

(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8月27日(27.08.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/170531 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/84 (2006.01) G01N 21/95 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/045795
- (22) 国際出願日: 2019年11月22日(22.11.2019)
- (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 2019-030650 2019年2月22日(22.02.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社 S C R E E N ホールディングス (SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) [JP/JP];
〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内上
る4丁目天神北町1番地の1 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 作 山 努 (SAKUYAMA, Tsutomu);
〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内上

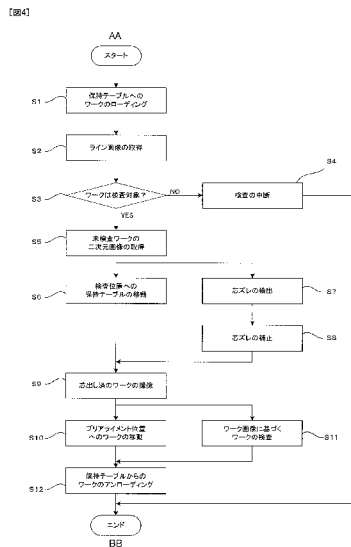
る4丁目天神北町1番地の1 株式会社 S C R E E N ホールディングス内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 振角 正一, 外 (FURIKADO, Shoichi et al.); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満5丁目1番19号 高木ビル4階 Osaka (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, 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.

(54) Title: INSPECTION DEVICE AND INSPECTION METHOD

(54) 発明の名称: 検査装置および検査方法



S1 Load workpiece on holding table
S2 Acquire line image
S3 Is workpiece inspection target?
S4 Stop inspection
S5 Acquire two-dimensional image of non-inspected workpiece
S6 Move holding table to inspection position
S7 Detect center misalignment
S8 Image centered workpiece
S9 Move workpiece to pre-alignment position
S10 Inspect workpiece on the basis of workpiece image
S11 Workpiece is moved to inspection position
S12 Unload workpiece from holding table
AA Start
BB End

(57) Abstract: In order to inspect, with a high inspection efficiency, a workpiece serving as an inspection target, the present invention is provided with: a line imaging unit that acquires a line image by imaging, at a workpiece holding position, a linear region radially extending from a portion positioned on a symmetric axis in the workpiece held by a workpiece holding unit; a determination unit that determines, before the movement of the workpiece from the workpiece holding position to an inspection position, whether the workpiece held by the workpiece holding unit is an inspection target or not on the basis of the line image acquired by the line imaging unit; and a inspection control unit that restricts the movement and inspection of the workpiece held by the workpiece holding unit toward the inspection position when the workpiece held by the workpiece holding unit is not determined to be an inspection target.

(57) 要約: 高い検査効率で検査対象となるワークを検査するために、この発明は、ワーク保持位置で、ワーク保持部に保持されたワークのうち対称軸上に位置する部位から径方向に延びる線状領域を撮像してライン画像を取得するライン撮像部と、ワークのワーク保持位置から検査位置への移動に先立って、ライン撮像部により取得されたライン画像に基づいてワーク保持部に保持されたワークが検査対象であるか否かを判定する判定部と、判定部によりワーク保持部に保持されたワークが検査対象でないと判定されたときには、ワーク保持部に保持されたワークの検査位置への移動および検査を規制する検査制御部と、を備えている。

[続葉有]

(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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： 検査装置および検査方法

技術分野

[0001] この発明は、対称軸まわりに回転対称な外周部を有するワークを回転させながら撮像して得られる画像に基づいてワークの外観を検査する検査装置および検査方法に関するものである。

[0002] 以下に示す日本出願の明細書、図面および特許請求の範囲における開示内容は、参照によりその全内容が本書に組み入れられる：

特願 2019-030650（2019年2月22日出願）。

背景技術

[0003] 対称軸のまわりに回転対称なワークの外観を検査する装置として、例えば特許文献1に記載された検査装置が知られている。この検査装置では、保持テーブルにより保持されたワークを検査用撮像部で撮像して検査する前に、保持テーブルでのワークの位置補正を行っている。より具体的には、保持テーブルにより保持されたワークを回転軸まわりに回転させながら芯ズレ検出用撮像部により撮像して得られたワークの画像に基づいて回転軸に対する対称軸のズレ、つまり芯ズレを求めている。そして、ワークを保持している保持テーブルを検査位置に移動させるのと並行して保持テーブルでワークを位置補正する。その後で、検査位置において保持テーブルで保持したワークを回転軸まわりに回転させながら検査用撮像部で撮像して画像を取得し、当該画像に基づく検査を行う。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2018-151243 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に記載の装置において、例えばサイズや形状等が検査対象と異

なるワーク（以下「検査対象外ワーク」という）が搬入されて保持テーブルにセットされることがあるが、当該装置には検査対象外ワークを検出するための手段が設けられていない。そのため、検査対象外ワークに対して芯ズレ検出、位置補正、ワーク移動およびワーク検査を行ってしまうことがあった。このように無駄な検査を行ってしまい、このことが検査効率の低下を招く要因のひとつとなっていた。

[0006] また、これら芯ズレ検出、位置補正、ワーク移動およびワーク検査を行うためには、ワークを保持した保持テーブルを移動させる必要があり、次のような問題が発生して検査効率をさらに低下させることもあった。例えば保持テーブルに検査対象外ワークをセットして保持させることができるものの、検査対象外ワークが本来の検査対象のワークとサイズや形状などの点において異なっているが故に、保持テーブルによる検査対象外ワークの保持力が十分でないことがある。このように十分な保持力を有しないまま保持テーブルが移動すると、保持テーブルから検査対象外ワークが脱落することがある。この場合、それを回収して装置を復旧させるまで検査を中断する必要がある、検査効率の低下は不可避となる。

[0007] この発明は上記課題に鑑みなされたものであり、高い検査効率で検査対象となるワークを検査することができる検査装置および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

[0008] この発明の一態様は、対称軸まわりに回転対称な外周部を有するワークをワーク保持位置でワーク保持部により保持した後でワーク保持部に保持されたワークを検査位置に移動させて検査するワーク検査装置であって、ワーク保持位置で、ワーク保持部に保持されたワークのうち対称軸上に位置する部位から径方向に延びる線状領域を撮像してライン画像を取得するライン撮像部と、ワークのワーク保持位置から検査位置への移動に先立って、ライン撮像部により取得されたライン画像に基づいてワーク保持部に保持されたワークが検査対象であるか否かを判定する判定部と、判定部によりワーク保持部

に保持されたワークが検査対象でないと判定されたときには、ワーク保持部に保持されたワークの検査位置への移動および検査を規制する検査制御部と、を備えることを特徴としている。

[0009] また、この発明の他の態様は、検査方法であって、対称軸まわりに回転対称な外周部を有するワークをワーク保持位置でワーク保持部により保持するワーク保持工程と、ワーク保持位置で、ワーク保持部に保持されたワークのうち対称軸上に位置する部位から径方向に延びる線状領域を撮像してライン画像を取得する画像取得工程と、ライン画像に基づいてワーク保持部に保持されたワークが検査対象であるか否かを判定する判定工程とを備え、判定工程によりワークが検査対象であると判定されたときにはワーク保持部に保持されたワークを検査位置に移動させて検査する一方、検査対象でないと判定されたときにはワーク保持部に保持されたワークの検査位置への移動および検査を規制することを特徴としている。

[0010] このように構成された発明では、ワーク保持部に保持されたワークのライン画像が取得される。そして、当該ライン画像に基づいてワークが検査対象であるか否かが判定される。ここで検査対象でないと判定されたとき、ワークの検査位置への移動および検査が規制される。その結果、検査対象となるワークのみが検査位置に移動されて検査される。

発明の効果

[0011] 上記のように、本発明によれば、検査対象外のワークの検査を規制する一方で、検査対象のワークのみを検査するように構成しているため、無駄な検査を排除し、高い検査効率が得られる。また、ワーク保持部に保持されたワークが検査対象外であるときには、ワーク保持位置から検査位置へのワークの移動を規制しているため、当該移動中におけるワーク保持部からのワークの脱落に起因する検査の中断を未然に防止し、高い検査効率を確保することができる。

[0012] 上述した本発明の各態様の有する複数の構成要素はすべてが必須のものではなく、上述の課題の一部又は全部を解決するため、あるいは、本明細書に

記載された効果の一部又は全部を達成するために、適宜、前記複数の構成要素の一部の構成要素について、その変更、削除、新たな他の構成要素との差し替え、限定内容の一部削除を行うことが可能である。また、上述の課題の一部又は全部を解決するため、あるいは、本明細書に記載された効果の一部又は全部を達成するために、上述した本発明の一態様に含まれる技術的特徴の一部又は全部を上述した本発明の他の態様に含まれる技術的特徴の一部又は全部と組み合わせて、本発明の独立した一形態とすることも可能である。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]本発明に係る検査装置の一実施形態の全体構成を示す図である。
- [図2]図1に示す検査装置の電氣的構成を示すブロック図である。
- [図3]ワーク保持ユニットの構成を示す斜視図である。
- [図4]図1に示す検査装置によるワークの検査動作を示すフローチャートである。
- [図5]表面側テンプレートと各ライン画像との評価値を示すグラフである。
- [図6]裏面側テンプレートと各ライン画像との評価値を示すグラフである。

発明を実施するための形態

- [0014] 図1は、本発明に係る検査装置の一実施形態の全体構成を示す図である。また、図2は、図1に示す検査装置の電氣的構成を示すブロック図である。この検査装置100は、歯車や羽根車などのように対称軸まわりに回転対称な形状で凸部と凹部とが周期的に繰り返して設けられた外周部を有するワークWの外観を検査する装置であり、ローディングユニット1、ワーク保持ユニット2、撮像ユニット3、アンローディングユニット4および制御ユニット5を有している。なお、ここでは、ワークWは図1に示すように軸部Waの上部に歯車Wbを設けた機械部品であり、例えば鍛造や鑄造処理によって形成される。そして、部品製造後に当該ワークWは外部搬送ロボットあるいはオペレータによってローディングユニット1に搬送される。

- [0015] ローディングユニット1には、テーブルやストッカーなどのワーク収容部（図示省略）が設けられている。そして、外部搬送ロボットなどによりワー

クWがワーク収容部に一時的に収容されると、ワーク収容部に設けられたワーク検出センサ11（図2）がワークWを検出し、その旨の信号を装置全体を制御する制御ユニット5に送信する。また、ローディングユニット1には、ローダ12（図2）が設けられており、制御ユニット5からの動作指令に応じてワーク収容部に収容されている未検査のワークWを受け取り、ワーク保持ユニット2に搬送する。

[0016] 図3はワーク保持ユニットの構成を示す斜視図である。ワーク保持ユニット2は、ローダ12により搬送されてきたワークWを保持する保持テーブル21A、21Bを装備している。これらの保持テーブル21A、21Bはともに同一構成を有し、歯車Wbが水平状態となる姿勢でワークWの軸部Waの一部を把持して保持可能となっている。以下、図3を参照しつつ保持テーブル21Aの構成について説明する一方、保持テーブル21Bは保持テーブル21Aと同一構成であるため、保持テーブル21Bについては同一符号を付して説明を省略する。

[0017] 保持テーブル21Aでは、図3に示すように、チャック機構22、水平位置決め機構23、回転機構24および鉛直位置決め機構25が鉛直方向に積層配置されている。チャック機構22は、側面視で略L字状の可動部材221～223と、制御ユニット5からの移動指令に応じて可動部材221～223を放射状に連動して移動させる移動部224とを有している。各可動部材221～223の上端面には突起部材225が突設されており、上端面と突起部材225とで軸部Waの段差部位と係合可能となっている。このため、制御ユニット5からの把持指令に応じて移動部224が可動部材221～223を互いに近接移動させることでチャック機構22の中心軸と軸部Waの軸芯とを一致させながらワークWを保持することができる。一方、制御ユニット5からの解放指令に応じて移動部224が可動部材221～223を互いに離間移動させることで、ローディングユニット1による未検査ワークWのローディングやアンローディングユニット4による検査済ワークWのアンローディングを行うことが可能となる。

[0018] このように構成されたチャック機構 22 は水平位置決め機構 23 に支持されている。水平位置決め機構 23 は水平方向において互いに直交する方向に移動させる、いわゆる X Y テーブルを有している。このため、制御ユニット 5 からの移動指令に応じて X Y テーブルが駆動されてチャック機構 22 を水平面で高精度に位置決めすることが可能となっている。なお、X Y テーブルとしては、モータとボールネジ機構とを組み合わせたものや、水平方向において互いに直交する 2 つのリニアモータを組み合わせたものなどを用いることができる。

[0019] 回転機構 24 はモータ 241 を有している。モータ 241 の回転シャフトが鉛直上方に延設されており、その上端部に水平位置決め機構 23 が連結されている。このため、制御ユニット 5 から回転指令が与えられると、モータ 241 が作動してモータ 241 の回転軸まわりに水平位置決め機構 23、チャック機構 22、ならびにチャック機構 22 により把持されたワーク W を一体的に回転させる。

[0020] ここで、本実施形態では、チャック機構 22 と回転機構 24 との間に水平位置決め機構 23 を設けているが、その技術的意義はチャック機構 22 の中心軸、チャック機構 22 に把持されたワーク W の歯車 Wb の対称軸およびモータ 241 の回転軸の相対的な位置関係を水平位置決め機構 23 によって調整可能とする点にある。すなわち、チャック機構 22 の中心軸とモータ 241 の回転軸とを一致させておくことで、チャック機構 22 で把持したワーク W を軸部 Wa まわりに回転させることができる。しかしながら、歯車 Wb の対称軸が軸部 Wa から外れている場合には、モータ 241 に対して芯ズレが発生しており、歯車 Wb は偏心して回転してしまう。そこで、水平位置決め機構 23 を設け、ズレ量とズレ方向を補正するように駆動させることで歯車 Wb の対称軸とモータ 241 の回転軸とを一致させることが可能となる。これによって、撮像ユニット 3 による歯車 Wb の画像を高精度に撮像することが可能となり、ワーク W の検査精度を向上させることができる。

[0021] 鉛直位置決め機構 25 は、モータ 241 を保持する保持プレート 251 と

、モータ241の下方位置に配置されたベースプレート252と、保持プレート251およびベースプレート252を連結する4本の連結ピン253と、ベースプレート252を鉛直方向に昇降させる昇降部254とを有している。昇降部254は制御ユニット5からの昇降指令に応じてベースプレート252を昇降させることで鉛直方向において回転機構24、水平位置決め機構23およびチャック機構22を一体的に移動させ、次に説明するプリアライメント位置（本発明の「ワーク保持位置」の一例に相当）PAおよび検査位置PIにおいてワークWの高さ位置を適正化することができる。

[0022] このように構成された保持テーブル21A、21Bは、図3に示すように、支持プレート261上に一定距離だけ離間して固定されている。また、保持テーブル21A、21Bの中間位置で支持プレート261が旋回駆動部262に支持されている。この旋回駆動部262は制御ユニット5からの旋回指令に応じて鉛直方向に延びる旋回軸AX1まわりに支持プレート261を180°旋回可能となっており、図3に示すように保持テーブル21A、21Bがそれぞれプリアライメント位置PAおよび検査位置PIに位置する第1ポジションと、保持テーブル21A、21Bがそれぞれ検査位置PIおよびプリアライメント位置PAに位置する第2ポジションとの間で切替可能となっている。例えばプリアライメント位置PAに位置する保持テーブル21Aに保持されたワークWに対してプリアライメント処理を施すのと並行して、旋回駆動部262によって第1ポジションから第2ポジションに切り替えることで保持テーブル21Aがプリアライメント位置PAから検査位置PIにシフトし、プリアライメント処理済のワークWを検査位置PIに位置決めすることができる。また、当該ワークWの検査を終了した後、逆方向に旋回することで保持テーブル21Aが検査位置PIからプリアライメント位置PAにシフトし、検査処理済のワークWをプリアライメント位置PAに位置決めすることができる。このように本実施形態では、支持プレート261および旋回駆動部262によりワークWの位置を切り替えるポジション切替機構26が構成されている。

[0023] プリアライメント位置P Aは上記したようにプリアライメント処理を行う位置であるとともに、ワーク保持ユニット2により保持されたワークWが検査対象であるか否かを判定する位置でもあり、プリアライメント位置P Aに位置決めされた保持テーブル21 A（または21 B）の上方にアライメントカメラ27が配置されている。このアライメントカメラ27は図3に示すようにワークWに対してモータ241の反対側、つまりワークWの上方側に配置されており、ワークWの対称軸A X 2に対して径方向外側に延設されたラインセンサ271を有し、2種類の画像を取得可能となっている。すなわち、プリアライメント位置P AでワークWを静止させたまま当該ワークWの上面のうち対称軸A X 2上に位置する部位から径方向に延びる線状領域（図3においてドットを付した領域）W cを撮像してライン画像を取得可能となっている。また、ワークWを回転させながら当該ラインセンサ271によりワークWの上面を撮像可能となっており、ワークWを少なくとも1周回転させることで歯車W bの外周部に形成される凸部（歯末）および凹部（歯元）の全てを含む二次元画像が得られる。

[0024] また、図3への図示を省略しているが、当該保持テーブル21 A（または21 B）に保持されたワークWを照明してアライメント処理を良好に行うためのアライメント照明部28（図2）が設けられている。このため線状領域W cのライン画像の取得時には回転機構24によるワークWの回転を停止し、またワークWの上面の二次元画像の取得時には回転機構24によりワークWを回転させるとともに、アライメント照明部28によりワークWを照明しながらアライメントカメラ27によりワークWを撮像することができる。そして、ワークWの線状領域W cの画像データが制御ユニット5に送られてワーク保持ユニット2により保持されたワークWが検査対象であるか否かを判定する。一方、ワークWの上面の画像データが制御ユニット5に送られて芯ズレを補正して歯車W bの対称軸とモータ241の回転軸とを一致させる、つまりプリアライメント処理が実行される。

[0025] 一方、検査位置P Iは検査処理を行う位置であり、検査位置P Iに位置決

めされた保持テーブル 2 1 A（または 2 1 B）の上方に撮像ユニット 3 が配置されている。この検査位置 P 1 では、歯車 W b の対称軸とモータ 2 4 1 の回転軸とが一致した状態でワーク W を回転させながらワーク W を撮像ユニット 3 によって撮像することができる。そして、ワーク W の画像データが制御ユニット 5 に送られ、歯車 W b における傷や欠陥などの有無を検査する検査処理が実行される。

[0026] この撮像ユニット 3 は、図 2 に示すように、複数の検査カメラ 3 1 と複数の検査照明部 3 2 とを有している。この撮像ユニット 3 では、検査位置 P 1 に位置決めされた保持テーブル 2 1 A（または 2 1 B）に保持されるワーク W を種々の方向から照明するように複数の検査照明部 3 2 が配置されている。そして、回転機構 2 4 によりワーク W を回転させるとともに、検査照明部 3 2 によりワーク W を照明しながら複数の検査カメラ 3 1 によりワーク W を種々の方向から撮像することが可能となっている。これら複数の画像データが制御ユニット 5 に送られ、制御ユニット 5 によりワーク W の検査が実行される。

[0027] こうして検査されたワーク W を保持する保持テーブル 2 1 A（または 2 1 B）は上記したようにポジション切替機構 2 6 により検査位置 P 1 からプライメント位置 P A にシフトされる。そして、アンローディングユニット 4 により保持テーブル 2 1 A（または 2 1 B）から検査済のワーク W が搬出される。なお、アンローディングユニット 4 は基本的にローディングユニット 1 と同一である。つまり、アンローディングユニット 4 は、検査済のワーク W を一時的に収容するワーク収容部（図示省略）、ワーク検出センサ 4 1（図 2）およびアンローダ 4 2（図 2）を有しており、制御ユニット 5 からの動作指令に応じて検査済のワーク W を保持テーブル 2 1 A（または 2 1 B）からワーク収容部に搬送する。

[0028] 制御ユニット 5 は、図 2 に示すように、論理演算を実行する周知の C P U（Central Processing Unit）、初期設定等を記憶している R O M（Read Only Memory）、装置動作中の様々なデータを一時的に記憶する R A M（Random

Access Memory) 等から構成されている。制御ユニット 5 は、機能的には、演算処理部 5 1、記憶部 5 2、駆動制御部 5 3、外部入出力部 5 4、画像処理部 5 5 および照明制御部 5 6 を備えている。

[0029] 上記駆動制御部 5 3 は、装置各部に設けられた駆動機構、例えばローダ 1 2、チャック機構 2 2 などの駆動を制御する。外部入出力部 5 4 は、装置各部に装備されている各種センサ類からの信号を入力する一方、装置各部に装備されている各種アクチュエータ等に対して信号を出力する。画像処理部 5 5 は、アライメントカメラ 2 7 および検査カメラ 3 1 から画像データを取り込み、2 値化等の画像処理を行う。照明制御部 5 6 はアライメント照明部 2 8 および検査照明部 3 2 の点灯および消灯等を制御する。

[0030] 上記演算処理部 5 1 は、演算機能を有するものであり、上記記憶部 5 2 に記憶されているプログラム 5 2 1 に従って駆動制御部 5 3、画像処理部 5 5、照明制御部 5 6 などを制御することで次に説明する一連の処理を実行する。これによって、演算処理部 5 1 は、記憶部 5 2 に予め記憶されている判定基準情報 5 2 2 に基づいて線状領域 W_c のライン画像に基づいてワーク W が検査対象か否かを判定する判定部 5 1 1 として機能する。また、演算処理部 5 1 はワーク W の上面の二次元画像に基づいてモータ 2 4 1 に対してワーク W の芯ズレを検出する芯ズレ検出部 5 1 2 としても機能する。さらに演算処理部 5 1 は検査対象と判定されたワーク W を検査位置 P_1 に移動させた後でワーク W の検査を実行する検査制御部 5 1 3 としても機能する。

[0031] なお、図 2 中の符号 6 はオペレータとのインターフェースとして機能する表示ユニットであり、制御ユニット 5 と接続され、検査装置 1 0 0 の動作状態を表示する機能のほか、タッチパネルで構成されてオペレータからの入力を受け付ける入力端末としての機能も有する。また、この構成に限定されるものではなく、動作状態を表示するための表示装置と、キーボードやマウス等の入力端末を採用しても良い。

[0032] 図 4 は図 1 に示す検査装置によるワークの検査動作を示すフローチャートである。この検査装置 1 0 0 では、制御ユニット 5 の記憶部 5 2 に予め記憶

された検査プログラムにしたがって演算処理部51が装置各部を制御して以下の動作を実行する。ここでは、1つのワークWに着目して当該ワークWに対して実行される各種動作について説明する。制御ユニット5は、プリアライメント位置PAに位置している保持テーブル21AにワークWが存在せず、しかもワーク検出センサ11により未検査のワークWがローディングユニット1のワーク収容部に収容されていることを確認すると、保持テーブル21AへのワークWのローディングを開始する（ステップS1）。このローディング工程では、ローダ12がワーク収容部の未検査ワークWを把持し、ローディングユニット1から保持テーブル21Aに搬送する。なお、本実施形態では、ローディング工程および後の芯ズレの検出工程を円滑に行うために、保持テーブル21AへのワークWの搬送前に、水平位置決め機構23によりチャック機構22の中心軸とモータ241の回転軸とを一致させるとともに、3本の可動部材221～223を互いに離間させてワークWの受け入れ準備を行っている。

[0033] ロータ12によりワークWが保持テーブル21Aに搬送されてくると、チャック機構22が上記したように3本の可動部材221～223を互いに近接移動させてワークWの軸部Waの一部を挟み込んでワークWを把持する（ワーク保持工程）。このとき、ワークWが検査対象であれば、ワークWはチャック機構22によりしっかりと把持され、十分な保持力でワーク保持ユニット2に保持される。一方、ワークWが検査対象外であれば、ワークWはチャック機構22により把持されるものの、その保持力が十分ではなく、ワークWの回転や移動時にワーク保持ユニット2から脱落することがある。

[0034] そこで、本実施形態では、後で説明する一連の動作（芯ズレ検出、位置補正、ワーク移動および検査）を実行する前に、制御ユニット5はワークWの回転および移動を停止する、つまりプリアライメント位置PAに位置しているワークWを静止させる。そして、その静止状態のままアライメント照明部28（図2）によりワークWを一定時間だけ照明するとともにアライメントカメラ27によりライン画像を取得し（ステップS2：画像取得工程）、当

該ライン画像に基づいて当該ワークWが検査対象か否かを判定する（ステップS3：判定工程）。

[0035] 本実施形態では、上記判定をテンプレートマッチング、つまり基準となるテンプレートとライン画像との類似度を示す評価値を正規化相互相関（NCC: Normalized Cross-Correlation）により求めている。正規化相互相関では、評価値が「1」に近いほど、ライン画像がテンプレートに似ている、つまりワークWが検査対象である蓋然性が高いことを意味している。そこで、評価値を記憶部52に記憶された判定基準情報522と比較してワークWが検査対象か否かを判定する。なお、正規化相互相関を用いる場合、判定基準情報522はゼロよりも大きく、1よりも小さい値に設定するが、如何なる値に設定するかについては、判定精度と密接に関連する。そこで、複数のサンプルを用いて検証した上で判定基準情報522を設定するのが望ましい。

[0036] 本実施形態では、以下のようにして判定基準情報522を設定した。まず検査対象となるワークWの表面および裏面をアライメントカメラ27により撮像し、それらによって得られたライン画像をそれぞれ表面側テンプレートおよび裏面側テンプレートとして取得する。一方、それ以外に検査対象となるワークWを176個準備し、各ワークWの表面および裏面をアライメントカメラ27により撮像し、それらによって得られたライン画像をそれぞれ表面側ライン画像および裏面側ライン画像として取得する。そして、正規化相互相関を用いて

- ・表面側テンプレートと各表面側ライン画像との評価値…表面／表面NCCスコア

- ・表面側テンプレートと各裏面側ライン画像との評価値…表面／裏面NCCスコア

を求めた。それらをプロットしたものが図5に示すグラフである。また、正規化相互相関を用いて

- ・裏面側テンプレートと各裏面側ライン画像との評価値…裏面／裏面NCCスコア

・裏面側テンプレートと各表面側ライン画像との評価値…裏面／表面NCスコア

を求めた。それらをプロットしたものが図6に示すグラフである。これらの図面から明らかなように、検査対象となるワークWですらワーク保持ユニット2に対して適正に保持されていない場合には評価値は0.8を下回っており、検査対象外のワークがワーク保持ユニット2に保持されている場合も評価値は0.8を確実に下回ることが予測される。そこで、本実施形態では、図5および図6に示す検証実験に基づき判定基準情報522を「0.8」と設定し、評価値が0.8以上である場合にはワーク保持ユニット2に保持されているワークWが検査対象である一方、評価値が0.8を下回る場合には検査対象外であると制御ユニット5は判定する。

[0037] 図4に戻って説明を続ける。ステップS3で検査対象でない、つまり「NO」と判定すると、ワークWの静止状態を維持したまま、制御ユニット5は、ワーク保持ユニット2に保持されているワークWが検査対象外である旨を表示ユニット6に表示するとともに検査を中断する（ステップS4）。

[0038] 一方、ワークWが検査対象であることが確認される（ステップS3で「YES」）と、特許文献1に記載の装置と同様にしてワークWを検査する。すなわち、アライメント照明部28（図2）により未検査ワークWを照明するとともに、保持テーブル21Aのモータ241により未検査ワークWを回転させながらアライメントカメラ27により歯車Wbを撮像し、二次元画像を取得する。この二次元画像の画像データは記憶部52に記憶される（ステップS5）。

[0039] この撮像完了後に、旋回駆動部262により第1ポジションから第2ポジションへの切替を行う。すなわち、旋回駆動部262が支持プレート261を旋回軸AX1まわりに180°旋回させ、これによって未検査のワークWを保持する保持テーブル21Aがプリアライメント位置PAから検査位置PIに移動するとともに昇降部254によってワークWを撮像ユニット3により撮像可能な高さ位置に移動させる（ステップS6）。

- [0040] また、本実施形態では、上記移動と並行して、記憶部52からワークWの画像データを読み出し、回転機構24（モータ241）に対するワークWの芯ズレ（本実施形態では、ズレ量とズレ方向とを含む情報に相当）を検出し（ステップS7）、それに続いて保持テーブル21Aにおける芯ズレ補正を行う（ステップS8）。この芯ズレ補正は上記ステップS7で検出された芯ズレを解消するように水平位置決め機構23によりチャック機構22を移動させる。これによって、保持テーブル21Aが検査位置P1に到達した時点あるいは到達前後で歯車Wbの対称軸とモータ241の回転軸とが一致し、直ちにワーク撮像工程（ステップS9）を開始することができる。
- [0041] このステップS9では、検査位置P1に位置決めされた保持テーブル21Aの回転機構24が作動し、ワーク回転を開始する。このとき、保持テーブル21Aに保持されたワークWは上記芯ズレ補正を受けた、いわゆる芯出し状態であり、対称軸AX2まわりに回転する。また、その回転に対応して複数の検査照明部32が点灯して回転中のワークWを複数の方向から照明する。
- [0042] こうしてワークWの回転と照明とを行っている間に、複数の検査カメラ31がワークWを種々の方向から撮像し、複数方向からのワークWの画像（以下「ワーク画像」という）の画像データを制御ユニット5に送信する。一方、制御ユニット5では上記画像データを記憶部52に記憶し、以下のタイミングで当該画像データに基づいてワークWの検査を行う。
- [0043] こうした画像取得後、保持テーブル21Aではワーク回転が停止され、撮像ユニット3では検査照明部32が消灯される。また、旋回駆動部262が支持プレート261を旋回軸AX1まわりに180°反転旋回させ、これによって保持テーブル21Aが検査済のワークWを保持したまま検査位置P1からプリアライメント位置PAに移動するとともに昇降部254によってワークWが元の高さ位置に移動する（ステップS10）。このワークWの移動と並行して、制御ユニット5は記憶部52から画像データを読み出し、ワーク画像に基づいて歯車Wbに傷や欠陥などが存在しているか否かを判定して

保持テーブル 2 1 A に保持されたワーク W についてワーク検査を行う（ステップ S 1 1）。

[0044] プリアライメント位置 P A に戻ってきたワーク W はアンローダ 4 2 によって把持された後、可動部材 2 2 1 ～ 2 2 3 による把持の解除により保持テーブル 2 1 A からアンローダ 4 2 に受け渡される。それに続いて、アンローダ 4 2 がワーク W をアンローディングユニット 4 に搬送し、ワーク収容部（図示省略）に搬送する（ステップ S 1 2）。上記した一連の工程（ステップ S 1 ～ S 1 2）が保持テーブル 2 1 A、2 1 B により交互に繰り返される。

[0045] 以上のように、本実施形態では、ワーク保持ユニット 2 に保持された静止状態のワーク W のライン画像を取得し、当該ライン画像に基づいてワーク W が検査対象であるか否かを判定している。そして、検査対象である判定されたワーク W のみを検査している。このため、検査対象外のワークの検査を規制し、高い検査効率でワーク W を検査することができる。このような規制を行うことで検査対象外のワークがプリアライメント位置 P A（ワーク保持位置）から検査位置 P I に移動されるのを確実に防止し、当該移動中に検査対象外のワークがワーク保持ユニット 2 から脱落するのを未然に防止し、脱落による検査の中断を確実に防止し、高い検査効率を確保することができる。

[0046] また、芯ズレ検出に用いるアライメントカメラ 2 7 を流用してワーク W が検査対象か否かを判定しているため、次のような作用効果も得られる。従来装置に対してワーク W が検査対象か否かを判定する機能を付加するために、例えばワーク W を検知する光電センサを追加し、特定位置で指定された姿勢に保たれた状態でワーク W を光電センサで検知し、当該光電センサからの出力に基づいて上記判定を行うことも考えられる。ただし、このような構成を採用する場合、光電センサの追加のみならず、ワーク W の形状毎の調整が必要であり、多品種に対応することが困難である。また、特定位置から僅かにずれたり、ワーク姿勢が指定されたものから僅かに変位しただけで上記判定が困難となる。これに対し、本実施形態によれば、従来装置に対してハード的な改造や調整などを行うことなく、上記判定を行うことができる。また、

品種ごとに予め判定基準情報 5 2 2 を個別に設定しておくことで多品種に対応することができる。また、ワークWの位置や姿勢がずれたとしても、そのまま上記判定を行うことが可能とであり、ズレ量が大きくても画像補正を行うことで上記判定を行うことが可能となる。

[0047] このように本実施形態におけるワーク保持ユニット 2 が本発明の「ワーク保持部」の一例に相当している。また、アライメントカメラ 2 7 が本発明の「ライン撮像部」の一例に相当している。

[0048] なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したもの以外に種々の変更を行うことが可能である。例えば上記実施形態では、歯車Wbを有するワークWを保持するワーク保持装置および当該装置を装備する検査装置に対して本発明を適用しているが、ワークWの種類はこれに限定されるものではなく、本発明の「ワーク」には、対称軸まわりに回転対称な外周部を有するワーク全般が含まれる。

[0049] また、上記実施形態では、3本の可動部材 2 2 1 ~ 2 2 3 によりワークWを保持するように構成しているが、2本あるいは4本以上の可動部材によりワークWを保持するように構成してもよい。

[0050] また、上記実施形態では、2つの保持テーブル 2 1 A、2 1 Bを交互にプリアライメント位置 P A に位置させて芯ズレを検出する検査装置 1 0 0 に本発明を適用しているが、単一あるいは3つ以上の保持テーブルを有する検査装置に対しても本発明を適用することができる。

[0051] また、上記実施形態では、プリアライメント位置 P A を本発明の「ワーク保持位置」としているが、その他の位置（ただし、検査位置 P I を除く）を「ワーク保持位置」として設定してもよい。

[0052] また、上記実施形態では、ワークWが検査対象か否かの判定が正規化相互相関を用いて行われているが、これ以外の手法により上記判定を行ってもよい。例えばテンプレートマッチングとして S S D (Sum of Squared Difference)、S A D (Sum of Absolute Difference)などを用いてもよい。

[0053] 以上、特定の実施例に沿って発明を説明したが、この説明は限定的な意味

で解釈されることを意図したものではない。発明の説明を参照すれば、本発明のその他の実施形態と同様に、開示された実施形態の様々な変形例が、この技術に精通した者に明らかとなるであろう。故に、添付の特許請求の範囲は、発明の真の範囲を逸脱しない範囲内で、当該変形例または実施形態を含むものと考えられる。

産業上の利用可能性

[0054] この発明は、対称軸まわりに回転対称な外周部を有するワークを回転させながら撮像して得られる画像に基づいてワークの外観を検査する検査装置および検査方法全般に適用することができる。

符号の説明

- [0055] 2…ワーク保持ユニット（ワーク保持部）
5…制御ユニット（判定部、検査制御部、芯ズレ検出部）
24…回転機構
27…アライメントカメラ（ライン撮像部）
511…判定部
512…芯ズレ検出部
513…検査制御部
AX2…対称軸
PA…プリアライメント位置（ワーク保持位置）
PI…検査位置
W…ワーク
Wc…線状領域

請求の範囲

- [請求項1] 対称軸まわりに回転対称な外周部を有するワークをワーク保持位置でワーク保持部により保持した後で前記ワーク保持部に保持された前記ワークを検査位置に移動させて検査する検査装置であって、
- 前記ワーク保持位置で、前記ワーク保持部に保持された前記ワークのうち前記対称軸上に位置する部位から径方向に延びる線状領域を撮像してライン画像を取得するライン撮像部と、
- 前記ワークの前記ワーク保持位置から前記検査位置への移動に先立って、前記ライン撮像部により取得された前記ライン画像に基づいて前記ワーク保持部に保持された前記ワークが検査対象であるか否かを判定する判定部と、
- 前記判定部により前記ワーク保持部に保持された前記ワークが検査対象でないと判定されたときには、前記ワーク保持部に保持された前記ワークの前記検査位置への移動および検査を規制する検査制御部と、
- を備えることを特徴とする検査装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の検査装置であって、
- 前記ワーク保持部は前記ワークを回転軸まわりに回転させる回転機構を有し、
- 前記判定部は前記回転機構による前記ワークの回転を停止させた状態で前記ライン撮像部により取得された前記ライン画像に基づいて判定を行う検査装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の検査装置であって、
- 前記ワークの前記ワーク保持位置から前記検査位置への移動に先立って、前記ワーク保持位置で前記回転機構により回転される前記ワークを前記ライン撮像部により撮像して取得される二次元画像に基づいて前記回転機構に対する前記ワークの芯ズレを検出する芯ズレ検出部をさらに備え、

前記ライン撮像部による前記ライン画像の取得は前記ライン撮像部による前記二次元画像の取得よりも先に実行され、

前記検査制御部は、前記判定部により前記ワーク保持部に保持された前記ワークが検査対象でないと判定されたときには、前記二次元画像の取得のための前記回転機構による前記ワークの回転の開始を規制する検査装置。

[請求項4]

対称軸まわりに回転対称な外周部を有するワークをワーク保持位置でワーク保持部により保持するワーク保持工程と、

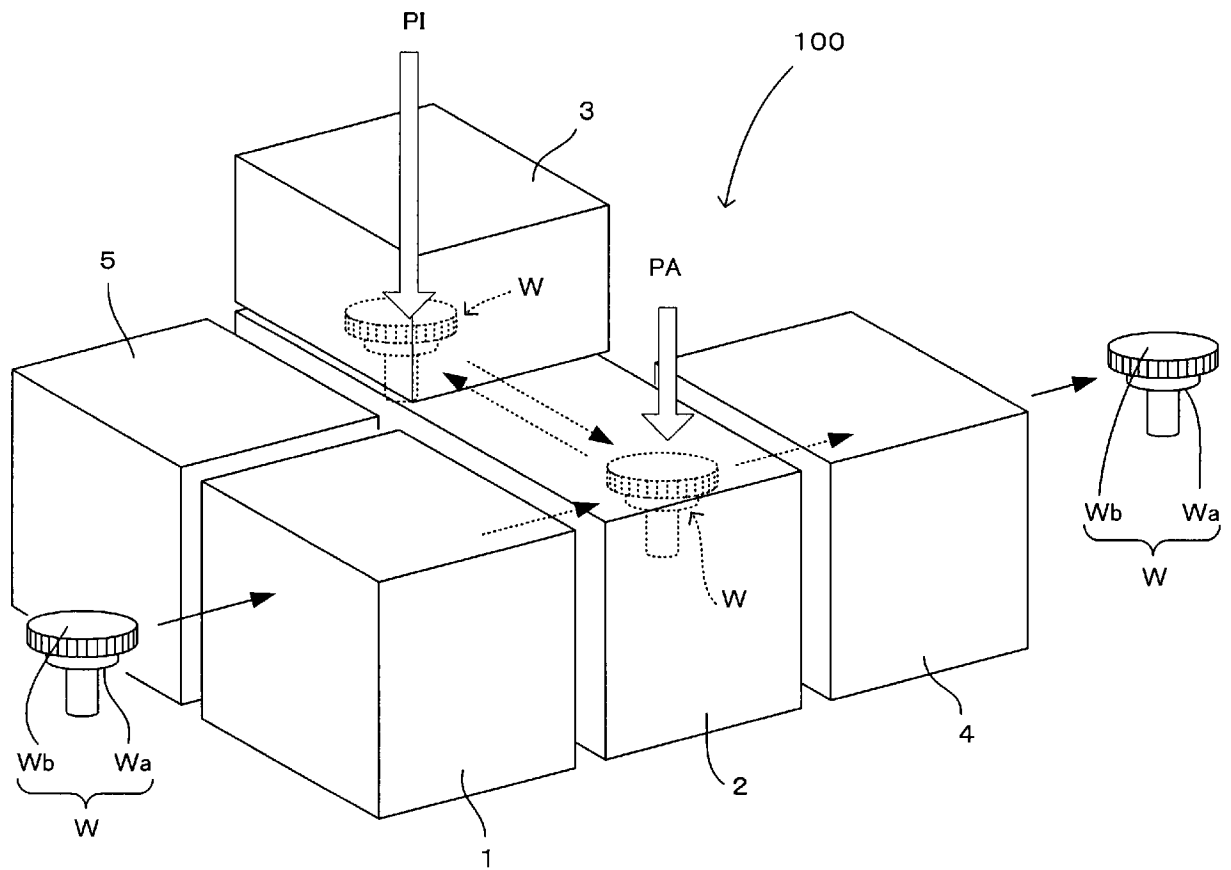
前記ワーク保持位置で、前記ワーク保持部に保持された前記ワークのうち前記対称軸上に位置する部位から径方向に延びる線状領域を撮像してライン画像を取得する画像取得工程と、

前記ライン画像に基づいて前記ワーク保持部に保持された前記ワークが検査対象であるか否かを判定する判定工程とを備え、

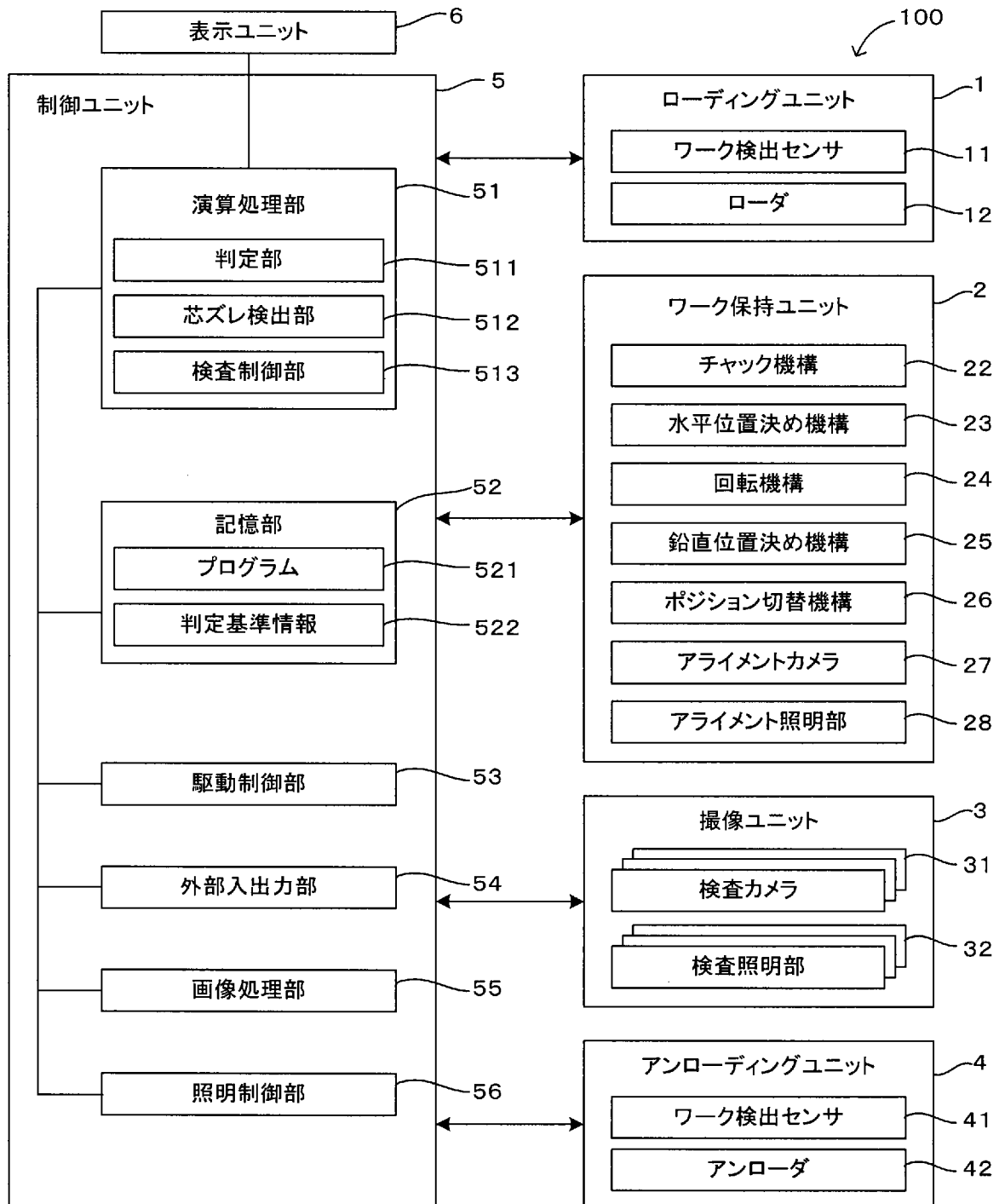
前記判定工程により前記ワークが検査対象であると判定されたときには前記ワーク保持部に保持された前記ワークを検査位置に移動させて検査する一方、検査対象でないと判定されたときには前記ワーク保持部に保持された前記ワークの前記検査位置への移動および検査を規制する

ことを特徴とする検査方法。

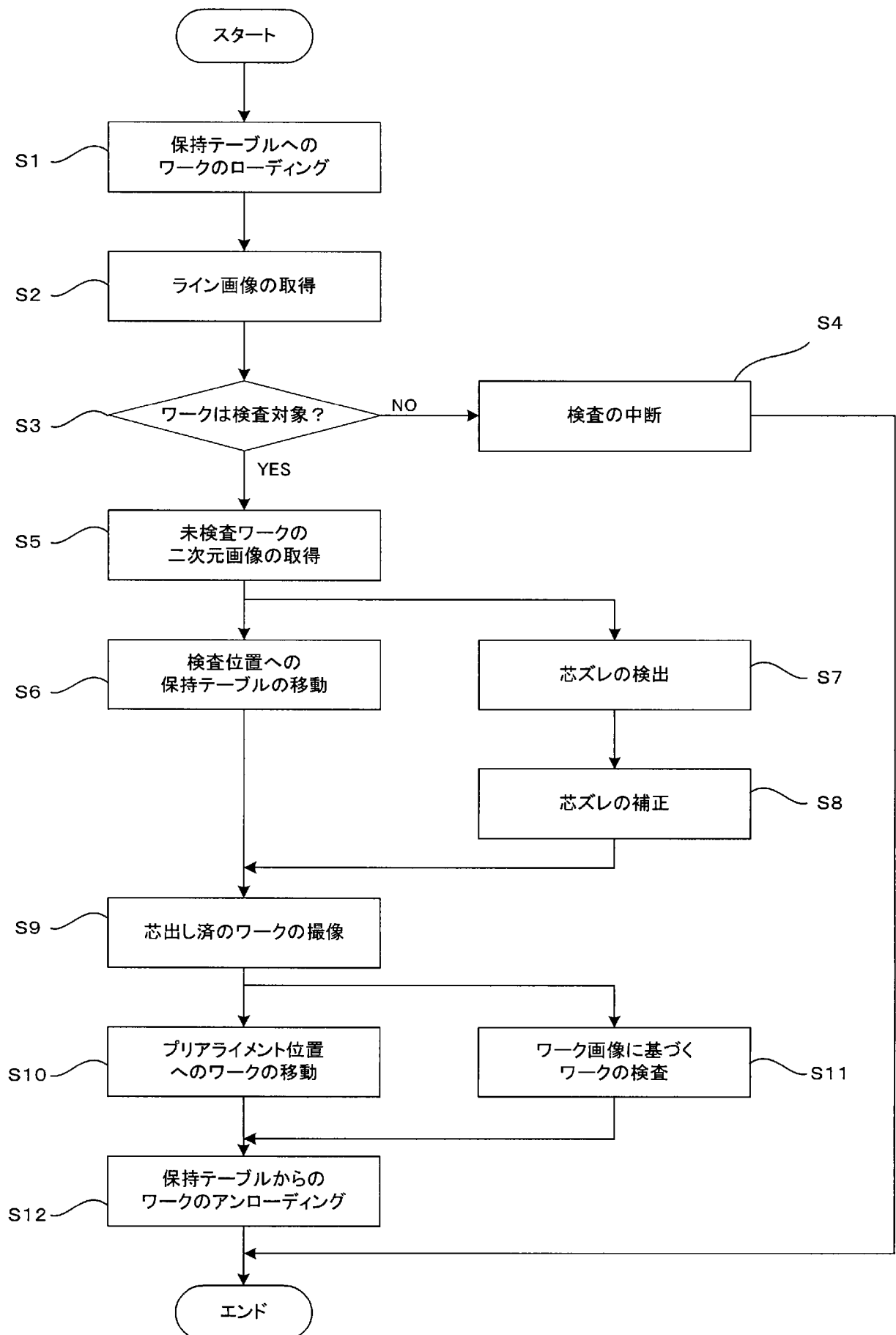
[図1]



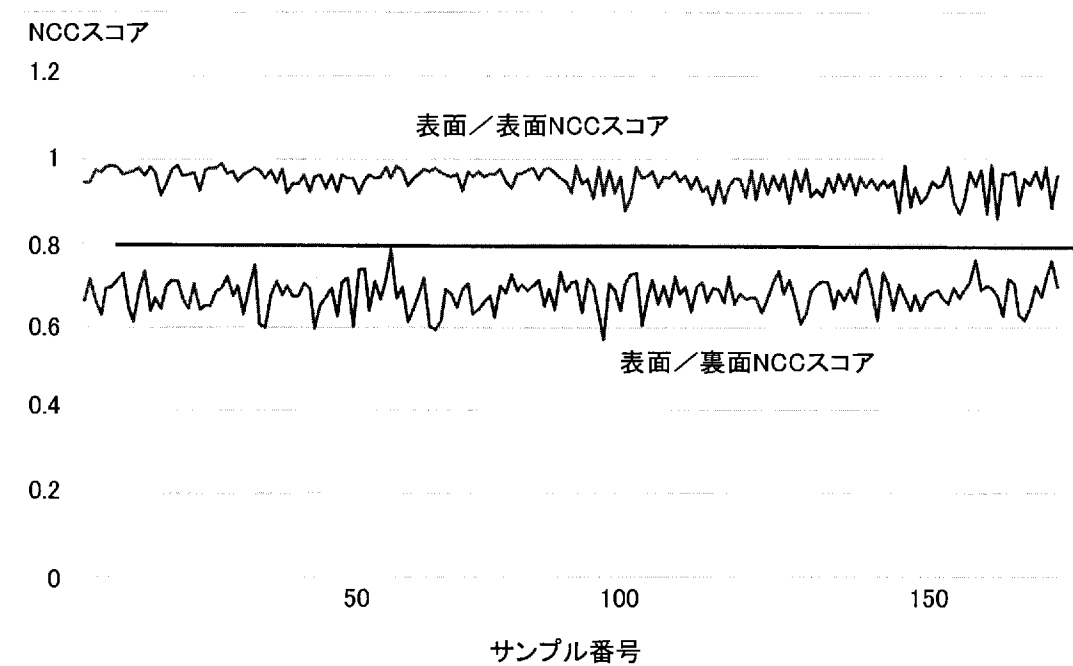
[図2]



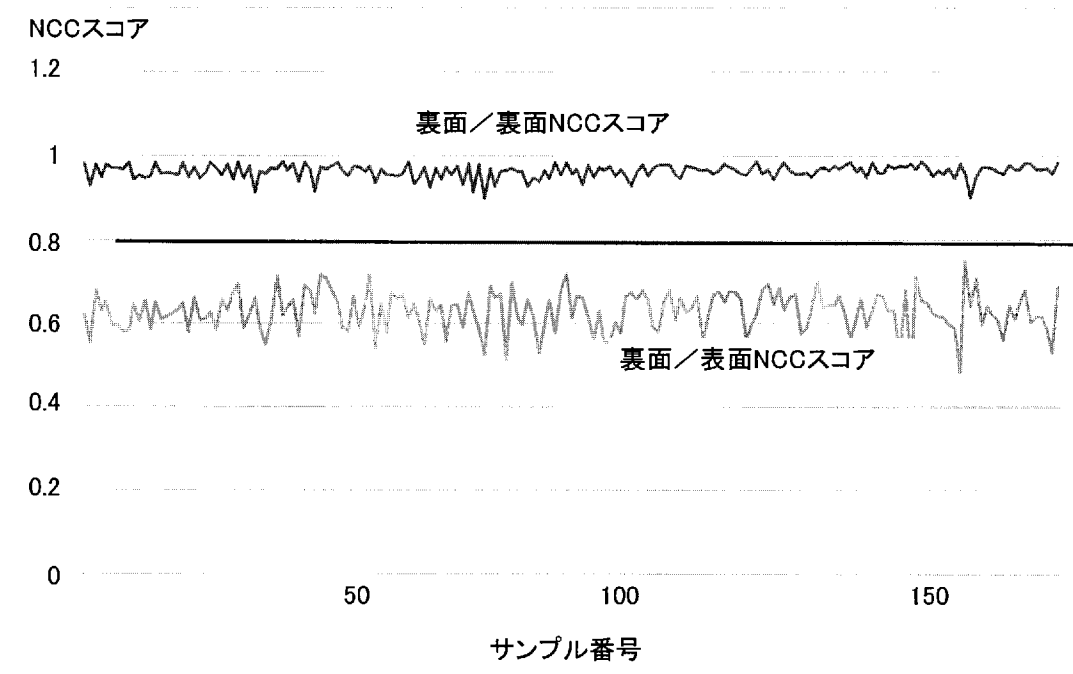
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/045795

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 21/84(2006.01)i; G01N 21/95(2006.01)i

FI: G01N21/95 Z; G01N21/84 C

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)

G01N21/84-21/958, G01B1 1/00-11/30

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.
A	WO 2018/168065 A1 (SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) 20.09.2018 (2018-09-20)	1-4
A	JP 7-190958 A (KRONES AG HERMANN KRONSEDER MASCHINENFABRIK) 28.07.1995 (1995-07-28)	1-4
A	JP 2013-210231 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP.) 10.10.2013 (2013-10-10)	1-4
A	JP 2000-259830 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 22.09.2000 (2000-09-22)	1-4
A	KR 10-2013-0029469 A (JINHAP INDUSTRY CO., LTD.) 25.03.2013 (2013-03-25)	1-4
A	US 5452521 A (NIEWMIERZYCKI) 26.09.1995 (1995-09- 26)	1-4



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
05 February 2020 (05.02.2020)Date of mailing of the international search report
18 February 2020 (18.02.2020)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/JP2019/045795

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2018/168065 A1	20 Sep. 2018	CN 110114658 A	
JP 7-190958 A	28 Jul. 1995	US 5505312 A	
		EP 638369 A3	
		DE 9310623 U1	
JP 2013-210231 A	10 Oct. 2013	US 2013/0258320 A1	
JP 2000-259830 A	22 Sep. 2000	(Family: none)	
KR 10-2013-0029469 A	25 Mar. 2013	(Family: none)	
US 5452521 A	26 Sep. 1995	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01N 21/84(2006.01)i; G01N 21/95(2006.01)i FI: G01N21/95 Z; G01N21/84 C		
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）） G01N21/84-21/958, G01B11/00-11/30		
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
A	WO 2018/168065 A1 (株式会社SCREENホールディングス) 20.09.2018 (2018 - 09 - 20)	1-4
A	JP 7-190958 A (クロネス・アーゲー・ヘルマン・クロンセデル・マシーネンファブリーク) 28.07.1995 (1995 - 07 - 28)	1-4
A	JP 2013-210231 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 10.10.2013 (2013 - 10 - 10)	1-4
A	JP 2000-259830 A (松下電器産業株式会社) 22.09.2000 (2000 - 09 - 22)	1-4
A	KR 10-2013-0029469 A (JINHAP INDUSTRY CO.LTD.) 25.03.2013 (2013 - 03 - 25)	1-4
A	US 5452521 A (NIEWMIERZYCKI) 26.09.1995 (1995 - 09 - 26)	1-4
☐ 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 05.02.2020		国際調査報告の発送日 18.02.2020
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） 小野寺 麻美子 2W 9505 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/JP2019/045795

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2018/168065	A1	20.09.2018	CN	110114658	A	
JP	7-190958	A	28.07.1995	US	5505312	A	
				EP	638369	A3	
				DE	9310623	U1	
JP	2013-210231	A	10.10.2013	US	2013/0258320	A1	
JP	2000-259830	A	22.09.2000	(ファミリーなし)			
KR	10-2013-0029469	A	25.03.2013	(ファミリーなし)			
US	5452521	A	26.09.1995	(ファミリーなし)			