(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
2024年8月15日(15.08.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/166415 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 21/91 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/024817

(22) 国際出願日： 2023年7月4日(04.07.2023)

(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 2023-016416 2023年2月6日(06.02.2023) JP

(71) 出願人: 日本製鉄株式会社 (**NIPPON STEEL CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目６番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 中田 武男(**NAKATA, Takeo**); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目６番１号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 太田 祥之(**OTA, Yoshiyuki**); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目６番１号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 石井 位直(**ISHII, Tadanao**); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目６番１号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP).

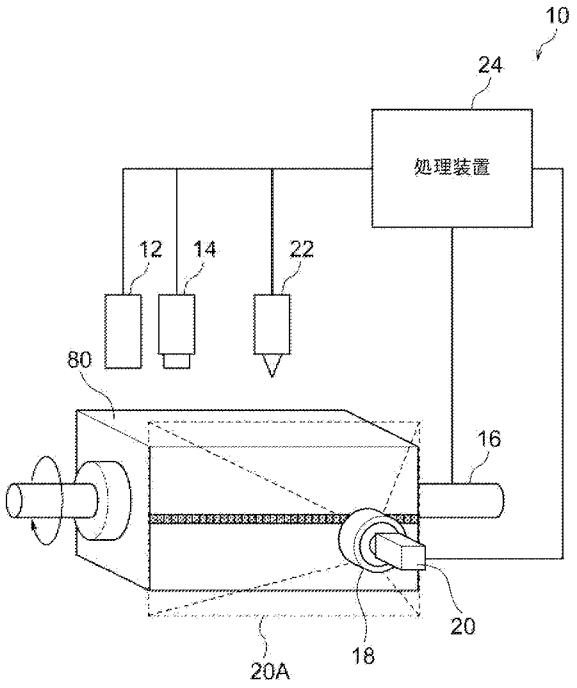
(74) 代理人: 弁理士法人太陽国際特許事務所(**TAIYO, NAKAJIMA & KATO**); 〒1600022 東京都新宿区新宿４丁目３番１７号 Tokyo (JP).

(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,

(54) **Title:** SURFACE INSPECTION DEVICE AND SURFACE INSPECTION METHOD

(54) 発明の名称： 表面検査装置及び表面検査方法

[図1]



24 Processing device

(57) **Abstract:** In this surface inspection device 10, a scratch identifying unit identifies a scratch imaged in an inspection image for each inspection image based on a captured image. A second direction addition processing unit adds up, in a direction corresponding to a second direction that crosses a first direction in the inspection image, pixel values of the scratches identified by the scratch identifying unit, in the direction corresponding to the second direction for the plurality of inspection images. A first direction addition processing unit adds up, in a direction corresponding to the first direction in

WO 2024/166415 A1

[続葉有]

CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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 inspection image, pixel values of the scratches identified by the scratch identifying unit, in the direction corresponding to the first direction for the plurality of inspection images. A continuous scratch determining unit determines whether separate scratches that occur occasionally on the surface of a target or continuous scratches that occur continuously on the surface of a target are occurring on the basis of the addition result of the second direction addition processing unit and the addition result of the first direction addition processing unit.

(57) 要約:表面検査装置１０において、きず特定部は、撮像画像に基づく検査画像毎に、検査画像に写ったきずを特定する。第２方向加算処理部は、きず特定部で特定されたきずの、検査画像における第１方向と直交する第２方向に対応する方向の画素値を、複数の検査画像について、第２方向に対応する方向に加算する。第１方向加算処理部は、きず特定部で特定されたきずの、検査画像における第１方向に対応する方向の画素値を、複数の検査画像について、第１方向に対応する方向に加算する。連続きず判定部は、第２方向加算処理部における加算結果と、第１方向加算処理部における加算結果とに基づいて、対象物の表面に、偶発的に発生する単発きずが発生しているか、連続して発生する連続きずが発生しているか、を判定する。

明　細　書

発明の名称 ： 表面検査装置及び表面検査方法

技術分野

[0001] 本開示は、表面検査装置及び表面検査方法に係り、詳しくは、画像を用いて対象物の表面性状を検査する表面検査装置及び表面検査方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、磁粉探傷検査が知られている（例えば、特開２０１１－１７４８９３号公報、及び特開２０２１－０２５８７８号公報参照）。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0003] 磁粉探傷検査では、検査の対象物が磁化され、磁化された対象物に磁粉液が塗布される。磁化された対象物では、開口したきずから磁束が漏洩しており、塗布された磁粉液中の磁粉がきずに付着することから、磁粉液を塗布した対象物に紫外光を照射すると、付着した磁粉が励起発光し、発光部分がきず模様として現れる。対象物の表面性状の検査（磁粉探傷検査）は、例えば、検査員が、そうしたきず模様を暗室内で目視により観察することで行われる。磁粉探傷検査で確認できるきずは、その形状及び模様が多岐に渡り、また、磁粉液溜まり等によって生じる、無害な疑似模様と酷似している場合もある。

[0004] 検査員は、きず模様と疑似模様とを見分けながら、有害又は無害の見極めを行う必要がある。しかし、この見極めは非常に困難であり、検査員の技量に負う部分が大きい。加えて、磁粉探傷検査は、長時間にわたる暗室内での作業であることも、検査作業を困難なものにしている。さらに、対象物の形状が複雑な場合にも、検査作業が困難なものとなる。そのため、検査員による磁粉探傷検査では、表面のきずが見逃されたまま対象物が流出し、重大なクレームとなる場合がある。そのため、磁粉探傷検査作業の自動化が求められている。

[0005] 磁粉探傷検査は、磁粉液が塗布された対象物の表面に一様な紫外光を投光し、きずに付着した磁粉からの励起発光で生じる模様を、目視で観察するか又はカメラで撮像することで行われる。対象物の撮像方法については、数々の手法が提案されている。例えば、凹凸を有した複雑な形状を有する対象物を撮像する手法として、対象物の回転中に対象物を撮像し、撮像画像を対象物の周方向に連結する手法や、対象物の回転中又は搬送中に１次元又は２次元画像を取得する手法などが提案されている。

[0006] また、例えば、特開２０１１－１７４８９３号公報では、径毎に励起発光色を変えた、複数の径を持つ磁粉を混ぜ合わせて用いることで、きずの寸法毎に付着する磁粉径を変化させる手法が提案されている。これにより、きずの寸法によって励起発光される色が異なることから、カラーカメラを使用することで、寸法（すなわち、きずの深さ等）を検知することが可能となる。

[0007] 対象物の表面に生じるきずとしては、対象物に偶発的に発生する単発きず、及び、設備に生じた異常等によって複数の対象物に連続して発生する連続きずが挙げられる。連続きずは対策を行わないと発生し続ける可能性があるため、連続きずを有する対象物が作り続けられることを抑制するためにも、連続きずの早期発見が求められる。ここで、例えば、鋼板で生じる連続きずとしては、圧延ロールに異物が付着し、圧延時に製品へ異物の形状が転写されることで生じるきずが挙げられるが、こうした連続きずは、製造された鋼板の製造の順番（製造順）で連続的に発生するため、検査の際に連続性を把握しやすい。このため、鋼板に生じる連続きずについては、早期発見が比較的容易である。

[0008] しかしながら、例えば鍛造品を含む一体成形品については、成型工程後の各工程において、製造順（成型順）とは異なる順番で各工程を進む。製造順と異なる順番になるのは、例えば、ラインアウトや搬送台車への積み込み時等の種々の工程において、後入れ先出し（ＬＩＦＯ）の処理が行われるためである。単発きずについては、元々連続性を有していないため、搬送順は課題とはならないが、連続きずについては、成型工程後の各工程において、成

型順とは異なる順番で各工程を進むため、連続きずの連続性に関する情報が失われることになり、連続きずの早期発見が困難となる。

[0009] そこで、本開示は、連続きずを早期に発見することができる表面検査装置及び表面検査方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本開示の第１態様は、対象物の表面の性状を検査する表面検査装置であって、前記対象物を磁化する磁化部と、磁化された前記対象物に磁粉液を塗布して、前記対象物に磁粉を付着させる磁粉付着部と、磁粉が付着した前記対象物に紫外線を照射する照明部と、紫外線で励起発光した磁粉が付着した前記対象物の、第１方向に沿った複数の位置を撮像することで、複数の撮像画像を生成する撮像部と、前記撮像画像に基づいて、前記対象物の表面の性状を検査する検査部と、を有し、前記検査部は、前記撮像画像に基づく検査画像毎に、前記検査画像に写ったきずを特定するきず特定部と、前記きず特定部で特定されたきずの、前記検査画像における前記第１方向と直交する第２方向に対応する方向の画素値を、複数の前記検査画像について、前記第２方向に対応する方向に加算する、第２方向加算処理部と、前記きず特定部で特定されたきずの、前記検査画像における前記第１方向に対応する方向の画素値を、複数の前記検査画像について、前記第１方向に対応する方向に加算する、第１方向加算処理部と、前記第２方向加算処理部における加算結果と、前記第１方向加算処理部における加算結果とに基づいて、前記対象物の表面に、偶発的に発生する単発きずが発生しているか、連続して発生する連続きずが発生しているか、を判定する連続きず判定部と、を有する、表面検査装置である。

[0011] 本開示の第２態様は、第１態様に係る表面検査装置において、前記第２方向加算処理部は、前記きず特定部で特定されたきずの、前記検査画像における前記第２方向に対応する方向のサイズを、所定の大きさであるきず幅長としたうえで、加算し、前記第１方向加算処理部は、前記きず特定部で特定されたきずの、前記検査画像における前記第１方向に対応する方向のサイズを

、所定の大きさであるきず周長としたうえで、加算する表面検査装置である。

[0012] 本開示の第３態様は、第１態様又は第２態様に係る表面検査装置において、前記連続きず判定部で、連続きずが発生していると判定された場合に、前記きず特定部で特定されたきずの位置と、前記第２方向加算処理部における加算結果と、前記第１方向加算処理部における加算結果とに基づいて、前記連続きずの位置を特定して出力する連続きず位置出力部を有する、請求項１に記載の表面検査装置である。

[0013] 本開示の第４態様は、第１態様から第３態様のいずれか一つの態様に係る表面検査装置において、前記対象物を、前記第２方向に平行な回転軸を中心に回転させる回転部を有し、前記撮像部は、前記回転部で前記対象物を回転させながら、前記対象物の、前記第１方向に沿った複数の位置を撮像することで、前記複数の撮像画像を生成する、請求項１に記載の表面検査装置である。

[0014] 本開示の第５態様は、対象物の表面の性状を検査する表面検査方法であって、前記対象物を磁化する磁化部と、磁化された前記対象物に磁粉液を塗布して、前記対象物に磁粉を付着させる磁粉付着部と、磁粉が付着した前記対象物に紫外線を照射する照明部と、紫外線で励起発光した磁粉が付着した前記対象物の、第１方向に沿った複数の位置を撮像することで、複数の撮像画像を生成する撮像部と、前記撮像画像に基づいて、前記対象物の表面の性状を検査する検査部と、を有する表面検査装置を用い、前記検査部を用いて、前記撮像画像に基づく検査画像毎に、前記検査画像に写ったきずを特定するきず特定ステップと、前記きず特定部で特定されたきずの、前記検査画像における前記第１方向と直交する第２方向に対応する方向の画素値を、複数の前記検査画像について、前記第２方向に対応する方向に加算する、第２方向加算処理ステップと、前記きず特定部で特定されたきずの、前記検査画像における前記第１方向に対応する方向の画素値を、複数の前記検査画像について、前記第１方向に対応する方向に加算する、第１方向加算処理ステップと

、前記第２方向加算処理ステップにおける加算結果と、前記第１方向加算処理ステップにおける加算結果とに基づいて、前記対象物の表面に、偶発的に発生する単発きずが発生しているか、連続して発生する連続きずが発生しているか、を判定する連続きず判定ステップと、を有する、表面検査方法である。

発明の効果

[0015] 本開示によれば、連続きずを早期に発見することができる表面検査装置及び表面検査方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本開示の一実施形態に係る表面検査装置及び表面性状の検査の対象となる対象物の概略構成の一例を示す図である。

[図2]処理装置の機能的な構成の一例を示すブロック図である。

[図3]複数の撮像画像から検査画像が生成される一例を示す図である。

[図4]複数の対象物について得られた検査画像の一例を示す図である。

[図5]複数の対象物について得られた検査画像の一例を示す図である。

[図6]複数の検査画像の一例を示す図である。

[図7]複数の検査画像と第１きず画像の一例を示す図である。

[図8]複数の検査画像と第２きず画像の一例を示す図である。

[図9]複数の検査画像と第１きず画像の一例を示す図である。

[図10]複数の検査画像と第２きず画像の一例を示す図である。

[図11]複数の検査画像と第１きず画像の一例を示す図である。

[図12]複数の検査画像と第２きず画像の一例を示す図である。

[図13]複数の検査画像に基づいて特定された連続きずの位置の一例を示す図である。

[図14]処理装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

[図15]表面検査処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図16]検査画像が補正される場合の変形例を示す図である。

[図17]検査画像が補正される場合の変形例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本開示の一実施形態を、図面を参照しつつ説明する。

[0018] （磁粉探傷検査の説明）

本開示の一実施形態では、検査の対象物の表面性状について、磁粉探傷検査を実施する表面検査装置について説明する。磁粉探傷検査では、対象物の表面の欠陥のうち、目視により視認することが困難な微細なきず（以下、「磁粉きず」という）に関する検査を行う。

[0019] （表面検査装置１０の構成の説明）

図１に、本開示の一実施形態に係る表面検査装置１０及び表面性状の検査の対象となる対象物８０の概略構成の一例を示す。対象物８０は、強磁性体の物体である。対象物８０は、例えば、鍛造品を含む一体成形品である。以下の説明では、図１に示すように、対象物８０の形状が四角柱であり、対象物８０を回転させながら、対象物８０の外周面の表面検査を行う場合を例に説明を行うが、対象物８０の形状はどのような形状であってよく、回転させる必要もない。

[0020] 表面検査装置１０は、対象物８０の表面の性状を検査する検査装置である。表面検査装置１０は、磁化装置１２と、磁粉付着装置１４と、回転装置１６と、照明装置１８と、撮像装置２０と、マーキング装置２２と、処理装置２４とを有する。

[0021] 磁化装置１２は、強磁性体である対象物８０を磁化する装置である。なお、磁化装置１２は、本開示の磁化部の一例である。

[0022] 磁粉付着装置１４は、磁化装置１２により磁化された対象物８０に磁粉液を塗布して、対象物８０に磁粉を付着させる装置である。なお、磁粉付着装置１４は、本開示の磁粉付着部の一例である。

[0023] 回転装置１６は、対象物８０を、後述する第２方向に平行な回転軸を中心に回転させる機構である。より具体的には、回転装置１６は、後述する撮像装置２０の光軸に対して、対象物８０の検査対象となる外周面を見せるように、光軸に直交する方向に平行な回転軸を中心に対象物８０を回転させる機

構である。回転装置１６は、減速機及びモータ等を有していることで、対象物８０を所望の速度で回転させることができる。本実施形態では、回転装置１６は、対象物８０を、四角柱状の対象物８０の撮像装置２０の光軸と直交する向きの軸を回転軸として回転させる。なお、回転装置１６は、本開示の回転部の一例である。

[0024] 照明装置１８は、磁粉が付着した対象物８０（より正確には、対象物８０を含む空間）に紫外線を照射する。照明装置１８は、例えば、紫外線を発するリング状の照明装置としてよい。また、照明装置１８は、後述する撮像装置２０と同軸上に配置され、撮像装置２０による撮像範囲２０Ａを含む範囲（照射範囲）に、紫外線を照射するように構成される。また、照明装置１８は、照明装置１８の前面に拡散フィルムを設ける等することで、照明装置１８からの紫外線が、照射範囲に対して均一に照射されるように構成してもよい。なお、照明装置１８は、本開示の照明部の一例である。

[0025] 撮像装置２０は、紫外線で励起発光した磁粉が付着した対象物８０の、後述する第１方向に沿った複数の位置を撮像することで、複数の撮像画像を生成する。撮像装置２０は、対象物８０の表面（一例として、回転軸周りの外周面）をモノクロ又はカラーの撮像画像として撮像可能なカメラである。撮像装置２０は、例えば、ＣＣＤ（Charge Coupled Device）又はＣＭＯＳ（Complementary Metal Oxide Semiconductor）等の撮像素子が二次元に配列された二次元カメラとしてよい。

[0026] 撮像装置２０は、撮像装置２０の光軸が、対象物８０の回転軸を含む面に含まれるように配置される。撮像装置２０は、撮像装置２０から見える対象物８０の外周面が撮像装置２０の画角に含まれるように、少なくとも当該外周面を含む範囲を撮像範囲２０Ａとして撮像する。また、上述したように、撮像装置２０は、撮像装置２０の光軸が照明装置１８と同軸となるように配置される。撮像装置２０と照明装置１８とを同軸とすることで、撮像感度を最大に近い状態にすることができる。撮像画像には、撮像範囲内に含まれる対象物８０の表面とともに、対象物８０の表面に付着し、照明装置１８から

照射された紫外線によって励起発光した磁粉が、写り込むことになる。

[0027] 撮像装置２０は、複数の撮像画像を生成する際に、一つの対象物８０との相対的な位置関係を、任意に設定可能な一定方向に沿って変えることで、各撮像画像を生成する。以下では、このような相対的な位置関係の変化する方向を、第１方向と称するものとする。そのため、例えば、対象物８０が回転装置１６により回転している状態で撮像画像を生成する場合は、第１方向は、撮像装置２０の光軸上において、対象物８０の回転速度が向かう方向（回転方向、周方向）となり、各撮像画像に写った対象物８０の表面の各位置は、撮像装置２０の光軸上においては、見掛け上は第１方向に沿って並ぶことになる。また、第１方向と直交する方向を第２方向と称する。そのため、例えば、対象物８０が回転装置１６により回転している状態で撮像画像を生成する場合は、第２方向は、対象物８０が回転する際の回転軸と平行な方向となる。なお、撮像装置２０は、本開示の撮像部の一例である。

[0028] マーキング装置２２は、対象物８０の表面にマーキングする装置である。マーキング装置２２は、例えば、先端に描画ツールを持つロボットアームとしてよい。この場合、マーキング装置２２は、対象物８０の表面の指定された位置、例えば、問題となる表面性状が存在することが検出された位置に、指定された記号、文字、マーク等を描画する。こうすることで、製品となる対象物８０の表面の品質上問題となる位置を、容易に確認することができるようになる。

[0029] 処理装置２４は、表面検査装置１０に係る種々の制御や、対象物８０の検査に係る種々の演算を行う装置であり、後述するハードウェア構成のコンピュータによって構成される。図２に、処理装置２４の機能的な構成の一例を示す。処理装置２４は、機能的な構成として、制御部２６と、検査部２８とを含む。

[0030] 制御部２６は、表面検査装置１０に含まれる各種の装置を制御して、それらの機能を発揮させる機能部である。より具体的には、制御部２６は、磁化装置１２、磁粉付着装置１４、回転装置１６、照明装置１８、撮像装置２０

、及びマーキング装置２２の各々を制御する。

[0031] 具体的には、制御部２６は、検査開始時に、磁化装置１２及び磁粉付着装置１４を制御することで稼働させ、対象物８０を磁化し、磁化した対象物８０に磁粉液を塗布して、対象物８０の表面に磁粉を付着させる。また、制御部２６は、検査開始時に、照明装置１８をオンにし、紫外線の照射を開始させる。また、制御部２６は、検査開始時に、回転装置１６を稼働させて、対象物８０を回転させる。なお、検査が終了するまで、照明装置１８はオンの状態のままである。制御部２６は、回転装置１６に設けられたロータリエンコーダ等から、対象物８０の回転角や回転の周期を取得することで、種々の制御のタイミングを同期させる。

[0032] また、制御部２６は、撮像装置２０に、対象物８０の回転の所定の周期に合わせて、対象物８０の表面を撮像させることにより、対象物８０の外周面の全周にわたる、周方向（第１方向）に沿った複数の点に係る、複数の撮像画像を生成させる。そして、制御部２６は、撮像装置２０から撮像装置２０で生成された撮像画像を取得する。制御部２６は、対象物８０の全周にわたる撮像画像が生成されると、回転装置１６を制御して対象物８０の回転を停止させる。

[0033] 検査部２８は、制御部２６により取得された撮像画像に基づいて、対象物８０の表面に対する検査を行う。検査部２８は、検査を行うための機能部として、画像連結部３０、きず特定部３２、第２方向加算処理部３４、第１方向加算処理部３６、連続きず判定部３８、及び、出力部４４を有する。検査部２８による検査では、検査部２８の各機能部が、制御部２６で取得された複数の撮像画像に対してデータ処理を行うことにより、対象物８０の表面の表面性状についての検査結果を得ることができる。検査結果については、後述する。

[0034] 図３に、複数の撮像画像５０から検査画像５２が生成される一例を示す。画像連結部３０は、撮像装置２０で対象物８０を撮像して得られた各撮像画像５０から、撮像画像５０の一部をなす中心画像領域５０Ａを抽出する。中

心画像領域５０Ａは、撮像画像５０の縦方向（第１方向に対応する方向。例えば、対象物８０を回転させて撮像画像を取得した場合には、撮像装置２０の光軸上における、対象物８０の回転方向に対応する方向）の中心部に位置し、撮像画像５０の横方向（第２方向に対応する方向。例えば、対象物８０を回転させて撮像画像を取得した場合には、対象物８０を回転させる回転軸の方向に対応する方向）の一端から他端まで延びる画像領域である。中心画像領域５０Ａは、撮像装置２０の撮像範囲２０Ａのうちの撮像装置２０の光軸上に位置し、対象物８０の回転軸方向の一端から他端まで延びる撮像領域２０Ａ１に対応した、撮像画像５０上の領域である。なお、制御部２６は、対象物８０の全周分の中心画像領域５０Ａが得られるように、回転する対象物８０の表面を所定のピッチで撮像装置２０に撮像させる。そして、画像連結部３０は、各対象物８０について、対象物８０の全周分の中心画像領域５０Ａを撮像順に連結することで、検査画像５２を生成する。

[0035] 図４及び図５に、複数の対象物８０について得られた検査画像５２の一例を示す。より具体的には、図４及び図５は、形状が同一であるｎ個（ｎ＝１、２、３・・・）の対象物８０について得られた検査画像５２の一例を示している。図４に示す例では、各対象物８０が予め定められた姿勢から回転しており、図５に示す例では、複数の対象物８０に、予め定められた姿勢とは異なる姿勢から回転している対象物８０（一例として、ｎ＝２の対象物８０）が含まれている。

[0036] 後述するように、磁粉探傷検査では、対象物８０が予め定められた姿勢から回転していることを前提にして、検査画像５２の座標に基づいて磁粉きずの位置が特定される。したがって、対象物８０が予め定められた姿勢とは異なる姿勢から回転している場合、検査画像５２上での磁粉きずの位置と対象物８０の表面上での磁粉きずの位置との間にずれが生じるため、磁粉きずの正しい位置を特定することができない。

[0037] そこで、検査を行う前には、対象物８０が予め定められた姿勢から回転を開始することができるように、対象物８０を設置する際の対象物８０の姿勢

（上下、左右、回転角）が、予め決められた所定の姿勢となるように、調整が行われる。例えば、回転装置１６に設けられたロータリエンコーダ等によって対象物８０の回転角度を検出し、制御部２６により、検出結果に基づいて回転装置１６を制御することで、対象物８０を予め定められた姿勢から回転を開始させるようにしてもよい。また、対象物８０が、円柱状である等対称性の高い形状ではなく、非対称性形状により偏った重心を持った形状である場合等であれば、対象物８０の左右を揃えた後、対象物８０を回転可能に保持しさえすれば、対象物８０の重心の偏りにより、対象物８０が自ら重心が下になるような配置へと動くので、そうした変化後の姿勢から回転を開始させるようにすることもでき、姿勢の調整作業を省力化することができる。このようにして、対象物８０を予め定められた姿勢から回転させることにより、検査画像５２の始端５２Ａ及び終端５２Ｂにそれぞれ対応する対象物８０の位置を、複数の検査画像５２で揃えることができるので、各検査画像５２の座標に基づいて磁粉きずの位置を特定することが可能になる。

[0038] 図６に、ｎ個（一例として、ｎ＝９）の検査画像５２の一例を示す。図６に示す例では、ｎ個の対象物８０についてのｎ個の検査画像５２が示されており、各検査画像５２には、疑似模様部５４が像として表れている。磁粉探傷検査においては、対象物８０の形状変化部や肌性状によって磁粉液が滞留し、滞留した磁粉液がきずと同様の指示模様（すなわち、疑似模様）を示す場合がある。こうした疑似模様は、対象物８０の表面のきずといった有害な欠陥（の漏洩磁束）に起因するものではないため、対象物８０の品質上は無害なものである。疑似模様部５４は、疑似模様を示す部位である。一例として、疑似模様部５４は、四角柱である対象物８０の側面同士を繋ぐ角部に生じている。

[0039] 疑似模様部５４は、対象物８０の特定の部位に発生する。このため、対象物８０の設計形状に基づいて、疑似模様部５４の位置を特定することが可能である。また、上述のように、検査画像５２の始端５２Ａ及び終端５２Ｂにそれぞれ対応する対象物８０の位置を、複数の検査画像５２で揃えることに

より、疑似模様部５４の位置に対応する検査画像５２の座標が各検査画像５２で一定になる。このため、対象物８０上での疑似模様部５４の位置に基づいて、検査画像５２上に、疑似模様部５４が発生した画像領域である疑似模様領域５６を設定することが可能である。

[0040] きず特定部３２は、撮像画像５０に基づく検査画像５２毎に、検査画像５２に写ったきずを特定する。より具体的には、きず特定部３２は、はじめに、対象物８０の形状に関するデータを取得し、対象物８０の形状に基づいて、対象物８０上での疑似模様部５４の位置を特定する。対象物８０の形状に関するデータは、処理装置２４に予め記憶されていてもよく、外部から処理装置２４に付与されてもよい。そして、きず特定部３２は、特定した対象物８０上での疑似模様部５４の位置に基づいて、疑似模様部５４が発生した画像領域である疑似模様領域５６を検査画像５２上に設定する。

[0041] 次に、きず特定部３２は、検査画像５２のうちの疑似模様領域５６を除く有効画像領域を検査領域５８として設定する。そして、きず特定部３２は、検査領域５８に対して所定の画像処理を実行する。具体的には、きず特定部３２は、検査領域５８に対して、シェーディング及びスムージング等の所定の前処理を実行する。また、きず特定部３２は、前処理後の検査領域５８を、所定の閾値に基づいて２値化する。閾値は、対象物８０の種類等に基づいて予め実験的に定めておいてよい。そして、きず特定部３２は、２値化後の検査領域５８から、所定の処理によりノイズ成分を除外する。これにより、検査領域５８から磁粉きず６０の部分が抽出される。

[0042] 図６に示す例では、ｎ＝１、３、５、７、９の検査画像５２に磁粉きず６０が像として表れている。磁粉きず６０は、対象物８０の品質上有害なきずであり、単発きず又は連続きずの可能性があるが、この時点では、磁粉きず６０が単発きずなのか連続きずなのかの判断はついていない。設備に生じた異常等による連続きずを有する対象物８０が作り続けられることを抑制するためにも、連続きずの早期発見が求められる。なお、磁粉きず６０は、本開示のきずの一例である。

[0043] きず特定部３２は、検査画像５２に基づいて、対象物８０の表面のうちの疑似模様領域５６以外の領域に写った、磁粉きず６０を特定する。すなわち、きず特定部３２は、検査画像５２のうちの検査領域５８に磁粉きず６０が像として表れているか否かを判定し、検査画像５２内の磁粉きず６０の存在や、位置や、大きさ等を特定する。磁粉きず６０は、例えば、検査画像５２に像として表れる磁粉きず６０の検査画像５２上での輝度値や座標、回転装置１６のロータリエンコーダ等から得られるピッチ、対象物８０のサイズ等の情報等に基づいて特定される。

[0044] 制御部２６は、きず特定部３２によって検査画像５２に写った磁粉きず６０を特定し、特定した磁粉きず６０に関する情報（存在、位置、大きさ等）を、処理装置２４に記憶させる。

[0045] また、制御部２６は、磁粉きず６０の位置にマーキングを行うようにマーキング装置２２を制御する。具体的には、制御部２６は、処理装置２４に記憶された磁粉きず６０の位置をマーキング装置２２へ通知し、磁粉きず６０の位置へマーキングを行うようにマーキング装置２２を制御する。

[0046] 第２方向加算処理部３４は、きず特定部３２で特定されたきずの、検査画像５２における第２方向に対応する方向の画素値を、複数の検査画像５２について、第２方向に対応する方向に加算する。図７に、複数の検査画像５２と第１きず画像６２の一例を示す。図７では、ｎ個（一例として、ｎ＝８）の検査画像５２と、検査画像５２に基づいて生成された第１きず画像６２の一例が示されている。第２方向加算処理部３４は、きず特定部３２によって対象物８０の表面の磁粉きず６０が特定された場合に、ｎ個の検査画像５２を第２方向に対応する方向に並べて、それらの各検査画像５２に写ったきずの輝度値を、第２方向に対応する方向に向けて加算し、加算した結果を示す第１きず画像６２を生成する。なお、以下の説明では、第２方向が対象物８０を回転させる際の回転軸の軸方向であり、第２方向に対応する方向が検査画像５２（又は撮像画像５０）における横方向である場合、即ち、第１方向が対象物８０を回転させる際の周方向であり、第１方向に対応する方向が検

査画像５２（又は撮像画像５０）における縦方向である場合を、例に挙げて説明する。

[0047] 図７に示す例では、きず特定部３２で特定されたきずとして、ｎ＝３、５、６の検査画像５２に磁粉きず６０としての単発きず６６が像として表れている。第２方向加算処理部３４は、ｎ＝３の検査画像５２に像として表れている単発きず６６に対応する画素値と、ｎ＝５の検査画像５２に像として表れている単発きず６６に対応する画素値と、ｎ＝６の検査画像５２に像として表れている単発きず６６に対応する画素値を第２方向（軸方向）に対応する方向に向けて加算して、第１きず画像６２を生成する。第１きず画像６２は、第１方向に対応する方向については処理が行われず、単に第２方向に対応する方向に加算しただけのものであるため、第１きず画像６２は、磁粉きず６０の第１方向の位置（周方向位置）に関する情報を含んでいる。

[0048] 第２方向加算処理部３４は、検査画像５２における第２方向に対応する方向の画素値を加算する際に、磁粉きず６０の大きさに関わらずに、検査画像５２における磁粉きず６０の大きさ（即ち、磁粉きず６０に対応する画素値が入った画素の幅方向のサイズ）を、予め決められた所定の大きさ（以下では、きず幅長とも称する）に変換したうえで、加算を行うようにしてもよい。具体的には、例えば、検査画像５２に、対象物８０の軸方向における長さが３０ピクセルの磁粉きず６０と、２ピクセルの磁粉きず６０が像として表れている場合でも、第１きず画像６２の長さが５ピクセル等に統一される。また、例えば、検査画像５２に、対象物８０の周方向における幅が８ピクセルの磁粉きず６０と、２ピクセルの磁粉きず６０が像として表れている場合でも、第１きず画像６２の幅が６ピクセル等に変換される。なお、大きさを変換後の第１きず画像６２の位置は、磁粉きず６０の重心位置を基準に設定される。こうすることで、加算して得られた加算値を、磁粉きず６０の幅方向の大きさに依存させず、対応する位置に現れた磁粉きず６０の数に依存させることができるようになる。

[0049] 図８に、複数の検査画像５２と第２きず画像６４の一例を示す。図８では

、ｎ個（一例として、ｎ＝８）の検査画像５２と、検査画像５２に基づいて生成された第２きず画像６４の一例が示されている。第１方向加算処理部３６は、第１きず画像６２と同様に、ｎ個の検査画像５２を第１方向に対応する方向に並べて、それらの各検査画像５２に写ったきずの輝度値を、第１方向に対応する方向に向けて加算し、加算した結果を示す第２きず画像６４を生成する。

[0050] 図８に示す例は、図７に示す例と同じ例であり、きず特定部３２で特定されたきずとして、ｎ＝３、５、６の検査画像５２に単発きず６６が像として表れている。第１方向加算処理部３６は、ｎ＝３の検査画像５２に像として表れている単発きず６６に対応する画素値と、ｎ＝５の検査画像５２に像として表れている単発きず６６に対応する画素値と、ｎ＝６の検査画像５２に像として表れている単発きず６６に対応する画素値を第１方向（周方向）に対応する方向に向けて加算して、第２きず画像６４を生成する。第２きず画像６４は、第２方向に対応する方向については処理が行われず、単に第１方向に対応する方向に加算しただけのものであるため、第２きず画像６４は、磁粉きず６０の第２方向の位置（軸方向位置）に関する情報を含んでいる。

[0051] 第１方向加算処理部３６は、検査画像５２における第１方向に対応する方向の画素値を加算する際に、磁粉きず６０の大きさに関わらずに、検査画像５２における磁粉きず６０の大きさ（即ち、磁粉きず６０に対応する画素値が入った画素の周方向のサイズ）を、予め決められた所定の大きさ（以下では、きず周長とも称する）に変換したうえで、加算を行うようにしてもよい。具体的には、例えば、検査画像５２に、対象物８０の周方向における幅が６ピクセルの磁粉きず６０と、２ピクセルの磁粉きず６０が像として表れている場合でも、第２きず画像６４の幅が３ピクセル等に統一される。また、例えば、検査画像５２に、対象物８０の軸方向における長さが６０ピクセルの磁粉きず６０と、１０ピクセルの磁粉きず６０が像として表れている場合でも、第２きず画像６４の長さが２０ピクセル等に変換される。なお、大きさを変換後の第２きず画像６４の位置は、磁粉きず６０の重心位置を基準に

設定される。こうすることで、加算して得られた加算値を、磁粉きず６０の周方向の大きさに依存させず、対応する位置に現れた磁粉きず６０の数に依存させることができるようになる。

[0052] 図９に、複数の検査画像５２と第１きず画像６２の一例を示す。図９は、ｎ個（一例として、ｎ＝８）の検査画像５２と、検査画像５２に基づいて生成された第１きず画像６２のその他の一例を示しており、図７、図８に示す例に対して、ｎ＝６、７、８の検査画像５２に磁粉きず６０としての連続きず６８が像として表れている例である。連続きず６８は、ｎ＝６、７、８の対象物８０の表面の同じ位置に連続して形成されている。

[0053] 図９に示す例では、第２方向加算処理部３４は、単発きず６６に対応する第１きず画像６２に加えて、ｎ＝６の検査画像５２に像として表れている連続きず６８に対応する画素値と、ｎ＝７の検査画像５２に像として表れている連続きず６８に対応する画素値と、ｎ＝８の検査画像５２に像として表れている連続きず６８に対応する画素値を第２方向に向けて加算して、第１きず画像６２を生成する。

[0054] 図９では、ｎ＝６、７、８の検査画像５２に像として表れている連続きず６８に対応する画素値が加算されることにより、図７に示す例ではなかった加算値が、棒グラフ７０によって示されている。

[0055] ここで、軸方向に対応する方向に加算して得られた加算値（軸方向加算値）及び軸方向閾値について説明する。軸方向に対応する方向に加算して得られた加算値は、加算された磁粉きず６０の軸方向の総ピクセル数に相当する。図９では、加算された第１きず画像６２によって示される棒グラフ７０の長さによって軸方向に対応する方向に加算して得られた加算値が示されている。軸方向閾値は、連続きず６８が発生したことを判定するために用いられる閾値である。つまり、軸方向に対応する方向に加算して得られた加算値が軸方向閾値を超えると、連続きず６８が発生している可能性がある。図９に示す例では、軸方向閾値が、第１きず画像６２における棒グラフの２画素以上３画素未満の値に設定されている。軸方向閾値の具体的な値については、

任意に設定することが可能である。

[0056] 上述の通り、第１きず画像６２を生成する際には、磁粉きず６０の大きさ（検査画像５２における磁粉きず６０の幅方向に対応する方向の長さ）に関わらずに、磁粉きず６０の検査画像５２における大きさを、予め決められた所定の大きさにしてから生成することができる。これにより、磁粉きず６０の長さが異なったり、検査画像５２にノイズが生じたりした場合でも、影響を受けずに、磁粉きず６０の数に応じた軸方向に対応する方向の加算値を得ることができる。

[0057] 図１０に、複数の検査画像５２と第２きず画像６４の一例を示す。図１０は、図９に示す例と同じ例を用い、ｎ個（一例として、ｎ＝８）の検査画像５２と、検査画像５２に基づいて生成された第２きず画像６４のその他の一例を示しており、ｎ＝６、７、８の検査画像５２に磁粉きず６０としての連続きず６８が像として表れている。

[0058] 図１０に示す例では、第１方向加算処理部３６は、単発きず６６に対応する第２きず画像６４に加えて、ｎ＝６の検査画像５２に像として表れている連続きず６８に対応する画素値と、ｎ＝７の検査画像５２に像として表れている連続きず６８に対応する画素値と、ｎ＝８の検査画像５２に像として表れている連続きず６８に対応する画素値を第１方向に向けて加算して、第２きず画像６４を生成する。

[0059] 図１０では、ｎ＝６、７、８の検査画像５２に像として表れている連続きず６８に対応する画素値が加算されることにより、図８に示す例ではなかった加算値が、棒グラフ７２Ａによって示されている。

[0060] また、ｎ＝３、５の検査画像５２に像として表れている単発きず６６は、互いに形状が異なるが、対象物８０の軸方向の同じ位置に形成されている。図１０では、ｎ＝３、５の検査画像５２に像として表れている単発きず６６に対応する画素値が加算されることにより、棒グラフ７２Ｂが示されている。

[0061] ここで、周方向に対応する方向に加算して得られた加算値（周方向加算値

）及び周方向閾値について説明する。周方向に対応する方向に加算して得られた加算値は、加算された磁粉きず６０の周方向の総ピクセル数に相当する。図１０では、加算された第２きず画像６４によって示される棒グラフ７２Ａ、７２Ｂの長さによって周方向に対応する方向に加算して得られた加算値が示されている。周方向閾値は、連続きず６８が発生したことを判定するために用いられる閾値である。つまり、周方向に対応する方向に加算して得られた加算値が周方向閾値を超えると、連続きず６８が発生している可能性がある。図１０に示す例では、周方向閾値が、第２きず画像６４における棒グラフの２画素以上３画素未満の値に設定されている。周方向閾値の具体的な値については、任意に設定することが可能である。

[0062] 上述の通り、第２きず画像６４を生成する際には、磁粉きず６０の大きさ（検査画像５２における磁粉きず６０の周方向に対応する方向の長さ）に関わらずに、磁粉きず６０の検査画像５２における大きさを、予め決められた所定の大きさにしてから生成することができる。これにより、磁粉きず６０の幅が異なったり、検査画像５２にノイズが生じたりした場合でも、影響を受けずに、磁粉きず６０の数に応じた周方向に対応する方向の加算値を得ることができる。

[0063] 図１１に、複数の検査画像５２と第１きず画像６２の一例を示す。図１１では、ｎ個（一例として、ｎ＝８）の検査画像５２と、検査画像５２に基づいて生成された第１きず画像６２のその他の一例２を示しており、図７から図１０に示す例とは異なる例であり、ｎ＝３、５、６の検査画像５２に単発きず６６が像として表れ、ｎ＝１、５、８の検査画像５２に連続きず６８が像として表れている。

[0064] 図１１に示す例では、第２方向加算処理部３４は、上記と同様に、単発きず６６に対応する画素値と、連続きず６８に対応する画素値を第２方向に向けて加算して、第１きず画像６２を生成する。図１１では、ｎ＝５の検査画像５２に像として表れている単発きず６６に対応する画素値と、ｎ＝１、５、８の検査画像５２に像として表れている連続きず６８に対応する画素値と

が加算されることにより、図７及び図９に示す例ではなかった加算値が、棒グラフ７０によって示されている。

[0065] 図１２に、複数の検査画像５２と第２きず画像６４の一例を示す。図１２では、ｎ個（一例として、ｎ＝８）の検査画像５２と、検査画像５２に基づいて生成された第２きず画像６４のその他の一例２を示しており、図１１に示す例と同じ例であり、ｎ＝３、５、６の検査画像５２に単発きず６６が像として表れ、ｎ＝１、５、８の検査画像５２に連続きず６８が像として表れている。

[0066] 図１２に示す例では、第１方向加算処理部３６は、上記と同様に、単発きず６６に対応する画素値と、連続きず６８に対応する画素値を第１方向に向けて加算して、第２きず画像６４とを生成する。図１２では、ｎ＝６の検査画像５２に像として表れている単発きず６６に対応する画素値と、ｎ＝１、５、８の検査画像５２に像として表れている連続きず６８に対応する画素値とが加算されることにより、図８及び図１０に示す例ではなかった加算値が、棒グラフ７２によって示されている。

[0067] 連続きず判定部３８は、第２方向加算処理部３４における加算結果と、第１方向加算処理部３６における加算結果とに基づいて、対象物８０の表面に、偶発的に発生する単発きずが発生しているか、連続して発生する連続きずが発生しているか、を判定する。より具体的には、連続きず判定部３８は、第２方向加算処理部３４で加算された軸方向に対応する方向の加算値と、第１方向加算処理部３６で加算された周方向に対応する方向の加算値とに基づいて、特に、複数の対象物８０に連続して連続きず６８が発生しているか否かを判定する。具体的には、連続きず判定部３８は、各軸方向に対応する方向の加算値と軸方向閾値とを比較し、各周方向に対応する方向の加算値と周方向閾値とを比較する。そして、連続きず判定部３８は、各軸方向に対応する方向の加算値が軸方向閾値を下回っているか、又は、各周方向に対応する方向の加算値が周方向閾値を下回っている場合には、連続きず６８が発生していないと判定する。一方、連続きず判定部３８は、軸方向閾値を上回って

いる軸方向に対応する方向の加算値があり、かつ、周方向閾値を上回っている周方向に対応する方向の加算値がある場合には、連続きず６８が発生していると判定する。

[0068] 例えば、図７、図８に示す例では、各周方向に対応する方向の加算値が周方向閾値を下回っているか、又は、各軸方向に対応する方向の加算値も軸方向閾値を下回っているので、連続きず判定部３８は、連続きず６８が発生していないと判定する。一方、図９から図１２に示す例では、軸方向閾値を上回っている軸方向に対応する方向の加算値があり、かつ、周方向閾値を上回っている周方向に対応する方向の加算値があるので、連続きず判定部３８は、連続きず６８が発生していると判定する。

[0069] なお、例えば、図１１で、ｎ＝１及び８の検査画像５２に連続きず６８がなく、ｎ＝５の検査画像５２に単発きず６６が４個並んで発生する場合も、軸方向加算値は閾値を超える。このとき同時に、図１２のように周方向加算値も併せて確認すると、周方向加算値は閾値を超えないので、磁粉きず６０が連続きず６８ではないことが判断できる。つまり、磁粉きず６０が連続きず６８であることを特定するためには、軸方向閾値を上回っている軸方向に対応する方向の加算値があり、かつ、周方向閾値を上回っている周方向に対応する方向の加算値があることが要求される。

[0070] ところで、きず特定部３２によって対象物８０の表面に磁粉きず６０があると判定され、その後に、連続きず判定部３８によって連続きず６８が発生していると判定された場合には、対象物８０の表面の磁粉きず６０が連続きず６８であると判別されたことになる。一方、きず特定部３２によって対象物８０の表面に磁粉きず６０があると判定され、その後に、連続きず判定部３８によって連続きず６８が発生していないと判定された場合には、対象物８０の表面の磁粉きず６０が連続きず６８ではない、すなわち、磁粉きず６０が単発きず６６であると判別されたことになる。よって、連続きず判定部３８を、磁粉きず６０が単発きず６６であるか又は連続きず６８であるかを判別する判別部として捉えることが可能である。

[0071] 出力部４４（連続きず位置出力部）は、連続きず判定部３８によって連続きず６８が発生していると判定された場合に、軸方向に対応する方向の加算値と、周方向に対応する方向の加算値と、第１きず画像６２が示す磁粉きず６０の周方向位置と、第２きず画像６４が示す磁粉きず６０の軸方向位置とに基づいて、連続きず６８の位置を特定する。具体的には、出力部４４は、軸方向に対応する方向の加算値が軸方向閾値を上回っている棒グラフ７０に基づいて、連続きず６８の周方向位置を特定し、周方向に対応する方向の加算値が周方向閾値を上回っている棒グラフ７２に基づいて、連続きず６８の軸方向位置を特定する。

[0072] 図１３に、複数の検査画像５２に基づいて特定された連続きず６８の位置の一例を示す。図１３では、ｎ個（一例として、ｎ＝８）の検査画像５２に基づいて特定された連続きず６８の位置の一例を示す。図１３に示す例は、図１１、図１２に示す例と同じ例である。図１３に示すように、連続きず６８の周方向位置と、連続きず６８の軸方向位置とが重複する位置が、連続きず６８の位置として特定される。そして、出力部４４は、連続きず判定部３８によって連続きず６８が発生していると判定された結果と、連続きず６８の位置とを含む検査結果を外部に出力する。

[0073] なお、出力部４４は、連続きず判定部３８によって連続きず６８があると判定された対象物８０を特定し、特定した対象物８０と、特定した連続きず６８の位置とを検査結果に含めてもよい。また、出力部４４は、連続きず６８が発生した旨の異常を警告する警告情報を検査結果に含めてもよい。

[0074] 図１４に、処理装置２４のハードウェア構成の一例を示す。処理装置２４は、コンピュータによって構成される。処理装置２４は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）９０、メモリ９２、記憶装置９４、入力装置９６、出力装置９８、記憶媒体読取装置１００、及び通信Ｉ／Ｆ（Interface）１０２を有する。各構成は、バス１０４を介して相互に通信可能に接続されている。

[0075] 記憶装置９４には、表面検査処理を実行するためのプログラムが格納されている。ＣＰＵ９０は、中央演算処理ユニットであり、各種プログラムを実

行したり、各構成を制御したりする。すなわち、ＣＰＵ９０は、記憶装置９４からプログラムを読み出し、メモリ９２を作業領域としてプログラムを実行する。ＣＰＵ９０は、記憶装置９４に記憶されているプログラムに従って、上記各構成の制御及び各種の演算処理を行う。

[0076] メモリ９２は、ＲＡＭ（Random Access Memory）により構成され、作業領域として一時的にプログラム及びデータを記憶する。記憶装置９４は、ＲＯＭ（Read Only Memory）、ＨＤＤ（Hard Disk Drive）、又はＳＳＤ（Solid State Drive）等により構成され、オペレーティングシステムを含む各種プログラム及び各種データを格納する。

[0077] 入力装置９６は、例えば、キーボードやマウス等の、各種の入力を行うための装置である。出力装置９８は、例えば、ディスプレイやプリンタ等の、各種の情報を出力するための装置である。出力装置９８として、タッチパネルディスプレイを採用することにより、入力装置９６として機能させてもよい。

[0078] 記憶媒体読取装置１００は、ＣＤ（Compact Disc）－ＲＯＭ、ＤＶＤ（Digital Versatile Disc）－ＲＯＭ、ブルーレイディスク、又はＵＳＢ（Universal Serial Bus）メモリ等の各種の記憶媒体に記憶されたデータの読み込みや、記憶媒体に対するデータの書き込み等を行う。通信Ｉ／Ｆ１０２は、他の機器と通信するためのインターフェースである。通信Ｉ／Ｆ１０２には、例えば、イーサネット（登録商標）、ＦＤＤＩ、又はＷｉ－Ｆｉ（登録商標）等の規格のインターフェースが用いられる。

[0079] ＣＰＵ９０、メモリ９２、及び記憶装置９４によってコンピュータが構成される。コンピュータは、処理装置２４の一部の動作を制御するサブコンピュータとして構成されてもよいし、処理装置２４の全体の動作を制御するメインコンピュータとして構成されてもよい。コンピュータの一部又は全部には、例えば、ＬＳＩ（Large Scale Integration）等の集積回路又はＩＣ（Integrated Circuit）チップセットが用いられてもよい。コンピュータの集積化には、ＬＳＩに限らず、専用回路又はプロセッサが用いられてもよい。ま

た、ここで言うプロセッサは、広義的なプロセッサであり、汎用的なプロセッサでもよいし、ＧＰＵ（Graphics Processing Unit）、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）、又はＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）などの専用のプロセッサを含むものでもよい。また、プロセッサの動作は、１つのプロセッサによって成すのみでなく、物理的に離れた位置に存在する複数のプロセッサが協働して成すものであってもよい。

[0080] （表面検査方法の説明）

図１５に、処理装置２４のＣＰＵ９０により実行される表面検査処理の流れの一例を示す。ＣＰＵ９０が記憶装置９４から表面検査処理を実行するためのプログラムを読み出して、メモリ９２に展開して実行することにより、ＣＰＵ９０が処理装置２４の各機能部として機能し、表面検査処理が実行される。これにより、表面検査装置１０において表面検査方法が実行される。表面検査方法では、先ず、対象物８０が表面検査装置１０に搬入される。

[0081] 次に、ステップＳ１０で、制御部２６が、磁化装置１２及び磁粉付着装置１４を制御することで稼働させる。これにより、磁化装置１２が、対象物８０を磁化する磁化ステップを実行し、磁粉付着装置１４が、磁化装置１２により磁化された対象物８０に磁粉液を塗布して磁粉を付着させる磁粉付着ステップを実行する。

[0082] 次に、ステップＳ１２で、制御部２６が、照明装置１８を制御することでオンにする。これにより、照明装置１８が、対象物８０を含む空間を紫外線で照明する照明ステップを実行する。

[0083] 次に、ステップＳ１４で、制御部２６が、回転装置１６を制御することで稼働させる。これにより、回転装置１６が、対象物８０の中心軸を回転軸として対象物８０を回転させる回転ステップを実行する。

[0084] 次に、ステップＳ１６で、制御部２６が、対象物８０の回転の所定の周期に合わせて、対象物８０の表面を撮像するように撮像装置２０を制御する。これにより、撮像装置２０が、照明装置１８により紫外線で照明された空間内において、磁粉が付着した対象物８０の表面を撮像する撮像ステップを実

行する。

[0085] 次に、ステップＳ１８で、画像連結部３０が、各撮像画像５０から中心画像領域５０Ａを抽出し、対象物８０の全周分の中心画像領域５０Ａを撮像順に連結して検査画像５２を生成する画像連結ステップを実行する。これにより、対象物８０毎に検査画像５２が得られる。

[0086] 次に、ステップＳ２０で、きず特定部３２が、対象物８０の表面にある疑似模様部５４の位置を特定し、疑似模様部５４が発生した画像領域である疑似模様領域５６を検査画像５２上に設定する領域設定ステップを実行する。

[0087] 次に、ステップＳ２２で、きず特定部３２が、検査画像５２のうちの疑似模様領域５６を除く有効画像領域を検査領域５８として設定し、検査領域５８に対して所定の画像処理（例えば、所定の前処理、２値化処理、及びノイズ除外処理）を実行する画像処理ステップを実行する。これにより、検査領域５８から磁粉きず６０の部分が抽出される。

[0088] 次に、ステップＳ２４で、きず特定部３２が、検査画像５２のうちの検査領域５８に磁粉きず６０が像として表れているか否かを判定することにより、対象物８０の表面に磁粉きず６０があるか否かを特定するきず特定ステップを実行する。ここで、対象物８０の表面に磁粉きず６０があるときず特定部３２によって判定された場合には、表面検査処理はステップＳ２６に移行する。

[0089] そして、ステップＳ２６で、制御部２６が、検査画像５２上から磁粉きず６０の位置を特定し、特定した磁粉きず６０の位置を記憶装置９４に記憶させる記憶ステップを実行する。

[0090] 次に、ステップＳ２８で、制御部２６が、磁粉きず６０の位置にマーキングを行うようにマーキング装置２２を制御するマーキングステップを実行する。

[0091] 次に、ステップＳ３０で、第２方向加算処理部３４が、検査画像５２に基づいて、磁粉きず６０の周方向位置を示す第１きず画像６２を生成し、第１方向加算処理部３６が、磁粉きず６０の軸方向位置を示す第２きず画像６４

を生成する画像生成ステップを実行する。

[0092] 次に、ステップＳ３２で、第２方向加算処理部３４が、磁粉きず６０の周方向位置が同じである第１きず画像６２の画素値を加算して軸方向に対応する方向の加算値を算出する第２方向加算処理ステップを実行し、第１方向加算処理部３６が、磁粉きず６０の軸方向位置が同じである第２きず画像６４を加算して周方向に対応する方向の加算値を算出する第１方向加算処理ステップを実行する。なお、第２方向加算処理部３４は、磁粉きず６０の周方向位置が同じである第１きず画像６２が生成された場合に、第１きず画像６２の画素値を加算する加算処理を行う。同様に、第１方向加算処理部３６は、磁粉きず６０の軸方向位置が同じである第２きず画像６４が生成された場合に、第２きず画像６４の画素値を加算する加算処理を行う。

[0093] 次に、ステップＳ３４で、連続きず判定部３８が、軸方向に対応する方向の加算値と軸方向閾値とを比較した結果、及び、周方向に対応する方向の加算値と周方向閾値とを比較した結果に基づいて、連続きず６８が発生しているか否かを判定する連続きず判定ステップを実行する。ここで、連続きず６８が発生していると連続きず判定部３８によって判定された場合には、表面検査処理はステップＳ３６に移行する。

[0094] そして、ステップＳ３６で、出力部４４が、連続きず６８の周方向位置及び軸方向位置を特定し、連続きず６８が発生していると判定された結果と、連続きず６８の位置とを含む検査結果を外部に出力する。出力部４４によって検査結果が外部に出力された後、表面検査処理は終了する。

[0095] 一方、上述のステップＳ２４で、きず特定部３２によって、対象物８０の表面に磁粉きず６０がないと判定された場合には、表面検査処理はステップＳ３８に移行する。なお、この場合、対象物８０に磁粉きず６０がないため、対象物８０が表面検査装置１０から次の工程に搬出される。また、上述のステップＳ３４で、連続きず判定部３８によって、連続きず６８が発生していないと判定された場合には、表面検査処理はステップＳ３８に移行する。なお、この場合、対象物８０に連続きず６８がないため、対象物８０が表面

検査装置１０から次の工程に搬出される。

[0096] そして、ステップＳ３８で、ＣＰＵ９０が全数の対象物８０について表面検査が終了したか否かを判定する。全数の対象物８０について表面検査が終了していない場合、表面検査処理はステップＳ１０に移行し、次の対象物８０に対して表面検査が実行される。一方、全数の対象物８０について表面検査が終了した場合、表面検査処理は終了する。

[0097] （表面検査装置１０及び表面検査方法の効果）

以上説明したように、本実施形態では、検査の対象物８０を磁化し、磁化された対象物８０に磁粉液を塗布して磁粉を付着させる。また、対象物８０を含む空間を紫外線で照明し、紫外線で照明された空間内において、磁粉が付着した対象物８０の表面を撮像する。そして、対象物８０の表面を撮像して得られた撮像画像から得られた検査画像５２に基づいて、表面の磁粉きず６０を特定し、検査画像５２に基づいて、磁粉きず６０の周方向に対応する位置を示す第１きず画像６２と、磁粉きず６０の軸方向に対応する位置を示す第２きず画像６４とを生成する。また、磁粉きず６０の周方向位置が同じである磁粉きず６０の画素値を軸方向に対応する方向に加算して軸方向に対応する方向の加算値を算出する。同様に、磁粉きず６０の画素値を周方向に対応する方向に加算して周方向に対応する方向の加算値を算出する。そして、軸方向に対応する方向の加算値が予め設定された軸方向閾値を上回っているか否か、及び、周方向に対応する方向の加算値が予め設定された周方向閾値を上回っているか否かに基づいて、複数の対象物８０に連続して連続きず６８が発生しているか否かを判定する。したがって、軸方向に対応する方向の加算値が軸方向閾値を上回り、かつ、周方向に対応する方向の加算値が周方向閾値を上回ったタイミングで連続きず６８が発生していることを判定できるので、連続きず６８を早期に発見することができる。

[0098] 特に、一体成形品のように、成型工程後の各工程において、成型順とは異なる順番で各工程を進むことにより、連続きず６８の連続性に関する情報が失われる場合であっても、連続きず６８を早期に発見することができるとい

う優れた効果を得ることができる。

[0099] また、第２方向加算処理部３４は、加算処理の前に、磁粉きず６０の大きさ（特に、対象物８０の軸方向における磁粉きず６０の長さ）に関わらず、磁粉きず６０の幅方向に対応する方向の大きさを、予め決められた大きさに変換しておくことができる。これにより、磁粉きず６０の長さが異なったり、検査画像５２にノイズが生じたりした場合であっても、影響を受けずに、磁粉きず６０の数に応じた軸方向に対応する方向の加算値を得ることができる。

[0100] 同様に、第１方向加算処理部３６は、加算処理の前に、磁粉きず６０の大きさ（特に、対象物８０の周方向における磁粉きず６０の幅）に関わらず、磁粉きず６０の周方向に対応する方向の大きさを、予め決められた大きさに変換しておくことができる。これにより、磁粉きず６０の幅が異なったり、検査画像５２にノイズが生じたりした場合でも、影響を受けずに、磁粉きず６０の数に応じた周方向に対応する方向の加算値を得ることができる。

[0101] また、連続きず６８が発生していると判定された場合には、軸方向に対応する方向の加算値と、周方向に対応する方向の加算値と、きず特定部３２で特定された磁粉きず６０の周方向位置と、きず特定部３２で特定された磁粉きず６０の軸方向位置とに基づいて連続きず６８の位置が特定され、連続きず６８の位置が出力される。したがって、連続きず６８の発生を単に早期に発見できるだけでなく、連続きず６８の位置も早期に特定することができる。

[0102] また、対象物８０の形状に基づいて、対象物８０の表面にある疑似模様部５４の位置が特定され、対象物８０の表面のうちの疑似模様領域５６以外の領域について磁粉きず６０があるか否かを判定することができる。したがって、疑似模様部５４を連続きず６８と間違って判定することを防止することができる。

[0103] また、対象物８０は、予め定められた姿勢から回転する。したがって、検査画像５２の始端５２Ａ及び終端５２Ｂにそれぞれ対応する対象物８０の位

置を、複数の検査画像５２で揃えることができる。これにより、各検査画像５２の座標に基づいて磁粉きず６０の位置を特定することができる。

[0104] （変形例）

図１６、図１７に、検査画像５２を補正する場合の変形例を示す。図１６に示す例では、対象物８０が予め定められた姿勢から回転しており、図１７に示す例では、対象物８０が予め定められた姿勢とは異なる姿勢から回転している。対象物８０の表面には、マーカ８２が付与されている。図１６、図１７に示す例では、マーカ８２が対象物８０の側面の隅部に設けられている。マーカ８２は、例えば、蛍光励起発光する材料によって形成される。制御部２６は、対象物８０が一回転以上回転するように、回転装置１６を制御する。これにより、対象物８０が回転している状態で撮像装置２０によって撮像されることにより得られた検査画像５２には、２個のマーカ８２が像として表れる。

[0105] 検査部２８は、追加の機能部として、補正部４６を有する。補正部４６は、検査画像５２内でマーカ８２が予め定められた位置に配置されるように、検査画像５２を補正する。図１６、図１７に示す例では、検査画像５２の始端５２Ａ及び終端５２Ｂにそれぞれマーカ８２が像として表れるように、検査画像５２が補正されている。そして、上述の表面検査処理では、補正された検査画像５２が使用される。

[0106] このように構成されていると、例えば、対象物８０が予め定められた姿勢とは異なる姿勢から回転する場合でも、検査画像５２の始端５２Ａ及び終端５２Ｂにそれぞれ対応する対象物８０の位置を、複数の検査画像５２で揃えることができるので、各検査画像５２の座標に基づいて磁粉きず６０の位置を特定することができる。

[0107] 上記実施形態では、リング状の撮像装置２０が用いられているが、ライン状の撮像装置２０が用いられてもよい。また、一対のライン状の照明装置１８が撮像装置２０の上下にそれぞれ水平に配置されてもよい。また、対象物８０の大きさ及び形状によっては、さらに多方向から照明するように複数の

照明装置１８が配置されてもよい。

[0108] また、対象物８０の表面に対して垂直方向に照明するように照明装置１８が配置されているが、対象物８０の形状又は磁粉きず６０の形態等によっては、この限りではない。また、照明装置１８の形状も、リング状又はライン状に限定されない。

[0109] さらに、対象物８０の形状も四角柱状に限定されるものではない。また、対象物８０の形状によっては、対象物８０を回転させることなく検査画像５２を取得してもよいし、対象物８０を平行移動させながら検査画像５２を取得してもよい。

[0110] また、上記実施形態では、撮像装置２０として、撮像素子が二次元に配列された二次元カメラが用いられているが、撮像素子が一次元に配列された一次元カメラが用いられてもよい。

[0111] また、上記実施形態では、マーキングされた位置を基準に、対象物８０の表面に対して手入れを行ってもよい。また、手入れは、手入れ装置によって行われてもよいし、人手による作業でもよい。

[0112] また、上記実施形態では、軸方向に対応する方向の加算値が軸方向閾値を上回っているか否かの第１判定結果、及び周方向に対応する方向の加算値が周方向閾値を上回っているか否かの第２判定結果に基づいて、連続きず６８が発生しているか否かが判定される。しかしながら、第１判定結果及び第２判定結果のうちのいずれかに基づいて、連続きず６８が発生しているか否かが判定されてもよい。

[0113] 以上、本開示の一例について説明したが、本開示は、上記に限定されるものでなく、上記以外にも、その主旨を逸脱しない範囲内において種々変形して実施可能であることは勿論である。

[0114] なお、日本国特許特願２０２３－０１６４１６の開示はその全体が参照により本明細書に取り込まれる。

符号の説明

[0115] １０ 表面検査装置

１２　磁化装置

１４　磁粉付着装置

１６　回転装置

１８　照明装置

２０　撮像装置

２０Ａ　撮像範囲

２０Ａ１　撮像領域

２２　マーキング装置

２４　処理装置

２６　制御部

２８　検査部

３０　画像連結部

３２　きず特定部

３４　第２方向加算処理部

３６　第１方向加算処理部

３８　連続きず判定部

４４　出力部

４６　補正部

５０　撮像画像

５０Ａ　中心画像領域

５２　検査画像

５２Ａ　始端

５２Ｂ　終端

５４　疑似模様部

５６　疑似模様領域

５８　検査領域

６２　第１きず画像

６４　第２きず画像

８０　対象物

８２　マーカ

請求の範囲

[請求項1] 対象物の表面の性状を検査する表面検査装置であって、

前記対象物を磁化する磁化部と、

磁化された前記対象物に磁粉液を塗布して、前記対象物に磁粉を付着させる磁粉付着部と、

磁粉が付着した前記対象物に紫外線を照射する照明部と、

紫外線で励起発光した磁粉が付着した前記対象物の、第１方向に沿った複数の位置を撮像することで、複数の撮像画像を生成する撮像部と、

前記撮像画像に基づいて、前記対象物の表面の性状を検査する検査部と、

を有し、

前記検査部は、

前記撮像画像に基づく検査画像毎に、前記検査画像に写ったきずを特定するきず特定部と、

前記きず特定部で特定されたきずの、前記検査画像における前記第１方向と直交する第２方向に対応する方向の画素値を、複数の前記検査画像について、前記第２方向に対応する方向に加算する、第２方向加算処理部と、

前記きず特定部で特定されたきずの、前記検査画像における前記第１方向に対応する方向の画素値を、複数の前記検査画像について、前記第１方向に対応する方向に加算する、第１方向加算処理部と、

前記第２方向加算処理部における加算結果と、前記第１方向加算処理部における加算結果とに基づいて、前記対象物の表面に、偶発的に発生する単発きずが発生しているか、連続して発生する連続きずが発生しているか、を判定する連続きず判定部と、

を有する、表面検査装置。

[請求項2] 前記第２方向加算処理部は、前記きず特定部で特定されたきずの、

前記検査画像における前記第２方向に対応する方向のサイズを、所定の大きさであるきず幅長としたうえで、加算し、

前記第１方向加算処理部は、前記きず特定部で特定されたきずの、前記検査画像における前記第１方向に対応する方向のサイズを、所定の大きさであるきず周長としたうえで、加算する、請求項１に記載の表面検査装置。

[請求項3] 前記連続きず判定部で、連続きずが発生していると判定された場合に、

前記きず特定部で特定されたきずの位置と、前記第２方向加算処理部における加算結果と、前記第１方向加算処理部における加算結果とに基づいて、前記連続きずの位置を特定して出力する連続きず位置出力部を有する、請求項１又は請求項２に記載の表面検査装置。

[請求項4] 前記対象物を、前記第２方向に平行な回転軸を中心に回転させる回転部を有し、

前記撮像部は、前記回転部で前記対象物を回転させながら、前記対象物の、前記第１方向に沿った複数の位置を撮像することで、前記複数の撮像画像を生成する、請求項１から請求項３のいずれか一項に記載の表面検査装置。

[請求項5] 対象物の表面の性状を検査する表面検査方法であって、

前記対象物を磁化する磁化部と、

磁化された前記対象物に磁粉液を塗布して、前記対象物に磁粉を付着させる磁粉付着部と、

磁粉が付着した前記対象物に紫外線を照射する照明部と、

紫外線で励起発光した磁粉が付着した前記対象物の、第１方向に沿った複数の位置を撮像することで、複数の撮像画像を生成する撮像部と、

前記撮像画像に基づいて、前記対象物の表面の性状を検査する検査部と、

を有する表面検査装置を用い、

前記検査部を用いて、

前記撮像画像に基づく検査画像毎に、前記検査画像に写ったきずを特定するきず特定ステップと、

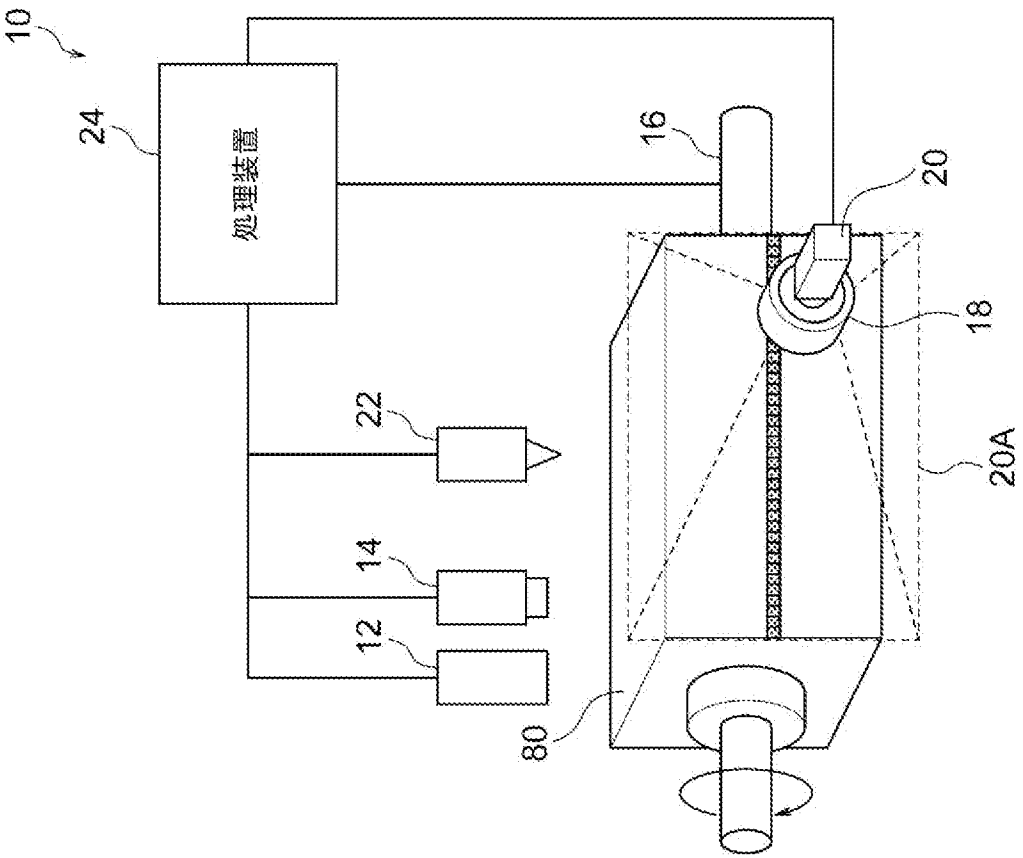
前記きず特定部で特定されたきずの、前記検査画像における前記第１方向と直交する第２方向に対応する方向の画素値を、複数の前記検査画像について、前記第２方向に対応する方向に加算する、第２方向加算処理ステップと、

前記きず特定部で特定されたきずの、前記検査画像における前記第１方向に対応する方向の画素値を、複数の前記検査画像について、前記第１方向に対応する方向に加算する、第１方向加算処理ステップと、

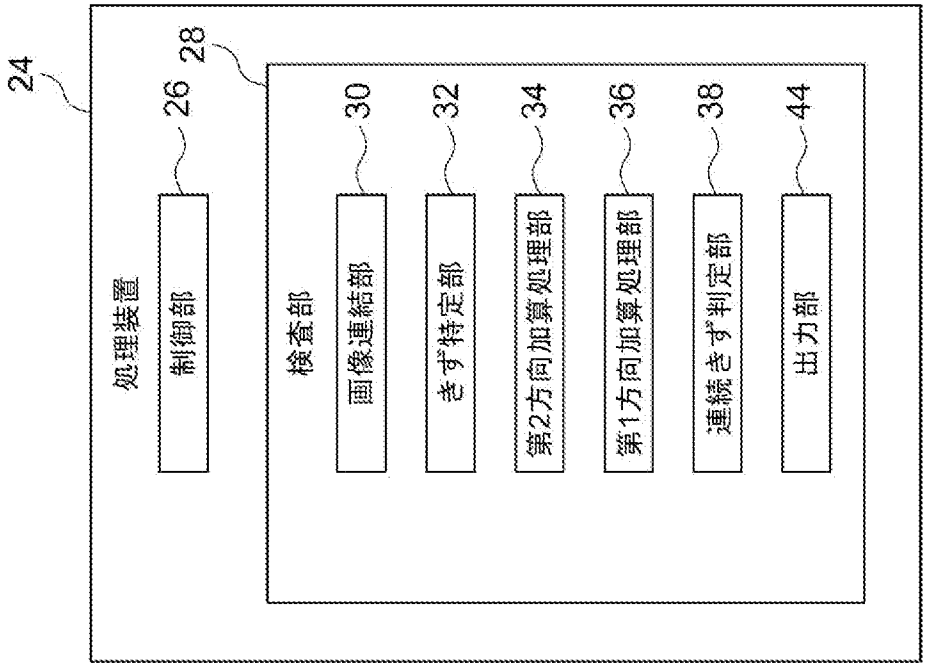
前記第２方向加算処理ステップにおける加算結果と、前記第１方向加算処理ステップにおける加算結果とに基づいて、前記対象物の表面に、偶発的に発生する単発きずが発生しているか、連続して発生する連続きずが発生しているか、を判定する連続きず判定ステップと、

を有する、表面検査方法。

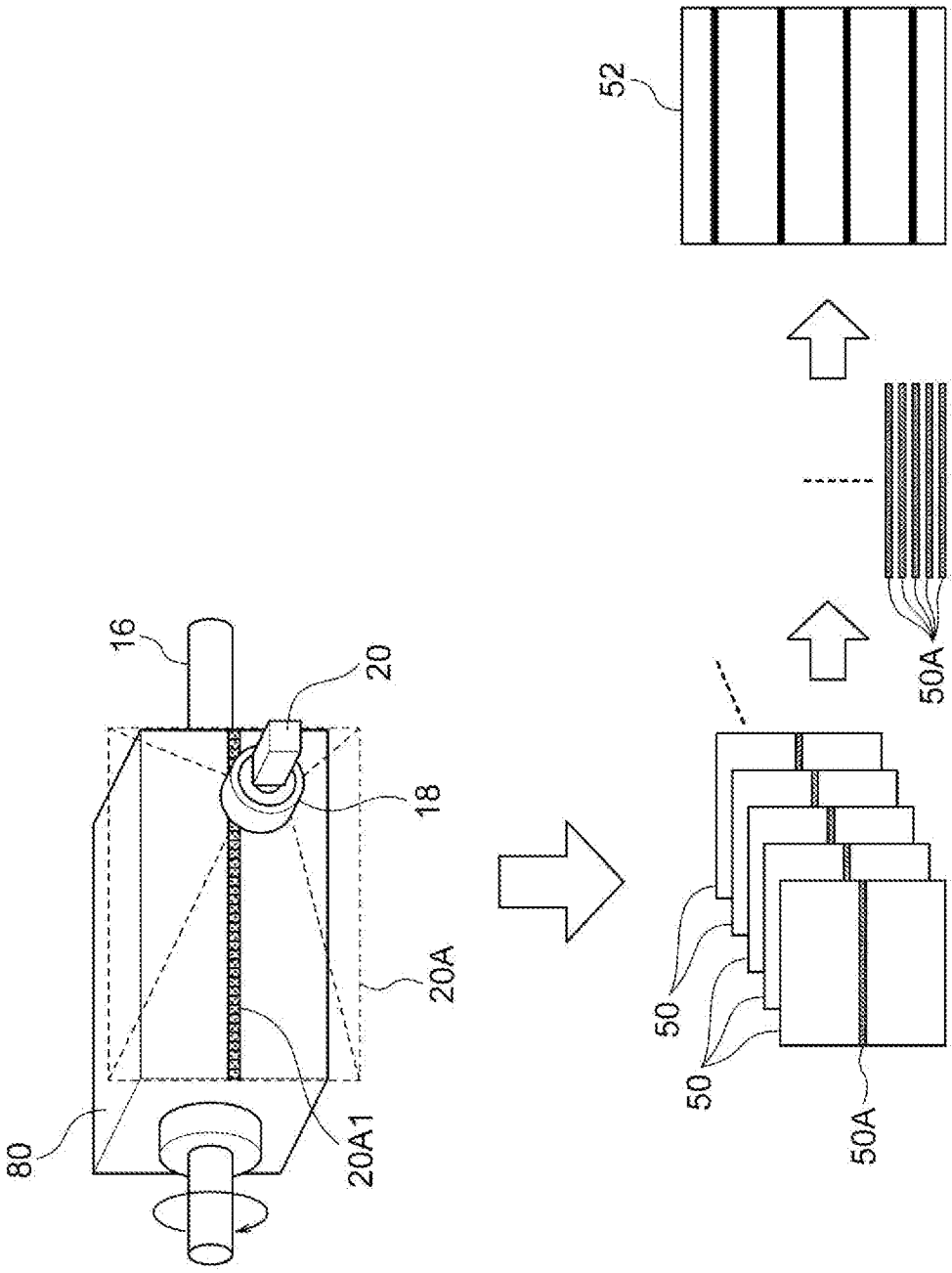
[図1]



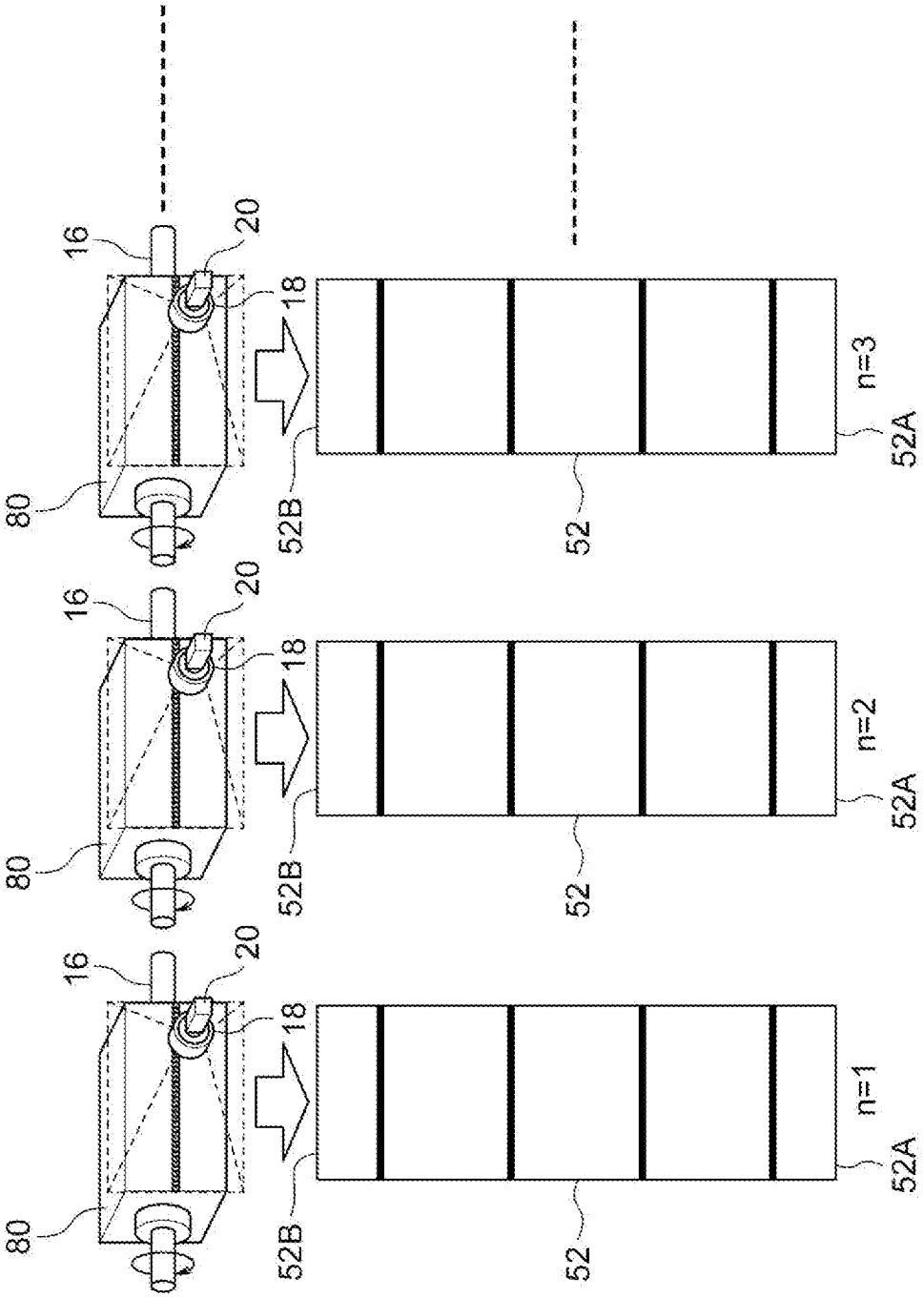
[図2]


24
処理装置
26
制御部
28
検査部
30
画像連結部
32
きず特定部
34
第2方向加算処理部
36
第1方向加算処理部
38
連続きず判定部
44
出力部

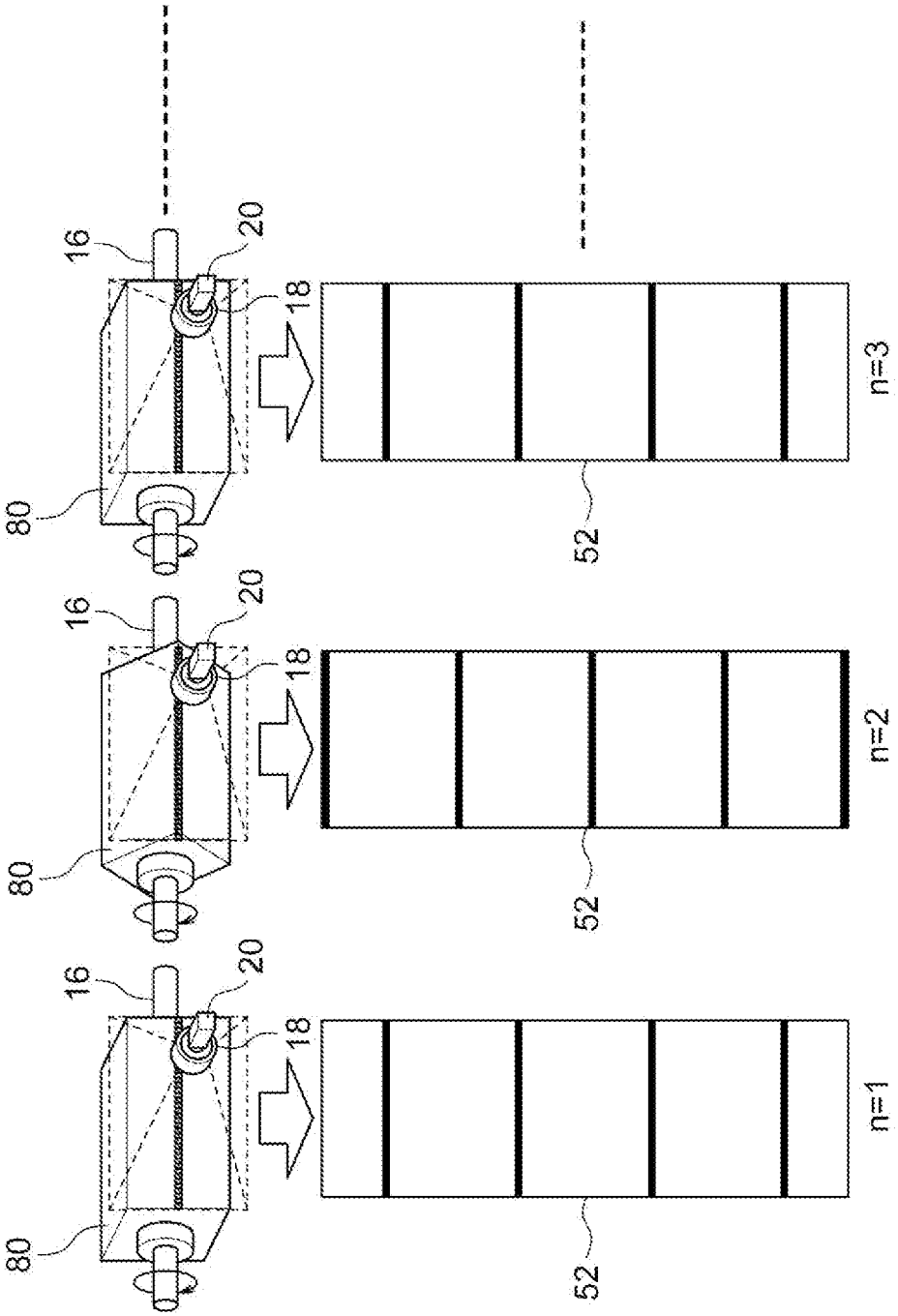
[図3]



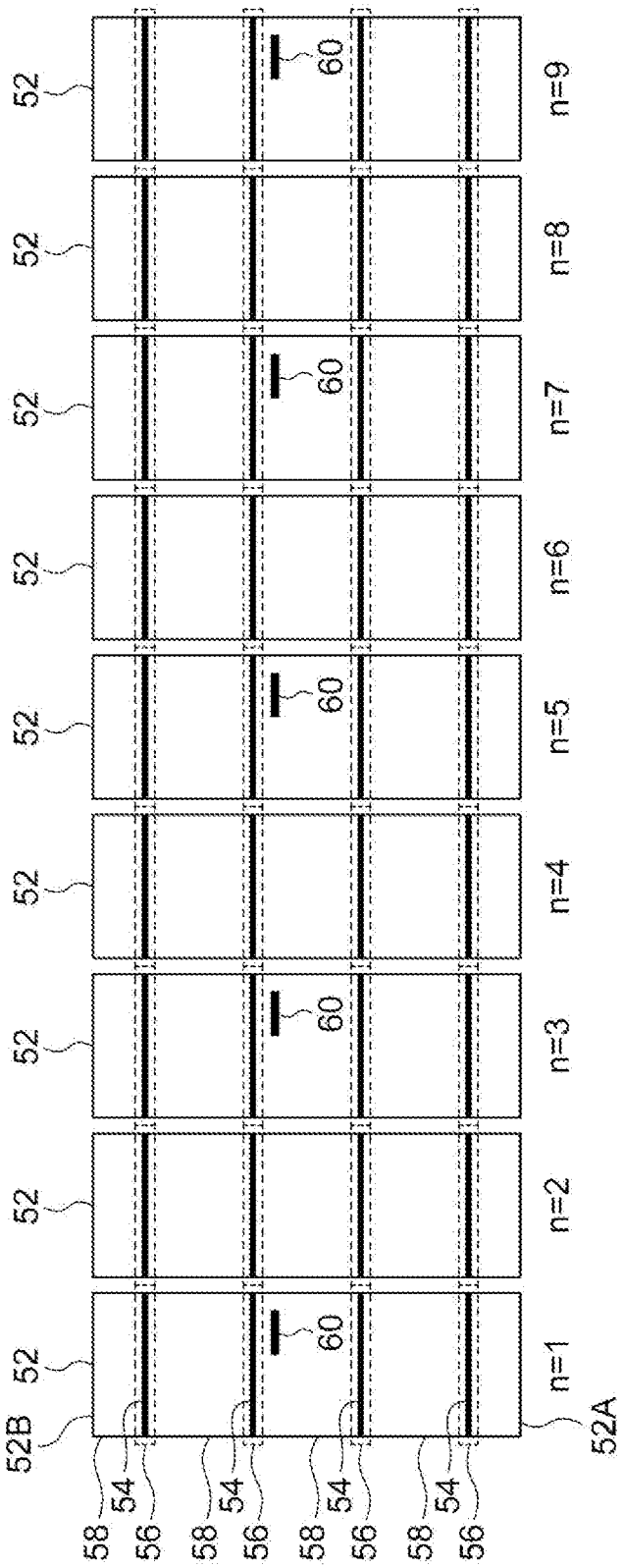
[図4]



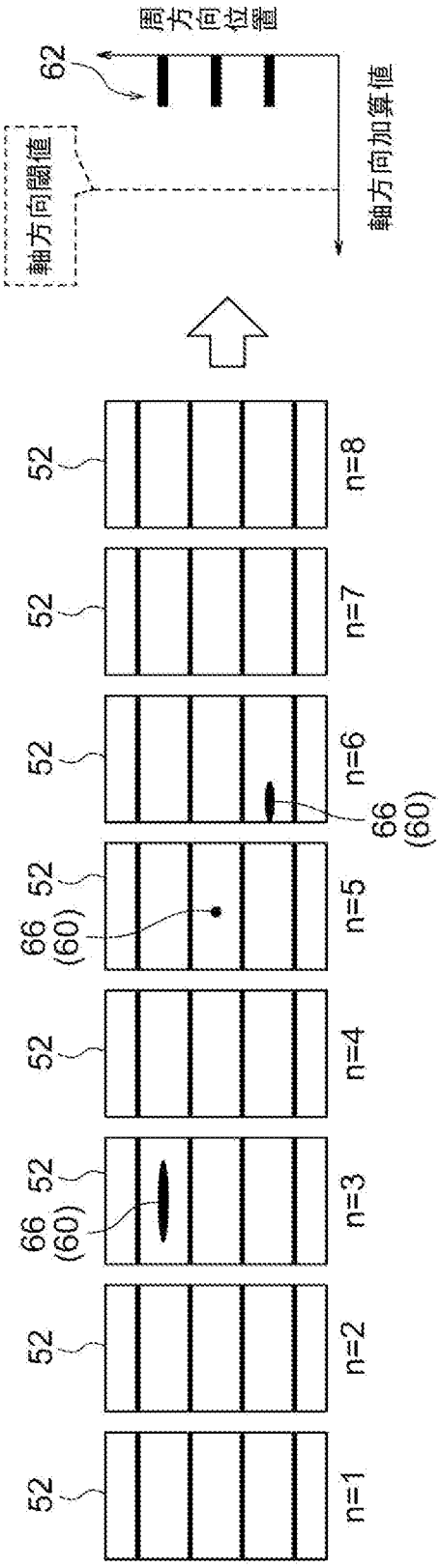
[図5]



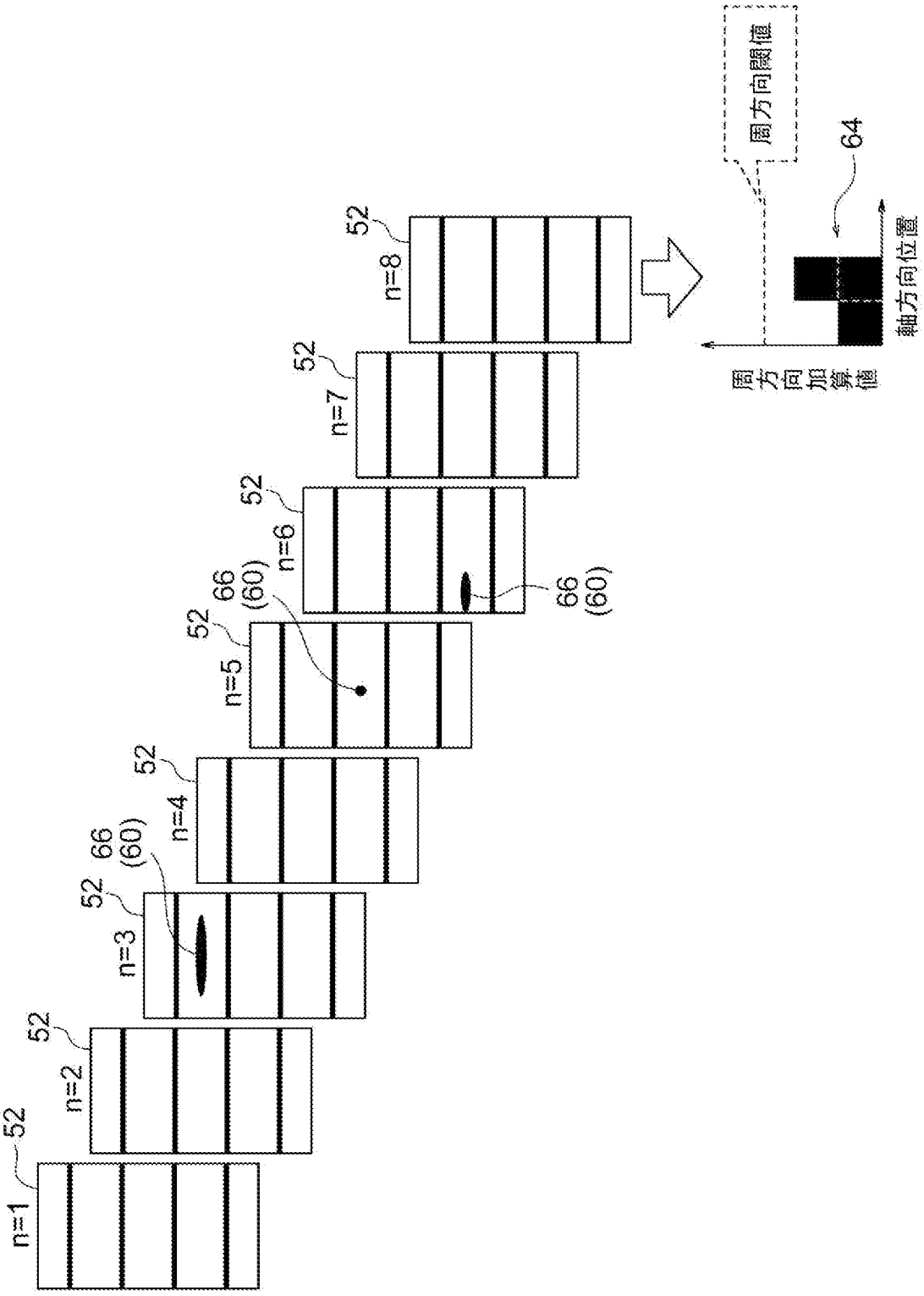
[図6]



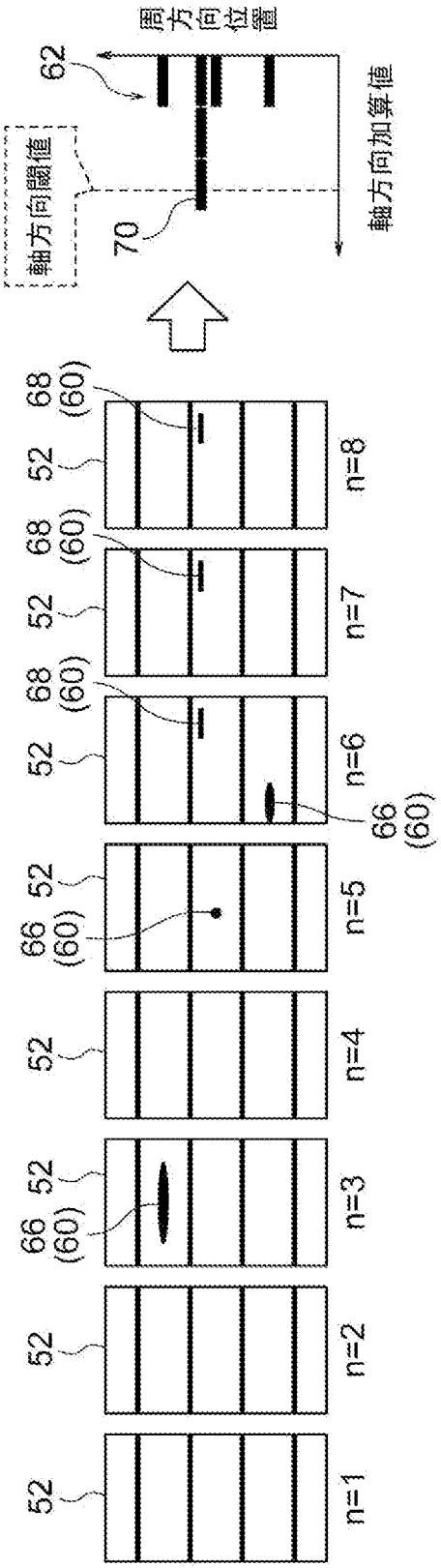
[図7]


周方向位置
62
軸方向閾値
軸方向加算値
52
n=8
52
n=7
52
n=6
66
(60)
52
66
(60)
n=5
52
n=4
52
66
(60)
n=3
52
n=2
52
n=1

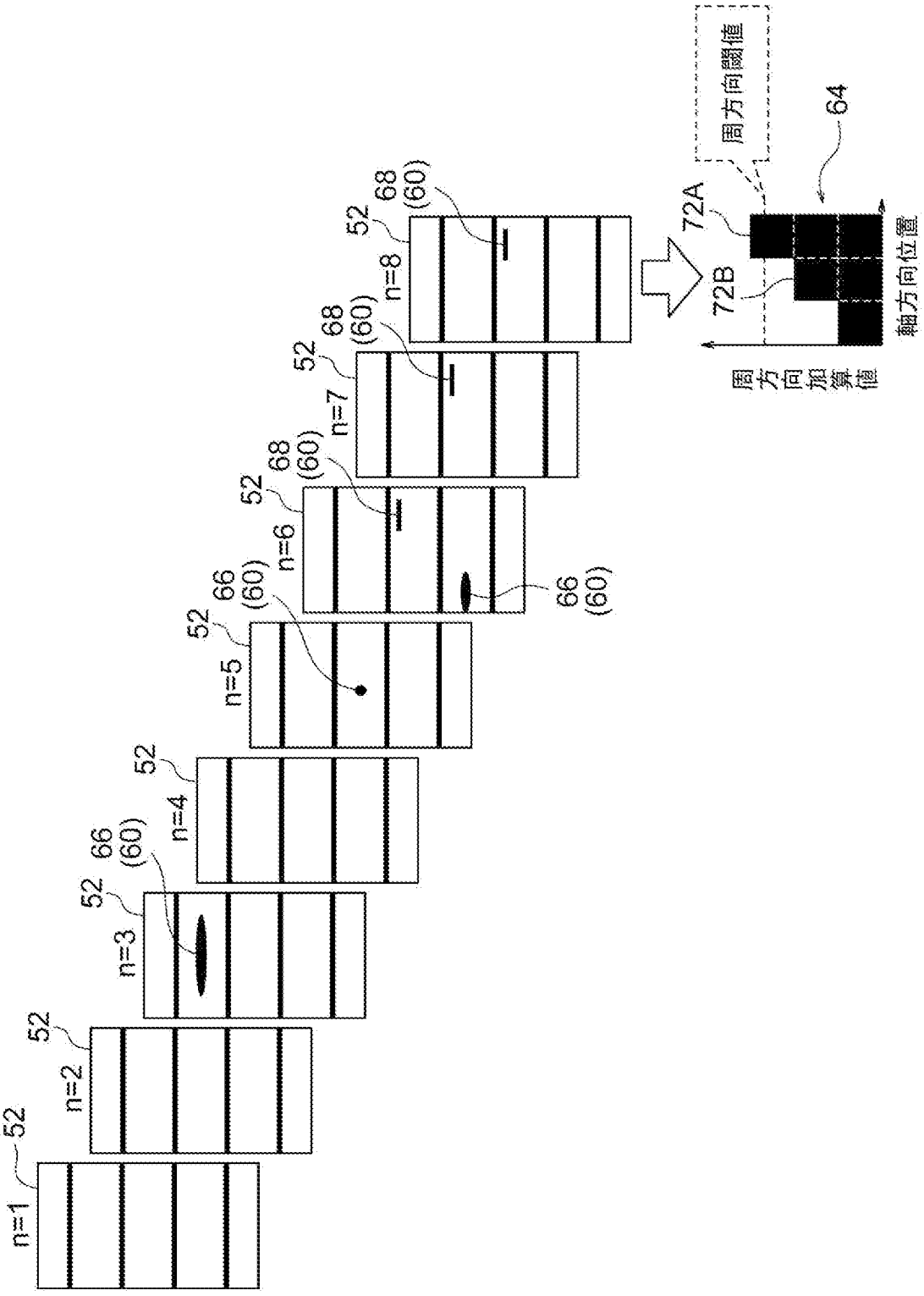
[図8]


52
n=1
52
n=2
52
n=3
66
(60)
52
n=4
52
n=5
66
(60)
52
n=6
66
(60)
52
n=7
52
n=8
周方向閾値
64
周方向加算値
軸方向位置

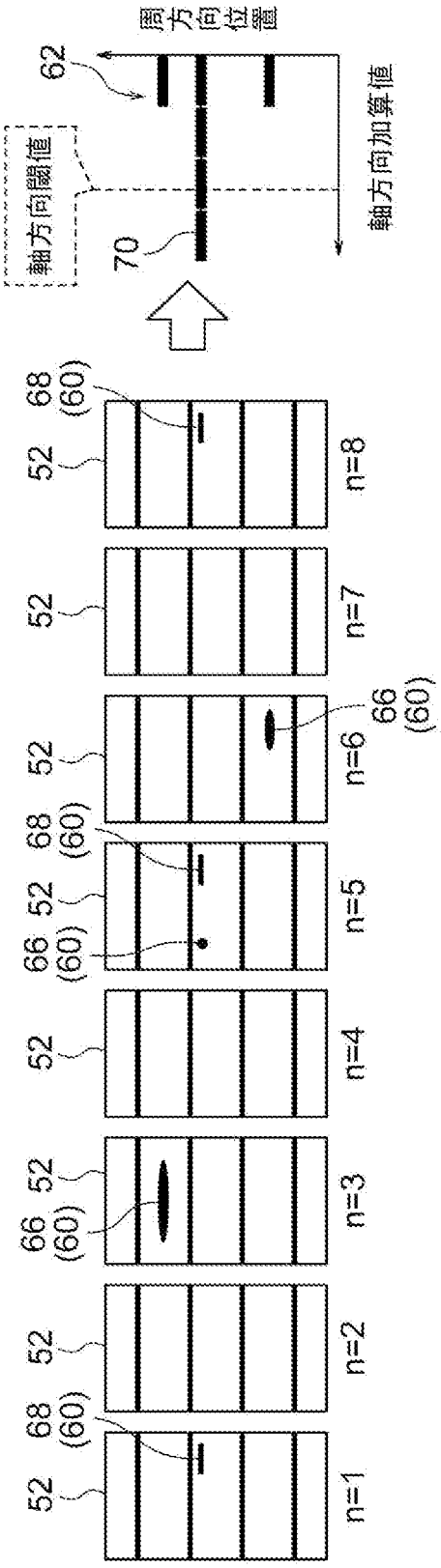
[図9]



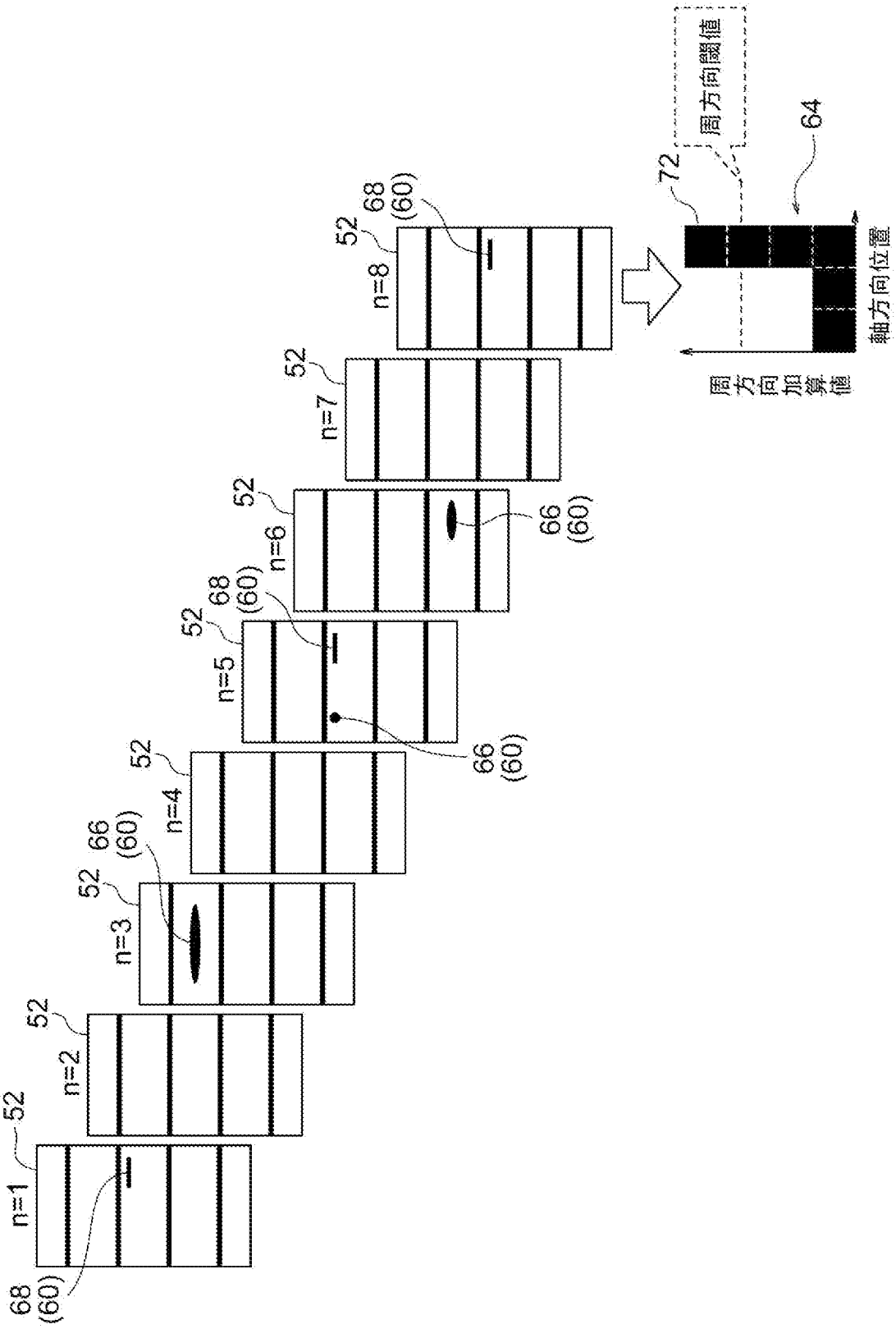
[図10]


n=1
52
n=2
52
n=3
52
66
(60)
n=4
52
n=5
52
66
(60)
n=6
52
68
(60)
66
(60)
n=7
52
68
(60)
n=8
52
68
(60)
周方向閾値
64
72A
72B
周方向加算値
軸方向位置

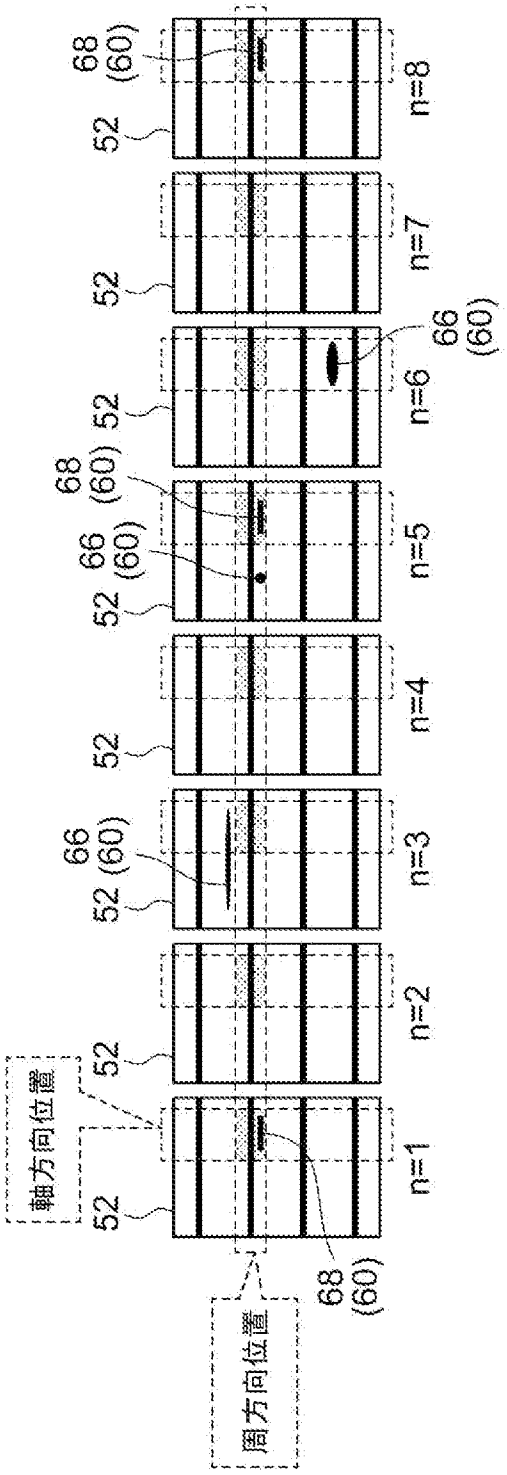
[図11]



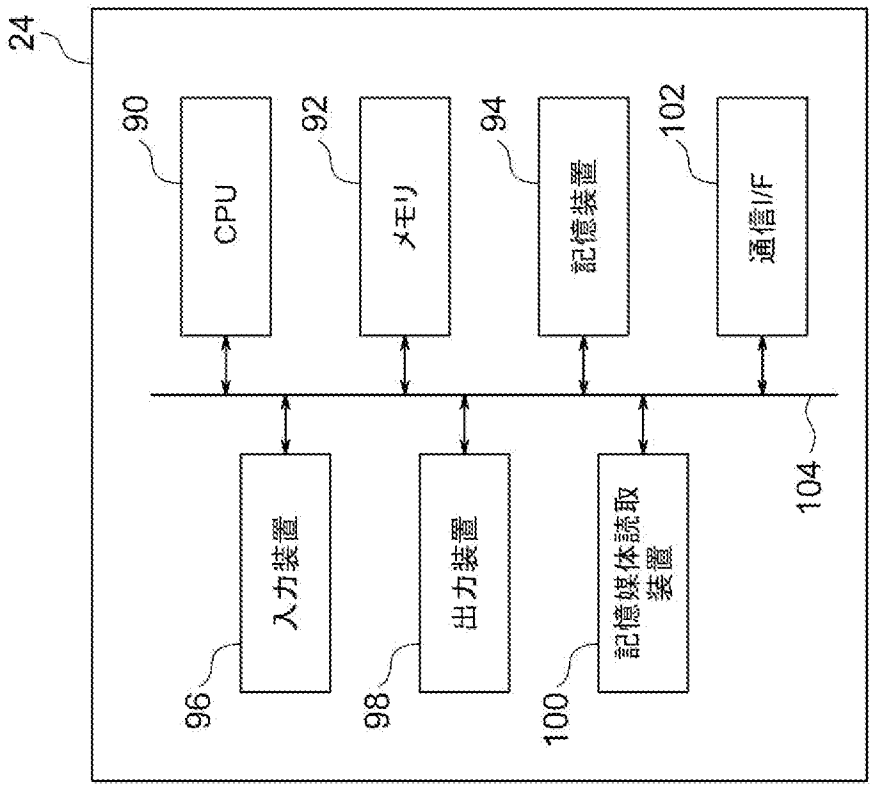
[図12]



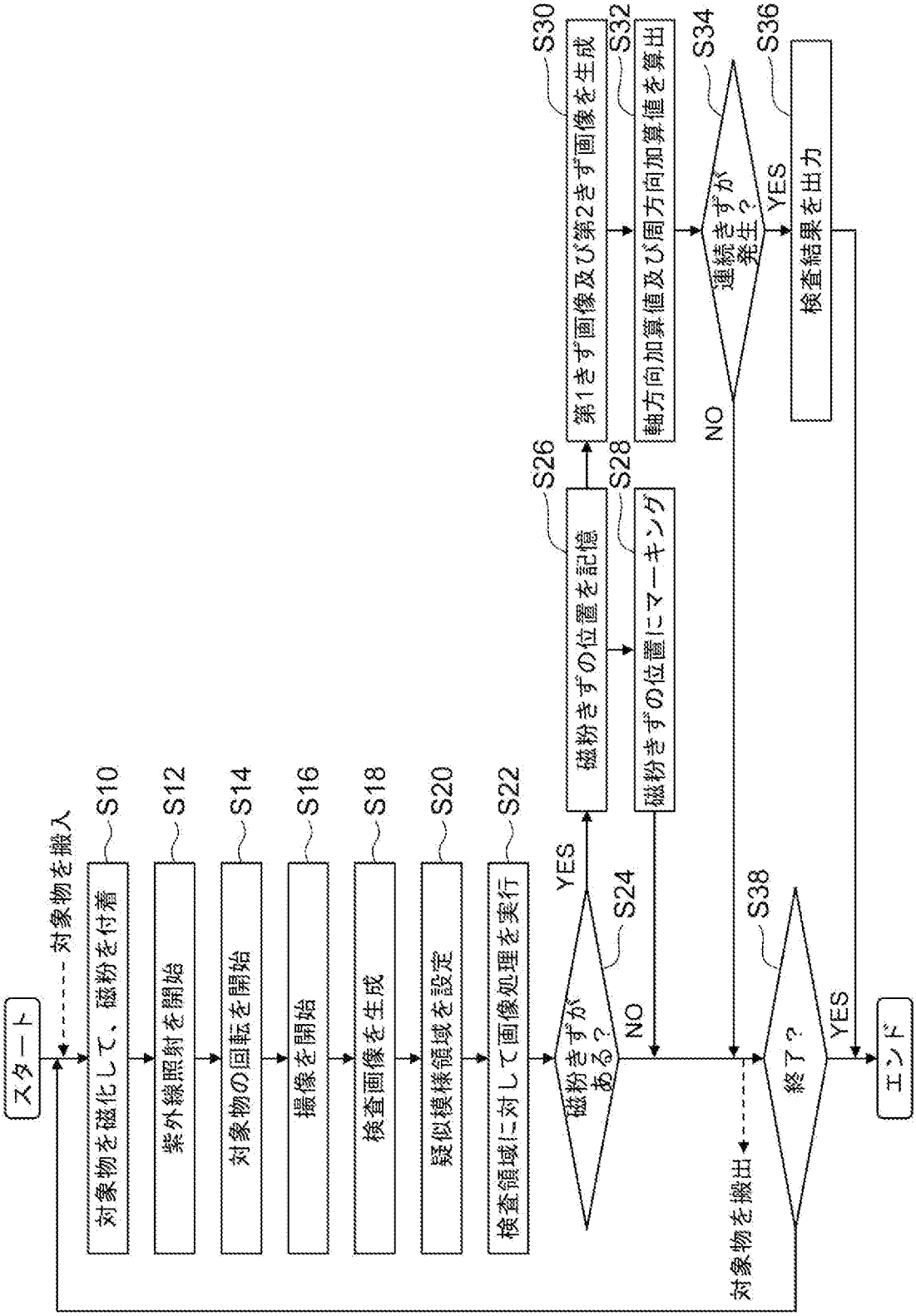
[図13]



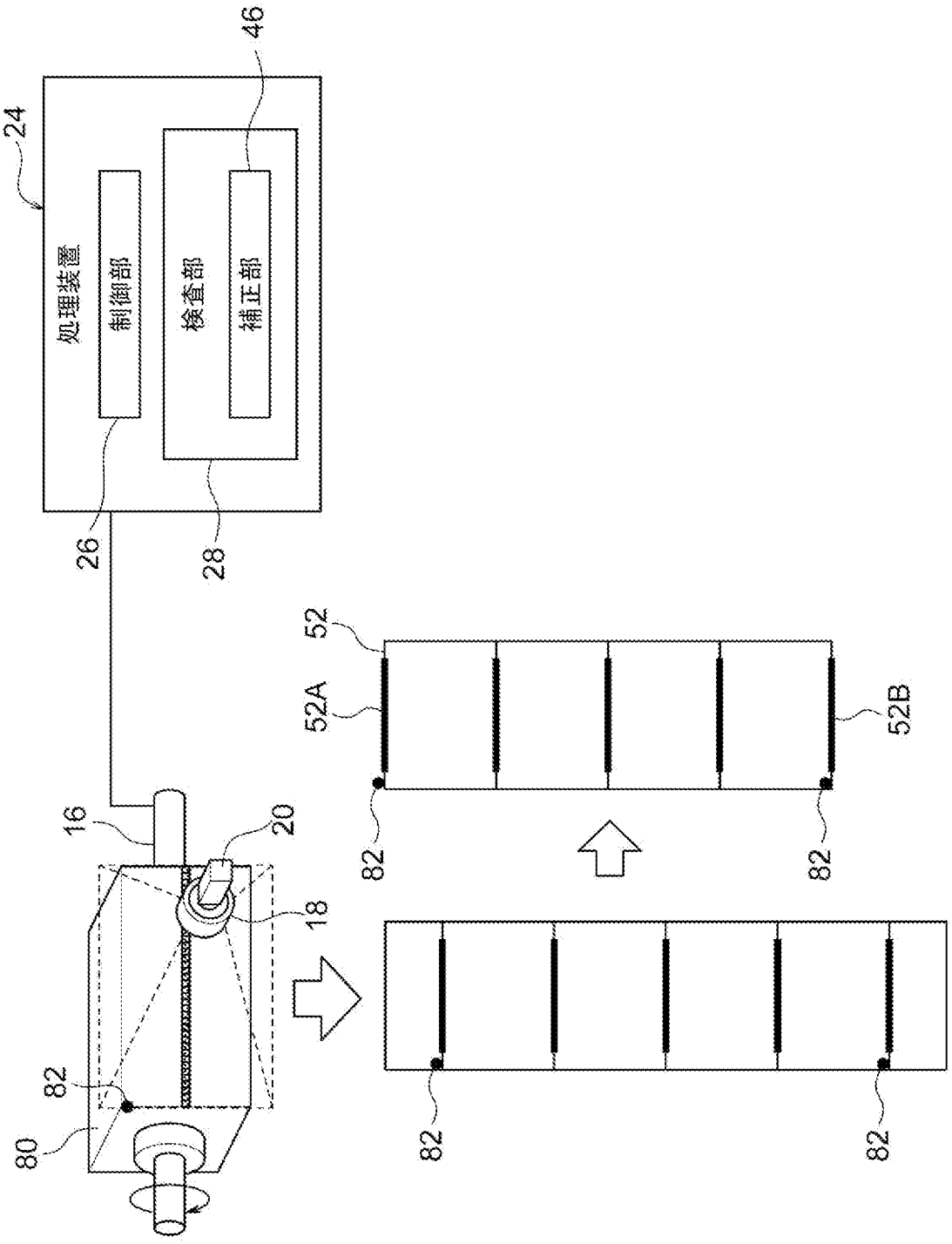
[図14]


24
90
CPU
92
メモリ
94
記憶装置
102
通信I/F
104
96
入力装置
98
出力装置
100
記憶媒体読取装置

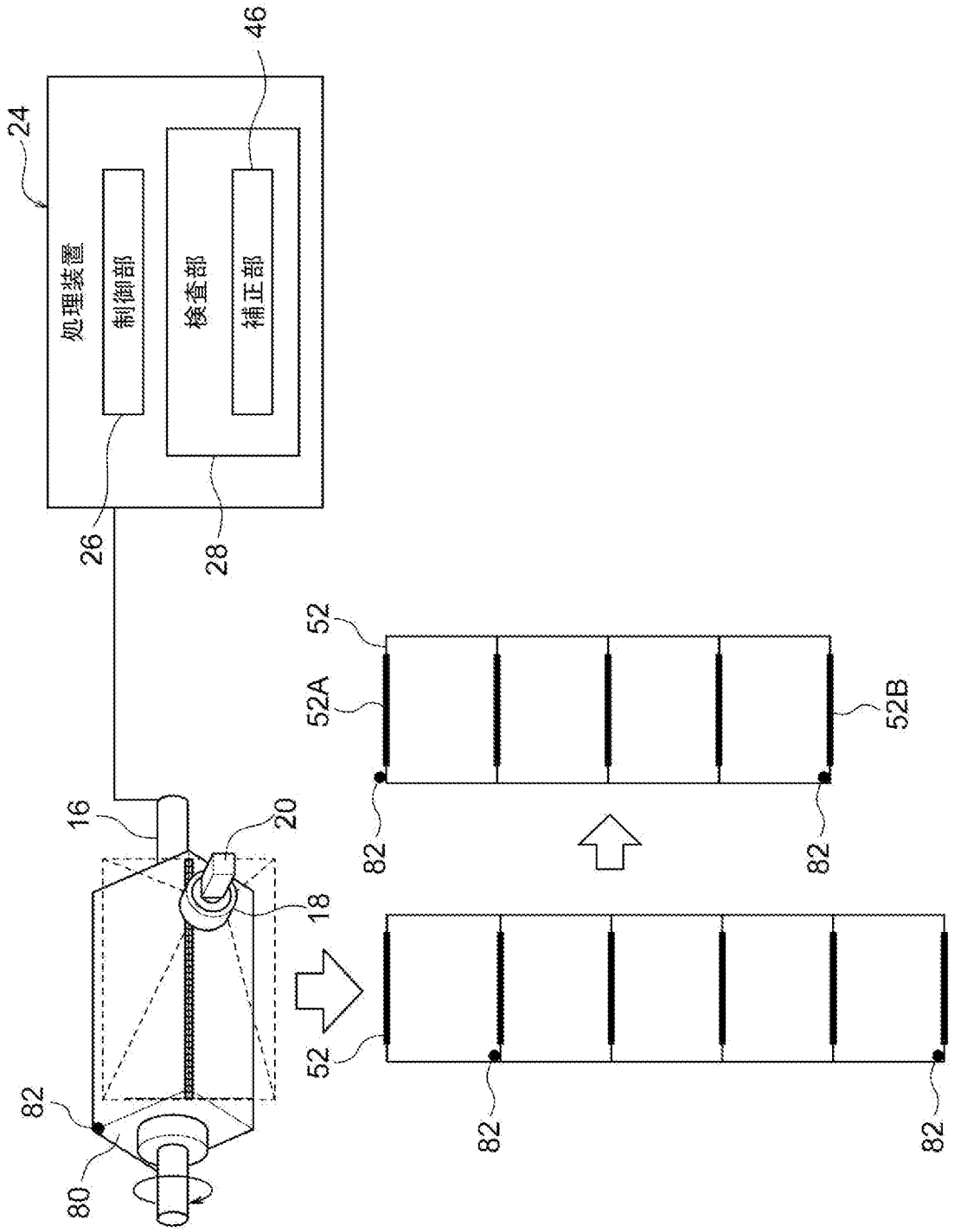
[図15]


スタート
対象物を搬入
S10
対象物を磁化して、磁粉を付着
S12
紫外線照射を開始
S14
対象物の回転を開始
S16
撮像を開始
S18
検査画像を生成
S20
疑似模様領域を設定
S22
検査領域に対して画像処理を実行
S24
磁粉きずがある？
YES
NO
S26
磁粉きずの位置を記憶
S28
磁粉きずの位置にマーキング
S30
第1きず画像及び第2きず画像を生成
S32
軸方向加算値及び周方向加算値を算出
S34
連続きずが発生？
YES
NO
S36
検査結果を出力
S38
終了？
YES
対象物を搬出
エンド

[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/024817

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 21/91(2006.01)i
FI: G01N21/91 B

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)

G01N21/91; G01N27/84

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 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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 2021-25878 A (DENSHI JIKI KOGYO KK) 22 February 2021 (2021-02-22)	1-5
A	JP 62-52453 A (DAIDO STEEL CO., LTD.) 07 March 1987 (1987-03-07)	1-5
A	JP 5-307009 A (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO) 19 November 1993 (1993-11-19)	1-5
A	JP 2001-281226 A (DAIDO STEEL CO., LTD.) 10 October 2001 (2001-10-10)	1-5
A	JP 2002-324233 A (SHOWA CORPORATION) 08 November 2002 (2002-11-08)	1-5
A	JP 8-82616 A (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.) 26 March 1996 (1996-03-26)	1-5
A	JP 2016-197033 A (MARKTEC CORP.) 24 November 2016 (2016-11-24)	1-5
A	JP 2005-164511 A (NIPPON STEEL CORPORATION) 23 June 2005 (2005-06-23)	1-5
A	JP 6-174696 A (NKK CORP.) 24 June 1994 (1994-06-24)	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	Date of mailing of the international search report
25 July 2023	**08 August 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **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/JP2023/024817

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2021-25878 A	22 February 2021	(Family: none)	
JP 62-52453 A	07 March 1987	(Family: none)	
JP 5-307009 A	19 November 1993	(Family: none)	
JP 2001-281226 A	10 October 2001	(Family: none)	
JP 2002-324233 A	08 November 2002	(Family: none)	
JP 8-82616 A	26 March 1996	(Family: none)	
JP 2016-197033 A	24 November 2016	KR 10-2016-0118932 A CN 106053593 A	
JP 2005-164511 A	23 June 2005	(Family: none)	
JP 6-174696 A	24 June 1994	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/024817

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01N 21/91(2006.01)i
FI: G01N21/91 B

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））

G01N21/91; G01N27/84

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	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３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 2021-25878 A (電子磁気工業株式会社) 22.02.2021 (2021-02-22)	1-5
A	JP 62-52453 A (大同特殊鋼株式会社) 07.03.1987 (1987-03-07)	1-5
A	JP 5-307009 A (株式会社神戸製鋼所) 19.11.1993 (1993-11-19)	1-5
A	JP 2001-281226 A (大同特殊鋼株式会社) 10.10.2001 (2001-10-10)	1-5
A	JP 2002-324233 A (株式会社ショーワ) 08.11.2002 (2002-11-08)	1-5
A	JP 8-82616 A (住友金属工業株式会社) 26.03.1996 (1996-03-26)	1-5
A	JP 2016-197033 A (マークテック株式会社) 24.11.2016 (2016-11-24)	1-5
A	JP 2005-164511 A (新日本製鐵株式会社) 23.06.2005 (2005-06-23)	1-5
A	JP 6-174696 A (日本鋼管株式会社) 24.06.1994 (1994-06-24)	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
"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	国際調査報告の発送日
25.07.2023	08.08.2023

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）
小澤　瞬 2W 6003

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

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/JP2023/024817

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2021-25878 A	22.02.2021	（ファミリーなし）	
JP 62-52453 A	07.03.1987	（ファミリーなし）	
JP 5-307009 A	19.11.1993	（ファミリーなし）	
JP 2001-281226 A	10.10.2001	（ファミリーなし）	
JP 2002-324233 A	08.11.2002	（ファミリーなし）	
JP 8-82616 A	26.03.1996	（ファミリーなし）	
JP 2016-197033 A	24.11.2016	KR 10-2016-0118932 A CN 106053593 A	
JP 2005-164511 A	23.06.2005	（ファミリーなし）	
JP 6-174696 A	24.06.1994	（ファミリーなし）	