し、撮像装置 31 がマーキング M を映し出したらその位置で丸鋼材 S の回転を止め、周方向の研削位置とする。そして、研削制御装置 22 は、丸鋼材 S の回転は止めたままマーキング M がグラインダー 21 の直下になるように台車 27 の長手方向の移動を制御し、その状態でグラインダー 21 によるマーキング M の研削を行う。この際の長手方向の研削位置は、前述した欠陥部マップ 50 上における欠陥部の長手方向位置 x である。

[0054] また、各マーキング M の箇所を個別に研削する際に、研削制御装置 22 は、研削深さを欠陥部マップ 50 及びマーキング M の抽出結果を照合して決定する。具体的に述べると、欠陥部マップ 50 上の該当領域 A～F における複数の欠陥部の長手方向位置 x 及び周方向位置 y と各欠陥部の深さと、展開図 60 上の複数のマーキング M の長手方向位置 x 及び周方向位置 y とを照合し、各マーキング M に対応する欠陥部の深さを検出する。

そして、研削制御装置 22 は、検出された該当領域 A～F における複数のマーキング M に対応する複数の欠陥部の深さのうち最大深さを求める。そして、この欠陥部の最大深さを該当領域 A～F における複数のマーキング M の箇所の研削深さとする。

[0055] そして、このマーキング M の研削深さを、ステップ S 42 で決定した 1 パス当たりの研削量で除して研削回数を決定する。

ここで、研削回数を決定するに際し、該当領域 A～F における複数のマーキング M に対応する複数の欠陥部の深さのうち最大深さを d_{max} とし、ステップ S 42 で決定した 1 パス当たりの研削量を g とし、 d_{max}/g を求める。そして、この求めた d_{max}/g が許容限界回数 N_{max} よりも大きい場合には、許容限界回数 N_{max} を研削回数とする。

ここで、許容限界回数 N_{max} は、プロフィール計で測定した丸鋼材 S の実績径 D と導入許容限界深 G_{max} とから、 $N_{max} = (D - G_{max}) / g$ とする。

[0056] 次いで、研削制御装置 22 は、該当領域 A～F に対応する丸鋼材 S の領域における丸鋼材 S の表面のマーキング M の箇所をこの研削回数で個別に研削するようにグラインダー 21、台車駆動装置 28 及びターニングローラ 25 を制御する。これにより、該当領域 A～F に対応する丸鋼材 S の領域の表面のマーキング M の箇所が全て研削される。

一方、ステップ S 472 の判定結果が N o の場合、即ち展開図 60 上のマーキング M が欠陥部マップ 50 上の複数領域に連続してまたがる場合、ステップ S 474 において、複数領域にまたがる丸鋼材 S の領域の表面のマーキング M の箇所を連続研削する。

[0057] この連続研削に際し、研削制御装置 22 は、ステップ S 474 のマーキング M の個別研削と同様に、丸鋼材 S の長手方向の研削位置合わせは図 6 に示す欠陥部マップ 50 を参照して決定する。また、研削制御装置 22 は、丸鋼材 S の周方向の研削位置合わせはマーキング M の抽出結果を参照して決定する。

また、研削制御装置 22 は、研削深さを欠陥部マップ 50 及びマーキング M の抽出結果を照合して決定する。具体的に述べると、欠陥部マップ 50 上の複数領域における欠陥部の長手方向位置 x 及び周方向位置 y と各欠陥部の深さと、展開図 60 上の複数のマーキング M の長手方向位置 x 及び周方向位置 y とを照合し、各マーキング M に対応する欠陥部の深さを検出する。

[0058] そして、研削制御装置 22 は、検出された複数領域におけるマーキング M に対応する複数の欠陥部の深さのうち最大深さを求める。そして、この欠陥部の最大深さを連続研削における複数のマーキング M の箇所の研削深さとする。

そして、このマーキング M の研削深さを、ステップ S 42 で決定した 1 パス当たりの研削量で除して研削回数を決定する。

ここで、研削回数を決定するに際し、連続してまたがる複数領域におけるマーキング M に対応する欠陥部の深さのうち最大深さを d_{max} とし、ステップ S 42 で決定した 1 パス当たりの研削量を g とし、 d_{max}/g を求める。そし

て、この求めた d_{max}/g が許容限界回数 N_{max} よりも大きい場合には、許容限界回数 N_{max} を研削回数とする。

これにより、ステップ 47 によるマーキング箇所研削工程が終了する。

[0059] 一方、ステップ S 45 による判定結果が No となってステップ S 49 に移行した場合、即ち、研削制御装置 22 が、欠陥部マップを参照して移動先の該当領域 A～F に対応する丸鋼材 S の表面の領域における所定の深さ以上（本実施形態においては 0.3 mm 以上）の欠陥部の面積の割合が所定の閾値以上とされた場合、ステップ S 49 において、研削制御装置 22 は、グライNDER 21、台車駆動装置 28 及びターニングローラ 25 を制御して、該当領域 A～F に対応する丸鋼材 S の表面の領域全面を研削する（全面研削工程）。

この全面研削工程においては、マーキング M の検出は行われず、該当領域 A～F に対応する丸鋼材 S の表面の領域の全面を、一律に研削する。

この全面研削に際し、研削制御装置 22 は、丸鋼材 S の長手方向及び周方向の研削位置合わせを図 6 に示す欠陥部マップ 50 を参照して決定する。

[0060] また、研削制御装置 22 は、欠陥部マップ 50 を参照して該当領域 A～F における複数の欠陥部の深さのうち最大深さを求め、この欠陥部の最大深さを該当領域 A～F における研削深さとし、ステップ S 42 で決定した 1 パス当たりの研削量で除して研削回数を決定する。許容限界回数 N_{max} を研削回数の最大数とする方法は、ステップ S 47 によるマーキング箇所の研削と同様である。

そして、ステップ S 47 及びステップ S 49 が終了した後、ステップ S 48 において、研削制御装置 22 は、図 6 に示す欠陥部マップ上に欠陥部が残っているか否かを判定する。

[0061] そして、判定結果が YES の場合には、ステップ S 44、ステップ S 45、ステップ S 46、ステップ S 47、ステップ S 49 及びステップ S 48 を繰り返す。つまり、領域 A について研削作業が終了したら、領域 B、領域 C、領域 D、領域 E、及び領域 F の順にステップ S 44、ステップ S 45、ス

トップS 4 6、ステップS 4 7、ステップS 4 9及びステップS 4 8を繰り返す。

また、判定結果がN oとなったらステップS 5 0に移行し、欠陥部研削装置 2 0は、丸鋼材Sを払い出す。

これにより、丸鋼材Sの欠陥研削方法が終了する。

[0062] このように本実施形態に係る丸鋼材Sの欠陥研削方法にあっては、丸鋼材Sの欠陥部を探傷する探傷工程（ステップS 1）と、探傷工程で探傷した所定深さ以上の欠陥部にマーキングMを塗布するマーキング工程（ステップS 2）と、探傷工程での探傷結果から丸鋼材Sの表面における欠陥部の深さと欠陥部の周方向位置 y 及び長手方向位置 x とを特定した欠陥部マップ5 0を作成する欠陥部マップ作成工程（ステップS 3）と、丸鋼材Sの欠陥部を研削する欠陥部研削工程（ステップS 4）とを備える。そして、欠陥部研削工程は、欠陥部マップ5 0を参照して丸鋼材Sの表面における所定深さ以上の欠陥部の面積 a 1の割合が所定の閾値未満かを判定する判定工程（ステップS 4 5）と、判定工程で判定された丸鋼材Sの表面における所定深さ以上の欠陥部の面積 a 1の割合が所定の閾値未満の場合に、丸鋼材Sの表面の周方向の画像を画像処理してマーキングMを抽出するマーキング検出工程（ステップS 4 6）と、マーキング検出工程で抽出されたマーキングMの箇所を研削するマーキング箇所研削工程（ステップS 4 7）と、判定工程で判定された丸鋼材Sの表面における所定深さ以上の欠陥部の面積の割合が所定の閾値以上の場合に、丸鋼材Sの表面の全面研削を行う全面研削工程（ステップS 4 9）とを備える。そして、マーキング箇所研削工程では、丸鋼材Sの長手方向の研削位置合わせは欠陥部マップ5 0を参照して決定し、丸鋼材Sの周方向の研削位置合わせはマーキングMの抽出結果を参照して決定し、研削深さは欠陥部マップ5 0及びマーキングMの抽出結果を照合して決定する。

[0063] これにより、欠陥部の位置と研削位置との間にずれが生じる誤研削が行われることなく、安価な設備で丸鋼材の欠陥部を自動で研削することができる丸鋼材の欠陥研削方法を提供できる。

ここで、この丸鋼材の欠陥研削方法において、丸鋼材Sの周方向及び長手方向の基準となる原点マークを丸鋼材Sに付ける原点マーキング装置が不要であり、その導入やメンテナンスに費用が嵩むことはない。

また、丸鋼材Sの表面の周方向の画像を画像処理してマーキングMを抽出することで、マーキングMを作業者が目視により見つける必要はなく、見逃しリスクはない。

[0064] 次に、本発明に係る鋼材の製造方法は、前述した本発明の実施形態に係る丸鋼材の欠陥研削方法により、欠陥部を表面研削した丸鋼材を、後工程へと送り処理するものである。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。

[0065] 本発明に係る鋼材の製造方法によれば、本発明に係る丸鋼材の欠陥研削方法により、誤研削されることなく欠陥が除去されている丸鋼が後工程に送られるので、後工程での障害が抑制できる。すなわち、後工程が圧延工程である場合には、圧延後の鋼材に誤研削により残留した欠陥部が起因の疵が生じたり、圧延時に欠陥部を起点とした破断が生じる等の障害を抑制でき、また、後工程が精製工程、出荷工程である場合には、欠陥のある製品が流出してしまうという障害を抑制できる。

なお、欠陥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。

[0066] 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、本発明に係る丸棒鋼の欠陥研削方法は、素材についての欠陥研削、条鋼製品の欠陥研削のいずれにも適用できる。つまり、本発明に係る鋼材の製造方法では、素材、製品のいずれもが丸棒鋼である場合は、素材についての欠陥研削にのみ、本発明の欠陥研削を用いてもよいし、

製品についての欠陥研削についてのみ本発明の欠陥研削を用いてもよいし、素材の欠陥研削と製品の欠陥研削との両方に本発明の欠陥研削を用いてもよい。

[0067] 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、欠陥部研削工程（ステップS4）において、欠陥部マップ50を参照して丸鋼材Sの表面における所定深さ以上の欠陥部の面積a1の割合が所定の閾値未満かを判定する判定工程（ステップS45）は必ずしも必要はない。この場合、ステップS44の後、直接、マーキング検出工程（ステップS45）を行うこととし、全面研削工程（ステップS49）は行わない。従って、この場合、欠陥部研削工程において、丸鋼材Sの表面の周方向の画像を画像処理してマーキングMを抽出するマーキング検出工程（ステップS45）と、マーキング検出工程で抽出されたマーキングMの箇所を研削するマーキング箇所研削工程（ステップS47）とが必ず行われることになる。

[0068] また、マーキング箇所研削工程（ステップS47）において、研削制御装置22が展開図60上のマーキングMが欠陥部マップ50上の複数領域に連続してまたがるか否かを判定する工程（ステップS472）は必ずしも必要はない。この場合、ステップS471の後、直接、丸鋼材Sの表面のマーキングMの箇所を個別に研削する工程（ステップS473）を行うこととし、連続研削工程（ステップS474）は行わない。

また、欠陥部マップ50は、複数領域A～Fに分割されているが、分割数はこれに限らず、また、複数の領域に分割せず1つの領域であってもよい。

[0069] 欠陥部マップ50が1つの領域である場合、判定工程は、欠陥部マップ50を参照して丸鋼材Sの表面の全体における所定の深さ以上の欠陥部の面積の割合が所定の閾値未満かを判定する。また、マーキング検出工程は、判定工程で判定された丸鋼材Sの表面の全体における所定深さ以上の欠陥部の面積の割合が所定の閾値未満の場合に、丸鋼材Sの表面の全体における周方向の画像を画像処理してマーキングMを抽出する。また、マーキング箇所研削

工程は、丸鋼材 S の表面の全体における、マーキング検出工程で抽出されたマーキング M の箇所を研削する。また、全面研削工程は、判定工程で判定された丸鋼材 S の表面の全体における所定深さ以上の欠陥部の面積の割合が所定の閾値以上の場合に、丸鋼材 S の表面の全体の全面研削を行う。

[0070] また、撮像装置 31 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 15 に示すように、エリアセンサカメラである撮像装置 31 で 1 回の撮像で得られる丸鋼材 S の表面上の視野範囲（繋ぎ合わせを行うひとつの撮像画像の視野範囲）として、撮像装置 31 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。

符号の説明

- [0071]
- 1 欠陥研削システム
 - 11A 漏洩磁束探傷装置
 - 11B 超音波探傷装置
 - 12A 第 1 マーキング装置
 - 12B 第 2 マーキング装置
 - 13A ターニングローラ
 - 13B ターニングローラ
 - 14A パルスジェネレータ
 - 14B パルスジェネレータ
 - 15 欠陥部マップ作成装置
 - 20 欠陥部研削装置
 - 21 グラインダー
 - 22 研削制御装置
 - 23 上位コンピュータ
 - 24 端面検知センサ

- 2 5 ターニングローラ
- 2 6 パルスジェネレータ
- 2 7 台車
- 2 8 台車駆動装置
- 3 0 マーキング検出装置
- 3 1 撮像装置
- 3 2 カメラ制御装置
- 3 3 照明装置
- 3 4 照明制御装置
- 3 5 コンピュータシステム
- 3 6 画像処理部
- 3 7 マーキング抽出部
- 3 8 展開図作成装置
- 3 9 台座部
- 4 0 支持脚
- 4 1 第 1 支持部材
- 4 2 第 2 支持部材
- 4 3 第 3 支持部材
- 4 4 第 4 支持部材
- 5 0 欠陥部マップ
- 6 0 展開図
- P 最上位置
- S 丸鋼材

請求の範囲

[請求項1]

丸鋼材の欠陥部を自動研削する丸鋼材の欠陥研削方法であって、
前記丸鋼材の前記欠陥部を探傷する探傷工程と、
該探傷工程で探傷した所定深さ以上の前記欠陥部にマーキングを塗布するマーキング工程と、
前記探傷工程での探傷結果から前記丸鋼材の表面における前記欠陥部の深さと前記欠陥部の周方向位置及び長手方向位置とを特定した欠陥部マップを作成する欠陥部マップ作成工程と、
前記丸鋼材の前記欠陥部を研削する欠陥部研削工程とを備え、
該欠陥部研削工程は、前記丸鋼材の表面の周方向の画像を画像処理して前記マーキングを抽出するマーキング検出工程と、該マーキング検出工程で抽出された前記マーキングの箇所を研削するマーキング箇所研削工程とを備え、
該マーキング箇所研削工程では、前記丸鋼材の長手方向の研削位置合わせは前記欠陥部マップを参照して決定し、前記丸鋼材の周方向の研削位置合わせは前記マーキングの抽出結果を参照して決定し、研削深さは前記欠陥部マップ及び前記マーキングの抽出結果を照合して決定することを特徴とする丸鋼材の欠陥研削方法。

[請求項2]

丸鋼材の欠陥部を自動研削する丸鋼材の欠陥研削方法であって、
前記丸鋼材の前記欠陥部を探傷する探傷工程と、
該探傷工程で探傷した所定深さ以上の前記欠陥部にマーキングを塗布するマーキング工程と、
前記探傷工程での探傷結果から前記丸鋼材の表面における前記欠陥部の深さと前記欠陥部の周方向位置及び長手方向位置とを特定した欠陥部マップを作成する欠陥部マップ作成工程と、
前記丸鋼材の前記欠陥部を研削する欠陥部研削工程とを備え、
該欠陥部研削工程は、前記欠陥部マップを参照して前記丸鋼材の表面における所定深さ以上の前記欠陥部の面積の割合が所定の閾値未満

かを判定する判定工程と、該判定工程で判定された前記丸鋼材の表面における所定深さ以上の前記欠陥部の面積の割合が前記所定の閾値未満の場合に、前記丸鋼材の表面の周方向の画像を画像処理して前記マーキングを抽出するマーキング検出工程と、該マーキング検出工程で抽出された前記マーキングの箇所を研削するマーキング箇所研削工程と、前記判定工程で判定された前記丸鋼材の表面における所定深さ以上の前記欠陥部の面積の割合が所定の閾値以上の場合に、前記丸鋼材の表面の全面研削を行う全面研削工程とを備え、

前記マーキング箇所研削工程では、前記丸鋼材の長手方向の研削位置合わせは前記欠陥部マップを参照して決定し、前記丸鋼材の周方向の研削位置合わせは前記マーキングの抽出結果を参照して決定し、研削深さは前記欠陥部マップ及び前記マーキングの抽出結果を照合して決定することを特徴とする丸鋼材の欠陥研削方法。

[請求項3] 前記欠陥部マップ作成工程では、前記欠陥部マップを作成する際に、前記丸鋼材の表面における前記丸鋼材の長手方向に沿って複数の領域に分割した欠陥部マップを作成することを特徴とする請求項2に記載の丸鋼材の欠陥研削方法。

[請求項4] 前記判定工程は、前記欠陥部マップを参照して複数に分割された領域の各々に対応する丸鋼材の表面の領域における所定の深さ以上の欠陥部の面積の割合が所定の閾値未満かを判定し、

前記マーキング検出工程は、前記判定工程で判定された前記欠陥部マップの複数に分割された領域の各々に対応する丸鋼材の表面の領域における所定深さ以上の前記欠陥部の面積の割合が前記所定の閾値未満の場合に、前記丸鋼材の表面の領域における周方向の画像を画像処理して前記マーキングを抽出し、前記マーキング箇所研削工程は、前記欠陥部マップの複数に分割された領域の各々に対応する丸鋼材の表面の領域における、前記マーキング検出工程で抽出されたマーキングの箇所を研削し、

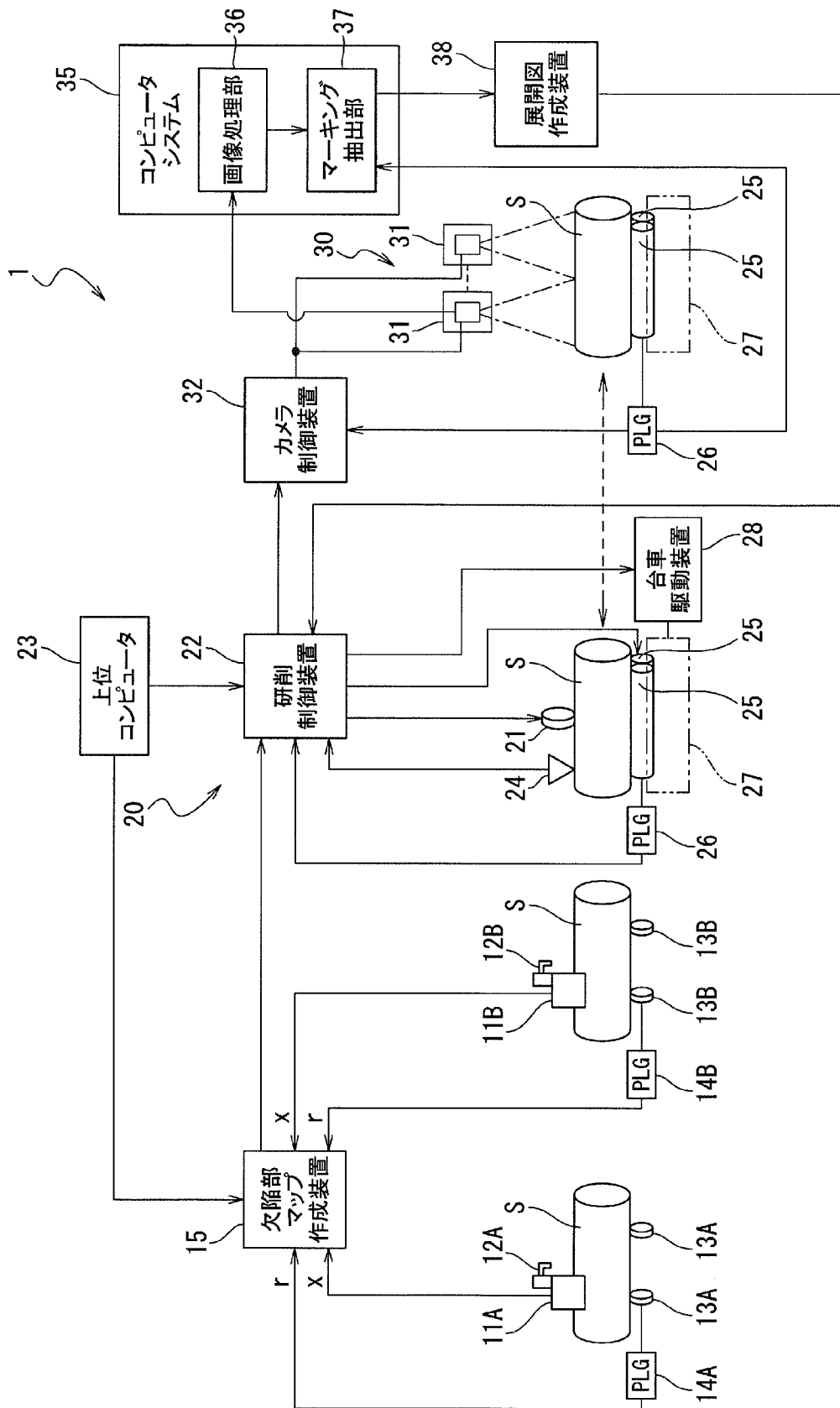
前記全面研削工程は、前記判定工程で判定された前記欠陥部マップの複数の分割された領域の各々に対応する丸鋼材の表面の領域における所定深さ以上の前記欠陥部の面積の割合が前記所定の閾値以上の場合に、前記欠陥部マップの複数の分割された領域の各々に対応する丸鋼材の表面の領域の全面研削を行うことを特徴とする請求項3に記載の丸鋼材の欠陥研削方法。

[請求項5]

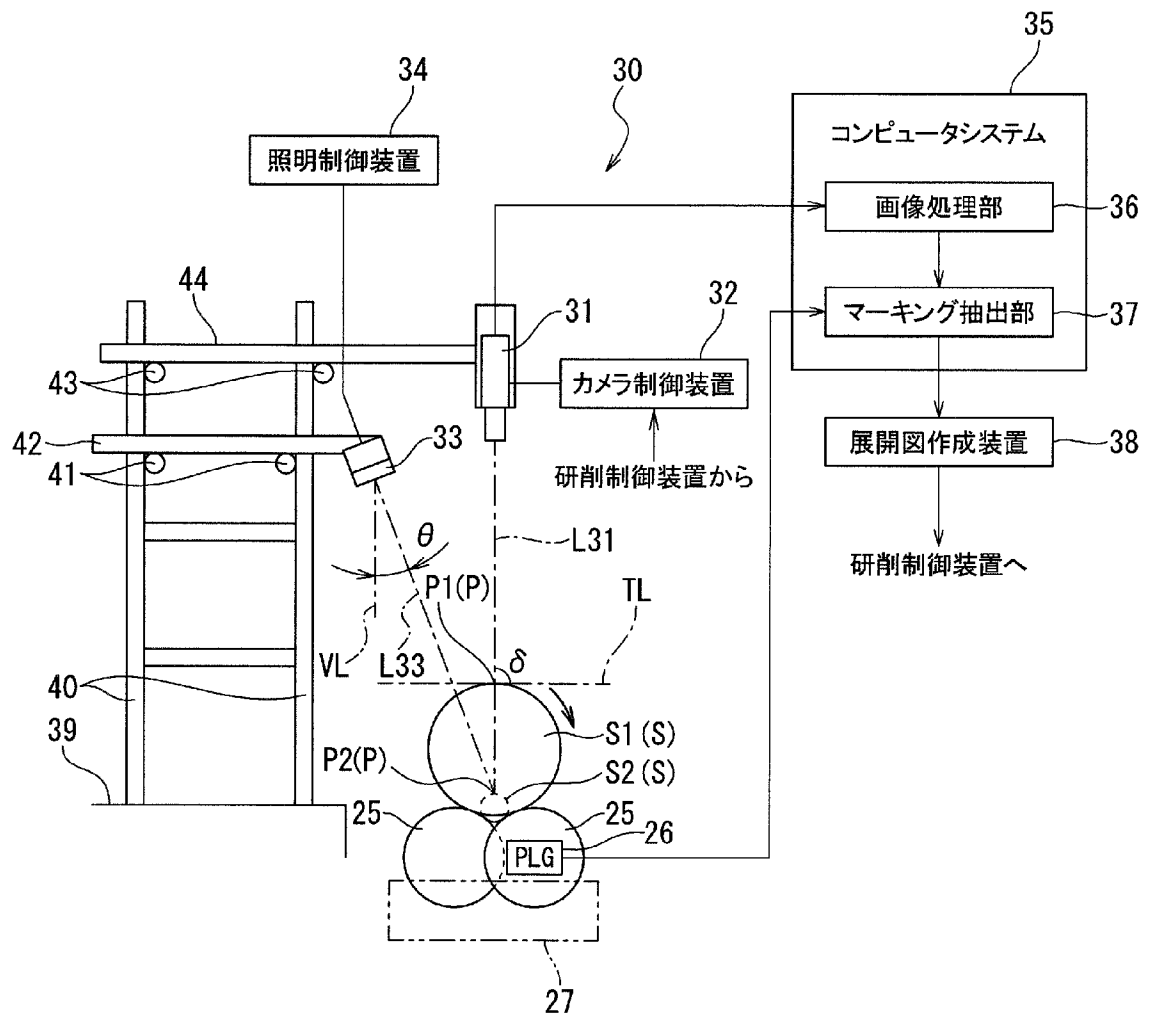
断面が円形の丸鋼材を、該丸鋼材の欠陥部を表面研削した後に、後工程で処理する鋼材の製造方法であって、

前記表面研削は、請求項1から4のいずれか一項に記載の丸鋼材の欠陥研削方法を実施することを特徴とする鋼材の製造方法。

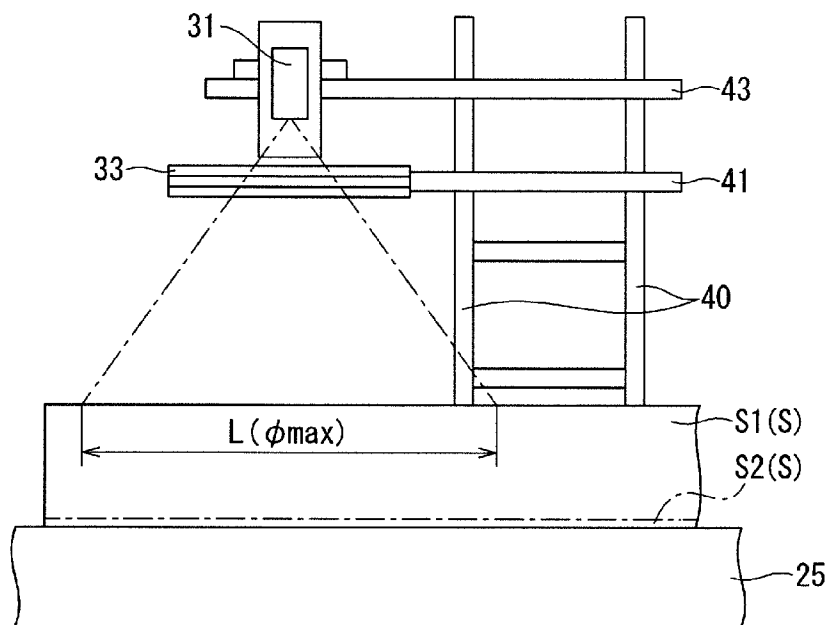
[図1]

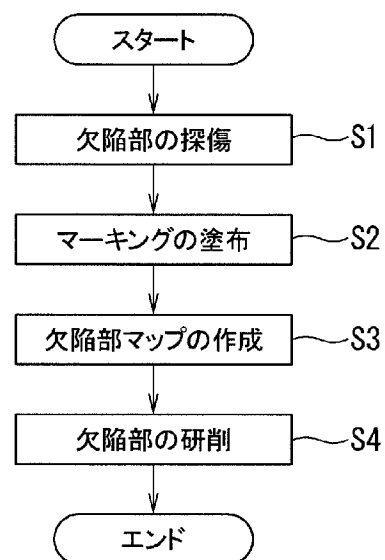
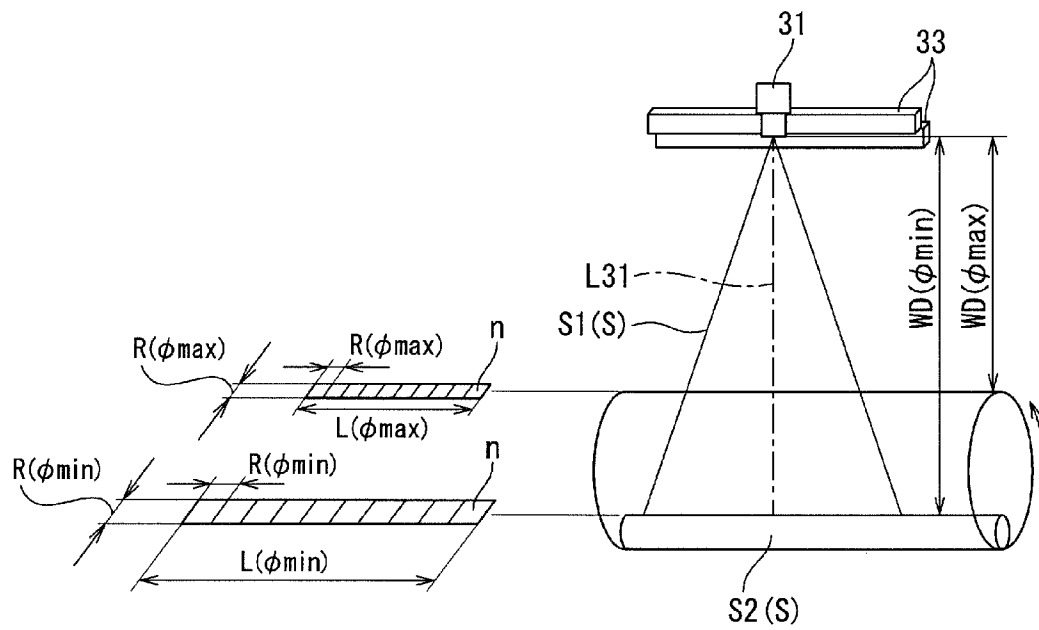


[図2]

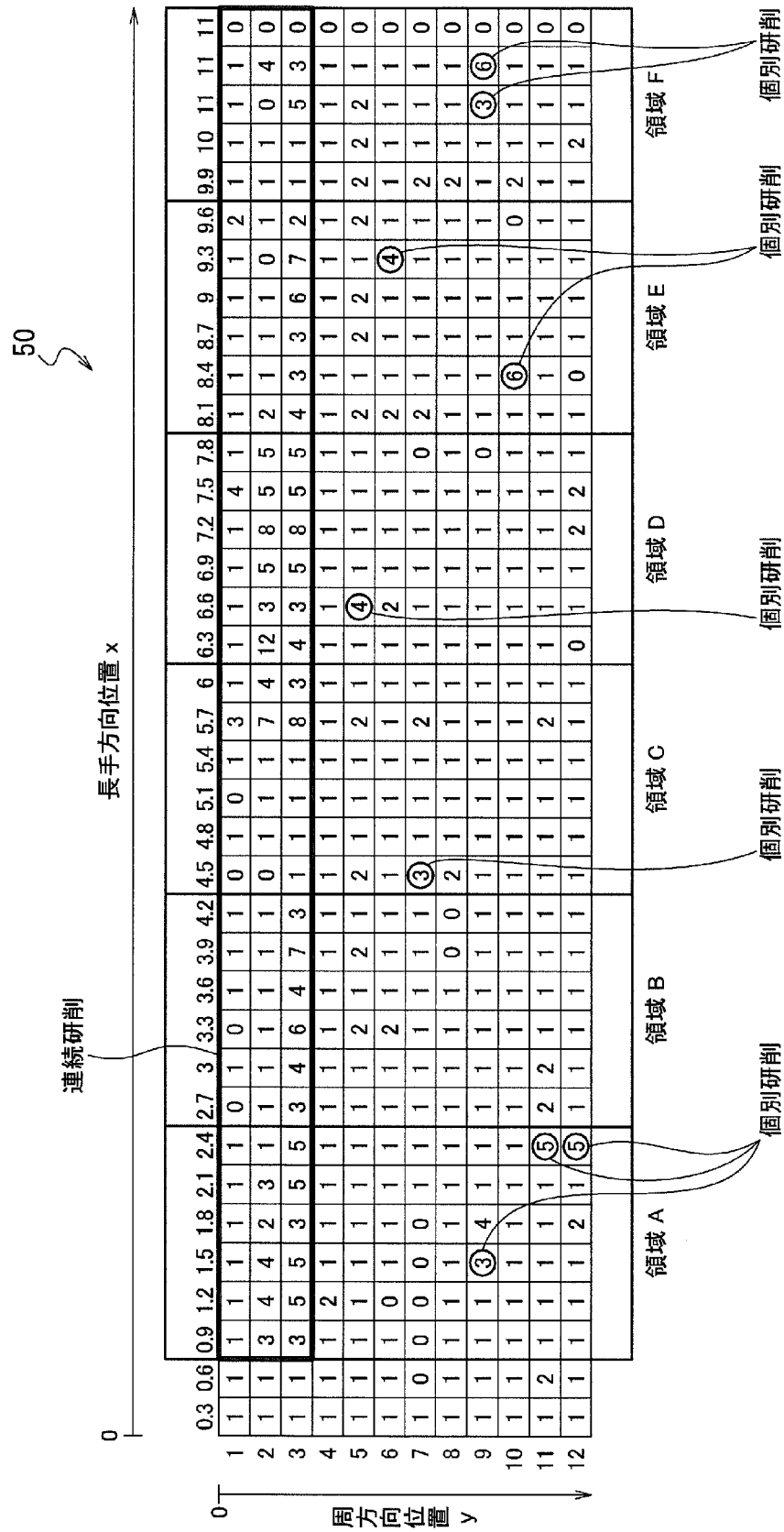


[図3]

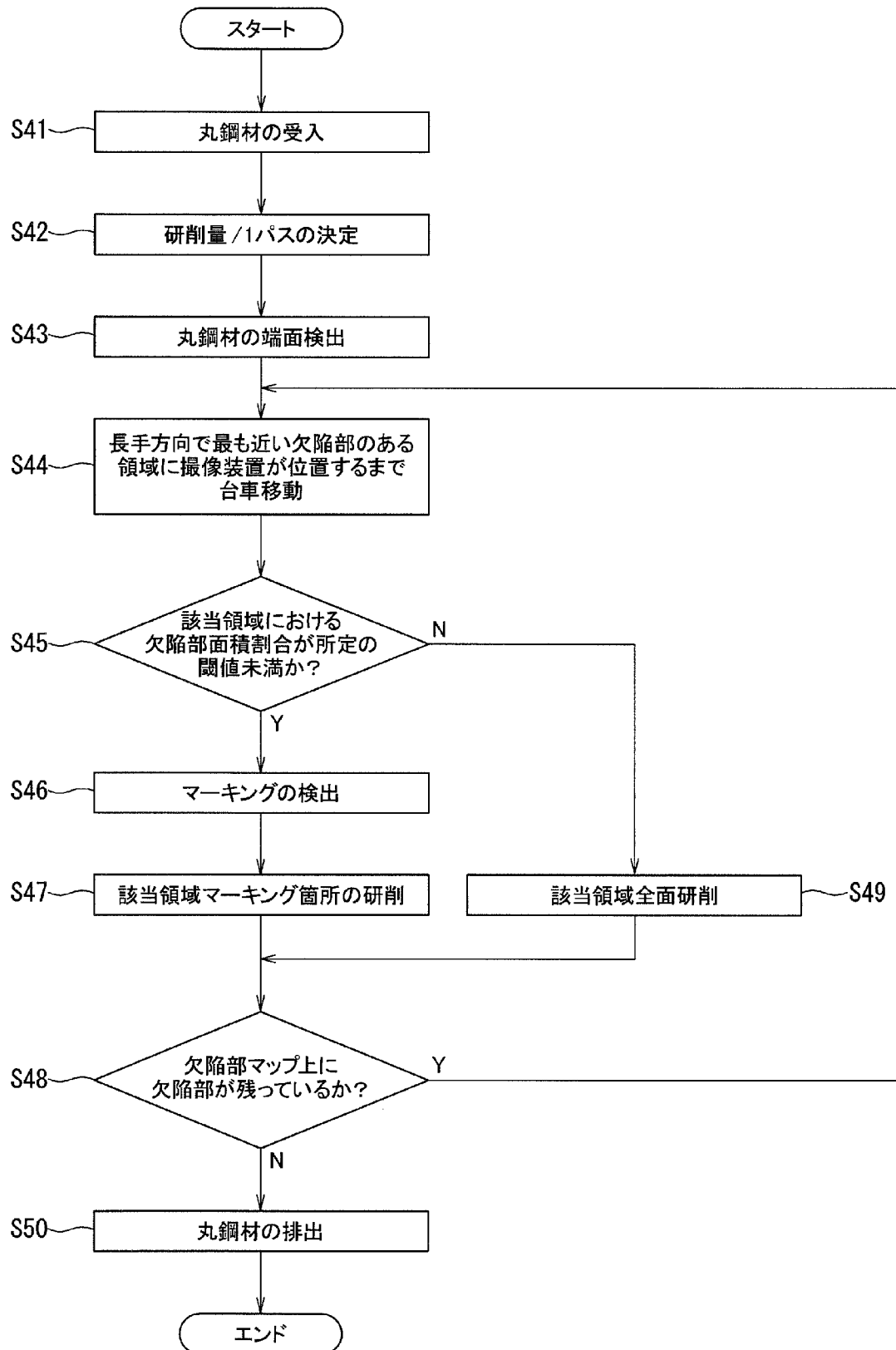




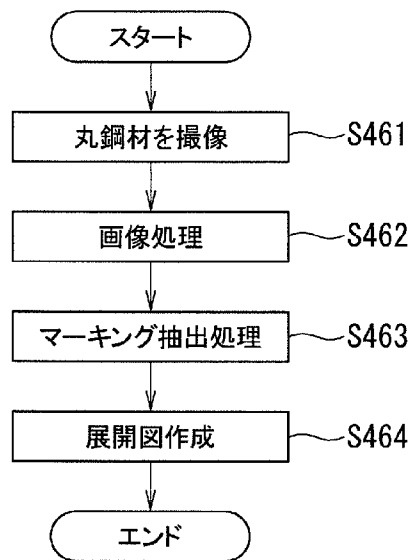
[図6]



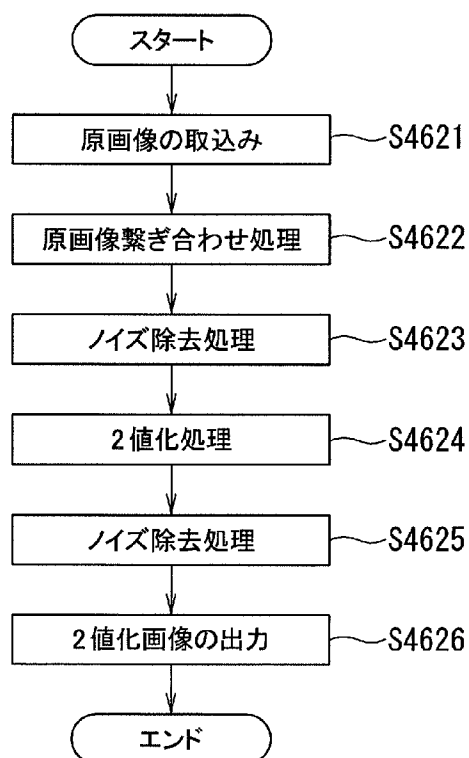
[図7]



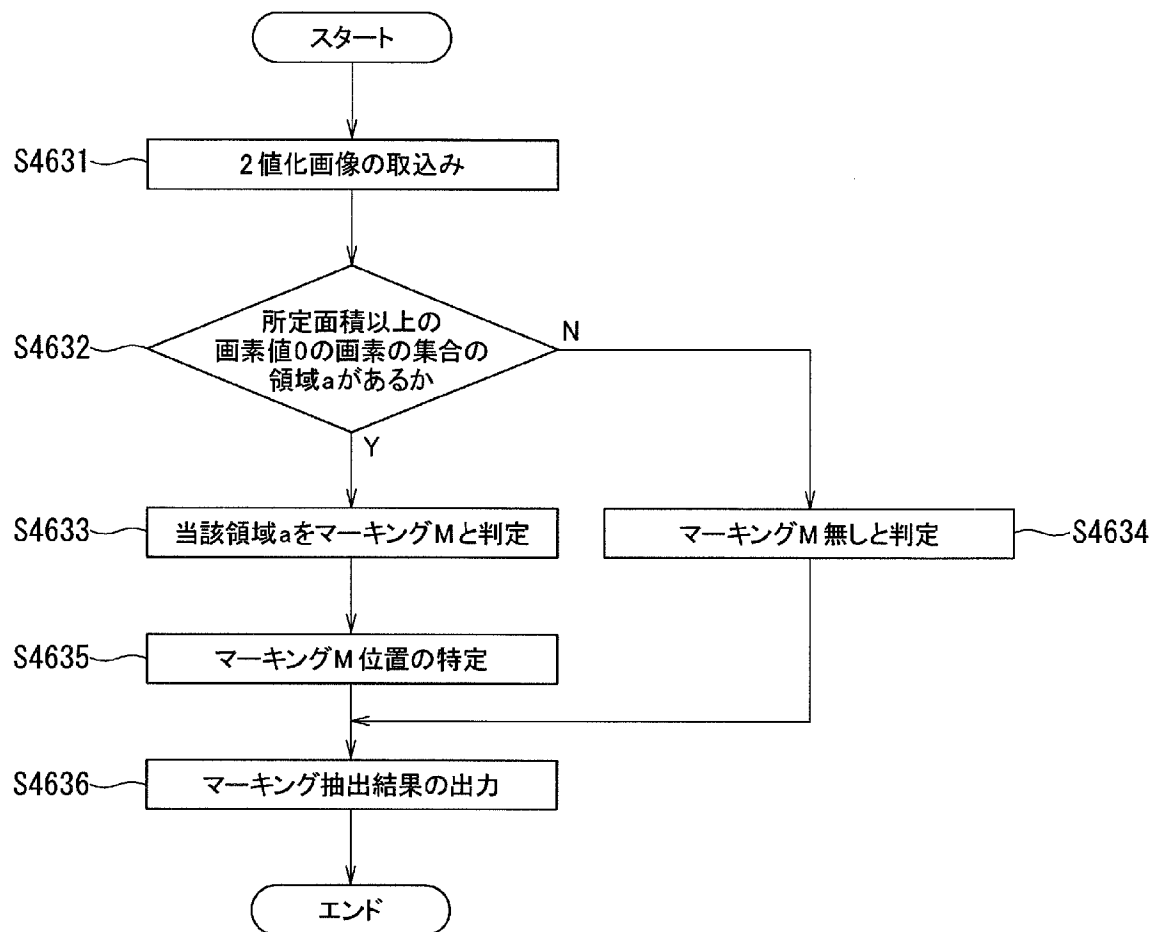
[図8]



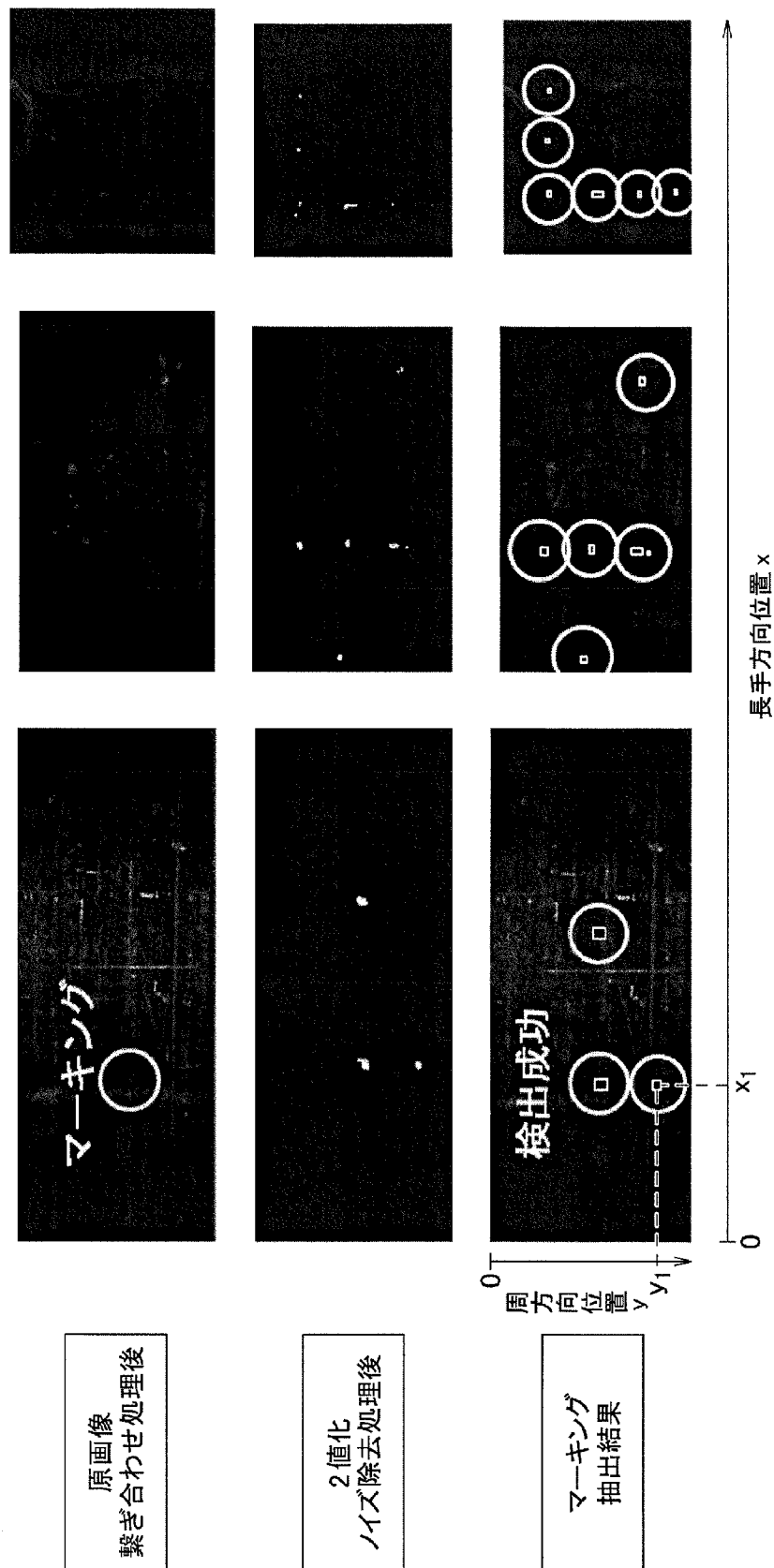
[図9]



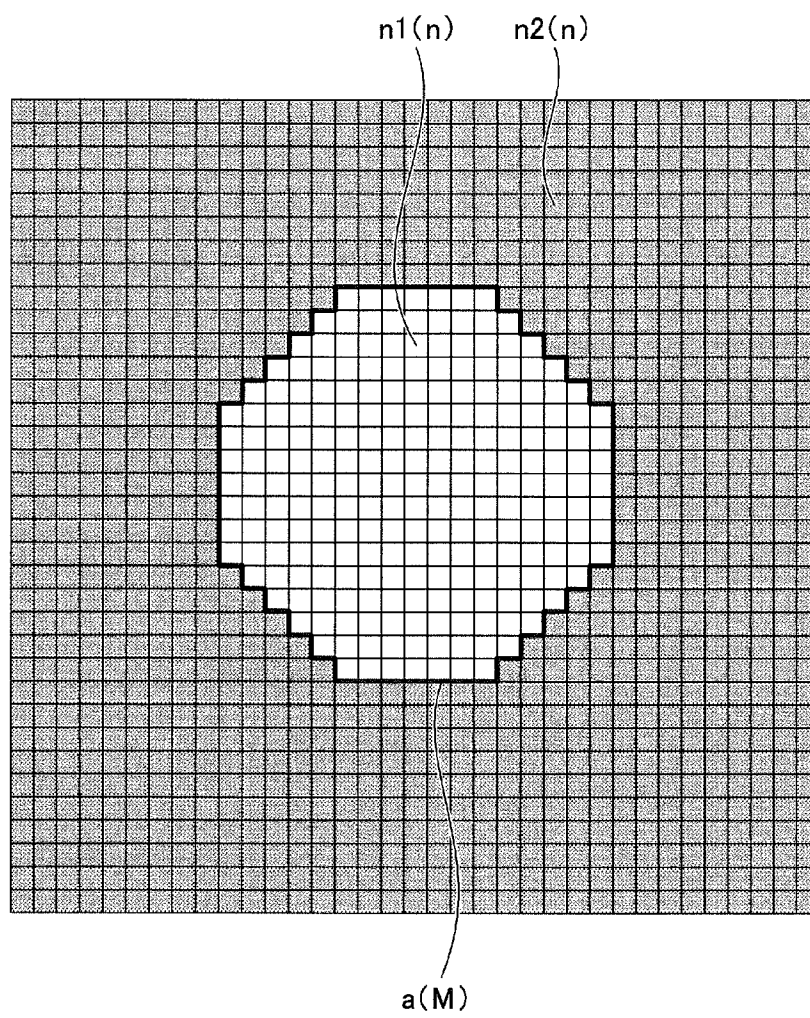
[図10]



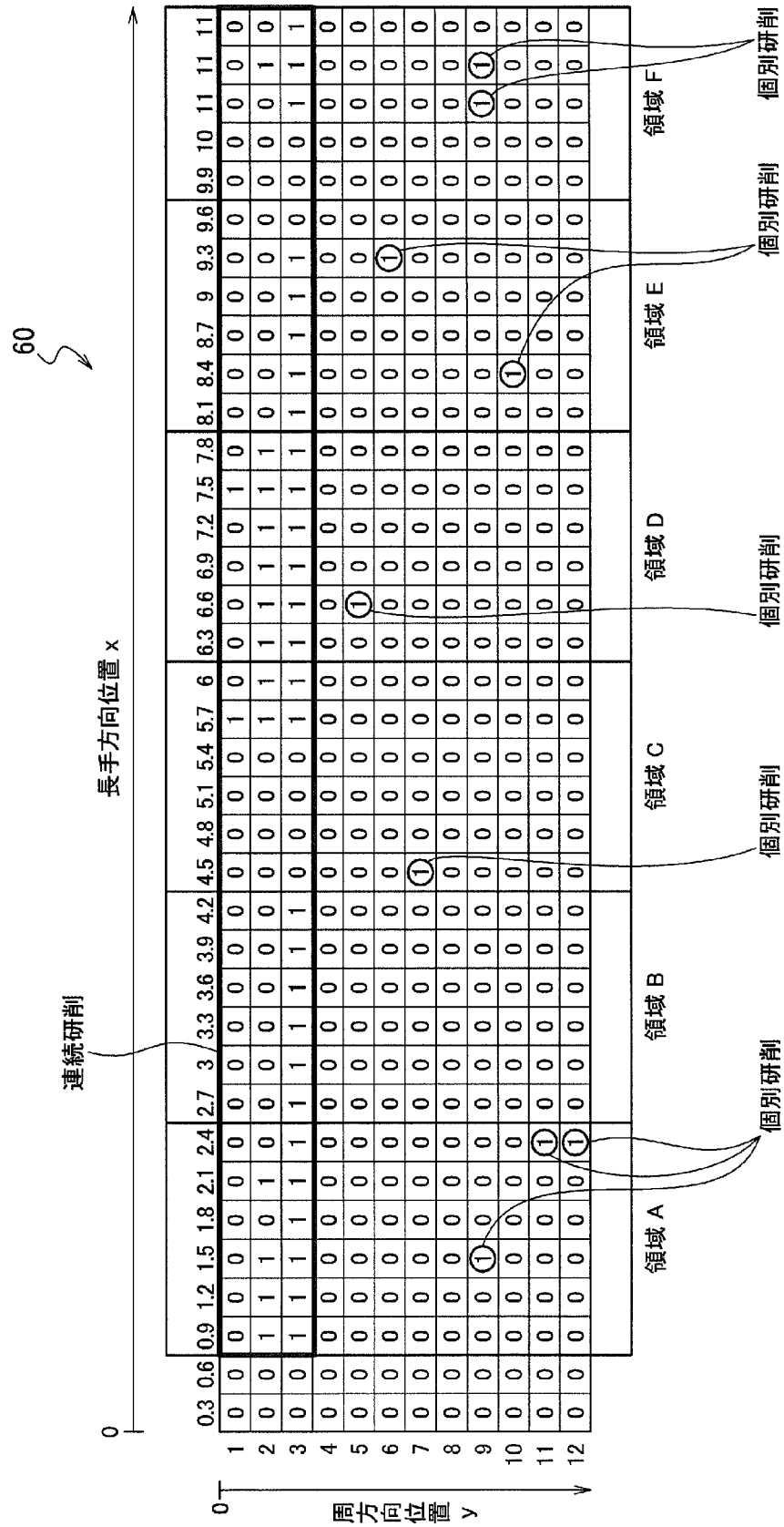
[図11]



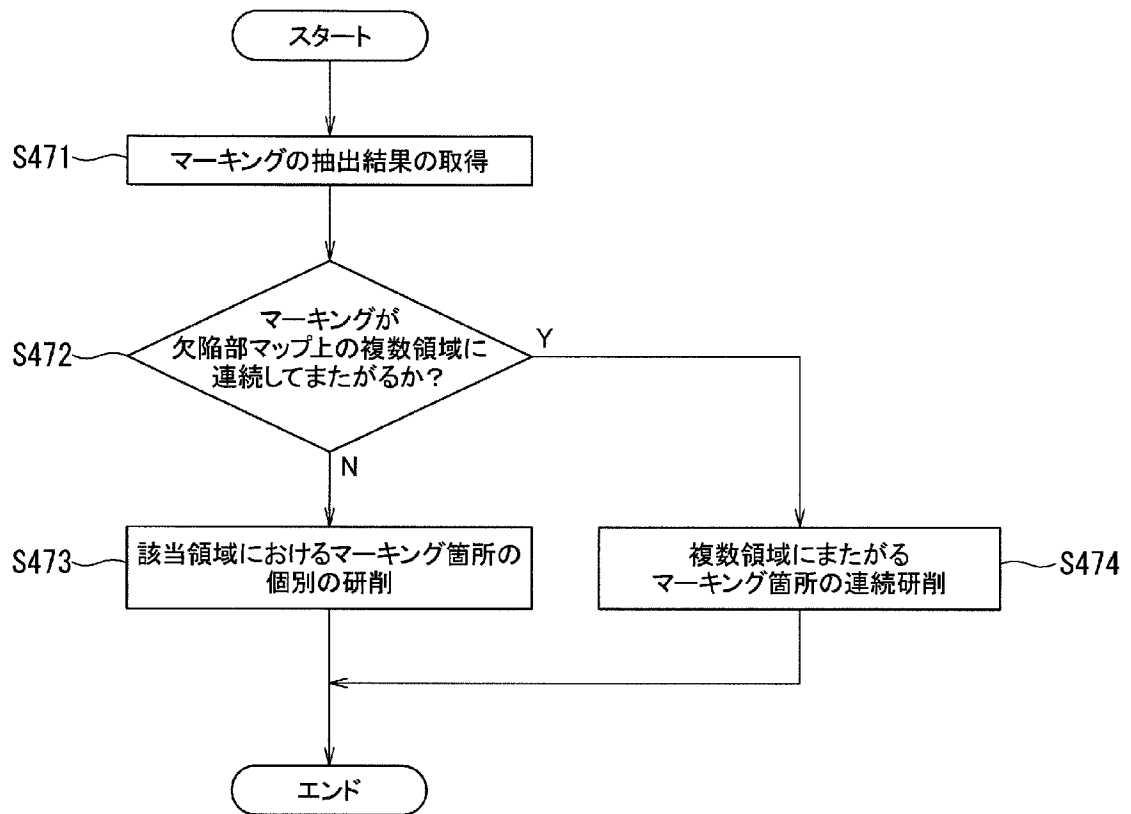
[図12]



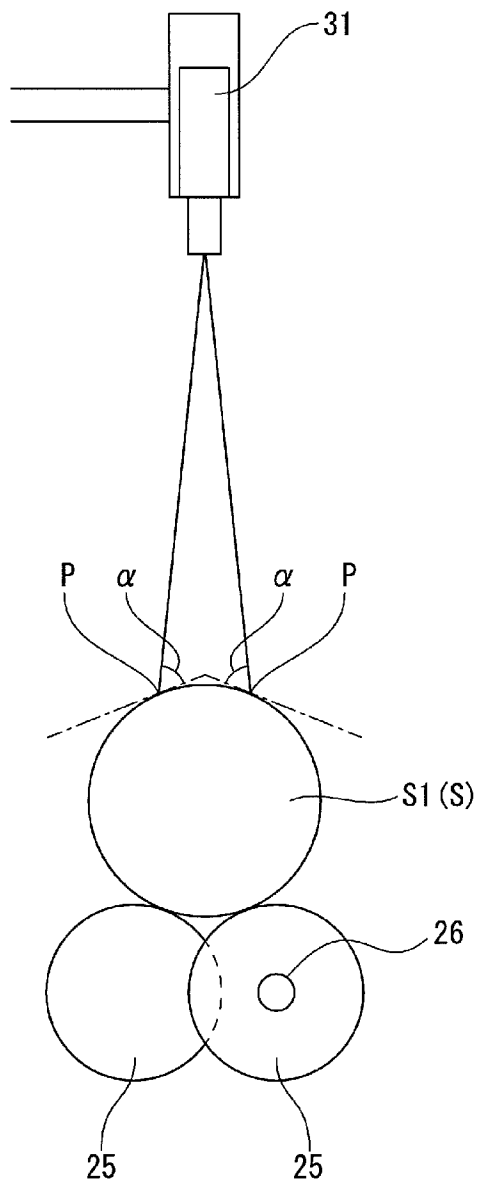
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/046840

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B21C51/00 (2006.01) i, B21C37/04 (2006.01) i, B23Q17/24 (2006.01) i, B24B27/033 (2006.01) i, G01B11/00 (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)

Int.Cl. B21C51/00, B21C37/04, B23Q17/24, B24B27/033, G01B11/00

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 2000-141198 A (KAWASAKI STEEL CORP.) 23 May 2000, entire text (Family: none)	1-5
A	JP 2000-117612 A (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.) 25 April 2000, entire text (Family: none)	1-5
A	JP 11-320378 A (SANYO SPECIAL STEEL CO., LTD.) 24 November 1999, entire text (Family: none)	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

“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
13.12.2019

Date of mailing of the international search report
24.12.2019

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

International application No.

PCT/JP2019/046840

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2018-036139 A (JFE STEEL CORPORATION) 08 March 2018, entire text (Family: none)	1-5
A	JP 62-255062 A (MISHIMA KOSAN CO., LTD.) 06 November 1987, entire text (Family: none)	1-5
A	US 2004/0073401 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 15 April 2004, entire text (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B21C51/00(2006.01)i, B21C37/04(2006.01)i, B23Q17/24(2006.01)i, B24B27/033(2006.01)i, G01B11/00(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（IPC））

Int.Cl. B21C51/00, B21C37/04, B23Q17/24, B24B27/033, G01B11/00

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 2000-141198 A（川崎製鉄株式会社） 2000.05.23, 全文（ファミリーなし）	1-5
A	JP 2000-117612 A（住友金属工業株式会社） 2000.04.25, 全文（ファミリーなし）	1-5
A	JP 11-320378 A（山陽特殊製鋼株式会社） 1999.11.24, 全文（ファミリーなし）	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、一般的技術水準を示すもの	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

13.12.2019

国際調査報告の発送日

24.12.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）
郵便番号100-8915
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）

中西 哲也

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

4E

1191

C (続き) . 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 2018-036139 A (J F E スチール株式会社) 2018.03.08, 全文 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 62-255062 A (三島光産株式会社) 1987.11.06, 全文 (ファミリーなし)	1-5
A	US 2004/0073401 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 2004.04.15, 全文 (ファミリーなし)	1-5