

(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  
2012年9月27日(27.09.2012)



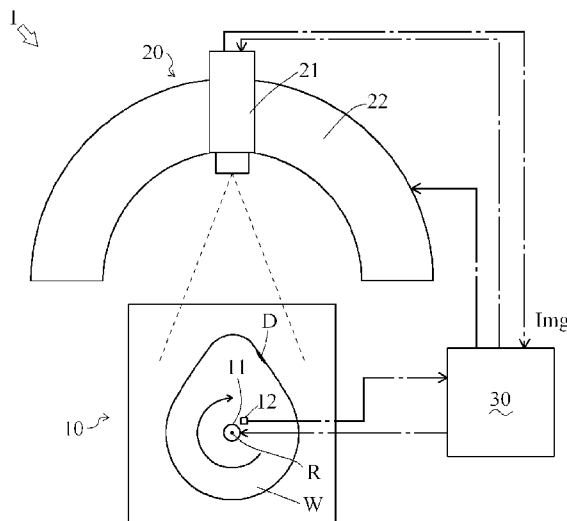
(10) 国際公開番号  
WO 2012/127657 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01N 21/88 (2006.01) G01B 11/02 (2006.01)
  - (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/057007
  - (22) 国際出願日: 2011年3月23日(23.03.2011)
  - (25) 国際出願の言語: 日本語
  - (26) 国際公開の言語: 日本語
  - (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
  - (72) 発明者; および
  - (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 青野 宏 (AONO Hiroshi) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
  - (74) 代理人: 矢野 寿一郎 (YANO Juichiro); 〒5406134 大阪府大阪市中央区城見二丁目1番61号 ツイン21 MIDタワー34階 矢野内外国特許事務所 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: APPARATUS FOR DETECTING DEFECT OF WORK

(54) 発明の名称: ワークの欠陥検出装置

[図1]



(57) Abstract: The present invention addresses the issue of providing a technology of improving detection accuracy of defects of work outer circumferential surfaces, including bent surfaces. A defect detecting apparatus (1) detects a defect (D) that is present on the outer circumferential surface of work (W) having the outer circumferential surface thereof formed as a bent surface. The defect detecting apparatus (1) is provided with: a jig (10), which supports the work (W), and holds the work in a state wherein the work is rotated by a predetermined angle; an image pickup apparatus (20), which picks up an image of the outer circumferential surface of the work (W) held by the jig (10), said work being in the state wherein the work is rotated by the predetermined angle; and a control apparatus (30), which processes an image obtained by means of the image pickup apparatus (20), and determines a defect. The control apparatus (30) stores information relating to the shape of the outer circumferential surface of the work (W), and information relating to the positional relationship, at each rotation angle, between the image pickup apparatus (20) and a work (W) area having the image thereof picked up by the image pickup apparatus (20), and the control apparatus uses the information at the time of determining the defect (D).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/127657 A1



---

本発明は、曲面を含むワーク外周面の欠陥の検出精度を向上する技術を提供することを課題とする。欠陥検出装置（１）は、外周面が曲面として形成されるワーク（W）の外周面に存在する欠陥（D）を検出する。欠陥検出装置（１）は、ワーク（W）を支持するとともに、所定角度に回転した状態に保持する治具（１０）と、治具（１０）によって所定角度に回転した状態に保持されたワーク（W）の外周面を撮像する撮像装置（２０）と、撮像装置（２０）によって得られる画像を処理し、欠陥を判定する制御装置（３０）と、を具備する。制御装置（３０）は、ワーク（W）の外周面の形状に関する情報、及び、各回転角度における、撮像装置（２０）によるワーク（W）の撮像部位と撮像装置（２０）との位置関係に関する情報を記憶しており、欠陥（D）を判定する際に、これらの情報を利用する。

## 明 細 書

**発明の名称**：ワークの欠陥検出装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、ワークの外周面に存在する欠陥を検出する技術に関する。

### 背景技術

[0002] 特許文献1は、カムシャフトの表面の欠陥を検査する技術を開示している。特許文献1では、カムの用途を考慮して表面を複数の検査領域に分割し、各検査領域に対して専用の光学機器を用いるとともに、各検査領域に応じて欠陥判定に用いる基準を変更することで、検査対象であるカムシャフトにとって最適な検査条件を採用している。このようにして、使用条件等、検査対象の特有の性質を考慮した欠陥検査を実現している。

[0003] 特許文献2は、周縁部に曲面を含むワーク表面の欠陥を検査する技術を開示している。特許文献2では、撮像手段に対して傾斜面となる曲面部分の濃淡を考慮して、画像処理の条件を変更することで、曲面部に存在する欠陥を認識している。

[0004] しかしながら、従来技術ではワークの曲面部分を撮像する際に発生する画像歪みが十分に考慮されておらず、曲面部の欠陥形状、特に欠陥の大きさを誤認識する可能性がある。さらには、ワークを撮像するカメラとワークとの位置関係（距離、角度等）によっても画像歪みが生じ得るため、欠陥を高精度に検出することが困難な現状である。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：特開平3-293542号公報

特許文献2：特開2008-233106号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明は、ワーク外周面の欠陥の検出精度を向上する技術を提供すること

を課題とする。

### 課題を解決するための手段

[0007] 本発明のワークの欠陥検出装置は、ワークの外周面に存在する欠陥を検出する装置であって、前記ワークを支持するとともに、所定角度に回転した状態に保持する治具と、前記治具によって所定角度に回転した状態に保持されたワークの外周面を撮像する撮像装置と、前記撮像装置によって得られる画像を処理し、欠陥を判定する制御装置と、を具備し、前記制御装置は、前記ワークの外周面の形状に関する情報、及び、各回転角度における、前記撮像装置によるワークの撮像部位と当該撮像装置との位置関係に関する情報を記憶しており、前記欠陥を判定する際に、これらの情報を利用する。

[0008] 本発明の好ましい実施形態において、前記制御装置は、予め記憶した閾値と前記撮像装置によって得られる画像に含まれる欠陥の大きさとを比較することによって、前記欠陥を判定する。

[0009] 本発明の一実施形態において、前記ワークの外周面の形状に関する情報、及び、各回転角度における、前記撮像装置によるワークの撮像部位と当該撮像装置との位置関係に関する情報を用いて、前記欠陥の判定の際に用いる閾値を当該欠陥の位置に応じて変更することが好ましい。

[0010] 本発明の別実施形態において、前記ワークの外周面の形状に関する情報、及び、各回転角度における、前記撮像装置によるワークの撮像部位と当該撮像装置との位置関係に関する情報を用いて、前記撮像装置によって得られる画像を補正し、前記欠陥の実形状を用いて判定することが好ましい。

### 発明の効果

[0011] 本発明によれば、ワーク外周面の欠陥の検出精度を向上できる。

### 図面の簡単な説明

[0012] [図1]欠陥検出装置を示す図である。

[図2]欠陥の位置に応じた閾値の変移を示す図である。

[図3]欠陥検出の対象であるワークを示す図である。

[図4]欠陥検出装置の撮像装置を用いたワークの撮像を示す図である。

[図5] 撮像装置によって撮像された画像データを示す図である。

[図6] 画像データを用いた欠陥判定処理を示す図である。

[図7] 欠陥検出の対象であるワークを示す図である。

[図8] 撮像装置によって撮像された画像データを示す図である。

[図9] 画像データを補正して得られる補正画像を示す図である。

## 発明を実施するための形態

### [0013] [第一実施形態]

以下、図面を参照して、欠陥検出装置の第一実施形態について説明する。

欠陥検出装置 1 は、ワーク W の外周面に存在する欠陥 D を検出するための装置であり、ワーク W を回転させて外周面を撮像することによって外周全周を検査する。欠陥 D は、ワーク W の表面に現れる欠陥であり、例えば機械加工によって生じる鑄巣、クラック、傷等の凹欠陥である。欠陥 D は、その大きさに応じて許容できる／許容できないが判定され、許容できない大きさの欠陥 D を有するワーク W は不良品として処理される。

[0014] ワーク W は、周方向に曲率を有し、外周面が曲面として形成されている。ワーク W は、軸 R を含み、この軸 R 周りに回転可能な軸状部材として構成される。ワーク W は、軸 R から外周面までの距離が一定の円柱部材、軸 R から外周面までの距離が角度によって変化するカムシャフト等である。また、欠陥検出装置 1 を用いた欠陥検出に際して、軸 R 周りに回転可能であれば、ワーク W の外周面は平面として形成されていても良く、例えば角柱部材等でも良い。


[0015] 図 1 に示すように、欠陥検出装置 1 は、ワーク W を支持する治具 10、ワーク W を撮像する撮像装置 20、ワーク W の回転を制御し、撮像装置 20 からの画像を処理して、欠陥 D の有無を判定する制御装置 30 を具備する。


[0016] 治具 10 は、ワーク W を所定位置に保持し、かつ、軸 R 中心にワーク W を回転自在に支持する。治具 10 は、ワーク W を回転するためのモータ 11 を備える。


モータ 11 の出力軸は、ワーク W の軸 R に接続されており、モータ 11 を


駆動することによってワークWが軸Rを中心に回転する。また、モータ11にはエンコーダ12が付設され、モータ11の回転角（軸Rの回転角）を検出可能である。


[0017] モータ11及びエンコーダ12は、制御装置30と電氣的に接続される。制御装置30からの制御信号によってモータ11が駆動されるとともに、エンコーダ12によるモータ11の回転角に関する検出信号が制御装置30に伝送される。このように、制御装置30は、エンコーダ12からの検出信号によってワークWの傾斜角度を検出しつつ、モータ11に制御信号を伝送して駆動・停止させることによって、ワークWを所定角度に回転させた状態で保持することが可能である。

[0018] 撮像装置20は、ワークWの表面（外周面）を撮像し、画像データを取得する。撮像装置20は、カメラ21、無影灯22を備える。

カメラ21は、ワークWの表面のうち、所定の視野範囲内を撮影して画像データを生成する。カメラ21は、ワークWの回転中心である軸Rと所定距離だけ離れた位置に固定されており、軸Rに対して移動不能である。

無影灯22は、ドーム型の照明装置であり、ワークWの表面を照明する。無影灯22は、カメラ21の周囲を取り囲むように配置される複数の照明群によって構成される。撮像装置20では、無影灯22でワークWを照明した状態で、カメラ21による撮影を行い、画像データを取得する。

[0019] カメラ21及び無影灯22は、制御装置30と電氣的に接続される。制御装置30からの制御信号によって無影灯22の照明動作が制御されるとともに、カメラ21による撮像動作が制御される。そして、カメラ21によって取得された画像データが制御装置30に伝送される。

[0020] 欠陥検出装置1では、治具10によってワークWを所定の傾斜角度に保持した状態で、カメラ21によってワークWの画像データを取得している。このように、治具10によってワークWの回転角度が確実に決定された状態で、カメラ21によるワークWの撮像が行われる。これにより、ワークWの回転角度毎に、カメラ21とワークWの表面との距離が固定され、各回

転角度の画像データ *Img* の撮像範囲が固定される。

このような条件でワーク *W* を撮像することによって、カメラ 21 で画像データ *Img* を取得する際に、ワーク *W* の姿勢に応じてワーク *W* の外周面の曲率に起因する周方向の画像歪みを考慮することが可能となり、曲面部分を平面的な画像としてピックアップする際に画像データ *Img* に含まれる欠陥 *D* の形状歪みを考慮することが可能となる。

[0021] 制御装置 30 は、治具 10 及び撮像装置 20 に接続されており、モータ 11、カメラ 21 及び無影灯 22 の動作を制御して、ワーク *W* の回転とカメラ 21 による撮像動作を同期するとともに、エンコーダ 12 及びカメラ 21 によって取得されるデータ（ワーク *W* の回転角度及び画像データ *Img*）を受信して、これらのデータに基づいて解析及び画像処理する。

また、制御装置 30 は、ワーク *W* の形状（外周面の形状）に関する情報を記憶している。このワーク *W* の外周面の形状に関する情報とは、ワーク *W* の軸 *R* から外周面までの距離及び角度を含む位置関係に関する情報であって、軸 *R* 及びワーク *W* の回転角度に対して一義的に決定されるワーク *W* の外周形状に関する情報を指す。さらに、制御装置 30 は、ワーク *W* の各回転角度における、カメラ 21 の視野範囲に含まれるワーク *W* の撮像部位とカメラ 21 との幾何学的な距離（位置関係）を記憶している。すなわち、制御装置 30 には、画像データ *Img* におけるワーク *W* の各部位における画像歪み度合いが記憶されており、画像データ *Img* 内に存在する欠陥 *D* の位置に応じた形状歪みについての情報が記憶されている。

[0022] また、制御装置 30 では、ワーク *W* の各回転角度における、ワーク *W* の画像歪みに応じた閾値 *T<sub>h</sub>* が記憶されており、画像データ *Img* 内の欠陥 *D* の大きさが閾値 *T<sub>h</sub>* を超える場合にワーク *W* の表面に許容できない大きさの欠陥が存在すると判定する。

制御装置 30 は、ワーク *W* の外周面の形状に関する情報、及び、ワーク *W* の各回転角度における、カメラ 21 の視野範囲に含まれるワーク *W* の撮像部位とカメラ 21 との位置関係に関する情報を利用して、閾値 *T<sub>h</sub>* と欠陥 *D*

の大きさとを比較して欠陥判定を行う。

[0023] 閾値  $T_h$  は、各画像データ  $Img$  の画像歪みの大きさに応じて設定されている。ワーク  $W$  のような軸状物の場合において、閾値  $T_h$  は、カメラ  $21$  と正対し、歪みの小さい中央部では大きく設定され、カメラ  $21$  の画像視野の端部となり、中央部に比べて歪み度合いが大きい端部では小さく設定されている。このように設定される閾値  $T_h(x)$  は、各画像データ  $Img$  に対して設定されており、図 2 に示すように、画像データ  $Img$  内での周方向の位置  $(x)$  に応じて値が設定されている。

[0024] 以下では、図 3～図 6 を参照して、欠陥検出装置 1 を用いて、欠陥  $D1$ ～ $D3$  を含むワーク  $W$  を検査した場合の欠陥検出処理について説明する。図 3 に示すように、ワーク  $W$  をカムシャフトとし、カムシャフトのカム部の表面について検査する。

欠陥  $D1$ ～ $D3$  は、ワーク  $W$  におけるカム部の表面に存在する欠陥の代表例であり、欠陥  $D1$  は頂部に現れる円形の欠陥、欠陥  $D2$  は欠陥  $D1$  に対して  $40$  度程度位相がずれた位置に存在する円形の小型欠陥、欠陥  $D3$  は側部に現れる円形の欠陥とする。なお、欠陥  $D1$ ・ $D3$  は許容できない大きさの欠陥であり、欠陥  $D2$  は許容できる大きさの欠陥であるものとする。

[0025] 図 4 に示すように、治具  $10$  によってワーク  $W$  を  $45$  度ずつ回転させながら撮像装置  $20$  によって 8 枚の画像データ  $Img1$ ～ $Img8$  を撮像する。なお、図 4 では、ワーク  $W$  を固定し、ワーク  $W$  の軸  $R$  を中心としてカメラ  $21$  を  $45$  度ずつ回転させている図を示している。

[0026] 図 5 に示すように、撮像装置  $20$  によって画像データ  $Img1$ ～ $Img8$  が得られる。これらの画像データ  $Img1$ ～ $Img8$  は、ワーク  $W$  の外周面を周方向に沿って順に撮像した平面図として取得される。なお、図 5 ではワーク  $W$  の周方向を左右方向とし、ワーク  $W$  のカム部の頂点を  $(0)$  として表示している。

[0027] そして、制御装置  $30$  において、画像データ  $Img1$ ～ $Img8$  に現れる欠陥  $D1$ ～ $D3$  の位置及び大きさと、閾値  $T_h$  とを比較して許容できる欠陥

又は許容できない欠陥の何れであるかの判定が行われる。

図6に示すように、それぞれの画像データ  $Img 1 \sim Img 8$  における画像歪みを考慮して、閾値  $Th(x)$  を設定し、欠陥  $D 1 \sim D 3$  の大きさ及び周方向の位置  $(x)$  に応じて、閾値  $Th(x)$  との大きさを比較することによって欠陥判定が行われ、欠陥  $D 1 \cdot D 3$  は許容できない大きさの欠陥、欠陥  $D 2$  は許容できる大きさの欠陥であると判定される。

[0028] なお、各欠陥  $D$  の周方向の位置  $(x)$  は、周方向における中心位置として決定される。また、各欠陥  $D$  の大きさは、周方向の長さとして決定される。

このとき、楕円形状、三日月形状、曲線形状等の非円形の欠陥  $D$  を検出する場合は、制御装置 30 に記憶される画像データ  $Img$  の歪み情報に基づいて、長手方向の大きさ（例えば、楕円形状の欠陥における長径）を直径とする円形状とみなし、その直径及び中心位置を用いて判定する。

[0029] 以上のように、それぞれの画像データ  $Img 1 \sim Img 8$  に対して、幾何学的な画像歪みを考慮した閾値  $Th(x)$  を設定し、画像内に含まれる欠陥  $D 1 \sim D 3$  の位置  $(x)$  及び大きさと、閾値  $Th(x)$  とを比較することにより、曲率を有するワーク  $W$  の外周面に現れる欠陥、特に画像歪みの大きい端部に現れる欠陥を精度良く検出することが可能であり、欠陥検出装置 1 の信頼性を向上できる。

本実施形態の場合は、画像データ  $Img$  に現れる欠陥  $D$  の寸法をそのまま利用するため、画像データ  $Img$  に対する解析が不要であり、画像処理の負荷を低減できる。

[0030] また、撮像された画像データ  $Img$  の視野角度（視野範囲）がワーク  $W$  の回転角度以上（ここでは45度以上）となる場合、これら一連の画像データには、隣接する画像データ間に重複する部分が存在することとなる。このような重複部分においては、境界付近に存在する同一の欠陥が撮像されるが、端部からの距離が大きくなる側の画像データにて判定することによって、歪み度合いがより小さい位置で判定することが可能となり、欠陥検出の正確性が高くなる。

[0031] 具体的には、図5に示す画像データ  $I m g 2$  の端部に存在する欠陥  $D 3$  が画像データ  $I m g 3$  の端部に重複して現れている。

このような場合、欠陥  $D 3$  の中心（周方向の中心位置）とそれぞれの端部との距離を測定し、距離が大きい方（本実施形態では画像データ  $I m g 3$ ）を用いて欠陥  $D 3$  の大きさを判定することで、欠陥  $D 3$  の画像歪みによる影響を低減できる。つまり、カメラ  $2 1$  に対する角度が小さい方の画像データ  $I m g$  を採用することによって、曲率に起因する画像歪みの度合いを低減できる。このようにして、各画像データ  $I m g$  の端部に現れる欠陥  $D$  の検出精度を向上できる。

[0032] [第二実施形態]

以上の第一実施形態では、図2に示すように、閾値  $T h$  を周方向の座標（ $x$ ）に応じて変化させて、言い換えれば閾値  $T h(x)$  を周方向の位置（ $x$ ）の変数として扱って欠陥判定を行う形態を示した。

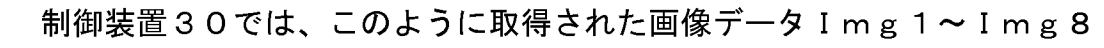
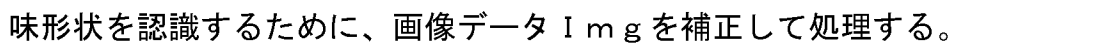
以下では、図7～図9を用いて、欠陥検出装置の第二実施形態として、閾値  $T h$  を一定値として欠陥判定を行う欠陥検出装置について説明する。本実施形態では、欠陥  $D$  の形状を、画像歪みを考慮して補正して、実形状にフィッティングした上で欠陥の判定を行う。具体的には、以下の通りである。

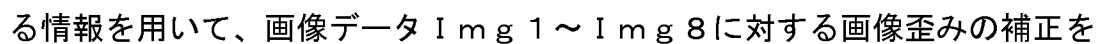
[0033] 図7に示すように、ワーク  $W$  を欠陥  $D 4 \sim D 7$  を含む円柱とし、同様に治具  $1 0$  によってワーク  $W$  を  $4 5$  度ずつ回転させながら撮像装置  $2 0$  によって8枚の画像データ  $I m g 1 \sim I m g 8$  を撮像する。

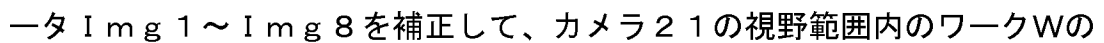
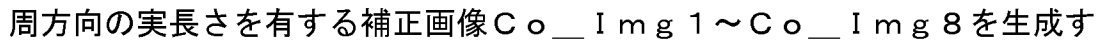
欠陥  $D 4 \sim D 7$  は、ワーク  $W$  のカム部の表面に存在する欠陥の代表例であり、欠陥  $D 4$  は頂部に現れる円形の欠陥、欠陥  $D 5$  は欠陥  $D 4$  に対して  $4 0$  度程度位相がずれた位置に存在する円形の小型欠陥、欠陥  $D 6$  は側部に現れる楕円形の欠陥、欠陥  $D 7$  は、側部に現れる三日月形状の欠陥とする。なお、欠陥  $D 4 \cdot D 6 \cdot D 7$  は許容できない大きさの欠陥であり、欠陥  $D 5$  は許容できる大きさの欠陥であるものとし、欠陥  $D 6 \cdot D 7$  は周方向に対して傾斜しているものとする。


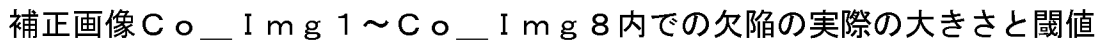
[0034] 図8に示すように、撮像装置  $2 0$  によって画像データ  $I m g 1 \sim I m g 8$

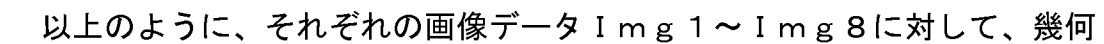
が得られる。

制御装置30では、このように取得された画像データに対して画像歪みの補正を行い、ワークWの外周面を周方向に沿って展開した平面図として処理する。つまり、本実施形態では、ワークWの欠陥Dの正味形状を認識するために、画像データを補正して処理する。

この場合、制御装置30は、制御装置30に予め記憶されている、ワークWの形状（外周面の形状）に関する情報や、ワークWの各回転角度における、カメラ21によるワークの撮像部位と当該カメラ21との位置関係に関する情報を用いて、画像データに対する画像歪みの補正を行う。

[0035] 具体的には、図9に示すように、カメラ21によって取得される各画像データを補正して、カメラ21の視野範囲内のワークWの周方向の実長さを有する補正画像を生成する。

このようにして生成される補正画像内に存在する欠陥D4～D7の形状も正味の形状として現れる。すなわち、この補正画像内での欠陥の実際の大きさと閾値Thとを比較することで欠陥判定が実施され、欠陥D4・D6・D7は許容できない大きさの欠陥、欠陥D5は許容できる大きさの欠陥として判定される。

[0036] 以上のように、それぞれの画像データに対して、幾何学的な画像補正を施した上で、補正画像内に含まれる欠陥D4～D7の大きさと、閾値Thとを比較することにより、曲率を有するワークWの外周面に現れる欠陥を精度良く検出することが可能であり、欠陥検出装置1の信頼性を向上できる。

本実施形態の場合は、欠陥Dの実寸法を算出して欠陥判定を行うため、より厳密な欠陥判定が可能である。

[0037] また、ワークWに存在する欠陥は、その長手方向の大きさが問題となるこ

とが多いため、欠陥の形状が非円形状、かつ、非楕円形状である場合、欠陥の外郭を含むような楕円形状（又は長方形形状）として認識し、その長径（又は長辺）と閾値  $T_h$  とを比較して判定する。これにより、異形の欠陥についても同様に処理可能である。

例えば、図に示す欠陥  $D_7$  は、三日月形状の異形の欠陥であるため、欠陥  $D_7$  を内包する楕円の長径の大きさ又は長方形の長辺の大きさを欠陥の大きさとして認識する。このように、異形の欠陥の形状、方向によって生じ得る誤判定を回避できる。

[0038] また、撮像装置 20 は、治具 10 によって所定角度に保持されたワーク  $W$  を断続的に撮影しているが、これに限定されず、治具 10 によってワーク  $W$  を回転させながら連続的に撮影しても良い。この場合、カメラ 21 が欠陥  $D$  と対向する位置において、欠陥  $D$  の大きさを検出することが可能であり、画像歪みの影響を最小限に抑えることが可能となる。

### 産業上の利用可能性

[0039] 本発明は、ワークの外周面が曲率を有する場合の欠陥検査に好適に利用可能である。

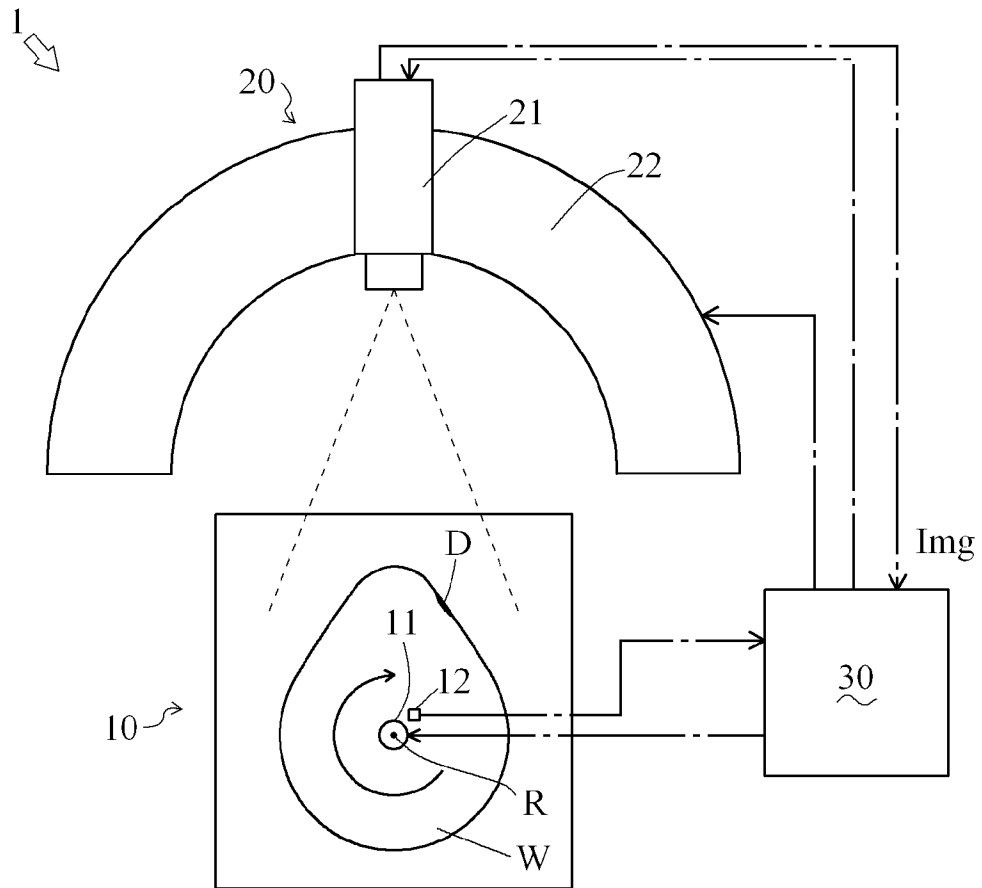
### 符号の説明

[0040] 1 欠陥検出装置  
10 治具  
20 撮像装置  
30 制御装置  
 $W$  ワーク  
 $R$  軸  
 $D$  欠陥  
 $Img$  画像データ

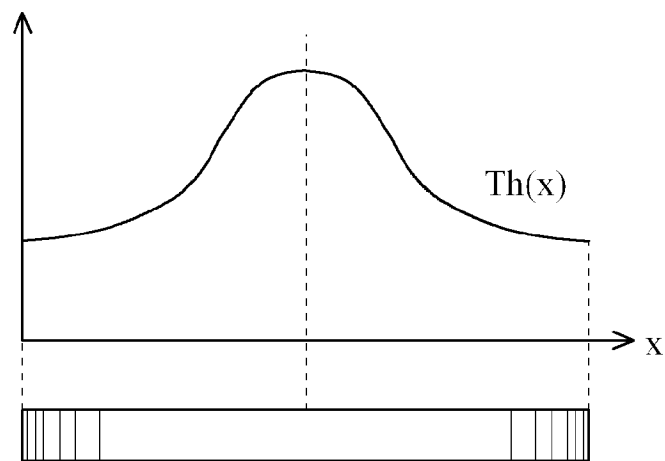
## 請求の範囲

- [請求項1]           ワークの外周面に存在する欠陥を検出する装置であって、  
前記ワークを支持するとともに、所定角度に回転した状態に保持する治具と、  
前記治具によって所定角度に回転した状態に保持されたワークの外周面を撮像する撮像装置と、  
前記撮像装置によって得られる画像を処理し、欠陥を判定する制御装置と、を具備し、  
前記制御装置は、前記ワークの外周面の形状に関する情報、及び、各回転角度における、前記撮像装置によるワークの撮像部位と当該撮像装置との位置関係に関する情報を記憶しており、前記欠陥を判定する際に、これらの情報を利用するワークの欠陥検出装置。
- [請求項2]           前記制御装置は、予め記憶した閾値と前記撮像装置によって得られる画像に含まれる欠陥の大きさとを比較することによって、前記欠陥を判定する請求項1に記載のワークの欠陥検出装置。
- [請求項3]           前記ワークの外周面の形状に関する情報、及び、各回転角度における、前記撮像装置によるワークの撮像部位と当該撮像装置との位置関係に関する情報を用いて、前記欠陥の判定の際に用いる閾値を当該欠陥の位置に応じて変更する請求項2に記載の欠陥検出装置。
- [請求項4]           前記ワークの外周面の形状に関する情報、及び、各回転角度における、前記撮像装置によるワークの撮像部位と当該撮像装置との位置関係に関する情報を用いて、前記撮像装置によって得られる画像を補正し、前記欠陥の実形状を用いて判定する請求項1又は2に記載の欠陥検出装置。

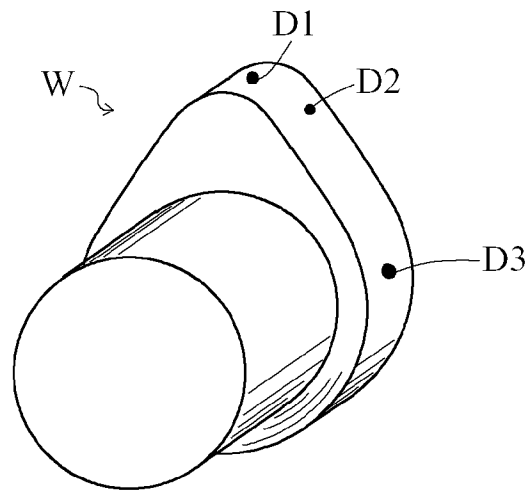
[図1]



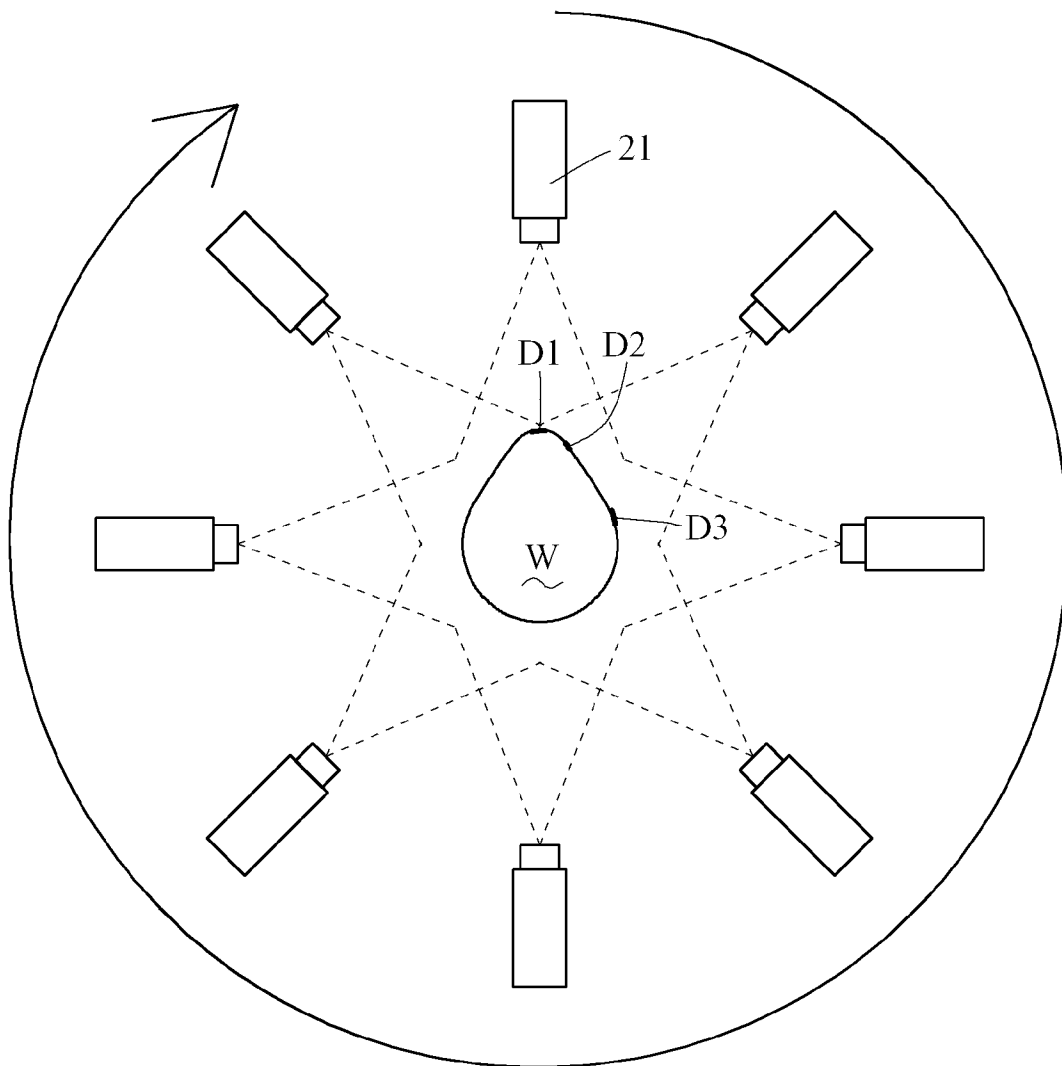
[図2]



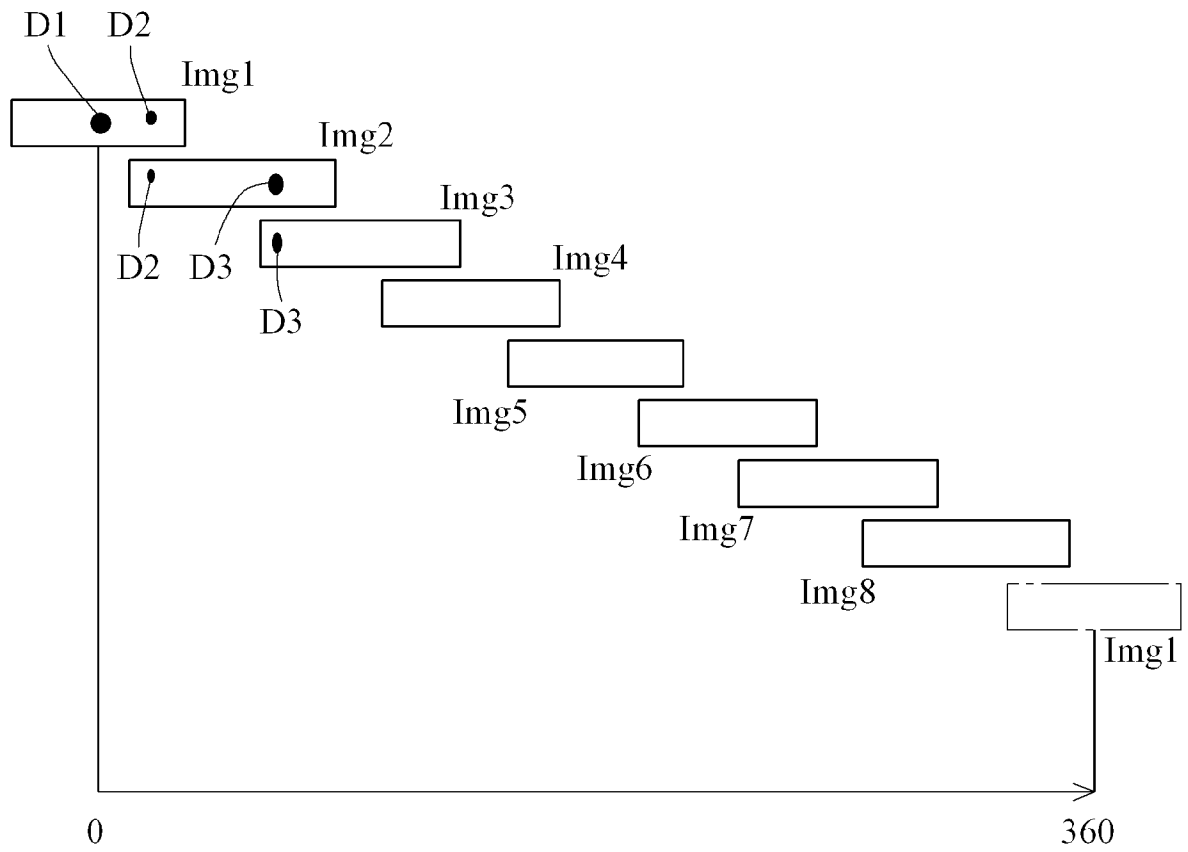
[図3]



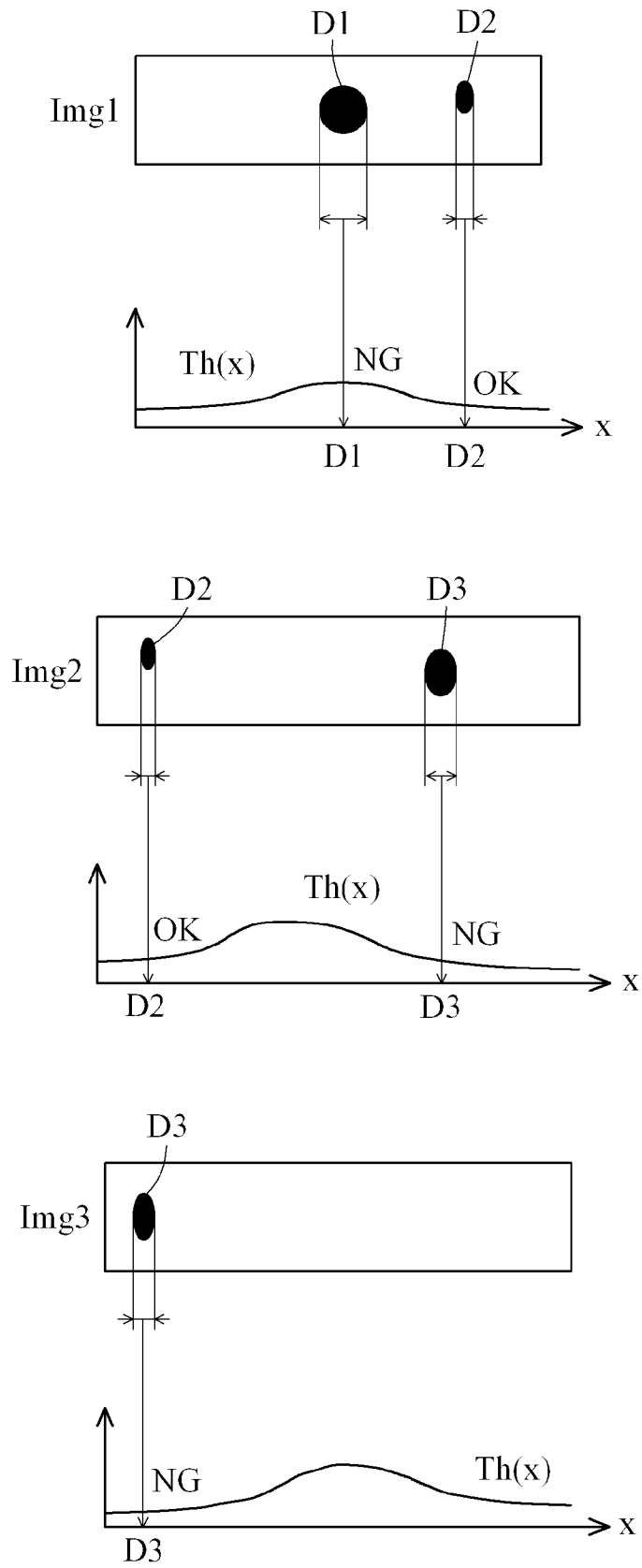
[図4]



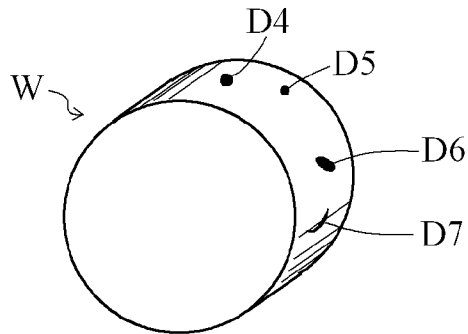
[図5]



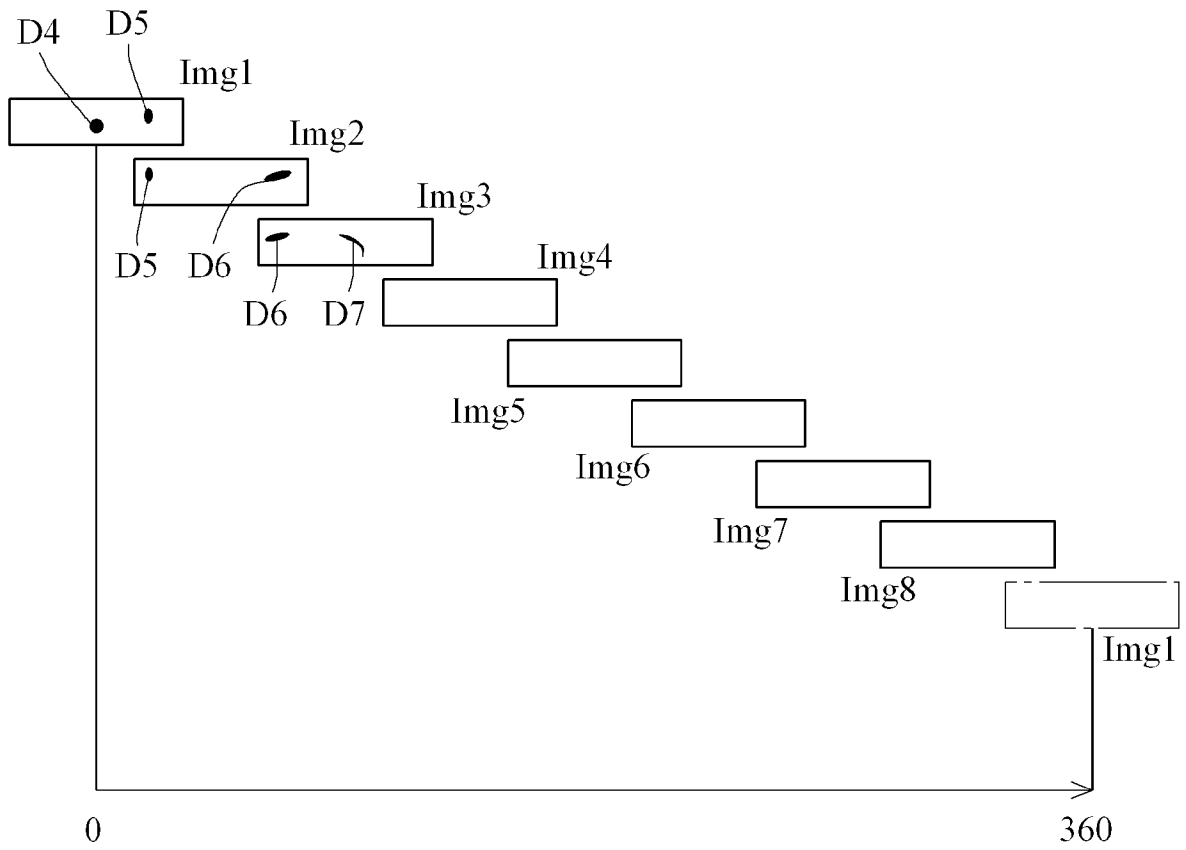
[圖6]



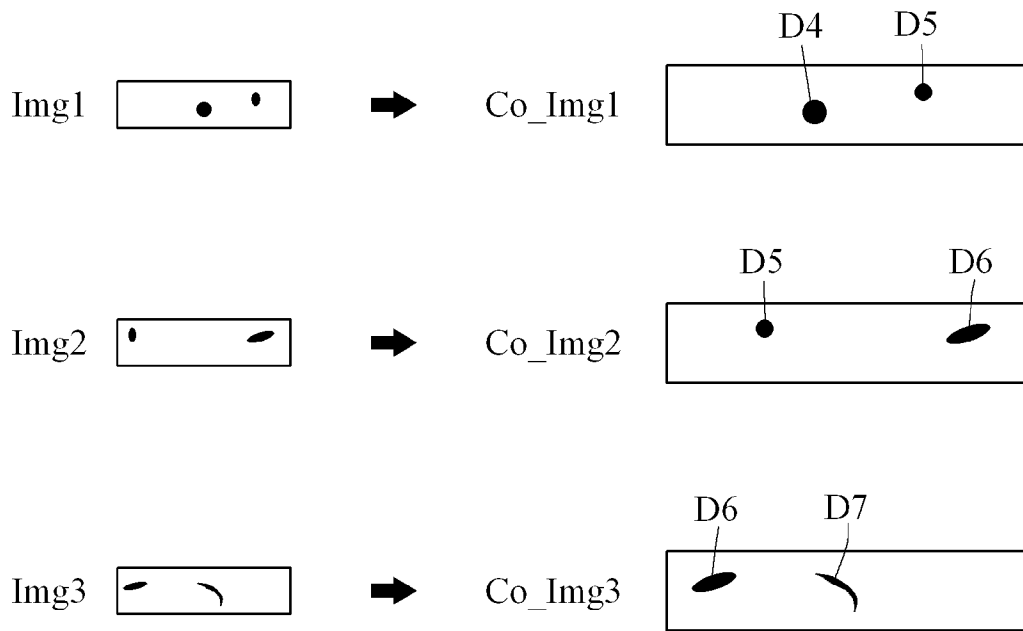
[図7]



[図8]



[図9]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/057007

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N21/88(2006.01)i, G01B11/02(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)

G01N21/88, G01B11/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 01-277743 A (Yasunaga Corp.), 08 November 1989 (08.11.1989), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
Y	JP 02-013836 A (Daihatsu Motor Co., Ltd.), 18 January 1990 (18.01.1990), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
Y	JP 04-132906 A (Mazda Motor Corp.), 07 May 1992 (07.05.1992), entire text; all drawings (Family: none)	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

"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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
15 April, 2011 (15.04.11)Date of mailing of the international search report  
26 April, 2011 (26.04.11)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2011/057007

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 03-293542 A (Mazda Motor Corp.), 25 December 1991 (25.12.1991), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 01-229946 A (Toyota Motor Corp.), 13 September 1989 (13.09.1989), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2008-164532 A (Nihon System & Design, Inc.), 17 July 2008 (17.07.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N21/88(2006.01)i, G01B11/02(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. G01N21/88, G01B11/02

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	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 01-277743 A (株式会社安永) 1989. 11. 08, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 02-013836 A (ダイハツ工業株式会社) 1990. 01. 18, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 04-132906 A (マツダ株式会社) 1992. 05. 07, 全文、全図 (ファミリーなし)	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、一般的な技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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  
 「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

15. 04. 2011

国際調査報告の発送日

26. 04. 2011

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 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)

豊田 直樹

2W

3720

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

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 03-293542 A (マツダ株式会社) 1991.12.25, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 01-229946 A (トヨタ自動車株式会社) 1989.09.13, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2008-164532 A (日本システムデザイン株式会社) 2008.07.17, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-4