明　細　書

発明の名称 ： 評価装置、および評価方法

技術分野

[0001]　本開示は、評価装置、および評価方法に関する。

背景技術

[0002]　従来、携帯型の非接触三次元座標測定装置を利用してフランジの歪みを測定する技術が知られている。例えば、特開２０１７－２２７４５９号公報（特許文献１）は、フランジ面の歪み測定において、測定に必要なスペースが少なく、振動が発生している現場においても測定精度が落ちることなく、うねりのデータだけでなくフランジ面の傾きのデータも測定する技術を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１７－２２７４５９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　フランジ部からの流体の漏れの原因の一つとしては、配管のつなぎ目に用いられるガスケットの劣化や損傷などが考えられるため、定期的に作業者はガスケットを交換する。このとき、作業者は、フランジのフランジ面の状態を目視や触診により確認し、フランジ面に修繕が必要と判断した場合には適切な作業（例えば、研磨等）を実施する。例えば、リングジョイントガスケットが用いられるリングジョイント型のフランジにおいて、リングジョイント溝が形成されたフランジ面の状態の確認および修繕の要否の判断は、作業者の技術的知識および経験に依存しており、人によってばらつきがあるという問題がある。また、知識や経験が乏しい作業者がフランジ面（リングジョイント溝）を確認しても、上記修繕の要否を判断できない場合も多い。

[0005]　本開示のある局面における目的は、フランジ面に形成されたリングジョイ

ント溝の状態に応じて、当該リングジョイント溝の修繕の要否を判断することが可能な評価装置、および評価方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] ある実施の形態に従う評価装置は、リングジョイント型のフランジの第１の三次元形状データを取得する取得部と、第１の三次元形状データに基づいて、フランジのフランジ面に形成されたリングジョイント溝の状態を評価する評価部とを備える。評価部は、リングジョイント溝の形状に関する複数の第１形状パラメータを測定する形状測定部と、リングジョイント溝の対象領域に生じた傷を検出する検出部と、リングジョイントガスケットが接触するリングジョイント溝の第１接触面の第１歪み量を測定する歪み量測定部と、複数の第１形状パラメータ、傷および第１歪み量のうちの少なくとも１つに基づいて、リングジョイント溝の修繕の要否を判断する判断部とを含む。

[0007] 好ましくは、複数の第１形状パラメータのうちの少なくとも１つが基準範囲外である場合、傷の長さが第１の長さ以上である場合、第１歪み量が第１閾値以上である場合、または傷の長さが第１の長さ未満であってかつ傷の深さが第１の深さ以上である場合、判断部は、リングジョイント溝が修繕を要する状態であると判断する。

[0008] 好ましくは、複数の第１形状パラメータは、リングジョイント溝の中心を示す中心線と第１接触面とのなす角度と、リングジョイント溝の幅および深さとを含む。

[0009] 好ましくは、評価装置は、判断部の判断結果に基づいて、ユーザへのアドバイス情報を出力する出力制御部をさらに備える。出力制御部は、リングジョイント溝が修繕を要する状態であるとの判断結果に基づいて、リングジョイント溝の切削または研磨を推奨する情報をアドバイス情報として出力する。

[0010] 好ましくは、検出部は、対象領域において互いに近接する第１の傷および第２の傷を検出した場合、第１の傷および第２の傷を１つの傷として統合する。

[0011] 好ましくは、歪み量測定部は、フランジの径方向および周方向について、第１歪み量を測定する。

[0012] 好ましくは、対象領域は、リングジョイント溝の第１接触面における所定領域、または第１接触面の全領域である。

[0013] 好ましくは、取得部は、リングジョイントガスケットの第２の三次元形状データをさらに取得する。評価部は、第２の三次元形状データに基づいて、リングジョイントガスケットの状態をさらに評価する。形状測定部は、リングジョイントガスケットの形状に関する複数の第２形状パラメータをさらに測定する。検出部は、リングジョイント溝が接触するリングジョイントガスケットの第２接触面の傷をさらに検出する。歪み量測定部は、第２接触面の第２歪み量をさらに測定する。判断部は、複数の第２形状パラメータ、第２接触面の傷および第２歪み量のうちの少なくとも１つに基づいて、リングジョイントガスケットの交換の要否をさらに判断する。

[0014] 好ましくは、複数の第２形状パラメータのうちの少なくとも１つが基準範囲外である場合、第２接触面の傷の長さが第２の長さ以上である場合、第２歪み量が第２閾値以上である場合、または第２接触面の傷の長さが第２の長さ未満であってかつ第２接触面の傷の深さが第２の深さ以上である場合、判断部は、リングジョイントガスケットの交換が必要であると判断する。

[0015] 好ましくは、複数の第２形状パラメータは、リングジョイントガスケットの中心径、高さおよび幅を含む。

[0016] 好ましくは、歪み量測定部は、第１歪み量と第２歪み量とに基づいて、リングジョイント溝にリングジョイントガスケットが嵌め込まれた領域における第３歪み量を算出する。第３歪み量が第３閾値以上である場合、判断部は、リングジョイント溝の修繕およびリングジョイントガスケットの交換の少なくとも一方が必要であると判断する。

[0017] 好ましくは、取得部は、リングジョイントガスケットを介してフランジと他のフランジとが締結されたフランジ締結体の第３の三次元形状データをさらに取得する。評価部は、第３の三次元形状データに基づいて、フランジ締

結体におけるフランジと他のフランジとの隙間を測定する隙間測定部をさらに含む。隙間が所定値以上である場合、判断部は、フランジおよび他のフランジの各々のリングジョイント溝、およびリングジョイントガスケットのうちの少なくとも１つに異常が発生していると判断する。

[0018] 他の実施の形態に従う評価方法は、リングジョイント型のフランジの第１の三次元形状データを取得するステップと、第１の三次元形状データに基づいて、フランジのフランジ面に形成されたリングジョイント溝の状態を評価するステップとを含む。評価するステップは、リングジョイント溝の形状に関する複数の第１形状パラメータを測定することと、リングジョイント溝の対象領域に生じた傷を検出することと、リングジョイントガスケットが接触するリングジョイント溝の第１接触面の第１歪み量を測定することと、複数の第１形状パラメータ、傷および第１歪み量のうちの少なくとも１つに基づいて、リングジョイント溝の修繕の要否を判断することとを含む。

発明の効果

[0019] 本開示によると、フランジ面に形成されたリングジョイント溝の状態に応じて、当該リングジョイント溝の修繕の要否を判断することできる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]評価システムの全体構成を説明するための図である。

[図2]評価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3]評価システムの動作概要の一例を説明するためのフローチャートである。

[図4]フランジ締結体を示す図である。

[図5]フランジのリングジョイント溝の形状パラメータの測定方式を説明するための図である。

[図6]リングジョイント溝の傷の長さの算出方式を説明するための図である。

[図7]複数の傷の統合方式を説明するための図である。

[図8]リングジョイント溝の傷の深さの算出方式を説明するための図である。

[図9]リングジョイント溝の径方向の歪み量の測定方式を説明するための図で

ある。

[図10]リングジョイント溝の周方向の歪み量の測定方式を説明するための図である。

[図11]ガスケットの形状パラメータの測定方式を説明するための図である。

[図12]ガスケットの対象領域の設定方式を説明するための図である。

[図13]ガスケットの傷の長さの算出方式を説明するための図である。

[図14]ガスケットの傷の深さの算出方式を説明するための図である。

[図15]ガスケットの径方向の歪み量の測定方式を説明するための図である。

[図16]ガスケットの周方向の歪み量の測定方式を説明するための図である。

[図17]締結部分における歪み量の測定方式を説明するための図である。

[図18]締結部分の歪み量の測定方式の他の例を説明するための図である。

[図19]評価装置の機能構成の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、図面を参照しつつ、本実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同じである。したがって、それらについての詳細な説明は繰り返さない。

[0022] ＜システム構成＞

図１は、評価システムの全体構成を説明するための図である。図１を参照して、評価システム１０００は、フランジ３０のフランジ面（フランジ座面）の状態を評価するためのシステムである。フランジ３０は、フランジ座面としてのリングジョイント座面を有するリングジョイント型のフランジである。これにより、フランジ３０は、リングジョイントガスケットを嵌め込み可能に構成される。

[0023] 評価システム１０００は、評価装置１０と、３Ｄスキャナ２０とを含む。なお、本実施の形態では、評価装置１０のユーザである作業者が、例えば、フランジ３０の締結に用いられていた使用済のシール材を新たな使用前のシール材に交換する際に、３Ｄスキャナ２０を用いてフランジ３０のフランジ面の状態を評価する場面を想定する。本実施の形態に係るシール材は、リン

グジョイントガスケット４０（以下、単に「ガスケット４０」とも称する。）である。

[0024] ガスケット４０は、一対のフランジ３０同士が接合する部分に挟み込まれ、フランジ３０のボルトの締め付けによって固定されることで、フランジ３０の隙間から流体が漏洩することを防止する。ガスケット４０は、設置される部位の隙間を封止し、その部位に密封性を持たせることが可能なシール材である。

[0025] ３Ｄスキャナ２０は、例えば、携帯型の非接触式３Ｄスキャナであり、対象物（ここでは、フランジ３０、ガスケット４０）の三次元形状データを取得し、取得された三次元形状データを出力する。３Ｄスキャナ２０は、レーザ光線方式、パターン光投影方式等の公知の方式を用いてよい。

[0026] フランジ３０は、使用されるガスケット４０を受け入れるように構成されたリングジョイント溝を有する。ガスケット４０は、一対のフランジ３０のリングジョイント溝を埋めてシールする。締結具が締められると、ガスケット４０はリングジョイント溝に押し込まれ、変形して一方のフランジ３０と他方のフランジ３０との接合部をシールする。ガスケット４０は、例えば、断面形状が八角形であるオクタゴナル形リングジョイントガスケット、断面形状が楕円形であるオーバル形リングジョイントガスケット等である。

[0027] 評価装置１０は、３Ｄスキャナ２０から三次元形状データを取得する（すなわち、三次元形状データの入力を受け付ける）。典型的には、評価装置１０は、３Ｄスキャナ２０と通信可能に構成される。本実施の形態では、評価装置１０は、評価対象のフランジ３０の三次元形状データに基づいて、フランジ３０のフランジ面に形成されたリングジョイント溝に生じた傷、歪み等に基づいてリングジョイント溝の状態を評価する。具体的には、評価装置１０は、リングジョイント溝の修繕の要否を判断し、対処方法に関するアドバイス情報を出力する。

[0028] また、評価装置１０は、評価対象のガスケット４０の三次元形状データに基づいて、ガスケット４０に生じた傷、歪み等に基づいて、ガスケット４０

の交換の要否を判断し、対処方法に関するアドバイス情報を出力する。さらに、評価装置１０は、フランジ３０およびガスケット４０の両方の三次元形状データ、一対のフランジ３０とガスケット４０との締結体の三次元形状データ等を利用して、フランジ３０およびガスケット４０の異常を判断し、対処方法に関するアドバイス情報を出力する。

[0029] 評価装置１０は、典型的には、汎用的なコンピュータアーキテクチャに従う構造を有しており、予めインストールされたプログラムをプロセッサが実行することで、後述する各種の処理を実現する。評価装置１０は、例えば、ラップトップＰＣ（Personal Computer）である。ただし、評価装置１０は、以下に説明する機能および処理を実行可能な装置であればよく、他の装置（例えば、デスクトップＰＣ、タブレット端末装置）であってもよい。

[0030] ＜ハードウェア構成＞

図２は、評価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２を参照して、評価装置１０は、プロセッサ１０１と、メモリ１０３と、ディスプレイ１０５と、入力装置１０７と、入出力インターフェイス（Ｉ／Ｆ）１０９と、通信インターフェイス（Ｉ／Ｆ）１１１とを含む。これらの各部は、互いにデータ通信可能に接続される。

[0031] プロセッサ１０１は、典型的には、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＭＰＵ（Multi Processing Unit）等といった演算処理部である。プロセッサ１０１は、メモリ１０３に記憶されたプログラムを読み出して実行することで、評価装置１０の各部の動作を制御する。具体的には、プロセッサ１０１は、当該プログラムを実行することによって、評価装置１０の各機能を実現する。

[0032] メモリ１０３は、ＲＡＭ（Random Access Memory）、ＲＯＭ（Read-Only Memory）、ハードディスク、ＳＳＤ（Solid State Drive）などによって実現される。メモリ１０３は、プロセッサ１０１によって実行されるプログラム、３Ｄスキャナ２０によって取得された三次元形状データ等を記憶する。

[0033] ディスプレイ１０５は、例えば、液晶ディスプレイ、有機ＥＬ（Electro Luminescence）ディスプレイ等である。ディスプレイ１０５は、評価装置１０と一体的に構成されてもよいし、評価装置１０とは別個に構成されてもよい。

[0034] 入力装置１０７は、評価装置１０に対する操作入力を受け付ける。入力装置１０７は、例えば、キーボード、ボタン、マウスなどによって実現される。また、入力装置１０７は、タッチパネルとして実現されていてもよい。

[0035] 入出力インターフェイス１０９は、プロセッサ１０１と３Ｄスキャナ２０との間のデータ伝送を仲介する。入出力インターフェイス１０９は、例えば、３Ｄスキャナ２０と接続される。プロセッサ１０１は、入出力インターフェイス１０９を介して、３Ｄスキャナ２０で測定された三次元形状データを取得する。

[0036] 通信インターフェイス１１１は、プロセッサ１０１と外部装置との間のデータ伝送を仲介する。通信方式としては、例えば、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）、無線ＬＡＮ（Local Area Network）等による無線通信方式が用いられる。なお、通信方式として、ＵＳＢ（Universal Serial Bus）等の有線通信方式を用いてもよい。なお、プロセッサ１０１は、通信インターフェイス１１１を介して、３Ｄスキャナ２０と通信してもよい。

[0037] ＜動作概要＞

図３は、評価システムの動作概要の一例を説明するためのフローチャートである。図３を参照して、３Ｄスキャナ２０は、一対のフランジ３０およびガスケット４０を３Ｄスキャンすることにより、これらの三次元形状データを生成する（ステップＳ１０）。具体的には、３Ｄスキャナ２０は、各フランジ３０の三次元形状データと、ガスケット４０の三次元形状データと、ガスケット４０を介した一対のフランジ３０の締結体（以下、「フランジ締結体」とも称する。）の三次元形状データを生成する。

[0038] 評価装置１０（例えば、プロセッサ１０１）は、各三次元形状データを３Ｄスキャナ２０から取得して、内部メモリ（例えば、メモリ１０３）に記憶

する（ステップＳ１２）。

[0039] プロセッサ１０１は、フランジ締結体の三次元形状データに基づいて、フランジ締結体の隙間を測定する（ステップＳ１４）。具体的には、プロセッサ１０１は、フランジ締結体における一方のフランジ３０と他方のフランジ３０との隙間を測定する。

[0040] プロセッサ１０１は、フランジ３０の三次元形状データに基づいて、フランジ３０に関する各種データを測定する（ステップＳ１６）。具体的には、プロセッサ１０１は、フランジ３０のフランジ面に形成されたリングジョイント溝の形状、リングジョイント溝に生じた傷の長さや深さ、リングジョイント溝の歪み量等を測定する。

[0041] プロセッサ１０１は、ガスケット４０の三次元形状データに基づいて、ガスケット４０に関する各種データを測定する（ステップＳ１８）。具体的には、プロセッサ１０１は、ガスケット４０の形状、ガスケット４０に生じた傷の長さや深さ、ガスケット４０の歪み量等を測定する。さらに、プロセッサ１０１は、リングジョイント溝にガスケット４０が嵌め込まれた状態において、当該嵌め込まれた領域の歪み量を測定する（ステップＳ２０）。

[0042] プロセッサ１０１は、ステップＳ１４～Ｓ２０の各測定結果に基づいて、リングジョイント溝の修繕およびガスケット４０の交換の要否を判断する（ステップＳ２２）。プロセッサ１０１は、当該判断結果に基づいて、ユーザへのアドバイス情報をディスプレイ１０５に表示する（ステップＳ２４）。

[0043] 評価システム１０００によると、フランジ３０およびガスケット４０の三次元形状データを用いて、リングジョイント溝およびガスケット４０における形状、傷および歪み量等が測定される。また、フランジ締結体の隙間、およびリングジョイント溝へのガスケット４０の嵌め込み時における歪み量も測定される。そして、各測定結果に応じてリングジョイント溝の修繕およびガスケット４０の交換の要否が判断され、当該判断結果に応じたアドバイス情報が提示される。そのため、作業者は、修繕や交換の要否を迅速に把握でき、アドバイス情報に基づいた処置を効率的に行なうことができる。

[0044] ＜フランジ締結体の隙間測定＞

ここでは、図３のステップＳ１４の具体的な処理内容について説明する。

[0045] 図４は、フランジ締結体を示す図である。図４（ａ）は、リングジョイント溝３１０にオーバル形のリングジョイントガスケット４０が嵌め込まれた様子を示している。図４（ｂ）は、リングジョイント溝にオクタゴナル形のリングジョイントガスケット４０が嵌め込まれた様子を示している。

[0046] 図４（ａ）には、オーバル形のガスケット４０を介して一対のフランジ３０（すなわち、上フランジおよび下フランジ）が締結されたフランジ締結体が示されている。図４（ｂ）には、オクタゴナル形のガスケット４０を介して一対のフランジ３０が締結されたフランジ締結体が示されている。具体的には、各フランジ３０のフランジ面３００に形成されたリングジョイント溝３１０にオーバル形（またはオクタゴナル形）のガスケット４０が嵌め込まれる。リングジョイント溝３１０は、側面３１１および底面３１２を有する。典型的には、オーバル形（またはオクタゴナル形）のガスケット４０は、リングジョイント溝３１０の側面３１１と接触する。

[0047] 図４に示すように、一方のフランジ３０（例えば、上フランジ）と、他方のフランジ３０（例えば、下フランジ）との隙間Ｃｇが形成される。評価装置１０は、フランジ締結体の三次元形状データに基づいて隙間Ｃｇを測定する。なお、作業者が、隙間Ｃｇをノギスで測定し、その測定値を評価装置１０に入力する構成であってもよい。典型的には、評価装置１０は、複数の箇所（例えば、４箇所以上）において隙間Ｃｇを測定する。

[0048] ＜フランジに関する各種データの測定＞

ここでは、図３のステップＳ１６の具体的な処理内容について説明する。

[0049] （形状パラメータの測定）

図５は、フランジのリングジョイント溝の形状パラメータの測定方式を説明するための図である。図５（ａ）および図５（ｂ）を参照して、評価装置１０は、フランジ３０の三次元形状データに基づいて、リングジョイント溝３１０の形状に関する複数の形状パラメータＰ１を測定する。

[0050] 複数の形状パラメータＰ１は、リングジョイント溝３１０の中心を示す中心線および側面３１１のなす角度θｒと、リングジョイント溝３１０の幅Ｆおよび深さｄとを含む。側面３１１は、ガスケット４０が接触するリングジョイント溝３１０の接触面に相当する。深さｄは、フランジ面３００とリングジョイント溝３１０の底面３１２との距離に相当する。形状パラメータＰ１は、リングジョイント溝３１０のすみの半径（図示しない）を含んでいてもよい。

[0051] （傷の長さおよび深さの測定）

評価装置１０は、フランジ３０の三次元形状データに基づいて、リングジョイント溝３１０の対象領域Ｎｆ内に生じた傷を検出する。リングジョイント溝３１０の傷は、公知の技術を用いて検出されればよい。例えば、評価装置１０は、メモリ１０３に予め記憶された傷の特徴量と、三次元形状データに基づいて作成された画像の特徴量とを比較することで、リングジョイント溝３１０の傷を検出する。典型的には、対象領域Ｎｆは、リングジョイント溝３１０の内径側および外径側の各々の側面３１１におけるガスケット４０と接触する領域に設定される。

[0052] 図５（ａ）を参照して、オーバル形のリングジョイントガスケットが採用される場合、対象領域Ｎｆの幅Wは、例えば、“ｄ／２”に設定される。対象領域Ｎｆの中心位置は、例えば、側面３１１の中心位置（フランジ面３００と底面３１２との中心位置）に設定される。

[0053] 図５（ｂ）を参照して、オクタゴナル形のリングジョイントガスケットが採用される場合、対象領域Ｎｆの幅Wは、当該リングジョイントガスケットの斜辺部の幅“ｗ＊”または“ｗ＊×（４／３）”に設定される。評価装置１０は、三次元形状データに基づいて、リングジョイント溝３１０とガスケット４０との実際の接触領域の幅の実測値を測定し、当該実測値を幅Wとしてもよい。

[0054] 図６は、リングジョイント溝の傷の長さの算出方式を説明するための図である。図６（ａ）および図６（ｂ）を参照して、評価装置１０は、三次元形

状データに基づいて、側面３１１の対象領域Ｎｆに生じた傷５０の長さＬを測定（算出）する。例えば、中心線から側面３１１に対して垂線３５１～３５３を引く。垂線３５１はフランジ面３００と交差し、垂線３５２は側面３１１に生じた傷５０の一端と交差し、垂線３５３は傷５０の他端と交差する。これにより、長さＬ１，Ｌ２が算出されるため、これらの長さＬ１，Ｌ２と、形状パラメータＰ１に含まれる角度θｒと、角度θ（＝９０°－θｒ）等に基づいて、傷５０の長さＬが算出される。

[0055] 図７は、複数の傷の統合方式を説明するための図である。図７（ａ）は、複数の傷の統合方式の一例を示している。図７（ｂ）は、複数の傷の統合方式の他の例を示している。図７（ｃ）は、複数の傷を統合した後の傷の長さを示している。

[0056] 評価装置１０は、複数の傷が互いに近い距離にある場合には、複数の傷を１つの傷として統合する。図７（ａ）を参照して、評価装置１０は、傷Ａ１～Ａ３を検出する。続いて、評価装置１０は、複数の傷Ａ１～Ａ３にそれぞれ対応する複数の統合領域Ｂ１～Ｂ３を算出する。統合領域は、複数の傷を１つの傷として統合できるか否かを判断するために設定される領域である。例えば、統合領域Ｂ１は、傷Ａ１の各位置から領域幅Ｋの距離で規定される領域である。同様に、統合領域Ｂ２，Ｂ３は、それぞれ傷Ａ２，Ａ３の各位置から領域幅Ｋの距離で規定される領域である。

[0057] 評価装置１０は、複数の統合領域Ｂ１～Ｂ３について、当該統合領域が他の統合領域と重畳しているか否かを判断する。図７（ａ）の例では、各統合領域Ｂ１～Ｂ３は互いに重畳しているため、評価装置１０は、複数の傷Ａ１～Ａ３を１つの傷として統合する。

[0058] 図７（ｂ）を参照して、評価装置１０は、傷Ａ１，Ａ２を検出して、複数の傷Ａ１，Ａ２にそれぞれ対応する複数の統合領域Ｂ１，Ｂ２を算出する。統合領域Ｂ１の算出方式について説明する。傷Ａ１の最大長を示す基準線を引き、基準線上の傷Ａ１の２つの端部から領域幅Ｋの距離にある線分Ｃ１，Ｃ２を求める。続いて、基準線に直交する左右方向について、基準線から最

も遠い位置に存在する傷Ａ１の端部を特定する。特定された各方向の端部から領域幅Ｋの距離にある線分Ｃ３，Ｃ４を求める。統合領域Ｂ１は、線分Ｃ１～Ｃ４で囲まれる領域である。統合領域Ｂ２についても同様の算出方式により求める。

[0059] 評価装置１０は、統合領域Ｂ１が統合領域Ｂ２と重畳しているか否かを判断する。図７（ｂ）の例では、統合領域Ｂ１，Ｂ２は互いに重畳しているため、評価装置１０は、複数の傷Ａ１，Ａ２を１つの傷として統合する。

[0060] 図７（ｃ）を参照して、評価装置１０は、上述した統合方式を用いて、傷Ａ１～Ａ３を統合して１つの傷としてみなしたとする。この場合、統合された傷の最大長さは、傷Ａ１～Ａ３の各位置のうちフランジ面３００から最も近い点Ｒ１と、傷Ａ１～Ａ３の各位置のうち底面３１２から最も近い（または、フランジ面３００から最も遠い）点Ｒ２との距離で規定される。そのため、図６で説明した方法により、線分Ｒ１Ｒ２の長さを用いて、統合された傷の長さＬが算出される。

[0061] 図８は、リングジョイント溝の傷の深さの算出方式を説明するための図である。図８（ａ）を参照して、一例として、側面３１１（リングジョイント溝３１０の斜辺）から、傷５０の最も深い位置に対して垂線を引き、当該垂線の長さが傷５０の深さＤとして測定（算出）される。図８（ｂ）を参照して、他の例として、中心線から傷５０の最も深い位置に対して垂線を引く。当該垂線と側面３１１（リングジョイント溝３１０の斜辺）との交点と、当該位置との間の距離が傷５０の深さＤとして算出される。図８（ｃ）を参照して、さらに他の例として、傷５０の周辺部を取り囲む仮想面３６１を定義する。仮想面３６１から傷５０の最も深い位置までの距離が深さＤとして算出される。

[0062] （歪み量の測定）

評価装置１０は、フランジ３０の三次元形状データに基づいて、ガスケット４０が接触する、リングジョイント溝３１０の接触面（すなわち、側面３１１）の歪み量を測定する。具体的には、評価装置１０は、フランジ３０の

径方向および周方向について、側面３１１の歪み量を測定する。

[0063] 図９は、リングジョイント溝の径方向の歪み量の測定方式を説明するための図である。図９（ａ）は、フランジ面３００の上面図である。図９（ｂ）および図９（ｃ）は、リングジョイント溝３１０の断面図である。

[0064] 図９（ａ）を参照して、フランジの中心Ｏから径方向に向かって複数のチェック線が引かれる。典型的には、フランジの周方向に等間隔（例えば、４５度間隔）でチェック線が引かれる。チェック線と交差する内径側および外径側の側面３１１について歪み量が測定される。

[0065] 図９（ｂ）を参照して、歪みが生じている側面３１１（リングジョイント溝３１０の斜辺）の平均面を基準面（円錐側面）として定義する。基準面から側面３１１に垂線を引き、当該垂線の長さが径方向の歪み量Ｓｒとして測定（算出）される。図９（ｃ）を参照して、他の例として、中心線から基準面に対して垂線を引く。当該垂線および側面３１１（リングジョイント溝３１０の斜辺）の交点と、当該垂線および基準面の交点との間の距離が径方向の歪み量Ｓｒとして算出される。

[0066] 図１０は、リングジョイント溝の周方向の歪み量の測定方式を説明するための図である。図１０（ａ）および図１０（ｂ）は、リングジョイント溝３１０の断面図である。図１０（ｃ）は、リングジョイント溝３１０の側面３１１と測定面との交点の周方向の軌跡を示す図である。

[0067] 図１０（ａ）を参照して、フランジ３０の内径の中心軸と、フランジ面３００とのなす角度θｍを定義する。角度θｍに基づいて、フランジ面３００と平行な複数の測定面Ｘ１，Ｘ２を作成する。測定面Ｘ１と外径側の側面３１１との交点を点Ｏｄ１、測定面Ｘ１と内径側の側面３１１との交点を点Ｉｄ１とする。測定面Ｘ２と外径側の側面３１１との交点を点Ｏｄ２、測定面Ｘ２と内径側の側面３１１との交点を点Ｉｄ２とする。他の例として、図１０（ｂ）を参照して、中心軸からリングジョイント溝３１０に垂線を引くことにより、複数の測定面Ｘ１，Ｘ２を作成してもよい。

[0068] 図１０（ｃ）を参照して、リングジョイント溝３１０の全周における点Ｏ

ｄ１の軌跡が示されている。当該軌跡の平均を基準円として定義し、基準円と軌跡との距離が周方向の歪み量Ｓｃとして測定（算出）される。そして、基準円から所定距離（例えば、±０．１５ｍｍ）内を許容領域とする。図１０（ｃ）の例では、点Ｏｄ１の軌跡は許容領域内に含まれている（すなわち、歪み量Ｓｃが所定距離未満である）ため、側面３１１の点Ｏｄ１における歪み量Ｓｒは許容される。点Ｏｄ２，Ｉｄ１，Ｉｄ２における歪み量についても同様に算出される。

[0069] ＜ガスケットに関する各種データの測定＞

ここでは、図３のステップＳ１８の具体的な処理内容について説明する。

[0070] （形状パラメータの測定）

図１１は、ガスケットの形状パラメータの測定方式を説明するための図である。図１１（ａ）および図１１（ｂ）を参照して、評価装置１０は、ガスケット４０の三次元形状データに基づいて、ガスケット４０の形状に関する複数の形状パラメータＰ２を測定する。

[0071] 図１１（ａ）を参照して、ガスケット４０がオーバル形のリングジョイントガスケットである場合、複数の形状パラメータＰ２は、ガスケット４０の中心径（すなわち、ガスケット４０の内径中心線と断面中心線との間の距離）、高さＨｏｖ、幅ＡｏｖおよびＲ部の長さを含む。図１１（ｂ）を参照して、ガスケット４０がオクタゴナル形のリングジョイントガスケットである場合、複数の形状パラメータＰ２は、ガスケット４０の中心径、高さＨｏｃ、幅Ａｏｃ、頭部の平面幅Ｃｏｃ、および頭部のテーパー角度θｏｃを含む。

[0072] （傷の長さおよび深さの測定）

評価装置１０は、ガスケット４０の三次元形状データに基づいて、ガスケット４０の対象領域Ｎｇ内に生じた傷を検出する。ガスケット４０の傷は、公知の技術を用いて検出されればよい。例えば、評価装置１０は、メモリ１０３に予め記憶された傷の特徴量と、三次元形状データに基づいて作成された画像の特徴量とを比較することで、ガスケット４０の傷を検出する。典型

的には、対象領域Ｎｇは、リングジョイント溝３１０の内径側および外径側の各側面３１１が接触する、ガスケット４０の接触面に設定される。

[0073] 図１２は、ガスケットの対象領域の設定方式を説明するための図である。図１２（ａ）を参照して、オーバル形のリングジョイントガスケットが採用される場合、ガスケット４０の断面中心線となす角が角度θｒとなるように、ガスケット４０に対して接線４０１と引く。接線４０１とガスケット４０との接点を中心として、“ｄ／２”の幅を規定し、ガスケット４０に対して２つの垂線を引く。一方の垂線とガスケット４０との交点を点Ｙ１とし、他方の垂線とガスケット４０との交点を点Ｙ２とする。

[0074] ガスケット４０がオーバル形のリングジョイントガスケットである場合の対象領域Ｎｇは、点Ｙ１から点Ｙ２までのガスケット４０の側面領域に設定される。図１２（ａ）に示す対象領域Ｎｇは、リングジョイント溝３１０の外径側の側面３１１が接触するガスケット４０の接触面を含む。

[0075] 図１２（ｂ）を参照して、オクタゴナル形のリングジョイントガスケットが採用される場合、斜辺部中央を中心として“ｗ＊×（４／３）”の幅を規定し、ガスケット４０に対して２つの垂線を引く。一方の垂線とガスケット４０との交点を点Ｙ３とし、他方の垂線とガスケット４０との交点を点Ｙ４とする。

[0076] ガスケット４０がオクタゴナル形のリングジョイントガスケットである場合の対象領域Ｎｇは、点Ｙ３から点Ｙ４までのガスケット４０の側面領域に設定される。図１２（ｂ）に示す対象領域Ｎｇは、リングジョイント溝３１０の外径側の側面３１１と接触するガスケット４０の接触面を含む。なお、斜辺部中央を中心として“ｗ＊”の幅で規定される側面領域を対象領域Ｎｇとして設定する構成であってもよい。

[0077] 図１３は、ガスケットの傷の長さの算出方式を説明するための図である。図１３（ａ）および図１３（ｂ）を参照して、評価装置１０は、三次元形状データに基づいて、ガスケット４０の対象領域Ｎｇに生じた傷６０の長さＬｇを測定（算出）する。例えば、断面中心線からガスケット４０の接触面４

１１（すなわち、ガスケット４０とリングジョイント溝３１０とが接触する面）に対して垂線４５１～４５３を引く。垂線４５１は接触面４１１の端部と交差し、垂線４５２は対象領域Ｎｇに生じた傷６０の一端と交差し、垂線４５３は傷６０の他端と交差する。これにより、長さＬ１ｇ，Ｌ２ｇが算出されるため、これらの長さＬ１ｇ，Ｌ２ｇと、形状パラメータＰ２に含まれる角度θｒと、角度θ（＝９０°－θｒ）等に基づいて、傷６０の長さＬｇが算出される。

[0078] なお、ガスケット４０に生じた複数の傷の統合方式は、上述したリングジョイント溝に生じた複数の傷の統合方式と同様である。

[0079] 図１４は、ガスケットの傷の深さの算出方式を説明するための図である。図１４（ａ）を参照して、ガスケット４０の接触面４１１から、傷６０の最も深い位置に対して垂線を引き、当該垂線の長さが傷６０の深さＤｇとして測定（算出）される。図１４（ｂ）を参照して、他の例として、断面中心線から傷６０の最も深い位置に対して垂線を引く。当該垂線とガスケット４０の接触面４１１との交点と、当該位置との間の距離が傷６０の深さＤｇとして算出される。図１４（ｃ）を参照して、さらに他の例として、傷６０の周辺部を取り囲む仮想面４６１を定義する。仮想面４６１から傷６０の最も深い位置までの距離が深さＤｇとして算出される。

[0080] （歪み量の測定）

評価装置１０は、ガスケット４０の三次元形状データに基づいて、リングジョイント溝３１０の側面３１１が接触する、ガスケット４０の接触面４１１の歪み量を測定する。具体的には、評価装置１０は、ガスケット４０の径方向および周方向について、接触面４１１の歪み量を測定する。オーバル形のガスケット４０における接触面４１１は、ガスケット４０のＲ部を含む面である。オクタゴナル形のガスケット４０における接触面４１１は、ガスケット４０の斜辺部を含む面である。

[0081] 図１５は、ガスケットの径方向の歪み量の測定方式を説明するための図である。図１５（ａ）は、ガスケット４０の上面図である。図１５（ｂ）およ

び図１５（ｃ）は、ガスケット４０の断面図である。

[0082] 図１５（ａ）を参照して、ガスケット４０の内径の中心Ｏｇから径方向に向かって複数のチェック線が引かれる。典型的には、ガスケット４０の周方向に等間隔（例えば、４５度間隔）でチェック線が引かれる。チェック線と交差する内径側および外径側の接触面４１１について歪み量が測定される。

[0083] 図１５（ｂ）を参照して、歪みが生じている接触面４１１の平均面を基準面として定義する。基準面から接触面４１１に垂線を引き、当該垂線の長さが径方向の歪み量Ｓｒｇとして測定（算出）される。図１５（ｃ）を参照して、他の例として、中心線から基準面に対して垂線を引く。当該垂線および接触面４１１の交点と、当該垂線および基準面の交点との間の距離が径方向の歪み量Ｓｒｇとして算出される。

[0084] 図１６は、ガスケットの周方向の歪み量の測定方式を説明するための図である。図１６（ａ）および図１６（ｂ）は、ガスケット４０の断面図である。図１６（ｃ）は、ガスケット４０の接触面４１１と測定面との交点の周方向の軌跡を示す図である。

[0085] 図１６（ａ）を参照して、ガスケット４０の内径の中心軸と、ガスケット４０の底面４１２（または上面）とのなす角度θｍｇを定義する。角度θｍｇに基づいて、ガスケット４０の接触面４１１と平行な複数の測定面Ｘ１ｇ，Ｘ２ｇを作成する。測定面Ｘ１ｇと外径側の接触面４１１との交点を点Ｏｅ１、測定面Ｘ１ｇと内径側の接触面４１１との交点を点Ｉｅ１とする。また、測定面Ｘ２ｇと外径側の接触面４１１との交点を点Ｏｅ２、測定面Ｘ２ｇと内径側の接触面４１１との交点を点Ｉｅ２とする。他の例として、図１６（ｂ）を参照して、中心軸からガスケット４０に垂線を引くことにより、複数の測定面Ｘ１ｇ，Ｘ２ｇを作成してもよい。

[0086] 図１６（ｃ）を参照して、ガスケット４０の全周における点Ｏｅ１の軌跡が示されている。当該軌跡の平均を基準円として定義し、基準円と軌跡との距離が周方向の歪み量Ｓｃｇとして測定（算出）される。そして、基準円から所定距離（例えば、±０．１５ｍｍ）内を許容領域とする。図１６（ｃ）

の例では、点Ｏｅ１の軌跡は許容領域内に含まれている（すなわち、歪み量Ｓｃｇが所定距離未満である）ため、接触面４１１の点Ｏｅ１の歪み量Ｓｒｇは許容される。点Ｏｅ２，Ｉｅ１，Ｉｅ２の歪み量についても同様に算出される。

[0087] ＜ガスケット嵌め込み時の歪み量の測定＞

ここでは、図３のステップＳ２０の具体的な処理内容について説明する。

[0088] リングジョイント溝３１０の側面３１１の歪み量は、図９，図１０で説明した方式により測定できる。また、ガスケット４０の接触面４１１の歪み量は、図１５，図１６で説明した方式により測定できる。ただし、実際には、ガスケット４０がリングジョイント溝３１０に嵌め込まれた状態でこれらは使用されるため、当該状態においてどの程度の歪みが生じているのかを測定することが好ましい。ここでは、ガスケット４０をリングジョイント溝３１０に嵌め込んだ締結部分における歪み量の測定方式について説明する。

[0089] 図１７は、締結部分における歪み量の測定方式を説明するための図である。図１７（ａ）は、ガスケットの接触面およびリングジョイント溝の側面の歪み量を説明するための図である。図１７（ｂ）は、締結部分の歪み量を説明するための図である。

[0090] 図１７（ａ）を参照して、ガスケット４０の接触面４１１の歪み量およびリングジョイント溝の側面３１１の歪み量は、いずれも基準歪み量Ｔｈｘ未満となっている。そのため、評価装置１０は、接触面４１１および側面３１１の各々の歪み量が許容される歪み量であると判定する。

[0091] 図１７（ｂ）を参照して、評価装置１０は、接触面４１１および側面３１１の各々の歪み量に基づいて、ガスケット４０をリングジョイント溝３１０に嵌め込んだ締結部分の歪み量を算出する。具体的には、接触面４１１の各位置の歪み量と、ガスケット４０をリングジョイント溝３１０に嵌め込んだ場合に接触面４１１の各位置に対向する側面３１１の各位置の歪み量との合計値を、締結部分の歪み量として算出する。

[0092] 例えば、図１７（ａ）を参照すると、領域５０１において、接触面４１１

は上方向（＋Ｔｈ方向）に歪んでおり、側面３１１も上方向に歪んでいる。そのため、締結部分の歪み量は大きくならず、基準歪み量Ｔｈｘ未満となる。

[0093] 一方、領域５０２において、接触面４１１は上方向に歪んでいるが、側面３１１は下方向（－Ｔｈ方向）に歪んでいる。そのため、締結部分の歪み量が大きくなってしまい、基準歪み量Ｔｈｘ以上となる。

[0094] 評価装置１０は、締結部分の歪み量の最大値を抽出し、当該最大値と基準歪み量Ｔｈｘとを比較することにより、締結部分の歪み量が許容されるのか否かを判断する。

[0095] 図１８は、締結部分の歪み量の測定方式の他の例を説明するための図である。図１８（ａ）は、ガスケットの接触面およびリングジョイント溝の側面の歪み量を説明するための図である。図１８（ｂ）は、締結部分の歪み量を説明するための図である。

[0096] 図１８（ａ）の例では、リングジョイント溝３１０の側面３１１に傷や付着物が存在している。このように、側面３１１（または接触面４１１）に傷や付着物が存在する場合に、これらを考慮して歪み量を算出する構成であってもよい。図１８（ｂ）を参照すると、側面３１１に傷や付着物が存在している領域において、締結部分の歪み量が基準歪み量Ｔｈｘ以上となっていることがわかる。

[0097] ＜修繕および交換の要否判断＞

ここでは、図３のステップＳ２２の具体的な処理内容について説明する。

[0098] 評価装置１０は、上述した各評価結果に基づいて、リングジョイント溝３１０の修繕およびガスケット４０の交換の要否を判断する。具体的には、以下の条件を用いて、修繕および交換の要否を判定する。

[0099] （条件Ｚ１：フランジ締結体の隙間）

条件Ｚ１は、フランジ締結体の隙間Ｃｇに基づく条件である。具体的には、評価装置１０は、複数の箇所の各々において測定された各隙間Ｃｇの少なくとも１つが基準値Ｃｘ（例えば、１．５ｍｍ）以上であるとの条件Ｚ１を

満たすか否かを判断する。条件Ｚ１を満たす場合、評価装置１０は、一方のフランジ３０、他方のフランジ３０の各々のリングジョイント溝３１０、およびガスケット４０のうちの少なくとも１つに異常が発生していると判断する。

[0100] 評価装置１０は、フランジ３０やガスケット４０の深刻度を評価する。深刻度は“０～１０”の１１段階で評価される。深刻度の値が大きいほどフランジ３０やガスケット４０の状態が深刻である（すなわち、フランジ３０やガスケット４０の状態が悪い）ものとする。条件Ｚ１を満たす場合、評価装置１０は、深刻度を“２”と評価する。

[0101] （条件Ｚ２：リングジョイント溝の形状）

条件Ｚ２は、フランジ３０のリングジョイント溝３１０の形状パラメータＰ１に基づく条件である。評価装置１０は、各形状パラメータＰ１について対応する基準を満たしているか否かを判断する。

[0102] 具体的には、評価装置１０は、角度θｒが基準角度範囲θｘ（例えば、２３±０．５度の範囲）外であるとの条件Ｚ２ａを満たすか否かを判断する。評価装置１０は、リングジョイント溝３１０の幅Ｆが基準範囲Ｆｘ（例えば、規定幅±０．２ｍｍの範囲）外であるとの条件Ｚ２ｂを満たすか否かを判断する。評価装置１０は、リングジョイント溝３１０の深さｄが基準範囲ｄｘ（例えば、“規定深さ”～“規定深さ＋０．４ｍｍ”の範囲）外であるとの条件Ｚ２ｃを満たすか否かを判断する。

[0103] そして、条件Ｚ２ａ～条件Ｚ２ｃのうちの少なくとも１つが成立する場合（すなわち、条件Ｚ２を満たす場合）、評価装置１０は、リングジョイント溝３１０が修繕を要する状態であると判断する。条件Ｚ２を満たす場合、評価装置１０は、リングジョイント溝３１０の深刻度を“１０”と評価する。

[0104] （条件Ｚ３：リングジョイント溝の傷および歪み量）

条件Ｚ３は、リングジョイント溝３１０の対象領域Ｎｆに生じた傷の最大長さＬｍａｘおよび側面３１１の歪み量に基づく条件である。最大長さＬｍａｘは、検出された複数の傷の長さＬのうちの最大値である。

[0105] 評価装置１０は、傷の最大長さＬｍａｘが基準値Ｌｘ１以上であるとの条件Ｚ３ａを満たすか否かを判断する。基準値Ｌｘ１は、例えば、対象領域Ｎｆの幅Ｗを用いて“Ｗ×（１／２）”に設定される。上述したように、オーバル形のリングジョイントガスケットが採用される場合、“Ｗ＝ｄ／２”であり、オクタゴナル形のリングジョイントガスケットが採用される場合、“Ｗ＝ｗ＊×（４／３）”または“Ｗ＝ｗ＊”である。最大長さＬｍａｘが基準値Ｌｘ１以上である（すなわち、条件Ｚ３ａを満たす）場合、評価装置１０は、リングジョイント溝３１０が修繕を要する状態であると判断する。

[0106] また、評価装置１０は、側面３１１の歪み量が基準歪み量Ｔｈ１（例えば、０．１５ｍｍ）以上であるか否かを判断する。具体的には、評価装置１０は、側面３１１の径方向の最大歪み量Ｊ１および側面３１１の周方向の最大歪み量Ｊ２の両方が基準歪み量Ｔｈ１以上であるとの条件Ｚ３ｂを満たすか否かを判断する。最大歪み量Ｊ１および最大歪み量Ｊ２の両方が基準歪み量Ｔｈ１以上である（すなわち、条件Ｚ３ｂを満たす）場合、評価装置１０は、リングジョイント溝３１０が修繕を要する状態であると判断する。

[0107] まとめると、条件Ｚ３ａおよび条件Ｚ３ｂのうちの少なくとも一方を満たす（すなわち、条件Ｚ３を満たす）場合、評価装置１０は、リングジョイント溝３１０が修繕を要する状態であると判断する。条件Ｚ３を満たす場合、評価装置１０は、リングジョイント溝３１０の深刻度を“８”と評価する。

[0108] （条件Ｚ４：リングジョイント溝の傷）

条件Ｚ４は、リングジョイント溝の傷の長さＬおよび深さＤに基づく条件である。

[0109] 評価装置１０は、基準値Ｌｘ１未満かつ基準値Ｌｘ２以上である長さＬを有し、かつ基準値Ｄｘ１（例えば、０．２５ｍｍ）以上である深さＤを有する傷が存在するとの条件Ｚ４ａを満たすか否かを判断する。例えば、基準値Ｌｘ２は、“Ｗ×（１／４）”に設定される。また、評価装置１０は、基準値Ｌｘ２未満である長さＬを有し、かつ基準値Ｄｘ２（例えば、０．７５ｍｍ）以上である深さＤを有する傷が存在するとの条件Ｚ４ｂを満たすか否か

を判断する。

[0110] 条件Ｚ４ａおよび条件Ｚ４ｂのうちの少なくとも一方を満たす（すなわち、条件Ｚ４を満たす）場合、評価装置１０は、リングジョイント溝３１０が修繕を要する状態であると判断する。条件Ｚ４を満たす場合、評価装置１０は、リングジョイント溝３１０の深刻度を“６”と評価する。

[0111] （条件Ｚ５：ガスケットの形状）

条件Ｚ５は、ガスケット４０の形状パラメータＰ２に基づく条件である。評価装置１０は、各形状パラメータＰ２について対応する基準を満たしているか否かを判断する。

[0112] 具体的には、評価装置１０は、ガスケット４０の中心径が基準範囲Ｃｄｘ（例えば、規定値±０．１８ｍｍの範囲）外であるとの条件Ｚ５ａを満たすか否かを判断する。評価装置１０は、ガスケット４０の高さＨ（例えば、Ｈｏｖ，Ｈｏｃ）が基準範囲Ｈｘ（例えば、“規定値－０．５ｍｍ”～“規定値＋１．３ｍｍ”の範囲）外であるとの条件Ｚ５ｂを満たすか否かを判断する。評価装置１０は、ガスケット４０の幅Ａ（例えば、Ａｏｖ，Ａｏｃ）が基準範囲Ａｘ（例えば、規定値±０．２ｍｍの範囲）外であるとの条件Ｚ５ｃを満たす否かを判断する。

[0113] オーバル形のガスケット４０が採用される場合、評価装置１０は、ガスケット４０のＲ部の長さが基準範囲（例えば、規定値±０．２ｍｍの範囲）外であるとの条件Ｚ５ｄを満たす否かを判断する。

[0114] オクタゴナル形のガスケット４０が採用される場合、評価装置１０は、ガスケット４０の平面幅Ｃｏｃが基準範囲（例えば、規定値±０．２ｍｍの範囲）外であるとの条件Ｚ５ｅを満たす否かを判断する。さらに、評価装置１０は、ガスケット４０の頭部のテーパー角度θｏｃが基準範囲（例えば、２３±０．５度の範囲）外であるとの条件Ｚ５ｆを満たす否かを判断する。

[0115] オーバル形のガスケット４０について、条件Ｚ５ａ～Ｚ５ｄのうちの少なくとも１つが成立する場合（すなわち、条件Ｚ５を満たす場合）、評価装置１０は、ガスケット４０が交換を要する状態であると判断する。また、オク

タゴナル形のガスケット４０について、条件Ｚ５ａ～Ｚ５ｃ，Ｚ５ｅ，Ｚ５ｆのうちの少なくとも１つが成立する場合（すなわち、条件Ｚ５を満たす場合）、評価装置１０は、ガスケット４０が交換を要する状態であると判断する。条件Ｚ５を満たす場合、評価装置１０は、ガスケット４０の深刻度を“１０”と評価する。

[0116] （条件Ｚ６：ガスケットの傷および歪み量）

条件Ｚ６は、ガスケット４０の対象領域Ｎｇに生じた傷の最大長さＬｇｍａｘおよび接触面４１１の歪み量に基づく条件である。最大長さＬｇｍａｘは、検出された複数の傷の長さＬｇのうちの最大値である。

[0117] 評価装置１０は、傷の最大長さＬｇｍａｘが基準値Ｌｇｘ１以上であるとの条件Ｚ６ａを満たすか否かを判断する。基準値Ｌｇｘ１は、例えば、対象領域Ｎｇの幅Ｗｇを用いて“Ｗｇ×（１／２）”に設定される。オーバル形のリングジョイントガスケットが採用される場合、幅Ｗｇは図１２（ａ）の対象領域Ｎｇの幅である。オクタゴナル形のリングジョイントガスケットが採用される場合、幅Ｗｇは図１２（ｂ）の対象領域Ｎｇの幅である。最大長さＬｇｍａｘが基準値Ｌｇｘ１以上である（すなわち、条件Ｚ６ａを満たす）場合、評価装置１０は、ガスケット４０が交換を要する状態であると判断する。

[0118] 評価装置１０は、接触面４１１の歪み量が基準歪み量Ｔｈ２（例えば、０．１５ｍｍ）以上であるか否かを判断する。具体的には、評価装置１０は、接触面４１１の径方向の最大歪み量Ｊｇ１および接触面４１１の周方向の最大歪み量Ｊｇ２の両方が基準歪み量Ｔｈ２以上であるとの条件Ｚ６ｂを満たすか否かを判断する。最大歪み量Ｊ１および最大歪み量Ｊ２の両方が基準歪み量Ｔｈ２以上である（すなわち、条件Ｚ６ｂを満たす）場合、評価装置１０は、ガスケット４０が交換を要する状態であると判断する。

[0119] まとめると、条件Ｚ６ａおよび条件Ｚ６ｂのうちの少なくとも一方を満たす（すなわち、条件Ｚ６を満たす）場合、評価装置１０は、ガスケット４０が交換を要する状態であると判断する。条件Ｚ６を満たす場合、評価装置１

０は、ガスケット４０の深刻度を“８”と評価する。

[0120] （条件Ｚ７：ガスケットの傷）

条件Ｚ７は、ガスケットの傷の長さＬｇおよび深さＤｇに基づく条件である。

[0121] 評価装置１０は、基準値Ｌｇｘ１未満かつ基準値Ｌｇｘ２以上である長さＬｇを有し、かつ基準値Ｄｘ１（例えば、０．２５ｍｍ）以上である深さＤｇを有する傷が存在するとの条件Ｚ７ａを満たすか否かを判断する。例えば、基準値Ｌｇｘ２は、“Ｗｇ×（１／４）”に設定される。また、評価装置１０は、基準値Ｌｇｘ２未満である長さＬｇを有し、かつ基準値Ｄｘ２（例えば、０．７５ｍｍ）以上である深さＤｇを有する傷が存在するとの条件Ｚ７ｂを満たすか否かを判断する。

[0122] 条件Ｚ７ａおよび条件Ｚ７ｂのうちの少なくとも一方を満たす（すなわち、条件Ｚ７を満たす）場合、評価装置１０は、ガスケット４０が交換を要する状態であると判断する。条件Ｚ７を満たす場合、評価装置１０は、ガスケット４０の深刻度を“６”と評価する。

[0123] （条件Ｚ８：締結部分の歪み量）

条件Ｚ８は、リングジョイント溝３１０にガスケット４０を嵌め込んだ締結部分の歪み量に基づく条件である。

[0124] 評価装置１０は、締結部分の歪み量の最大値が基準歪み量Ｔｈｘ（例えば、０．０５ｍｍ）以上であるとの条件Ｚ８を満たすか否かを判断する。締結部分の歪み量の最大値が基準歪み量Ｔｈｘ以上である（すなわち、条件Ｚ８を満たす）場合、評価装置１０は、リングジョイント溝３１０が修繕を要する状態である、または、ガスケット４０が交換を要する状態であると判断する。条件Ｚ８を満たす場合、評価装置１０は、締結部分の深刻度を“４”と評価する。

[0125] （条件Ｚ９：締結部分の歪み量および傷）

条件Ｚ９は、締結部分の歪み量および傷の深さ（例えば、深さＤ，Ｄｇ）に基づく条件である。

[0126] 評価装置１０は、締結部分の歪み量の最大値および傷の深さの合計値が基準値Ｔｈｘ（例えば、０．０５ｍｍ）以上であるとの条件Ｚ９を満たすか否かを判断する。合計値が基準値Ｔｈｘ以上である（すなわち、条件Ｚ９を満たす）場合、評価装置１０は、リングジョイント溝３１０が修繕を要する状態である、または、ガスケット４０が交換を要する状態であると判断する。条件Ｚ９を満たす場合、評価装置１０は、締結部分の深刻度を“４”と評価する。

[0127] （まとめ）

評価装置１０は、条件Ｚ１を満たす場合、フランジ３０およびガスケット４０のうちの少なくとも１つに異常が発生していると判断する。評価装置１０は、条件Ｚ２～Ｚ４のいずれかを満たす場合、リングジョイント溝３１０が修繕を要する状態であると判断する。評価装置１０は、条件Ｚ５～Ｚ７のいずれかを満たす場合、ガスケット４０が交換を要する状態であると判断する。評価装置１０は、条件Ｚ８，Ｚ９のいずれかを満たす場合、フランジ３０のリングジョイント溝３１０が修繕を要する状態、または、ガスケット４０が交換を要する状態であると判断する。また、条件Ｚ１～Ｚ９のいずれかを満たす場合、評価装置１０は、満たされる条件に応じて深刻度を評価する。

[0128] 一方、条件Ｚ１～Ｚ９をいずれも満たさない場合には、リングジョイント溝３１０およびガスケット４０の状態は良好であると考えられる。そのため、この場合、評価装置１０は、リングジョイント溝３１０の修繕およびガスケット４０の交換は不要であると判断する。

[0129] ＜アドバイス情報の表示＞

ここでは、図３のステップＳ２４の具体的な処理内容について説明する。

[0130] （条件Ｚ１を満たす場合）

ガスケット、リングジョイント溝等が変形している可能性がある。そのため、評価装置１０は、フランジ開放時にこれらの異常確認を行なう必要である旨および深刻度“２”を含むアドバイス情報をディスプレイ１０５に表示

する。また、アドバイス情報は、異常確認の結果に応じてリングジョイント溝の修繕、およびガスケット交換を行なうことを推奨する情報を含む。リングジョイント溝の修繕を推奨する情報は、例えば、傷および歪み量の最大値に所定値（例えば、０．０５ｍｍ）を加算した加算値以上の切削または研磨を推奨する情報を含む。

[0131] （条件Ｚ２，Ｚ３を満たす場合）

リングジョイント溝が変形しており修繕が必要である。評価装置１０は、リングジョイント溝の修繕が必要である旨を含むアドバイス情報をディスプレイ１０５に表示する。アドバイス情報は、リングジョイント溝とガスケットとのすり合わせ、および光明丹を用いた当たり面の確認を推奨する情報を含む。条件Ｚ２を満たす場合、アドバイス情報は、深刻度“１０”を示す情報をさらに含む。条件Ｚ３を満たす場合、アドバイス情報は、深刻度“８”を示す情報をさらに含む。

[0132] （条件Ｚ４を満たす場合）

リングジョイント溝に異常があり修繕が必要である。評価装置１０は、リングジョイント溝の修繕が必要である旨および深刻度“４”を含むアドバイス情報をディスプレイ１０５に表示する。アドバイス情報は、リングジョイント溝とガスケットとのすり合わせ、および光明丹を用いた当たり面の確認を推奨する情報を含む。

[0133] （条件Ｚ５，Ｚ６を満たす場合）

ガスケットが変形しており交換が必要である。評価装置１０は、ガスケットの交換が必要である旨を含むアドバイス情報をディスプレイ１０５に表示する。アドバイス情報は、リングジョイント溝とガスケットとのすり合わせ、および光明丹を用いた当たり面の確認を推奨する情報を含む。条件Ｚ５を満たす場合、アドバイス情報は、深刻度“１０”を示す情報をさらに含む。条件Ｚ６を満たす場合、アドバイス情報は、深刻度“８”を示す情報をさらに含む。

[0134] （条件Ｚ７を満たす場合）

ガスケットに異常があり交換が必要である。評価装置１０は、ガスケットの交換が必要である旨および深刻度“６”を含むアドバイス情報をディスプレイ１０５に表示する。アドバイス情報は、リングジョイント溝とガスケットとのすり合わせ、および光明丹を用いた当たり面の確認を推奨する情報を含む。

[0135] （条件Ｚ８，Ｚ９を満たす場合）

ガスケットまたはリングジョイント溝の変形等により漏洩の可能性がある。評価装置１０は、リングジョイント溝の修繕およびガスケットの交換を推奨する情報および深刻度“４”を含むアドバイス情報をディスプレイ１０５に表示する。

[0136] ＜機能構成＞

図１９は、評価装置の機能構成の一例を示すブロック図である。図１９を参照して、評価装置１０は、主たる機能構成として、データ取得部６０１と、評価部６０３と、出力制御部６０５とを含む。これらの各機能は、例えば、評価装置１０のプロセッサ１０１がメモリ１０３に格納されたプログラムを実行することによって実現される。なお、これらの機能の一部または全部はハードウェアで実現されるように構成されていてもよい。

[0137] データ取得部６０１は、フランジ３０およびガスケット４０の各々の三次元形状データを取得する。また、データ取得部６０１は、リングジョイントガスケット４０を介して一方のフランジ３０と他方のフランジ３０とが締結されたフランジ締結体の三次元形状データを取得する。具体的には、データ取得部６０１は、入出力インターフェイス１０９（または通信インターフェイス１１１）を介して、３Ｄスキャナ２０から各々の三次元形状データを取得する。

[0138] 評価部６０３は、各三次元形状データに基づいて、リングジョイント溝３１０、ガスケット４０、およびフランジ締結体の状態を評価する。具体的には、評価部６０３は、形状測定部６１１と、隙間測定部６１２と、設定部６１３と、検出部６１５と、歪み量測定部６１７と、判断部６１９とを含む。

[0139] 形状測定部６１１は、フランジ３０の三次元形状データに基づいて、リングジョイント溝３１０の形状に関する複数の形状パラメータＰ１（例えば、角度θｒ、幅Ｆ、深さｄ）を測定する。形状測定部６１１は、ガスケット４０の三次元形状データに基づいて、ガスケット４０の形状に関する複数の形状パラメータＰ２（例えば、ガスケットの中心径、高さ、幅）を測定する。

[0140] 隙間測定部６１２は、フランジ締結体の三次元形状データに基づいて、フランジ締結体における一方のフランジ３０と他方のフランジ３０との隙間を測定する。

[0141] 設定部６１３は、フランジ３０の三次元形状データに基づいて、リングジョイント溝３１０の対象領域Ｎｆを設定する。具体的には、設定部６１３は、図５で説明した方式に従って対象領域Ｎｆを設定する。対象領域Ｎｆは、リングジョイント溝３１０の接触面（すなわち、側面３１１）における所定領域（例えば、幅Wで規定される領域）である。なお、対象領域Ｎｆは、側面３１１の全領域であってもよい。

[0142] また、設定部６１３は、ガスケット４０の三次元形状データに基づいて、ガスケット４０の対象領域Ｎｇを設定する。具体的には、設定部６１３は、図１２で説明した方式に従って対象領域Ｎｇを設定する。対象領域Ｎｇは、リングジョイント溝３１０の側面３１１が接触するガスケット４０の接触面４１１に設定される。

[0143] 検出部６１５は、フランジ３０の三次元形状データに基づいて、対象領域Ｎｆに生じた傷を検出する。ある局面では、検出部６１５は、上述した複数の傷の統合方式に従って、対象領域Ｎｆにおいて互いに近接する第１の傷（例えば、図７中の傷Ａ１）および第２の傷（例えば、図７中の傷Ａ２）を検出した場合、第１の傷および第２の傷を１つの傷として統合する。検出部６１５は、対象領域Ｎｆにおける傷の検出結果を判断部６１９に出力する。検出結果は、検出された傷の長さＬ、傷の深さＤ等を含む。

[0144] また、検出部６１５は、ガスケット４０の三次元形状データに基づいて、リングジョイント溝３１０が接触するガスケット４０の接触面４１１（例え

ば、対象領域Ｎｇ）に生じた傷を検出する。検出部６１５は、対象領域Ｎｇにおける傷の検出結果を判断部６１９に出力する。検出結果は、検出された傷の長さＬｇ、傷の深さＤｇ等を含む。

[0145] 歪み量測定部６１７は、フランジ３０の三次元形状データに基づいて、リングジョイント溝３１０の接触面（すなわち、側面３１１）の歪み量を測定する。具体的には、歪み量測定部６１７は、図９で説明した測定方式に従って、側面３１１の径方向の歪み量を測定し、図１０で説明した測定方式に従って、側面３１１の周方向の歪み量を測定する。

[0146] 他の局面では、歪み量測定部６１７は、ガスケット４０の三次元形状データに基づいて、ガスケット４０の接触面４１１の歪み量を測定する。具体的には、歪み量測定部６１７は、図１５で説明した測定方式に従って、接触面４１１の径方向の歪み量を測定し、図１６で説明した測定方式に従って、接触面４１１の周方向の歪み量を測定する。

[0147] さらに他の局面では、歪み量測定部６１７は、側面３１１の歪み量と接触面４１１の歪み量とに基づいて、リングジョイント溝３１０にガスケット４０が嵌め込まれた領域（例えば、締結部分）における歪み量を算出する。具体的には、歪み量測定部６１７は、図１７および図１８で説明した測定方式に従って、当該歪み量を算出する。

[0148] 判断部６１９は、複数の形状パラメータＰ１、リングジョイント溝３１０の傷および歪み量のうちの少なくとも１つに基づいて、リングジョイント溝３１０の修繕の要否を判断する。

[0149] 具体的には、複数の形状パラメータＰ１のうちの少なくとも１つが基準範囲外である場合（例えば、条件Ｚ２を満たす場合）、対象領域Ｎｆの傷の長さＬが第１の長さ（例えば、基準値Ｌｘ１）以上である場合（例えば、条件Ｚ３ａを満たす場合）、または、側面３１１の歪み量が第１閾値（例えば、基準歪み量Ｔｈ１）以上である場合（例えば、条件Ｚ３ｂを満たす場合）、判断部６１９は、リングジョイント溝３１０が修繕を要する状態であると判断する。

[0150] また、傷の長さＬが第１の長さ未満であってかつ当該傷の深さＤが第１の深さ（例えば、基準値Ｄｘ１）以上である場合（例えば、条件Ｚ４ａを満たす場合）、判断部６１９は、リングジョイント溝３１０が修繕を要する状態であると判断する。

[0151] 他の局面では、判断部６１９は、複数の形状パラメータＰ２、接触面４１１の傷および歪み量のうちの少なくとも１つに基づいて、ガスケット４０の交換の要否を判断する。

[0152] 具体的には、複数の形状パラメータＰ２のうちの少なくとも１つが基準範囲外である場合（例えば、条件Ｚ５を満たす場合）、接触面４１１の傷の長さＬｇが第２の長さ（例えば、基準値Ｌｇｘ１）以上である場合（例えば、条件Ｚ６ａを満たす場合）、または、歪み量が第２閾値（例えば、基準歪み量Ｔｈ２）以上である場合（例えば、条件Ｚ６ｂを満たす場合）、判断部６１９は、ガスケット４０の交換が必要であると判断する。

[0153] また、接触面４１１の傷の長さＬｇが第２の長さ未満であってかつ当該傷の深さＤｇが第２の深さ（例えば、基準値Ｄｘ１）以上である場合（例えば、条件Ｚ７ａを満たす場合）、判断部６１９は、ガスケット４０の交換が必要であると判断する。

[0154] さらに他の局面では、リングジョイント溝３１０にガスケット４０が嵌め込まれた領域における歪み量が第３閾値（例えば、基準歪み量Ｔｈｘ）以上である場合（例えば、条件Ｚ８または条件Ｚ９を満たす場合）、判断部６１９は、リングジョイント溝３１０の修繕およびガスケット４０の交換の少なくとも一方が必要であると判断する。

[0155] さらに他の局面では、フランジ締結体における隙間Ｃｇが基準値Ｃｘ以上である場合（例えば、条件Ｚ１を満たす場合）、判断部６１９は、一方のフランジ３０、他方のフランジ３０の各々のリングジョイント溝３１０、およびガスケット４０のうちの少なくとも１つに異常が発生していると判断する。

[0156] 出力制御部６０５は、判断部６１９の判断結果に基づいて、ユーザへのア

ドバイス情報を出力する。具体的には、出力制御部６０５は、リングジョイント溝３１０が修繕を要する状態であるとの判断結果に基づいて、リングジョイント溝３１０の切削または研磨を推奨する情報をアドバイス情報として出力する。また、出力制御部６０５は、ガスケット４０が交換を要する状態であるとの判断結果に基づいて、ガスケット４０の交換を推奨する情報をアドバイス情報として出力する。典型的には、出力制御部６０５は、上述した＜アドバイス情報の表示＞で説明した内容をディスプレイ１０５に表示する。

[0157] ＜利点＞

本実施の形態によると、作業者の技術的知識および経験によらず、フランジのリングジョイント溝、ガスケット、およびフランジ締結体の状態に応じて、リングジョイント溝の修繕の要否やガスケットの交換の要否が適切に判断される。また、修繕および交換の要否について人によってばらつきも生じない。また、アドバイス情報により、作業者は、フランジおよびガスケットに対する処置を効率的に行なうことができる。

[0158] ＜その他の実施の形態＞

（１）上述した実施の形態において、コンピュータを機能させて、上述のフローチャートで説明したような制御を実行させるプログラムを提供することもできる。このようなプログラムは、コンピュータに付属するフレキシブルディスク、二次記憶装置、主記憶装置およびメモリカードなどの一時的でないコンピュータ読取り可能な記録媒体にて記録させて、プログラム製品として提供することもできる。あるいは、コンピュータに内蔵するハードディスクなどの記録媒体にて記録させて、プログラムを提供することもできる。また、ネットワークを介したダウンロードによって、プログラムを提供することもできる。

[0159] （２）上述の実施の形態として例示した構成は、本発明の構成の一例であり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、一部を省略する等、変更して構成することも可能である。

また、上述した実施の形態において、その他の実施の形態で説明した処理や構成を適宜採用して実施する場合であってもよい。

[0160] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した説明ではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0161] １０　評価装置、２０　スキャナ、３０　フランジ、４０　リングジョイントガスケット、５０，６０　傷、１０１　プロセッサ、１０３　メモリ、１０５　ディスプレイ、１０７　入力装置、１０９　入出力インターフェイス、１１１　通信インターフェイス、３００　フランジ面、３１０　リングジョイント溝、６０１　データ取得部、６０３　評価部、６０５　出力制御部、６１１　形状測定部、６１２　隙間測定部、６１３　設定部、６１５　検出部、６１７　歪み量測定部、６１９　判断部、１０００　評価システム。

請求の範囲

[請求項1] リングジョイント型のフランジの第１の三次元形状データを取得する取得部と、

前記第１の三次元形状データに基づいて、前記フランジのフランジ面に形成されたリングジョイント溝の状態を評価する評価部とを備え、

前記評価部は、

前記リングジョイント溝の形状に関する複数の第１形状パラメータを測定する形状測定部と、

前記リングジョイント溝の対象領域に生じた傷を検出する検出部と、

リングジョイントガスケットが接触する前記リングジョイント溝の第１接触面の第１歪み量を測定する歪み量測定部と、

前記複数の第１形状パラメータ、前記傷および前記第１歪み量のうちの少なくとも１つに基づいて、前記リングジョイント溝の修繕の要否を判断する判断部とを含む、評価装置。

[請求項2] 前記複数の第１形状パラメータのうちの少なくとも１つが基準範囲外である場合、前記傷の長さが第１の長さ以上である場合、前記第１歪み量が第１閾値以上である場合、または前記傷の長さが前記第１の長さ未満であってかつ前記傷の深さが第１の深さ以上である場合、前記判断部は、前記リングジョイント溝が修繕を要する状態であると判断する、請求項１に記載の評価装置。

[請求項3] 前記複数の第１形状パラメータは、前記リングジョイント溝の中心を示す中心線と前記第１接触面とのなす角度と、前記リングジョイント溝の幅および深さとを含む、請求項２に記載の評価装置。

[請求項4] 前記判断部の判断結果に基づいて、ユーザへのアドバイス情報を出力する出力制御部をさらに備え、

前記出力制御部は、前記リングジョイント溝が修繕を要する状態で

あるとの判断結果に基づいて、前記リングジョイント溝の切削または研磨を推奨する情報を前記アドバイス情報として出力する、請求項２または３に記載の評価装置。

[請求項5] 前記検出部は、前記対象領域において互いに近接する第１の傷および第２の傷を検出した場合、前記第１の傷および前記第２の傷を１つの傷として統合する、請求項１～３のいずれか１項に記載の評価装置。

[請求項6] 前記歪み量測定部は、前記フランジの径方向および周方向について、前記第１歪み量を測定する、請求項１～３のいずれか１項に記載の評価装置。

[請求項7] 前記対象領域は、前記リングジョイント溝の前記第１接触面における所定領域、または前記第１接触面の全領域である、請求項１～３のいずれか１項に記載の評価装置。

[請求項8] 前記取得部は、前記リングジョイントガスケットの第２の三次元形状データをさらに取得し、

前記評価部は、前記第２の三次元形状データに基づいて、前記リングジョイントガスケットの状態をさらに評価し、

前記形状測定部は、前記リングジョイントガスケットの形状に関する複数の第２形状パラメータをさらに測定し、

前記検出部は、前記リングジョイント溝が接触する前記リングジョイントガスケットの第２接触面の傷をさらに検出し、

前記歪み量測定部は、前記第２接触面の第２歪み量をさらに測定し、

前記判断部は、前記複数の第２形状パラメータ、前記第２接触面の傷および前記第２歪み量のうちの少なくとも１つに基づいて、前記リングジョイントガスケットの交換の要否をさらに判断する、請求項１～３のいずれか１項に記載の評価装置。

[請求項9] 前記複数の第２形状パラメータのうちの少なくとも１つが基準範囲

外である場合、前記第２接触面の傷の長さが第２の長さ以上である場合、前記第２歪み量が第２閾値以上である場合、または前記第２接触面の傷の長さが前記第２の長さ未満であってかつ前記第２接触面の傷の深さが第２の深さ以上である場合、前記判断部は、前記リングジョイントガスケットの交換が必要であると判断する、請求項８に記載の評価装置。

[請求項10] 前記複数の第２形状パラメータは、前記リングジョイントガスケットの中心径、高さおよび幅を含む、請求項９に記載の評価装置。

[請求項11] 前記歪み量測定部は、前記第１歪み量と前記第２歪み量とに基づいて、前記リングジョイント溝に前記リングジョイントガスケットが嵌め込まれた領域における第３歪み量を算出し、

前記第３歪み量が第３閾値以上である場合、前記判断部は、前記リングジョイント溝の修繕および前記リングジョイントガスケットの交換の少なくとも一方が必要であると判断する、請求項９に記載の評価装置。

[請求項12] 前記取得部は、前記リングジョイントガスケットを介して前記フランジと他のフランジとが締結されたフランジ締結体の第３の三次元形状データをさらに取得し、

前記評価部は、前記第３の三次元形状データに基づいて、前記フランジ締結体における前記フランジと前記他のフランジとの隙間を測定する隙間測定部をさらに含み、

前記隙間が所定値以上である場合、前記判断部は、前記フランジおよび前記他のフランジの各々のリングジョイント溝、および前記リングジョイントガスケットのうちの少なくとも１つに異常が発生していると判断する、請求項１～３のいずれか１項に記載の評価装置。

[請求項13] プロセッサが、リングジョイント型のフランジの第１の三次元形状データを取得するステップと、

前記プロセッサが、前記第１の三次元形状データに基づいて、前記

フランジのフランジ面に形成されたリングジョイント溝の状態を評価するステップとを含み、

前記評価するステップは、

前記リングジョイント溝の形状に関する複数の第１形状パラメータを測定することと、

前記リングジョイント溝の対象領域に生じた傷を検出することと、

リングジョイントガスケットが接触する前記リングジョイント溝の第１接触面の第１歪み量を測定することと、

前記複数の第１形状パラメータ、前記傷および前記第１歪み量のうちの少なくとも１つに基づいて、前記リングジョイント溝の修繕の要否を判断することとを含む、評価方法。