

(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
2025年5月15日(15.05.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/100154 A1

(51) 国際特許分類:

G06T 7/00 (2017.01) *H04N 23/56* (2023.01)
G01M 13/021 (2019.01) *H04N 23/60* (2023.01)
G06T 19/00 (2011.01) *H04N 23/63* (2023.01)

KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 (JP).

(72) 発明者: 吉川 啓一(**YOSHIKAWA, Keiichi**).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/036150

(22) 国際出願日: 2024年10月9日(09.10.2024)

(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 2023-189270 2023年11月6日(06.11.2023) JP

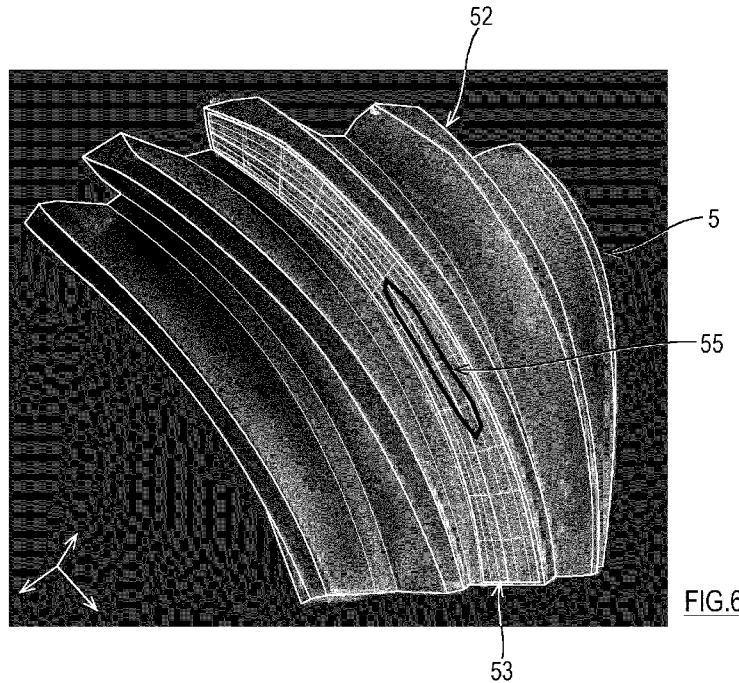
(71) 出願人: 川崎重工業株式会社 (**KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI**

(74) 代理人: 弁理士法人有古特許事務所 (**ARCO PATENT & TRADEMARK ATTORNEYS**); 〒6510088 兵庫県神戸市中央区小野柄通7丁目1番1号 日本生命三宮駅前ビル5階 (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, 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,

(54) **Title:** GEAR TOOTH CONTACT INSPECTION DEVICE AND METHOD

(54) 発明の名称: 歯車の歯当たり検査装置及び方法



(57) **Abstract:** A gear tooth contact inspection according to the present invention comprises a processing device configured so as to acquire captured image data of a gear including a target tooth surface having a tooth contact mark made visible by using paint, generate a gear image including the target tooth surface from the captured image data, acquire 3D model data of the gear, generate AR composite data in which the gear image is superimposed on a virtual gear of a three-dimensional spatial coordinate system generated from the 3D model data, and evaluate the tooth contact state on the basis of a tooth

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：

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

contact region corresponding to the tooth contact mark in the AR composite data.

(57) 要約：歯車の歯当たり検査は、塗料により視覚化された歯当たり痕を有する対象歯面を含む歯車の撮影画像データを取得し、撮影画像データから対象歯面を含む歯車画像を生成し、歯車の3Dモデルデータを取得し、3Dモデルデータから生成された三次元空間座標系のバーチャル歯車に歯車画像を重ね合わせたAR合成データを生成し、AR合成データの歯当たり痕と対応する歯当たり領域に基づいて歯当たり状態を評価するように構成された処理装置を備える。

明 細 書

発明の名称： 歯車の歯当たり検査装置及び方法

技術分野

[0001] 本開示は、歯車の歯当たり検査に使用される装置及びそれを用いた歯当たり検査方法に関する。

背景技術

[0002] 歯車の歯当りは歯車の騒音や伝達動力及び伝達効率に影響を与える要素の一つであり、歯車の組立や保守の際に歯当たり検査が行われる。歯当たり検査では、作業者が、歯面に塗料を塗布し、歯車を噛み合わせて、噛み合いによって擦り取られた塗料又は擦り取り後の残留塗料をテープに転写し、テープに転写された塗料を目視で観察することにより歯当たりの重心や面積等の評価を行っている。しかし、このような従来の検査方法は、塗料を転写したテープの汚れや不明瞭な歯面輪郭により判定精度が低下すること、作業者の技量に左右されることなどの課題がある。そこで、作業者の目視官能検査に頼ることのない、定量的な歯車の歯当たり検査を実現する方法が提案されている。

[0003] 例えば、特許文献1に記載の歯車の歯当たり検査方法は、検査対象の歯車の被検査面又はこの歯車と噛み合う歯車の歯合面に塗料を塗布し、歯車対の回転に伴って剥離が発生した被検査面上の残留塗料をテープに転写し、この塗料が転写されたテープをカメラで撮影して得られた画像データを、コンピュータを用いて画像処理することによって被検査面での歯当たり状況を検査するものである。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2005-98911号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、上記特許文献1の方法では、被検査面の領域をどのように特定するかが明らかとされておらず、歯面上の歯当たりの寸法及び位置やそれらに含まれる誤差等の情報は得られない。

[0006] 本開示は以上の事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、歯車の歯当たり検査において、歯面上の歯当たりの寸法や位置の測定精度を向上することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本開示の一態様に係る歯当たり検査装置は、
処理装置を備え、
前記処理装置は、
塗料により視覚化された歯当たり痕を有する対象歯面を含む歯車の撮影画像データを取得し、
前記撮影画像データから前記対象歯面を含む歯車画像を生成し、
前記歯車の3Dモデルデータを取得し、
前記3Dモデルデータから生成された三次元空間座標系のバーチャル歯車に前記歯車画像を重ね合わせたAR合成データを生成し、
前記AR合成データの前記歯当たり痕と対応する歯当たり領域に基づいて歯当たり状態を評価するように構成されているものである。

[0008] また、本開示の一態様に係る歯当たり検査方法は、コンピュータにより行われる歯車の歯当たり検査方法であって、
塗料により視覚化された歯当たり痕を有する対象歯面を含む歯車の撮影画像データを取得すること、
前記歯車の3Dモデルデータを取得すること、
前記撮影画像データから前記対象歯面を含む歯車画像を生成すること、
前記3Dモデルデータから生成された三次元空間座標系のバーチャル歯車に前記歯車画像を重ね合わせたAR合成データを生成すること、及び、
前記AR合成データの前記歯当たり痕と対応する歯当たり領域に基づいて歯当たり状態を評価すること、を含むものである。

発明の効果

[0009] 本開示によれば、歯車の歯当たり検査において、歯面上の歯当たりの寸法や位置の測定精度を向上できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、本開示の一実施形態に係る歯車の歯当たり検査装置の機能ブロック図である。

[図2]図2は、歯当たり検査装置が具備する処理装置の概略構成を示すブロック図である。

[図3]図3は、歯当たり検査装置が具備する処理装置の処理の流れ図である。

[図4]図4は、歯車画像の一例である。

[図5]図5は、AR合成データの一例である。

[図6]図6は、歯当たり領域を表示したAR合成データの一例である。

発明を実施するための形態

[0011] 次に、図面を参照して本開示の実施の形態を説明する。図1は本開示の一実施形態に係る歯車の歯当たり検査装置1の機能ブロック図である。図1に示す歯当たり検査装置1は、撮像装置2と、処理装置3とを備える。歯当たり検査装置1は、噛み合う歯車対の歯当たりを検査する装置である。

[0012] 《撮像装置2》

撮像装置2は、歯車対のうち検査対象の歯車5を撮像するカメラ21と、カメラ21の視野を照らす照明装置22とを含む。

[0013] カメラ21は、例えば、歯車5を収容したケーシングに治具を介して取り付けられている。カメラ21は、組立時や保守時などの適時に設置できるように、ケーシングに対し着脱可能であってよい。カメラ21の視野には、検査対象の歯車5の少なくとも1つの歯面が含まれる。カメラ21は、例えば、CCD撮像素子を搭載した2Dカメラであり、カメラ21は画像の撮影と二次元の撮影画像データの生成とを行う。但し、カメラ21は、3Dカメラであってもよい。この場合は、カメラ21は、例えば、ステレオ方式の3Dカメラであり、カメラ21は画像の撮影と三次元の撮影画像データの生成と

を行う。

[0014] 照明装置 22 は、カメラ 21 の視野に向けて直接光又は間接光を投光する。照明装置 22 は、カメラ 21 の撮像方式に適した光源を搭載している。照明装置 22 は、例えば、カメラ 21 と同様に治具を介してケーシングに取り付けられている。照明装置 22 は、カメラ 21 と一体的に配置されていてもよいし、カメラ 21 から離れて配置されていてもよい。

[0015] 《処理装置 3》

処理装置 3 は、撮像装置 2 から撮影画像データを取得し、撮影画像データを処理することによって、歯当たりの解析と、解析結果に基づく歯当たり検査結果の生成とを行う。処理装置 3 は、画像処理により歯当たり状態の解析を行う画像処理部 31 と、解析結果に基づいて歯当たり状態の評価を行う検査部 32 との各機能部を有する。各機能部の具体的な処理の内容については後ほど詳述する。

[0016] 図 2 は、歯当たり検査装置 1 が具備する処理装置 3 の概略構成を示すブロック図である。図 2 に示すように、処理装置 3 は、CPU (Central Processing Unit) と、メモリと、HDD (Hard Disk Drive) 等の補助記憶装置と、有線又は無線により通信網や撮像装置 2 に接続するための通信 I/F と、マウス、キーボード、タッチセンサーやタッチパネルなどの入力装置と、ディスプレイなどの出力装置と、持ち運び可能な記憶媒体に対する情報の読み書きを行うメディア I/F と、を備えるコンピュータで実現できる。

[0017] 処理装置 3 の各機能は、補助記憶装置に記憶されている所定のプログラムをメモリにロードして CPU で実行することで実現可能である。処理装置 3 と撮像装置 2 の通信は、例えば、CPU が通信 I/F を利用することで実現可能である。なお、上記の所定のプログラムは、例えば、通信 I/F を介してネットワーク上から処理装置 3 へダウンロードされてもよいし、メディア I/F に接続された記憶媒体から処理装置 3 へロードされてもよい。

[0018] 処理装置 3 は、撮像装置 2 の近くに配置されていてもよいし、遠隔に配置されていてもよい。処理装置 3 が撮像装置 2 の遠隔に配置された例として、

撮像装置 2 は歯車 5 を組み込んだ製品の組立現場に配置され、処理装置 3 はウェブサーバ上に構築されたり事務所に配置される態様が挙げられる。

[0019] 図 1 に戻って、処理装置 3 の補助記憶装置には、画像データベース 35、3D 基準データベース 36、及び、歯車データベース 37 が構築されている。

[0020] 画像データベース 35 には、画像ファイル 351 が格納されている。画像ファイル 351 は、撮像装置 2 での撮像により得られた撮影画像データが歯車 ID に紐づけられたものである。歯車 ID は、歯車 5 に固有の情報であり、歯車 ID を用いて歯車 5 を識別できる。撮影画像データには、撮像画像のデジタルデータに加えて、撮影日時や色数などの撮影情報が含まれていてよい。処理装置 3 の CPU は、撮像装置 2 から取得した撮影画像データを歯車 ID に紐づけて画像データベース 35 に保存する。また、処理装置 3 の CPU は、歯車 ID に基づいて、当該歯車 ID で識別される歯車 5 の撮影画像データを含む画像ファイル 351 を画像データベース 35 から読み出すことができる。

[0021] 3D 基準データベース 36 には、3D モデルファイル 361 が格納されている。3D モデルファイル 361 は、歯車 5 の歯面の三次元形状のモデルデータである 3D モデルデータが歯車 ID に紐づけられたものである。処理装置 3 の CPU は、歯車 ID に基づいて、当該歯車 ID で識別される歯車 5 の 3D モデルデータを含む 3D モデルファイル 361 を 3D 基準データベース 36 から読み出すことができる。歯車 5 の 3D モデルデータは、実際の歯車 5 を三次元測定機で測定して得たデータ、或いは、歯車 5 のコンピュータ支援設計データであってよい。また、3D モデルデータは、歯車 5 の全ての歯の歯面の三次元形状データを含んでいてもよいし、周方向に並ぶ 1 歯又は複数の歯の歯面の三次元形状データを含んでいてもよい。例えば、非接触三次元測定機で歯車 5 を測定すると、所定の三次元空間座標系における歯車 5 の歯面の位置情報 (x, y, z) を持った点群データが得られ、点群データをポリゴン化して歯面形状の STL データが生成される。STL データは、3D

XMLデータに変換されてもよい。この歯面形状のSTLデータ又は3DXMLデータを、3Dモデルデータとして用いることができる。なお、3Dモデルデータのデータフォーマットはその他の三次元データフォーマットであっても良い。

[0022] 3D基準データベース36には、更に、歯面情報ファイル362が格納されている。歯面情報ファイル362は、3Dモデルをマッピングしたときの歯車5の歯面の稜線の座標位置情報と画角情報とを歯車IDに紐づけて保持するものである。歯面の稜線は歯先（又は、歯元、大径端、及び小径端の少なくとも1つ）と歯面との境界に沿って繋いだ線である。歯面の稜線の座標位置情報は画像処理部31により生成及び更新される。画角は後述するバーチャル歯車を画面に表示するときの三次元空間座標の情報であり、画角情報は画像処理部31の処理によって生成及び更新される。歯面情報ファイル362は、3Dモデルファイル361と組み合わせて用いられる。

[0023] 歯車データベース37には、歯車ファイル371が格納されている。歯車ファイル371は、製品番号情報、製造メーカ情報、寸法や歯数などの構造情報、設計図面情報などの歯車5の製品情報を保持したものである。歯車IDに1つの歯車ファイル371が関連付けられている。

[0024] 歯車データベース37には、更に、判定基準ファイル372が格納されている。判定基準ファイル372は、歯当たり検査の判定基準に係る情報を保持したものである。判定基準ファイル372のデータは、歯車ファイル371に複合されていてもよい。歯当たり検査の判定基準は、歯車5の製品ごとに異なり、また、個々の歯車5で異なることもある。歯車5の製品ごとに歯当たり検査の判定基準が異なる場合は、歯車5の製品につき1つの判定基準ファイル372が関連付けられている。また、個々の歯車5で歯当たり検査の判定基準が異なる場合は、歯車IDにつき1つの判定基準ファイル372が関連付けられている。

[0025] 《歯当たり検査方法》

ここで上記構成の歯当たり検査装置1を用いた歯当たり検査方法について

、図3を参照しながら説明する。図3は、歯当たり検査装置1が具備する処理装置3の処理の流れ図である。

[0026] 本実施形態では、歯車対のうち検査対象ではない歯車5の歯面に塗料を塗り、歯車対を回転させ、検査対象の歯車5の歯面に塗料を転写することにより、歯車5の歯当たり痕が視覚化されている。但し、歯車対のうち検査対象の歯車5の歯面に塗料を塗り、歯車対を回転させ、検査対象の歯車5の歯面に残った塗料によって、歯車5の歯当たり痕が視覚化されていてもよい。このように塗料によって視覚化された歯当たり痕を有する観察対象の歯面を、説明の便宜上「対象歯面50」と称する。

[0027] 撮像装置2は、対象歯面50を含む歯車5の一部分又は全体を撮影し、撮影画像データを生成する。この撮影画像データは、撮像装置2から処理装置3へ出力され、歯車IDと関連づけられた画像ファイル351として画像データベース35に格納される。

[0028] 処理装置3の画像処理部31は、検査対象の歯車5の歯車IDに基づいて、画像データベース35から該当する画像ファイル351を読み出し、歯車5の撮影画像データを取得する（ステップS1）。また、画像処理部31は、検査対象の歯車5の歯車IDに基づいて、3D基準データベース36から該当する3Dモデルファイル361を読み出して3Dモデルデータを取得する（ステップS2）。画像処理部31は、歯面情報ファイル362が存在する場合には、検査対象の歯車5の歯車IDに基づいて、3D基準データベース36から該当する歯面情報ファイル362を読み出して稜線の座標位置情報と画角情報を取得する。

[0029] 画像処理部31は、撮影画像データから対象歯面50を含む歯車画像を生成し（ステップS3）、歯車画像を出力装置であるディスプレイに表示出力させる。ここで、画像処理部31は、取得した撮影画像データにイメージサイズの調整処理やスムージングなどのフィルタ処理を行うことにより、歯車画像を生成してよい。これにより、図4に例示されるように、ディスプレイ画面には歯車画像、即ち、対象歯面50を含む歯車5の一部分の画像が表示

される。対象歯面 50 には、塗料によって歯当たり痕 51 が視覚化されている。

[0030] 作業者は、ディスプレイ画面に表示された歯車画像上に、予め定められた特徴点を入力により設定する。図 4 では、数字を含むドロップ型の尖端で特徴点の位置が示されている。作業者は、例えば、入力装置であるマウスで操作されるマウスポインタの移動や、タッチパネルの接触又は押圧によって、歯車画像上に特徴点を設定できる。特徴点は、複数、好ましくは 4 つ以上である。特徴点は、好ましくは、対象歯面 50 の歯先の歯すじ方向両端の点、及び、対象歯面 50 の歯元の歯すじ方向両端の点を含む。特徴点は、更に好ましくは、対象歯面 50 の両隣の対応歯面（即ち、同じ回転方向を向いた歯面）の歯先の歯すじ方向両端の点、及び、対象歯面 50 の両隣の対応歯面の歯元の歯すじ方向両端の点を含む。特徴点は予め指定されており、作業者は指定された特徴点を歯車画像上で指定するように構成されていてもよい。

[0031] 画像処理部 31 は、上記のように入力された歯車画像上の特徴点の位置情報を取得する（ステップ S4）。なお、本実施形態では特徴点を作業者の入力により設定しているが、画像処理部 31 が画像解析により特徴点を自動的に抽出してもよい。この場合、画像処理部 31 は、例えば、歯車画像の陰影の差等に基づいて歯面の輪郭を抽出し、歯面の輪郭上に所定の特徴点を設定する処理を行う。

[0032] 画像処理部 31 は、AR（Augmented Reality）技術を用いて、歯車画像を三次元空間座標系のバーチャル歯車 52 に重ね合わせた AR 合成データを生成し（ステップ S5）、ディスプレイ画面に AR 合成データを表示出力する。図 5 に例示されるように、ディスプレイ画面に表示出力された AR 合成データ（即ち、AR 合成画像）は、現実世界の歯車画像をバーチャル歯車 52 に重ね合わせたものである。バーチャル歯車 52 は、3D モデルデータから生成された三次元の歯車形状モデルである。バーチャル歯車 52 は、三次元の歯車形状モデルのうち 1 乃至 5 枚程度の歯を含む一部分であってよい。バーチャル歯車 52 には、歯車画像の特徴点と対応する特徴点が付与される。

特徴点はバーチャル歯車 5 2 に対して予め指定されても良いし、歯車画像の特徴点と対応する点が A R 合成データの生成後に設定されてもよい。画像処理部 3 1 は、現実世界の歯車画像とバーチャル歯車 5 2 の対応する特徴点が重なるように、歯車画像をバーチャル歯車 5 2 にマッピングする。画像処理部 3 1 は、現実世界の歯車画像を重ね合わせたバーチャル歯車 5 2 の歯面の稜線の座標位置情報を 3 D 基準データベース 3 6 の歯面情報ファイル 3 6 2 に記憶する。また、画像処理部 3 1 は、現実世界の歯車画像を重ね合わせたバーチャル歯車 5 2 の画角情報を 3 D 基準データベース 3 6 の歯面情報ファイル 3 6 2 に記憶する。なお、画面に表示された現実世界の歯車画像をバーチャル歯車 5 2 に重ね合わせるための A R 処理方法は、上記に限定されない。

[0033] A R 合成画像中のバーチャル歯車 5 2 は、現実世界の歯車画像（特に、対象歯面 5 0、及び、対象歯面 5 0 上の歯当たり痕 5 1）が視認できるように、例えば、透過図や輪郭線図として表示される。バーチャル歯車 5 2 は、A R 合成画像への表示と非表示を切り替え可能であってもよい。画像処理部 3 1 は、バーチャル歯車 5 2 の歯面に歯当たり検査のための検査用グリッド 5 3 を表示させることができる（ステップ S 6）。ディスプレイ画面に検査用グリッド 5 3 を表示するための情報は、3 D モデルデータに含まれている。検査用グリッド 5 3 は、バーチャル歯車 5 2 の歯面に重ねて表示される。検査用グリッド 5 3 は、例えば、対象歯面 5 0 と重ね合わされたバーチャル歯車 5 2 の歯面を囲う枠線と、枠線内に配置された縦及び横の罫線からなる。罫線は中心線及び補助線を含み、罫線の間隔は判定基準に応じて設定されていてよい。検査用グリッド 5 3 は、作業者にとって、歯面上の塗料の付着領域を視認する際の位置や大きさの目安となる。

[0034] 作業者は、ディスプレイ画面に表示出力された A R 合成データに、歯当たり領域 5 5 を入力により指定する。歯当たり領域 5 5 は、A R 合成データにおいて現実世界の歯車画像の歯当たり痕 5 1 と対応又は重複する三次元空間座標系の領域である。図 6 に例示されるように、歯当たり領域 5 5 の指定は

、例えば、AR合成データ上の歯当たり痕51の輪郭を指定することにより行われる。作業者は、例えば、入力装置であるマウスで操作されるマウスポインタの移動や、タッチパネルの接触又は押圧によって、歯車画像上に表れた歯当たり痕51の輪郭上の複数点の位置を入力する。画像処理部31は、歯当たり痕51の輪郭上の複数の点の三次元空間座標系の位置情報を取得し、複数の点を線で繋ぎ合わせることで歯当たり領域55の輪郭を特定し、特定された歯当たり領域55の輪郭の内部を歯当たり領域55と特定し（ステップS7）、歯当たり領域55の三次元空間座標系の位置情報を求め（ステップS8）、記憶する。本実施形態では、歯当たり領域55の指定を作業者の入力により行っているが、歯当たり領域55の指定は画像処理部31により自動で行われてもよい。この場合、画像処理部31は、例えば、画像解析により歯車画像上の歯当たり痕51の輪郭を抽出し、抽出した輪郭の内部を歯当たり領域55と指定する。

[0035] 処理装置3の検査部32は、三次元空間座標系の歯当たり領域55の位置情報を取得する（ステップS9）。検査部32は、三次元空間座標系の検査用グリッド53及び歯当たり領域55の位置情報を利用して、歯当たり状態を評価する。

[0036] 検査部32は、歯車データベース37から、検査対象の歯車5と対応する歯車ファイル371及び判定基準ファイル372を読み出し、これらの情報を取得する（ステップS10）。そして、検査部32は、歯当たり検査の各項目について、所与の演算式を用いて歯当たり状態を評価するための数値を求め、当該数値と判定基準とを比較することにより歯当たり状態を自動的に評価し（ステップS11）、評価を記憶する。歯当たり状態の評価は、良否又はポイントで表されてよい。例えば、検査部32は、検査用グリッド53及び歯当たり領域55の位置情報に基づいて、歯当たり領域55の歯すじ方向及び歯たけ方向の寸法や面積を求め、求めた寸法や面積を判定基準と比較することにより、歯当たり状態を評価する。また、例えば、検査部32は、検査用グリッド53及び歯当たり領域55の位置情報に基づいて、歯面に対

する歯当たり領域 5 5 の中心の歯すじ方向の位置を求め、求めた位置を判定基準と比較することにより、歯当たり状態を評価する。但し、歯当たり検査の項目は歯車の適用製品の要求により決定されるものであり、上記に限定されない。検査部 3 2 は、所与の歯当たり検査項目における評価に基づいて、検査の総合的な合否判定を行ってもよい。ここで、判定基準が歯車ファイル 3 7 1 に複合される場合には、歯当たり領域 5 5 と歯車ファイル 3 7 1 に含まれる判定基準の歯当たり領域 5 5 の位置情報（或いは、歯当たり領域 5 5 の形状情報）を直接重ね合わせて判定を行ってもよい。

[0037] 検査部 3 2 は、歯当たり状態の評価の結果、生成した歯車画像及び A R 合成データ、及び歯車情報等を用いて、検査成績情報を生成し、出力する（ステップ S 1 2）。検査成績情報には、例えば、歯車情報と、歯車画像と、A R 合成データと、歯当たり検査の各項目の評価数値及び判定基準と、合否判定とが含まれる。検査部 3 2 は、生成した検査成績情報を、出力装置としてのディスプレイに表示出力したり、プリンタから印字出力して検査成績書を作成したりできる。

[0038] [総括]

本開示の第 1 の項目に係る歯車 5 の歯当たり検査装置 1 は、
処理装置 3 を備え、
処理装置 3 は、
塗料により視覚化された歯当たり痕 5 1 を有する対象歯面 5 0 を含む歯車 5 の撮影画像データを取得し、
撮影画像データから対象歯面 5 0 を含む歯車画像を生成し、
歯車 5 の 3 D モデルデータを取得し、
3 D モデルデータから生成された三次元空間座標系のバーチャル歯車 5 2 に歯車画像を重ね合わせた A R 合成データを生成し、
A R 合成データの歯当たり痕 5 1 と対応する歯当たり領域 5 5 に基づいて歯当たり状態を評価するように構成されているものである。

[0039] 本開示の第 2 の項目に係る歯車 5 の歯当たり検査装置 1 は、第 1 の項目に

係る歯車5の歯当たり検査装置1において、撮影画像データを生成する撮像装置2を、更に備えるものである。

[0040] 第1及び第2の項目に係る歯当たり検査装置1では、AR合成データは現実世界の歯車画像をバーチャル歯車52に重ね合わせたものであり、バーチャル歯車52の視覚情報によって現実世界の歯車画像では不明瞭な歯面の輪郭や歯面上の歯当たり痕51の位置や寸法が明確となる。また、歯車画像に歯面の一部が表示されていない場合や歯車の歯面が捻じれている場合には、撮影により得られた歯車画像のみでは歯面上の歯当たり痕51の寸法や形状を正確に捉えることが難しいが、歯車画像をARコンテンツとしてのバーチャル歯車52に重ね合わせて、現実世界の歯車の歯面の形状の特定にバーチャル歯車52の形状情報を利用することによって、歯当たり痕51の寸法や形状をより正確に特定できる。更に、バーチャル歯車52の三次元空間座標系を用いて歯当たり痕51の位置を表したり寸法を測定したりできるので、対象歯面50に対する歯当たり痕51の位置や寸法の測定の精度を向上できる。

[0041] 本開示の第3の項目に係る歯車5の歯当たり検査装置1は、第1又は2の項目に係る歯車5の歯当たり検査装置1において、処理装置3は、AR合成データに、対象歯面50と重なったバーチャル歯車52の歯面を囲う枠線、及び、枠線内に配置された罫線を有する検査用グリッド53を表示するように構成されているものである。罫線は、中心線及び補助線を含んでよい。

[0042] 上記構成の歯当たり検査装置1によれば、画像として出力されたAR合成データに示された検査用グリッド53と歯当たり痕51から、作業者は歯面における歯当たり痕51の寸法や位置を容易に視認できる。

[0043] 本開示の第4の項目に係る歯車5の歯当たり検査装置1は、第1乃至3のいずれかの項目に係る歯車5の歯当たり検査装置1において、処理装置3は、AR合成データにおいて歯当たり痕51と重複する領域を歯当たり領域55とし、歯当たり領域55の三次元空間座標系の位置情報を取得し、歯当た

り領域 5 5 の三次元空間座標系の位置情報に基づいて、歯当たり状態を評価するように構成されているものである。

[0044] 上記構成の歯当たり検査装置 1 によれば、歯当たり領域 5 5 の位置情報に基づいて処理装置 3 が人の判断を介さずに歯当たり状態の検査を行うことができる。よって、安定した検査品質を提供できる。

[0045] 本開示の第 5 の項目に係る歯車 5 の歯当たり検査装置 1 は、第 4 の項目に係る歯車 5 の歯当たり検査装置 1 において、処理装置 3 は、AR 合成データにおいて歯当たり痕 5 1 の輪郭上の複数の点の位置情報を取得し、複数の点を線で繋ぎ合わせて歯当たり領域 5 5 の輪郭を特定し、及び、特定された歯当たり領域 5 5 の輪郭から歯当たり領域 5 5 の位置情報を求めるように構成されているものである。

[0046] 歯面には歯当たり痕 5 1 以外にも塗料が付着していることがあり、塗料の付着状況を処理装置 3 で解析して歯当たり痕 5 1 を抽出することが煩雑となることがある。このような場合にも、上記構成の歯当たり検査装置 1 によれば、作業者が画像として出力された AR 合成データを視認しながら作業者が入力した歯当たり痕 5 1 の輪郭上の複数の点の位置情報を処理装置 3 が取得できるので、処理を単純化できる。

[0047] 本開示の第 6 の項目に係る歯車 5 の歯当たり検査装置 1 は、第 1 乃至 5 のいずれかの項目に係る歯車 5 の歯当たり検査装置 1 において、処理装置 3 は、前記歯当たり状態の判定基準情報を取得し、歯当たり領域 5 5 を判定基準情報と照合して歯当たり状態を自動判定するように構成されているものである。

[0048] 上記構成の歯当たり検査装置 1 によれば、歯車 5 の歯当たり状態の良否又は評価を自動的に判定することができる。

[0049] 本開示の第 7 の項目に係る歯車 5 の歯当たり検査装置 1 は、第 1 乃至 6 のいずれかの項目に係る歯車 5 の歯当たり検査装置 1 において、処理装置 3 は、歯当たり状態の評価の結果及び AR 合成データを含む検査成績情報を出力するように構成されているものである。

- [0050] 上記構成の歯当たり検査装置 1 によれば、検査成績書の作成までも自動化できる。また、検査成績情報を蓄積すれば、再現性の向上やトレーサビリティに利用できる。
- [0051] 本開示の第 8 の項目に係る歯車 5 の歯当たり検査方法は、コンピュータ（即ち、処理装置 3）により行われる歯車 5 の歯当たり検査方法であって、塗料により視覚化された歯当たり痕 5 1 を有する対象歯面 5 0 を含む歯車 5 の撮影画像データを取得すること、撮影画像データから対象歯面 5 0 を含む歯車画像を生成すること、歯車 5 の 3 D モデルデータを取得すること、3 D モデルデータから生成された三次元空間座標系のバーチャル歯車 5 2 を歯車画像に重ね合わせた A R 合成データを生成すること、及び、A R 合成データの歯当たり痕 5 1 と対応する歯当たり領域 5 5 に基づいて歯当たり状態を評価すること、を含むものである。
- [0052] 上記の歯車 5 の歯当たり検査方法によれば、A R 合成データは現実世界の歯車画像をバーチャル歯車 5 2 に重ね合わせたものであり、バーチャル歯車 5 2 の視覚情報によって現実世界の歯車画像では不明瞭な歯面の輪郭や歯面上の歯当たり痕 5 1 の位置や寸法が明確となる。また、歯車画像に歯面の一部が表示されていない場合や歯車の歯面が捻じれている場合には、撮影により得られた歯車画像のみでは歯面上の歯当たり痕 5 1 の寸法や形状を正確に捉えることが難しいが、歯車画像に A R コンテンツとしてのバーチャル歯車 5 2 を重ね合わせて、現実世界の歯車の歯面の形状の特定にバーチャル歯車 5 2 の形状情報を利用することによって、歯当たり痕 5 1 の寸法や形状をより正確に特定できる。更に、バーチャル歯車 5 2 の三次元空間座標系を用いて歯当たり痕 5 1 の位置を表したり寸法を測定したりできるので、対象歯面 5 0 に対する歯当たり痕 5 1 の位置や寸法の測定の精度を向上できる。
- [0053] 本明細書中に記載されている処理装置 3 により実現される機能は、当該記載された機能を実現するようにプログラムされた、汎用プロセッサ、特定用途プロセッサ、集積回路、ASICs (Application Specific Integrated Circui

ts)、CPU (Central Processing Unit)、従来型の回路、及び／又は それらの組合せを含む、circuitry又は processing circuitryにおいて実装されてもよい。プロセッサは、トランジスタやその他の回路を含み、circuitry又は processing circuitryとみなされる。プロセッサは、メモリに格納されたプログラムを実行する、programmed processorであってもよい。本明細書において、circuitry、ユニット、手段は、記載された機能を実現するようにプログラムされたハードウェア、又は実行するハードウェアである。当該ハードウェアは、本明細書に開示されているあらゆるハードウェア、又は、当該記載された機能を実現するようにプログラムされた、又は、実行するものとして知られているあらゆるハードウェアであってもよい。当該ハードウェアがcircuitryのタイプであるとみなされるプロセッサである場合、当該circuitry、手段、又はユニットは、ハードウェアと、当該ハードウェア及び又はプロセッサを構成する為に用いられるソフトウェアの組合せである。

[0054] 以上の本開示の議論は、例示及び説明の目的で提示されたものであり、本開示を本明細書に開示される形態に限定することを意図するものではない。例えば、前述の詳細な説明では、本開示の様々な特徴は、本開示を合理化する目的で1つの実施形態に纏められているが、複数の特徴のうち幾つかが組み合わせられてもよい。また、本開示に含まれる複数の特徴は、上記で論じたもの以外の代替の実施形態、構成、又は態様に組み合わせられてもよい。

符号の説明

[0055] 1 : 歯当たり検査装置
2 : 撮像装置
3 : 処理装置
5 : 歯車
5 0 : 対象歯面
5 1 : 歯当たり痕
5 2 : バーチャル歯車
5 3 : 検査用グリッド

5 5 : 歯当たり領域

請求の範囲

- [請求項1] 処理装置を備え、
前記処理装置は、
塗料により視覚化された歯当たり痕を有する対象歯面を含む歯車の撮影画像データを取得し、
前記撮影画像データから前記対象歯面を含む歯車画像を生成し、
前記歯車の3Dモデルデータを取得し、
前記3Dモデルデータから生成された三次元空間座標系のバーチャル歯車に前記歯車画像を重ね合わせたAR合成データを生成し、
前記AR合成データの前記歯当たり痕と対応する歯当たり領域に基づいて歯当たり状態を評価するように構成されている、
歯車の歯当たり検査装置。
- [請求項2] 前記撮影画像データを生成する撮像装置を、更に備える、
請求項1に記載の歯車の歯当たり検査装置。
- [請求項3] 前記処理装置は、前記AR合成データに、前記対象歯面と重なった前記バーチャル歯車の歯面を囲う枠線、及び、前記枠線内に配置された罫線を有する検査用グリッドを表示するように構成されている、
請求項1に記載の歯車の歯当たり検査装置。
- [請求項4] 前記処理装置は、前記AR合成データにおいて前記歯当たり痕と重複する領域を前記歯当たり領域とし、前記歯当たり領域の前記三次元空間座標系の位置情報を取得し、前記歯当たり領域の前記三次元空間座標系の位置情報に基づいて、前記歯当たり状態を評価するように構成されている、
請求項1又は3に記載の歯車の歯当たり検査装置。
- [請求項5] 前記処理装置は、前記AR合成データにおいて前記歯当たり痕の輪郭上の複数の点の位置情報を取得し、前記複数の点を線で繋ぎ合わせて前記歯当たり領域の輪郭を特定し、及び、特定された前記歯当たり領域の輪郭から前記歯当たり領域の位置情報を求めるように構成され

ている、

請求項 4 に記載の歯車の歯当たり検査装置。

[請求項6] 前記処理装置は、前記歯当たり状態の判定基準情報を取得し、前記歯当たり領域を前記判定基準情報と照合して前記歯当たり状態を自動判定するように構成されている、
請求項 1 に記載の歯車の歯当たり検査装置。

[請求項7] 前記処理装置は、前記歯当たり状態の評価の結果及び前記 A R 合成データを含む検査成績情報を出力するように構成されている、
請求項 1 に記載の歯車の歯当たり検査装置。

[請求項8] コンピュータにより行われる歯車の歯当たり検査方法であって、
塗料により視覚化された歯当たり痕を有する対象歯面を含む歯車の撮影画像データを取得すること、
前記歯車の 3 D モデルデータを取得すること、
前記撮影画像データから前記対象歯面を含む歯車画像を生成すること、
前記 3 D モデルデータから生成された三次元空間座標系のバーチャル歯車に前記歯車画像を重ね合わせた A R 合成データを生成すること、及び、
前記 A R 合成データの前記歯当たり痕と対応する歯当たり領域に基づいて歯当たり状態を評価すること、を含む、
歯車の歯当たり検査方法。

[図1]

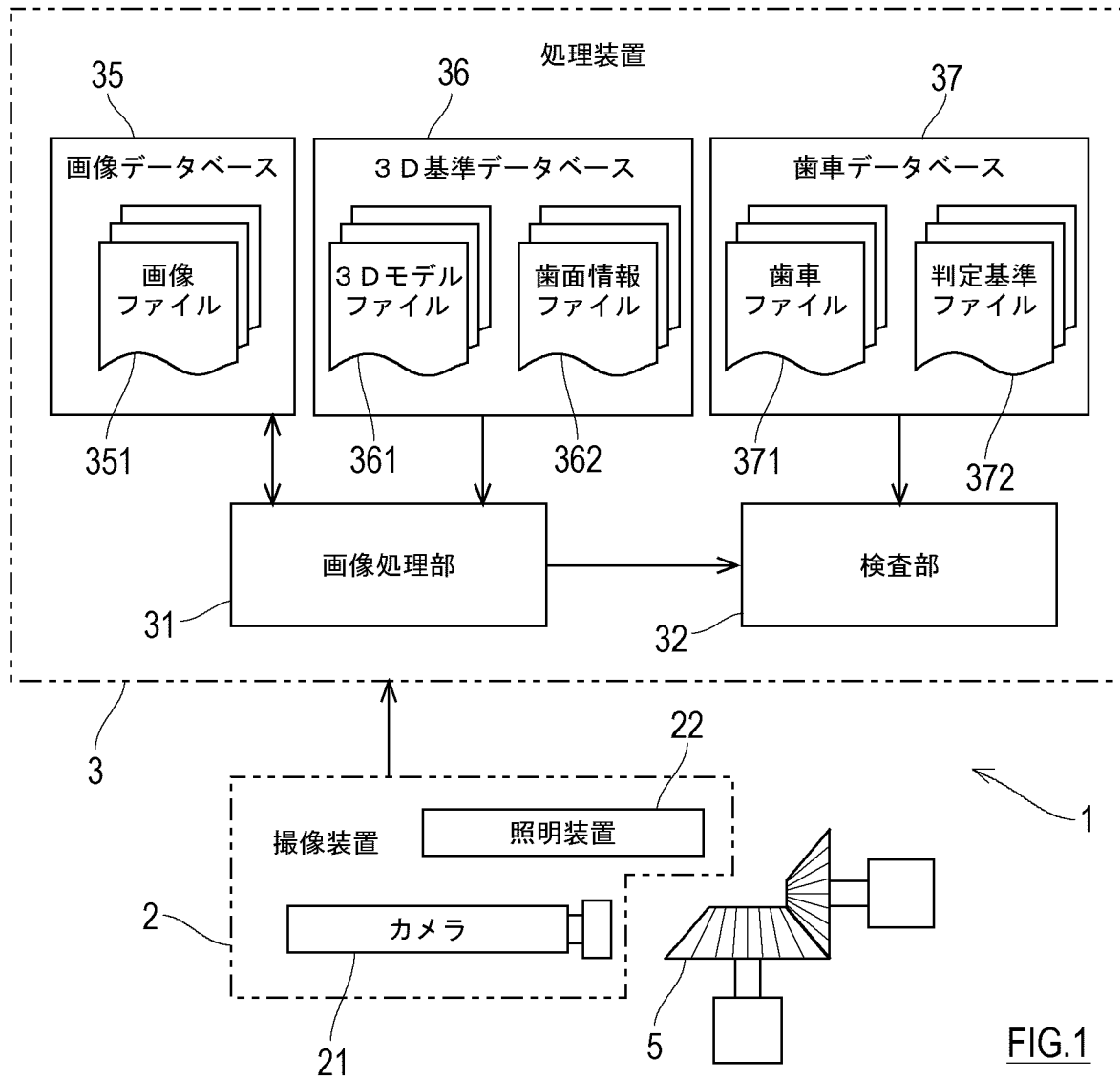


FIG.1

[図2]

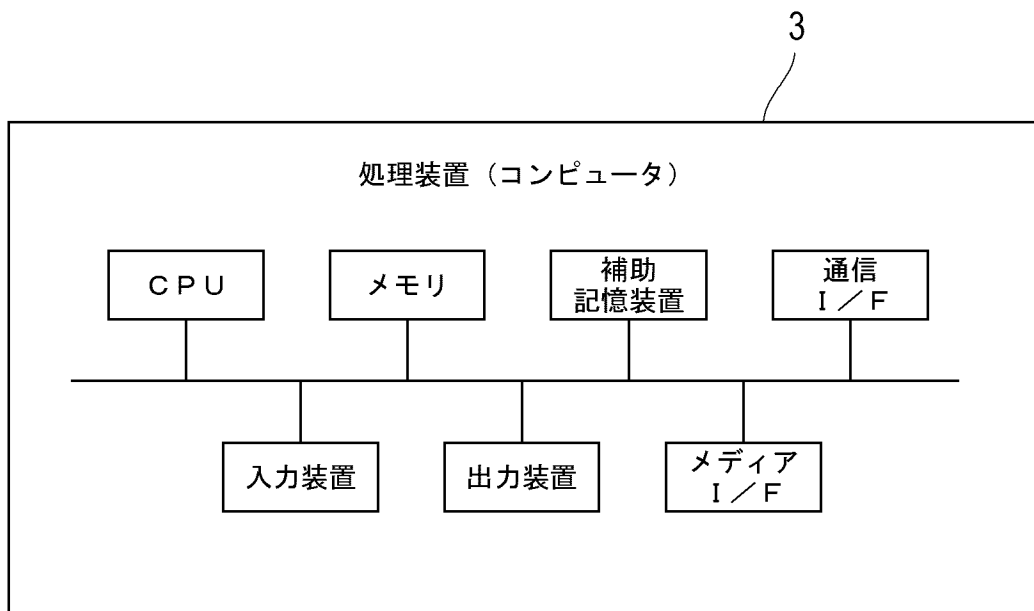
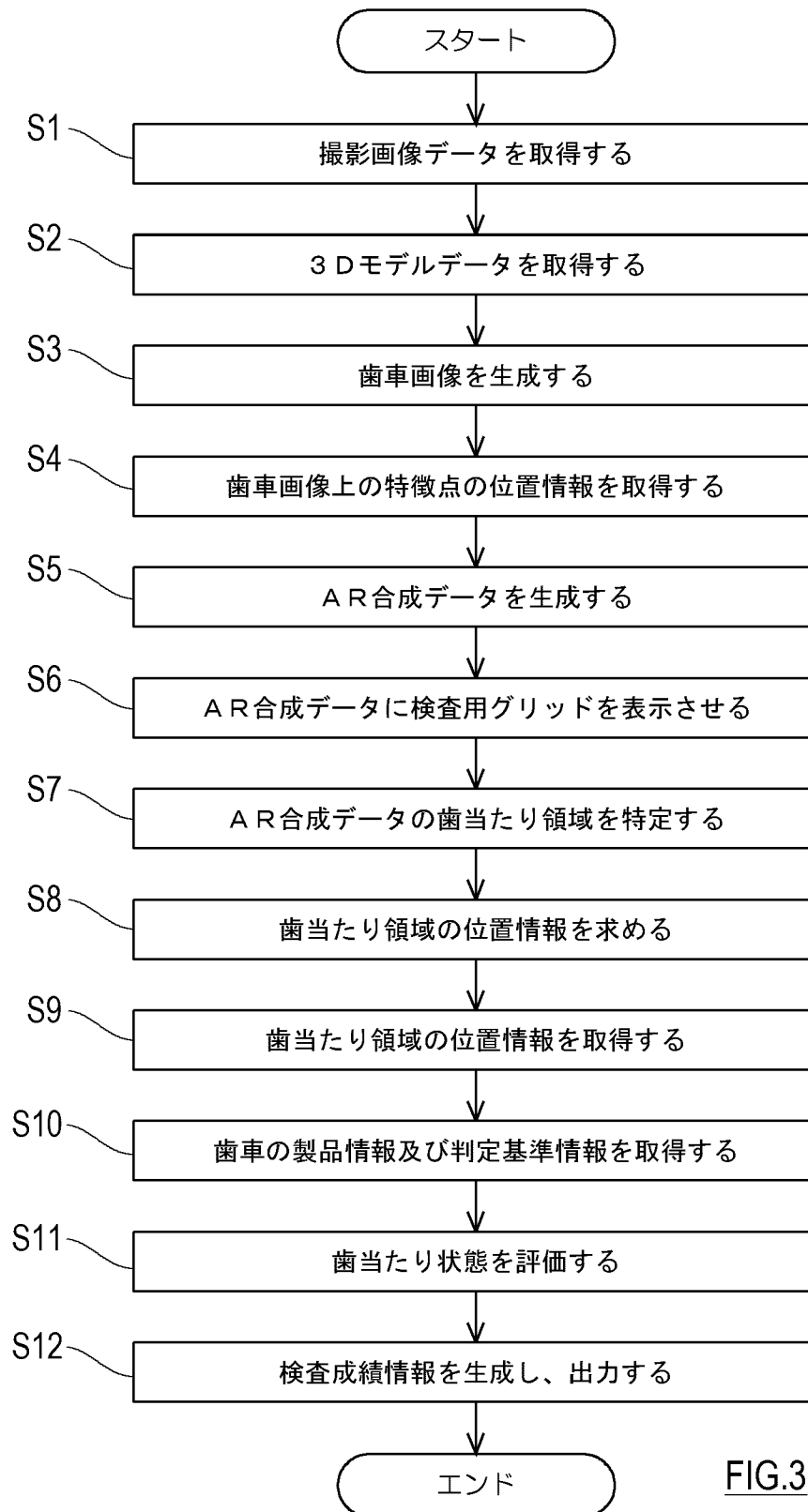
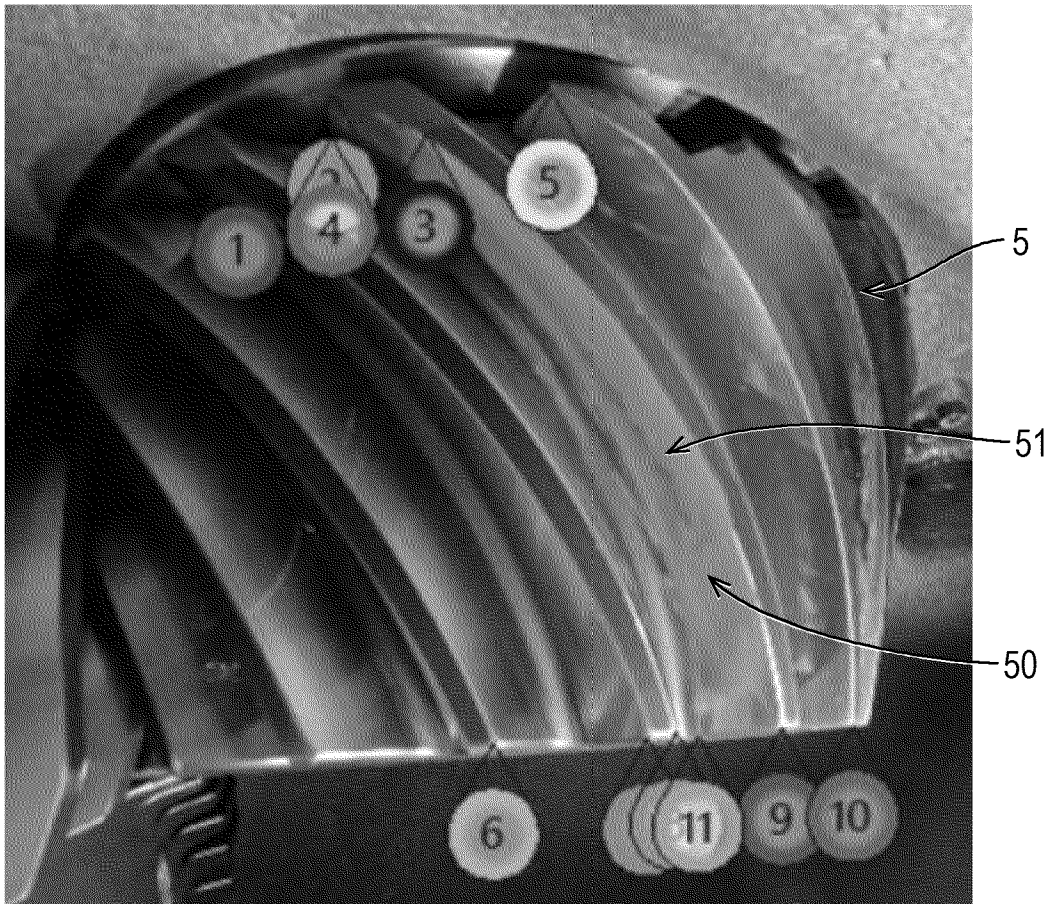


FIG.2

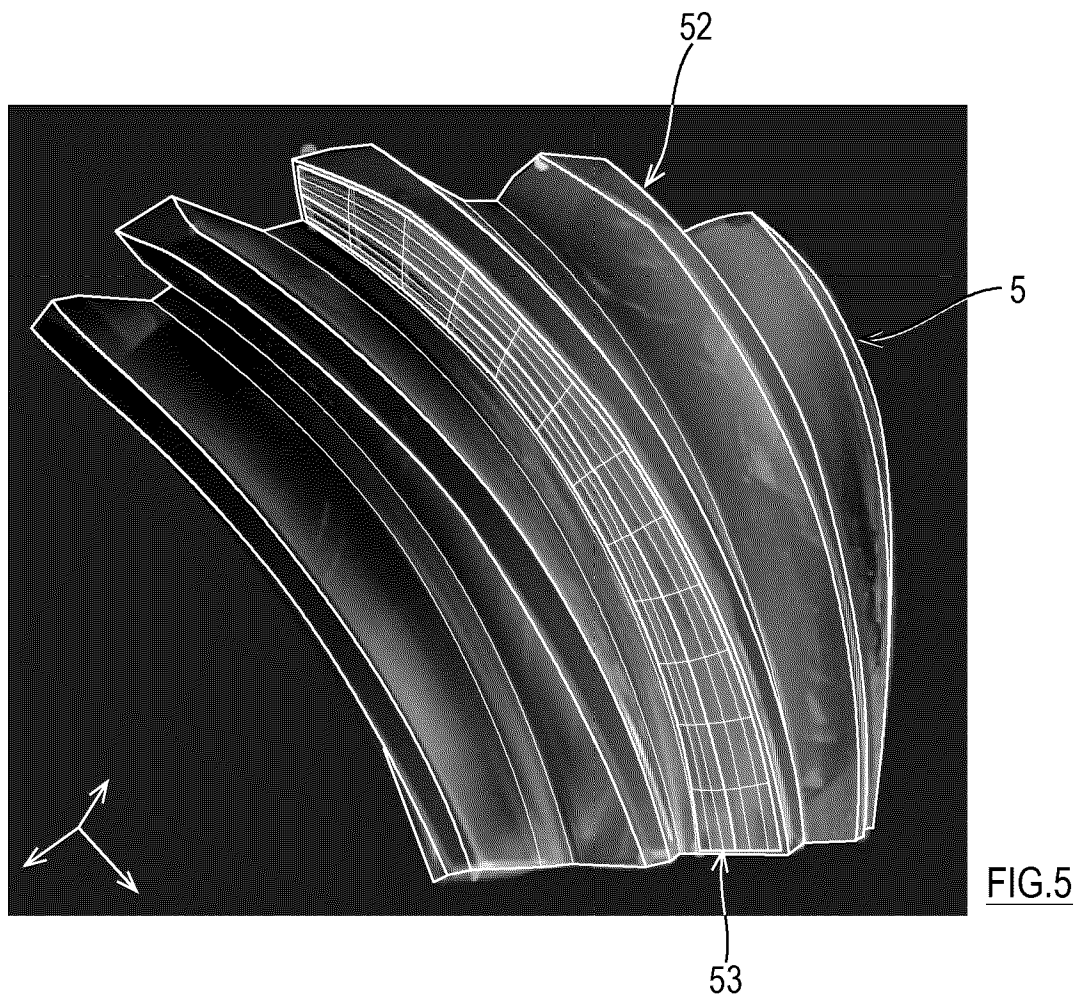
[図3]



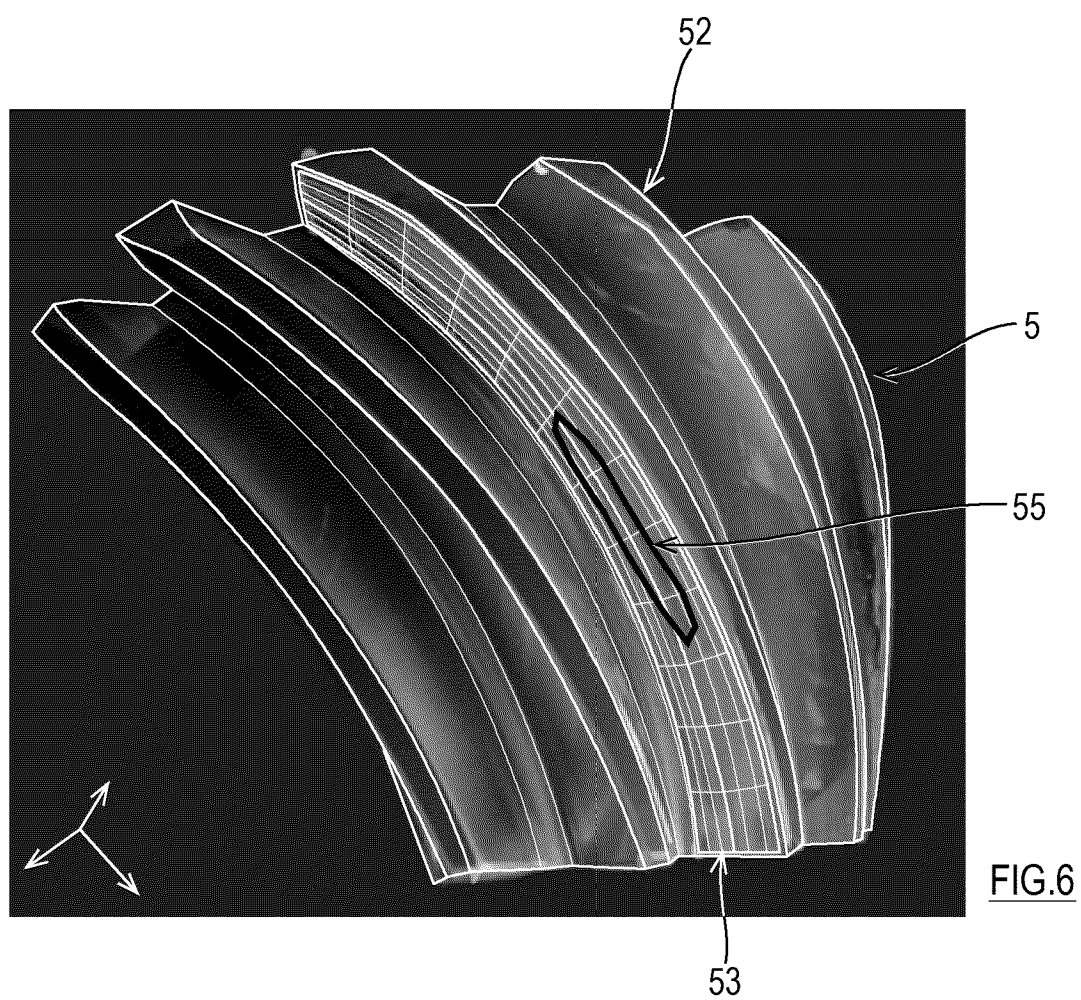
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/036150

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G06T 7/00</i> (2017.01)i; <i>G01M 13/021</i> (2019.01)i; <i>G06T 19/00</i> (2011.01)i; <i>H04N 23/56</i> (2023.01)i; <i>H04N 23/60</i> (2023.01)i; <i>H04N 23/63</i> (2023.01)i FI: G06T7/00 610A; H04N23/56; H04N23/60 500; H04N23/63 300; G01M13/021; G06T19/00 600 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) G06T7/00; G01M13/02; G06T19/00; H04N23/56; H04N23/60 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 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 2010-266244 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 25 November 2010 (2010-11-25) paragraphs [0013]-[0055], fig. 1-9	1-8
A	JP 9-89533 A (MAZDA MOTOR CORPORATION) 04 April 1997 (1997-04-04) paragraphs [0022]-[0038], fig. 1-20	1-8
A	WO 2010/074874 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 01 July 2010 (2010-07-01) paragraphs [0059]-[0061], fig. 6A, 6B	1-8
☐ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 16 December 2024		Date of mailing of the international search report 24 December 2024
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/JP2024/036150

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2010-266244	A	25 November 2010	(Family: none)	
JP	9-89533	A	04 April 1997	(Family: none)	
WO	2010/074874	A1	01 July 2010	US	2010/0158349 A1
				CN	102265131 A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G06T 7/00(2017.01)i; G01M 13/021(2019.01)i; G06T 19/00(2011.01)i; H04N 23/56(2023.01)i; H04N 23/60(2023.01)i; H04N 23/63(2023.01)i
FI: G06T7/00 610A; H04N23/56; H04N23/60 500; H04N23/63 300; G01M13/021; G06T19/00 600

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））

G06T7/00; G01M13/02; G06T19/00; H04N23/56; H04N23/60

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 - 2024年
日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年
日本国登録実用新案公報 1994 - 2024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 2010-266244 A（日産自動車株式会社）25.11.2010（2010 - 11 - 25） 段落[0013]-[0055], 図1-9	1-8
A	JP 9-89533 A（マツダ株式会社）04.04.1997（1997 - 04 - 04） 段落[0022]-[0038], 図1-20	1-8
A	WO 2010/074874 A1（GENERAL ELECTRIC COMPANY）01.07.2010（2010 - 07 - 01） 段落[0059]-[0061], 図6A, 6B	1-8

☐ 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
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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 16. 12. 2024

国際調査報告の発送日 24. 12. 2024

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）

長谷川 素直 5P 2948

電話番号 03-3581-1101 内線 3539

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/JP2024/036150

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2010-266244	A	25.11.2010	(ファミリーなし)	
JP	9-89533	A	04.04.1997	(ファミリーなし)	
WO	2010/074874	A1	01.07.2010	US	2010/0158349 A1
				CN	102265131 A