

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7136739号
(P7136739)

(45)発行日 令和4年9月13日(2022.9.13)

(24)登録日 令和4年9月5日(2022.9.5)

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 B 21/20 (2006.01) G 0 1 B 21/20 1 0 1

請求項の数 5 (全13頁)

(21)出願番号	特願2019-76520(P2019-76520)	(73)特許権者	000006208 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号
(22)出願日	平成31年4月12日(2019.4.12)	(74)代理人	110001829弁理士法人開知
(65)公開番号	特開2020-173222(P2020-173222 A)	(72)発明者	石橋 光司 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目 3 番 1 号 三菱日立パワーシステ ムズ株式会社内
(43)公開日	令和2年10月22日(2020.10.22)	(72)発明者	水見 俊介 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 三菱重工業株式会社内
審査請求日	令和3年10月19日(2021.10.19)	(72)発明者	八代 醒 健志 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 三菱重工業株式会社内
		(72)発明者	黄 潔 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 タービンの計測方法および計測システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

上半車室と下半車室のそれぞれのフランジ部をボルトで締結して構成された車室と、前記車室の内部に收容された静止体と、前記車室の内部に收容され、前記静止体に対し回転する回転体とを備えるタービンの計測方法において、

前記フランジ部の長手方向における全長と、前記フランジ部を締結するボルトの本数と、前記フランジ部の長手方向における前記ボルトの間隔とに基づいて予め定めた計測間隔 M 以下の間隔で、前記上半車室と前記下半車室とに分解した状態の前記車室のフランジ部の互いの接触面の凹凸を長手方向に沿って計測することを特徴とするタービンの計測方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載のタービンの計測方法において、

前記計測間隔 M は、前記フランジ部の長手方向の全長を L、前記ボルトの本数を N、前記フランジ部の長手方向における前記ボルトの間隔の最小値および最大値をそれぞれ P m i および P m a とした場合に、下記(式 1)により現されることを特徴とするタービンの計測方法。

$$M = L / N \times (P m i / P m a) \cdots (式 1)$$

【請求項 3】

請求項 1 記載のタービンの計測方法において、

プローブ本体と、前記プローブ本体に基端を固定して先端を計測対象物に接触させる棒状のプローブ部材とを有し、前記車室を含んで予め定められた座標系における前記プロー

ブ部材の先端の位置を計測可能なポイントプローブによって、前記接触面の凹凸を計測することを特徴とするタービンの計測方法。

【請求項 4】

請求項 1 記載のタービンの計測方法において、

前記計測間隔は、さらに、前記タービンの稼働中における前記車室の温度分布に基づいて定められることを特徴とするタービンの計測方法。

【請求項 5】

上半車室と下半車室のそれぞれのフランジ部をボルトで締結して構成された車室と、前記車室の内部に収容された静止体と、前記車室の内部に収容され、前記静止体に対し回転する回転体とを備えるタービンの前記車室のフランジ部の互いの接触面の凹凸を前記上半車室と前記下半車室とに分解した状態で計測する計測システムにおいて、

10

プローブ本体と、前記プローブ本体に基端を固定して先端を計測対象物に接触させる棒状のプローブ部材とを有するポイントプローブと、

前記車室を含んで予め定められた座標系における前記ポイントプローブの位置及び向きを検出するプローブ位置検出装置と、

前記プローブ位置検出装置からの検出結果に基づいて前記プローブ部材の先端の前記座標系における位置を演算する制御装置とを備え、

前記制御装置は、前記フランジ部の長手方向における全長と、前記フランジ部を締結するボルトの本数と、前記フランジ部の長手方向における前記ボルトの間隔とに基づいて予め定めた間隔以下で、前記上半車室と前記下半車室とに分解した状態の前記車室のフランジ部の互いの接触面に長手方向に沿って設定された複数の計測点と、前記プローブ部材の先端との距離が予め定めた範囲内となった場合に、前記ポイントプローブの操作者に前記プローブ部材の先端が計測点に近いことを報知装置を介して報知することを特徴とする計測システム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、タービンの計測方法および計測システムに関する。

【背景技術】

【0002】

一般的に、タービンの車室（内部及び外部車室）は、半割れ形状の上半車室及び下半車室に分割されており、上半車室及び下半車室のフランジ部をボルトで締結して構成されている。車室内には、静止体を構成するダイアフラム等や静止体に対して回転する回転体を構成するタービンロータなどが収容されている。

30

【0003】

タービンの定期検査や性能改善工事においては、上半車室と下半車室とを分離して作業を行い、作業の終了後には組立作業を行うが、例えば、シールフィン等を交換してタービンロータとシールフィンとの間隙を狭くすることで間隙を通過する蒸気（作動流体）の量を抑制する性能改善工事における組立作業では、タービンロータとシールフィンとの接触が生じないように隙間の管理を厳密に行う必要がある。

40

【0004】

一方で、高温高圧下で長時間運転したタービンの車室等には塑性変形が発生するため、組立作業における車室および内蔵部品の調整量を正確に予測する必要がある。調整量の予測には変形した車室のフランジ部の水平面を締め付けた際の移動量が必要であり、この移動量を求めるには車室のフランジ面の変形量を正確に計測する必要がある。

【0005】

このようなタービンの計測に係る技術として、例えば、特許文献 1 には、主に、平面、円筒、曲面からなる計測対象の寸法を測定する際に、非接触式三次元測定機により全体形状を測定し、全体形状の三次元形状データを生成する第 1 のステップと、計測対象を平面、円筒、曲面部に分割し、レーザ追尾式非接触測定機とレーザ追尾式接触測定機で測定す

50

る第2のステップと、上記第2のステップでレーザ追尾式非接触測定機から得られたデータに基づき曲面部の三次元形状データを生成する第3のステップと、上記第2のステップでレーザ追尾式接触測定機から得られたデータに基づき平面、および、円筒を算出する第4のステップと、手計測により得られた主要部寸法の入力を受け付ける第5のステップと、上記、第1、第3、第4、および、第5のステップで得られたデータを合成する第6のステップと、該第6のステップで得られたデータに基づき設計データを作成する第7のステップを備えた3次元寸法測定方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】特開2013-32922号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記従来技術においては、レーザ追尾式非接触三次元測定機やレーザ追尾式接触測定機を用いて計測対象であるタービンの車室などの計測を行っている。しかしながら、例えば、レーザスキャンなどの技術を用いる非接触測定を行う場合には、上半車室と下半車室のボルトによる締結部には車室ボルトなどの障害物があるため、障害物の陰や光沢面による反射、照明や日光などの外部要因の影響を受けることがあり、計測精度が低下してしまうおそれがある。また、接触測定を行う場合には、計測結果に基づいて把握される測定対象物の形状の精度を確保するために、より多くの測定点で計測する必要があるが、計測点の増加は計測時間の増加を招いてしまい、計測時間の延長による工事費増加や工程遅延に伴う稼働遅れが発電ロスの莫大な増加につながってしまう。一方で、計測点の不用意な削減は精度の低下を招いてしまうため、計測点の設定には、計測精度と計測時間の両方を考慮する必要がある。

【0008】

本発明は上記に鑑みてなされたものであり、計測時間の延長を抑制しつつ、計測対象物の形状の特徴を逃さない適切な計測精度を確保することができるタービンの計測方法および計測システム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】

【0009】

本願は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、上半車室と下半車室のそれぞれのフランジ部をボルトで締結して構成された車室と、前記車室の内部に収容された静止体と、前記車室の内部に収容され、前記静止体に対し回転する回転体とを備えるタービンの計測方法において、前記フランジ部の長手方向における全長と、前記フランジ部を締結するボルトの本数と、前記フランジ部の長手方向における前記ボルトの間隔とに基づいて予め定めた計測間隔M以下の間隔で、前記上半車室と前記下半車室とに分解した状態の前記車室のフランジ部の互いの接触面の凹凸を長手方向に沿って計測するものとする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、計測時間の延長を抑制しつつ、計測対象物の形状の特徴を逃さない適切な計測精度を確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】タービンの一例として示す蒸気タービンの外部車室を下半外部車室と上半外部車室とに分解した様子を示す斜視図である。

【図2】蒸気タービンの内部車室を下半内部車室と上半内部車室とに分解した様子を示す図である。

【図3】計測システムの全体構成を概略的に示す図である。

10

20

30

40

50

【図 4】計測処理の処理手順を示すフローチャートである。
 【図 5】内部車室のフランジ部を模式的に示す断面図である。
 【図 6】内部車室のフランジ部を抜き出して示す平面図である。
 【図 7】下半内部車室のフランジ面の計測方法について説明する図である。
 【図 8】下半内部車室の一部を抜き出して詳細に示す図である。
 【図 9】従来技術を用いた場合のフランジ面の計測結果の一例を比較例として示す図である。

【図 10】本実施の形態におけるフランジ面の計測結果の一例を示す図である。

【図 11】車室内部における蒸気の流れの一例を示す図である。

【図 12】フランジ面の計測結果の一例を示す図である。 10

【図 13】フランジ面の計測結果の一例を示す図である。

【図 14】フランジ面の幅方向の変位が無い状態の下半内部車室の長手方向に垂直な面での断面を模式的に示す図である。

【図 15】フランジ面が幅方向の内側に傾斜した状態の下半内部車室の長手方向に垂直な面での断面を模式的に示す図である。

【図 16】フランジ面が幅方向の外側に傾斜した状態の下半内部車室の長手方向に垂直な面での断面を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しつつ説明する。 20

【0013】

<第1の実施の形態>

本発明の第1の実施の形態を図1～図9を参照しつつ説明する。

【0014】

図1は、タービンの一例として示す蒸気タービンの外部車室を下半外部車室と上半外部車室とに分解した様子を示す斜視図である。また、図2は、蒸気タービンの内部車室を下半内部車室と上半内部車室とに分解した様子を示す図である。

【0015】

蒸気タービンは、図示を省略するが、ロータ等で構成される回転体と、ダイアフラム、ブレードリング、パッキンリング、ダミーリング等からなる翼環等で構成される静止体とを、下半車室（下半外部車室1、下半内部車室11）と上半車室（上半外部車室2、上半内部車室12）のそれぞれのフランジ部20, 21, 30, 31をボルトで締結して形成される外部車室100及び内部車室200の内部に収容して構成されている。なお、静止体の一部には外部車室100や内部車室200の外部に設置されるものもある。 30

【0016】

外部車室100は、下半外部車室1のフランジ部20の上側のフランジ面3と上半外部車室2のフランジ部21の下側のフランジ面4とが対向するように当接させて合わせた状態で互いの位置を調整し、下半外部車室1と上半外部車室2のフランジ部20, 21にそれぞれ設けられたボルト穴5, 9を介して締付ボルトで締め付けることで形成されている。 40

【0017】

同様に、内部車室200は、下半内部車室11のフランジ部30の上側のフランジ面13と上半内部車室12のフランジ部31の下側のフランジ面14とが対向するように当接させて合わせた状態で互いの位置を調整し、下半内部車室11と上半内部車室12のフランジ部30, 31にそれぞれ設けられたボルト穴15, 19を介して締付ボルトで締め付けることで形成されている。

【0018】

このようなタービン（蒸気タービン）の組立作業を正確かつスムーズに実施するためには、正しい位置に調整された回転体を基準として、外部車室100及び内部車室200における静止体の位置を計測して調整する作業（アライメント作業）を実施する必要がある。ただし、一定期間運転した蒸気タービンは、外部車室100及び内部車室200は、ク 50

リープなどの影響でフランジ面 3, 4, 13, 14 に変形が生じている場合がある。

【0019】

図5は、内部車室のフランジ部を模式的に示す断面図である。また、図6は、内部車室のフランジ部を抜き出して示す平面図である。

【0020】

図5及び図6に例示するように、一定期間運転した蒸気タービンにおいては、下半内部車室11や上半内部車室12のフランジ部30, 31を締結ボルトで締め付ける際に対向して接するフランジ面13, 14に、クリープなどの影響で製造時の平面形状(設計形状)に対して凸状の部分(凸部32)や凹状の部分(凹部33)などのような変形が生じる場合がある。外部車室100の下半外部車室1や上半外部車室2についても同様のことが言える。

10

【0021】

このような外部車室100や内部車室200のアライメント作業では、互いに接するフランジ面3, 4, 13, 14の面形状をそれぞれ計測し、計測結果に基づいてフランジ面3, 4, 13, 14の変形による車室の変位量を予測し、静止体等の位置の適切な調整量を算出する必要がある。

【0022】

ここで、本実施の形態に係る計測方法の基本原則について説明する。

【0023】

図7は、下半内部車室のフランジ面の計測方法について説明する図である。

20

【0024】

なお、本実施の形態においては、外部車室100及び内部車室200におけるフランジ面3, 4, 13, 14のうち、下半内部車室11のフランジ面13について代表して説明するが、他のフランジ面3, 4, 14についても同様の計測方法を適用することが可能である。

【0025】

図7に示すように、本実施の形態においては、フランジ部30の長手方向における全長Lと、フランジ部30を締結するボルトの本数(ボルト穴15の数)Nと、フランジ部30の長手方向におけるボルトの間隔(最大ピッチPma、最小ピッチPmi)とに基づいて、下記の(式1)に示す計測間隔Mを予め求め、この計測間隔M以下の間隔でフランジ面13を長手方向に沿って、例えば、下半内部車室11における内側と外側について計測する。

30

$$M = (L / N) \times (Pmi / Pma) \dots (式1)$$

【0026】

上記の(式1)は、計測時間に影響する計測点数の抑制と計測精度に影響する計測点数の増加とを鑑みて、実験的・経験的に求められたものであり、(式1)に基づいてフランジ面13の計測を行うことにより、計測時間の延長を抑制しつつ、計測対象物の形状の特徴を逃さない適切な計測精度を確保することができる。

【0027】

図3は、本実施の形態に係る計測システムの全体構成を概略的に示す図である。

40

【0028】

図3において、計測システム300は、フランジ面3, 4, 13, 14の計測に用いるものであり、プローブ本体301a及びプローブ本体301aに基端を固定して先端を計測対象物(車室1, 2, 11, 12の各フランジ面3, 4, 13, 14)に接触させる棒状のプローブ部材301bを有するポイントプローブ301と、車室1, 2, 11, 12を含んで予め定められた座標系におけるポイントプローブ301の位置及び向きを検出するプローブ位置検出装置302と、プローブ位置検出装置302からの検出結果に基づいてプローブ部材301bの先端の座標系における位置を演算する制御装置303とを備えている。

【0029】

50

計測システム 300 は、例えば、レーザ光 312 によってポイントプローブ 301 の位置及び方向を検出することでプローブ部材 301 b の先端の位置を計測する方式を採用しており、レーザトラッカーであるプローブ位置検出装置 302 によってプローブ本体 301 a に設けられた複数の基準点の位置を正確に検出することで、予め定められた形状のプローブ部材 301 b の先端の座標系における位置を特定することができる。つまり、プローブ部材 301 b の先端を測定対象物に接触させた状態で先端の位置（座標）を取得することにより、測定対象物の表面位置（座標）を取得することができる。また、プローブ部材 301 b を長さや形状が異なるものに交換し、位置計算に用いるプローブ部材 301 b の形状情報を更新することで、より複雑な形状の対象物の計測を行うことができる。

【0030】

制御装置 303 は、上記の（式 1）で算出した計測間隔 M 以下の間隔でフランジ面 13 上の計測点（プローブ部材 301 b の先端を接触させる位置）を長手方向に沿って設定するとともに、プローブ本体 301 a の位置（すなわち、プローブ部材 301 b の先端の位置）を常時計測し、計測点とプローブ部材 301 b の先端との距離が予め定められた範囲内となった場合に、ポイントプローブ 301 の操作者（オペレータ）にプローブ部材 301 b の先端が計測点に近いことを報知装置（例えば、スピーカ 304 や図示しない有線、無線接続されたタブレットやスマートウォッチなどを用いても良い）を介して報知する。オペレータは、報知装置による報知に従ってプローブ部材 301 b の先端を測定対象物の表面（ここでは、測定点と同義となる）に接触させた状態で、例えば、計測ボタンの押下のような情報取得の契機となる操作を行って、測定対象物の表面形状（表面の位置座標）の計測を行う。

【0031】

図 4 は、計測処理の処理手順を示すフローチャートである。

【0032】

図 4 に示すように、制御装置 303 は、まず、上記の（式 1）に基づいて、計測間隔 M を算出し（ステップ S100）、計測間隔 M に基づいてフランジ面 13 上に長手方向に沿って計測点を設定する（ステップ S110）。

【0033】

続いて、プローブ位置検出装置 302 からポイントプローブ 301 の位置および向き of 情報を取得して、プローブ部材 301 b の先端の位置座標を演算して取得し（ステップ S120）、プローブ部材 301 b の先端が計測点から予め定められた距離の範囲内、すなわち、計測点として許容することができる範囲内にあるかどうかを判定する（ステップ S130）。

【0034】

ステップ S130 での判定結果が YES の場合には、報知装置を介してオペレータに計測可能である旨を報知し（ステップ S140）、オペレータによる計測処理、すなわち、プローブ部材 301 b の先端を計測対象物に接触した状態での位置座標の取得処理が行われると（ステップ S150）、続いて、全ての計測点で計測処理を行ったかどうかを判定し（ステップ S160）、判定結果が YES の場合には処理を終了する。

【0035】

また、ステップ S130 での判定結果が NO の場合、又は、ステップ S160 での判定結果が NO の場合には、ステップ S120 の処理に戻る。

【0036】

以上のように構成した本実施の形態における効果を説明する。

【0037】

図 8 は、下半内部車室の一部を抜き出して詳細に示す図である。

【0038】

例えば、従来技術のように、レーザ追尾式非接触三次元測定機やレーザ追尾式接触測定機を用いて計測対象であるタービンの車室などの計測を行う場合、図 8 に示すようにフランジ部には締結ボルトなどの障害物があるために正確な計測が困難である。また、レーザ

10

20

30

40

50

スキャンなどの技術を用いる非接触測定を行う場合にも、障害物の陰や光沢面による反射、照明や日光などの外部要因の影響を受けることがあり、計測精度が低下してしまうおそれがある。一方、接触測定機や非接触測定機を用い、障害物などの条件を鑑みて時間をかけて詳細な計測を行うことも考えられるが、計測時間の延長は工事費や発電口スの莫大な増加につながるため、計測精度向上の方法としては適当ではない。

【 0 0 3 9 】

これに対して本実施の形態においては、上半車室（上半外部車室 2、上半内部車室 1 2）と下半車室（下半外部車室 1、下半内部車室 1 1）のそれぞれのフランジ部 2 0, 2 1, 3 0, 3 1 をボルトで締結して構成された車室（外部車室 1 0 0、内部車室 2 0 0）と、車室の内部に収容された静止体と、前記車室の内部に収容され、静止体に対し回転する回転体とを備えるタービンにおいて、フランジ部 2 0, 2 1, 3 0, 3 1 の長手方向における全長 L と、フランジ部 2 0, 2 1, 3 0, 3 1 を締結するボルトの本数 N と、フランジ部 2 0, 2 1, 3 0, 3 1 の長手方向におけるボルトの間隔（最小ピッチ P m i、最大ピッチ P m a）とに基づいて上記の（式 1）で予め定めた計測間隔 M 以下の間隔で、上半車室と前記下半車室とに分解した状態の車室のフランジ部 2 0, 2 1, 3 0, 3 1 の互いの接触面（フランジ面 3, 4, 1 3, 1 4）の凹凸を長手方向に沿って計測するように構成したので、計測時間の延長を抑制しつつ、計測対象物の形状の特徴を逃さない適切な計測精度を確保することができる。

10

【 0 0 4 0 】

図 9 及び図 1 0 は、フランジ面の計測結果の一例を示す図であり、図 9 は従来技術を用いた場合の計測結果の一例を比較例として示す図、図 1 0 は本実施の形態における計測結果の一例を示す図である。

20

【 0 0 4 1 】

図 9 に示すように、計測点の間隔を広く取る場合には、計測点の数は少なくなるものの、実形状の垂直方向（Y 方向）の変位量のピークなど、実形状と計測結果が乖離している部分があり、計測対象物の形状の特徴を正確に捉えられているとは言えない。

【 0 0 4 2 】

これに対して、図 1 0 に示すように、上記の（式 1）に基づいて求めた計測間隔 M で計測した場合には、計測点の増加を抑制しつつ、計測対象物の形状の特徴を正確に捉えることができおり、計測時間の延長を抑制しつつ、適切な計測精度を確保することができる。

30

【 0 0 4 3 】

< 第 1 の実施の形態の変形例 >

第 1 の実施の形態の変形例について図 1 1 及び図 1 2 を参照しつつ説明する。

【 0 0 4 4 】

本変形例は、外部車室 1 0 0 及び内部車室 2 0 0 において、変位が大きいでであろうと予測される位置で計測間隔 M がより狭くなるように重み付けを行うものである。

【 0 0 4 5 】

図 1 1 は、車室内部における蒸気の流れの一例を示す図である。また、図 1 2 は、フランジ面の計測結果の一例を示す図である。

40

【 0 0 4 6 】

図 1 1 に示すように、内部車室 2 0 0 においては、高温の蒸気にさらされて高温になるような範囲 A においては、図 1 2 の範囲 B や範囲 C に示すように、より温度の低い他の部分に比べてフランジ面の変位がより大きくなる傾向にある。また、外部車室 1 0 0 及び内部車室 2 0 0 において、配管による拘束や伸びによる反力の影響がある部位では、フランジ面の変位がより大きくなる傾向にある。そこで、下記の（式 2）に示すように、フランジ面の変位が大きくなる傾向の部位において計測間隔 M が小さくなるような重み変数 Z を導入する。

$$M = (L / N) \times (P m i / P m a) \times Z \cdots (式 2)$$

【 0 0 4 7 】

50

重み変数 Z は、例えば、部位温度に基づいて変化するように定められたり、或いは、その他の要因に基づいて変化するように定められたりするものである。

【0048】

その他の構成は第1の実施の形態と同様である。

【0049】

以上のように構成した本変形例においても第1の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0050】

また、フランジ面の変位量に影響する温度やその他の要因に対応して計測間隔 M を算出するように構成したので、計測精度を向上することができる。

【0051】

<第2の実施の形態>

本発明の第2の実施の形態を図13～図16を参照しつつ説明する。

【0052】

本実施の形態は、フランジ面の長手方向の計測に加えて、幅方向の計測を行うものである。

【0053】

図13は、フランジ面の計測結果の一例を示す図である。また、図14～図16は、下半内部車室の長手方向に垂直な面での断面を模式的に示す図である。

【0054】

図13に示すように、本実施の形態では、長手方向における位置Dや位置Eのようにフランジ面の変位が大きい位置において、フランジ面の幅方向に計測を行うものである。フランジ面の変位量が多い場合には、フランジ面の幅方向についても変位の変化が顕著であることが考えられる。フランジ部は、幅方向についても変位する可能性があり、また、その変位量は長手方向の位置によって異なることが予想される。一方、フランジ面を長手方向に沿って計測した場合の変位量の大きい位置において幅方向の変位量が多い可能性が高い。そこで、本実施の形態においては、長手方向における位置Dや位置Eのようにフランジ面の変位が大きい位置において、幅方向に沿ってフランジ面の計測を行う。これにより、図14に示すような幅方向の変位が無い場合と比較して、図15に示すような内側に傾斜した形状に変形、或いは、図16に示すような外側に傾斜した形状に変形していることを把握することができるとともに、その変形量(変位量)を把握することができる。

【0055】

その他の構成は第1の実施の形態と同様である。

【0056】

以上のように構成した本実施の形態においても第1の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0057】

また、フランジ面を幅方向に見た場合に幅方向に沿って変位量が異なることが考えられる位置において、フランジ面を幅方向に沿って計測するように構成したので、計測時間の延長を抑制しつつ、計測精度をより向上することができる。

【0058】

<付記>

なお、本発明は上記の実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内の様々な変形例や組み合わせが含まれる。また、本発明は、上記の実施の形態で説明した全ての構成を備えるものに限定されず、その構成の一部を削除したものも含まれる。また、上記の各構成、機能等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等により実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。

【符号の説明】

【0059】

10

20

30

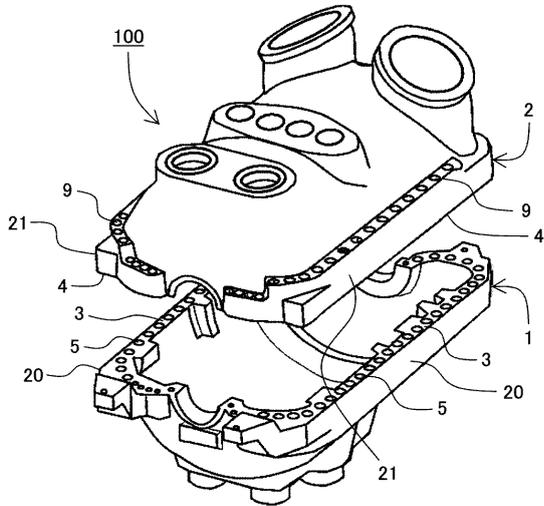
40

50

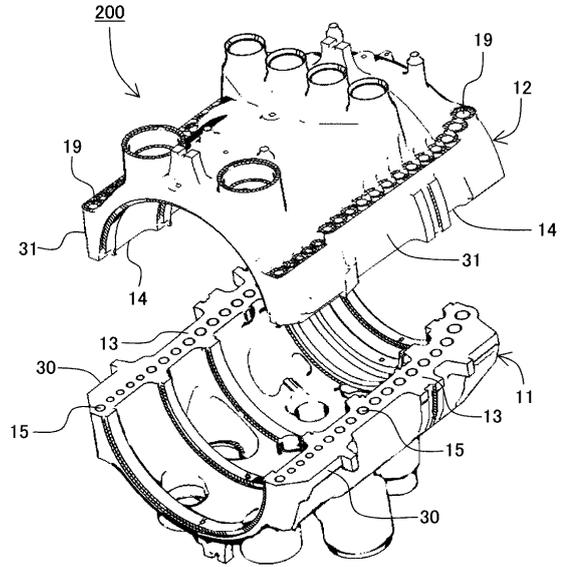
1 ... 下半外部車室、2 ... 上半外部車室、3, 4 ... フランジ面、5, 9 ... ボルト穴、11 ... 下半内部車室、12 ... 上半内部車室、13, 14 ... フランジ面、15, 19 ... ボルト穴、20, 21, 30, 31 ... フランジ部、32 ... 凸部、33 ... 凹部、100 ... 外部車室、200 ... 内部車室、300 ... 計測システム、301 ... ポイントプローブ、301a ... プローブ本体、301b ... プローブ部材、302 ... プローブ位置検出装置、303 ... 制御装置、304 ... スピーカ、312 ... レーザ光

【図面】

【図1】



【図2】



10

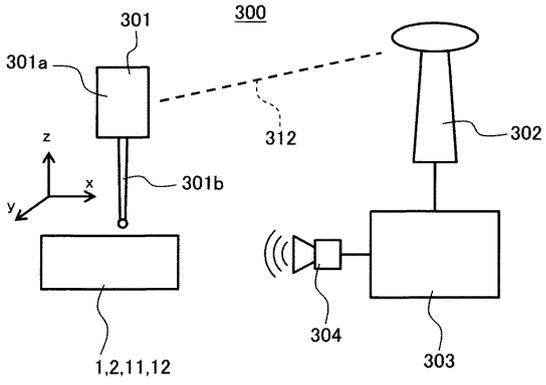
20

30

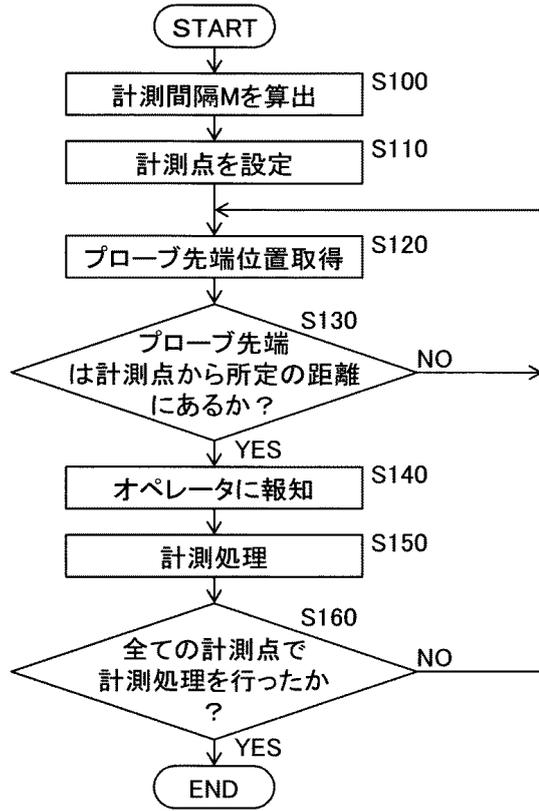
40

50

【図3】



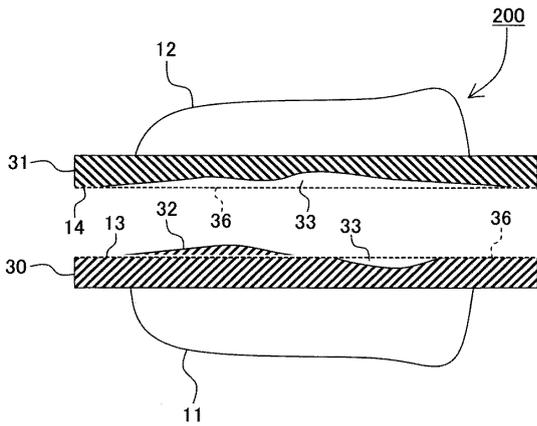
【図4】



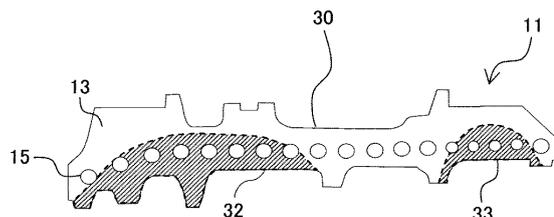
10

20

【図5】



【図6】

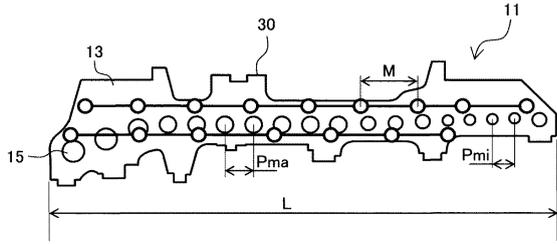


30

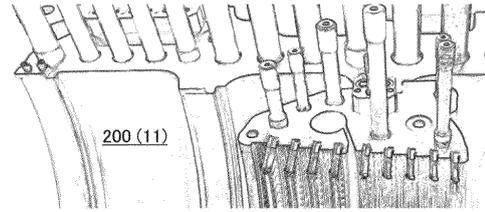
40

50

【図 7】

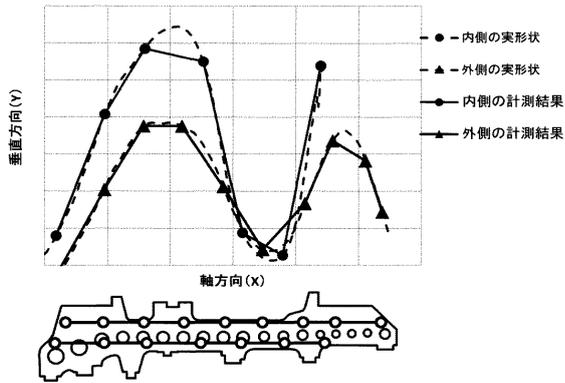


【図 8】

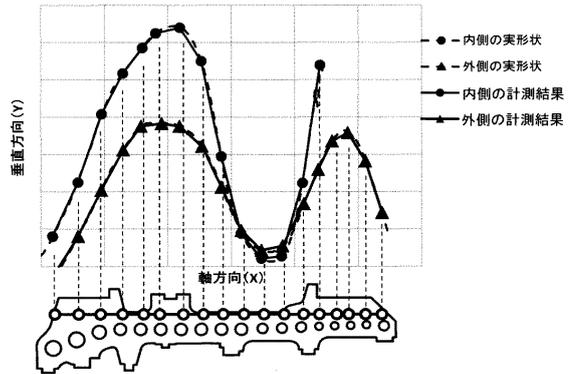


10

【図 9】

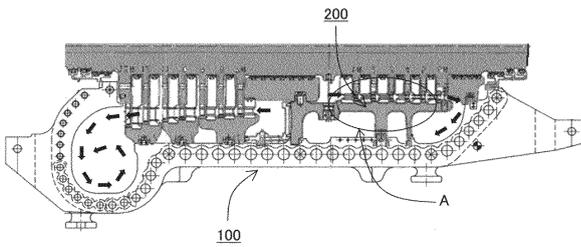


【図 10】

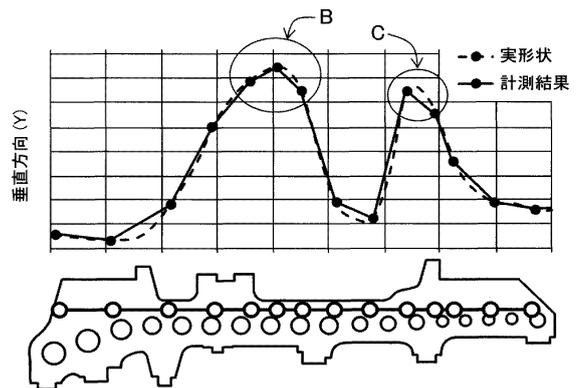


20

【図 11】



【図 12】

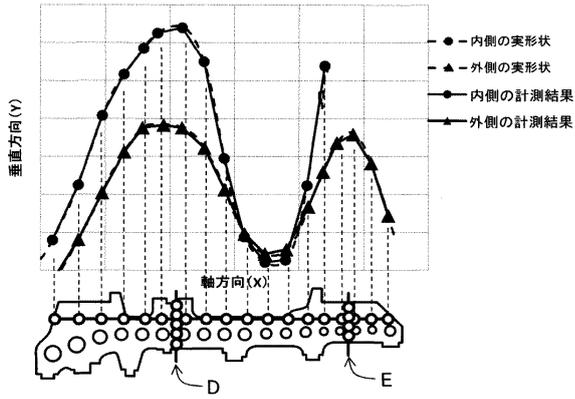


30

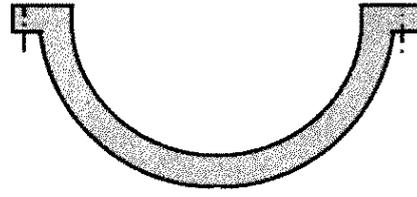
40

50

【図 13】

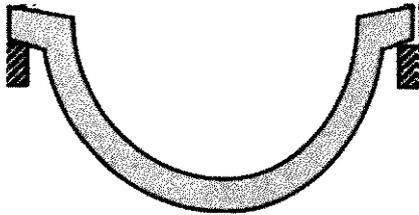


【図 14】

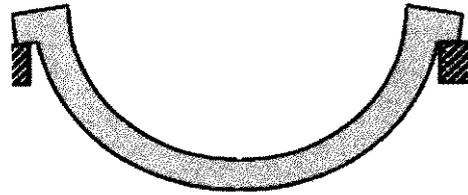


10

【図 15】



【図 16】



20

30

40

50

フロントページの続き

東京都千代田区丸の内三丁目2番3号

三菱重工業株式会社内

審査官 續山 浩二

- (56)参考文献 特開平03-206303(JP,A)
特開平05-133741(JP,A)
特開2013-032922(JP,A)
特開2017-125740(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01B 21/20