

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7061427号
(P7061427)

(45)発行日 令和4年4月28日(2022.4.28)

(24)登録日 令和4年4月20日(2022.4.20)

(51)国際特許分類

F I
G 0 6 F 30/10 (2020.01) G 0 6 F 30/10 1 0 0
G 0 6 F 30/13 (2020.01) G 0 6 F 30/13

請求項の数 13 (全16頁)

(21)出願番号	特願2014-248958(P2014-248958)	(73)特許権者	500102435 ダッソー システムズ DASSAULT SYSTEMES フランス国 78140 ベリジー ピラ クブレー リュ マルセル ダッソー 10 110001243
(22)出願日	平成26年12月9日(2014.12.9)	(74)代理人	特許業務法人 谷・阿部特許事務所
(65)公開番号	特開2015-115071(P2015-115071 A)	(72)発明者	ネリア グロリア マズーラ アメリカ合衆国 77077 テキサス州 ヒューストン ルイジアナ ドライブ 3 210 アパートメント 3412
(43)公開日	平成27年6月22日(2015.6.22)	合議体	
審査請求日	平成29年12月8日(2017.12.8)	審判長	五十嵐 努
審判番号	不服2020-7038(P2020-7038/J1)	審判官	樋本 剛
審判請求日	令和2年5月22日(2020.5.22)	審判官	川崎 優
(31)優先権主張番号	14/101,930		
(32)優先日	平成25年12月10日(2013.12.10)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 3 D C A D モデルのレーザスキャンによる再設計

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

3 D コンピュータ支援設計 (C A D) モデリングのコンピュータにより実行される方法であって、

前記コンピュータが、

対象設備内の様々な機器のレーザスキャンデータを受信するステップであって、前記様々な機器は前記対象設備と関連付けられて使用されるものであり、以前に生成された前記対象設備の 3 D C A D モデルが存在する、ステップと、

前記受信されたレーザスキャンデータにコンピュータによる自動の分析を適用して、前記対象設備の前記 3 D C A D モデルを再構築するステップであって、前記コンピュータによる自動の分析は、前記対象設備の設計論理および前記対象設備の機器の設計論理を利用し、前記対象設備の前記設計論理は、前記対象設備の機器が前記対象設備の他の機器とどのように相互作用するかを表す複数のルールである、ステップと、

オブジェクトの異なる位置に起因して、前記設計論理を更新するステップであって、前記オブジェクトは、前記以前に生成された前記対象設備の 3 D C A D モデルにおいて識別されており、例外ルールを生成することと、前記オブジェクトの知識を体系的に獲得し、よって、設計された前記オブジェクトの実際の実装を更新するための複数のルールの 1 つとして前記例外ルールを実施することと、によって前記オブジェクトが獲得されており、

前記コンピュータによる自動の分析を適用することは、前記受信されたレーザスキャンデータにおいて、グラフィカルオブジェクトのデータベースで定義された前記対象設備の前

記様々な機器の1つの形状を識別することと、前記識別された形状を前記グラフィカルオブジェクトのデータベース内のC A Dモデリングのプリミティブにマッピングすることとを含み、

前記識別することは、識別可能な形状が作成されるまで、前記受信されたレーザスキャンデータにおいて部分形状を識別することを反復することを含み、

前記コンピュータによる自動の分析に基づいて、前記対象設備の前記3 D C A Dモデルを再構築するステップと

を含む、方法。

【請求項2】

前記コンピュータによる自動の分析は、前記設計論理に基づく、請求項1に記載の方法。

10

【請求項3】

前記コンピュータによる自動の分析を適用することは、レーザスキャンデータを、以前に生成された3 D C A Dモデルを形成するC A Dモデルのオブジェクトにマッピングすることであって、異なるC A Dモデルのオブジェクトは、前記対象設備内の異なるオブジェクトおよび機器を表し、前記マッピングは、前記対象設備内のオブジェクトおよび機器の形状、サイズ、および結合の順序の内の何れか1つまたは複数に基づく、ことを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記コンピュータによる自動の分析を適用することはさらに、新しい形状を前記グラフィカルオブジェクトのデータベースに追加するステップを含み、前記新しい形状は、新しい部分形状を含む、請求項1に記載の方法。

20

【請求項5】

前記対象設備は、プラント、工場、または精製所の何れかである、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

前記再構築された3 D C A Dモデルを表示するステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項7】

C A Dモデリングのためのコンピュータ装置であって、

対象設備内の様々な機器のレーザスキャンデータのソースであって、前記様々な機器は前記対象設備と関連付けられて使用されるものであり、以前に生成された前記対象設備の3 D C A Dモデルが存在する、レーザスキャンデータのソースと、

30

前記レーザスキャンデータを前記ソースから受信するために結合されたC A D再設計ツールであって、前記C A D再設計ツールは、

前記受信されたレーザスキャンデータにコンピュータによる自動の分析を適用して、前記対象設備の3 D C A Dモデルを再構築し、前記コンピュータによる自動の分析は、前記対象設備の設計論理および前記対象設備の機器の設計論理を利用し、前記対象設備の前記設計論理は、前記対象設備の機器が前記対象設備の他の機器とどのように相互作用するかを表す複数のルールであり、

オブジェクトの異なる位置に起因して、前記設計論理を更新し、前記オブジェクトは、前記以前に生成された前記対象設備の3 D C A Dモデルにおいて識別されており、例外ルールを生成することと、前記オブジェクトの知識を体系的に獲得し、よって、設計された前記オブジェクトの実際の実装を更新するための複数のルールの1つとして前記例外ルールを実施することと、によって前記オブジェクトが獲得されており、

40

前記C A D再設計ツールが前記コンピュータによる自動の分析を適用することは、前記受信されたレーザスキャンデータにおいて、グラフィカルオブジェクトのデータベースで定義された前記対象設備の前記様々な機器の1つの形状を識別することと、前記識別された形状を前記グラフィカルオブジェクトのデータベース内のC A Dモデリングのプリミティブにマッピングすることとを含み、

前記C A D再設計ツールが、識別可能な形状が作成されるまで、前記受信されたレーザスキャンデータにおいて部分形状を識別することを反復することによって、前記受信されたレーザスキャンデータにおいて、前記グラフィカルオブジェクトのデータベースで定義さ

50

れた前記形状を識別し、

前記コンピュータによる自動の分析に基づいて、前記対象設備の前記3D CADモデルを再構築する

ように構成された、CAD再設計ツールと

を実装するように構成された1つまたは複数のプロセッサ備える、コンピュータ装置。

【請求項8】

前記コンピュータによる自動の分析は前記設計論理に基づく、請求項7に記載のコンピュータ装置。

【請求項9】

前記CAD再設計ツールはさらに、レーザスキャンデータを、前記3D CADモデルを形成するCADモデルのオブジェクトにマッピングするよう構成され、異なるCADモデルのオブジェクトは、前記対象設備内の異なるオブジェクトおよび機器を表し、前記マッピングは、前記対象設備内のオブジェクトおよび機器の形状、サイズ、および結合の順序のいずれかに基づく、請求項7に記載のコンピュータ装置。

10

【請求項10】

前記CAD再設計ツールはさらに、新しい形状をグラフィカルオブジェクトのデータベースに追加するように構成され、前記新しい形状は、新しい部分形状を含む、請求項9に記載のコンピュータ装置。

【請求項11】

前記対象設備は、プラント、工場、または精製所の何れかである、請求項7に記載のコンピュータ装置。

20

【請求項12】

前記CAD再設計ツールは、前記再構築された3D CADモデルを表示する、請求項7に記載のコンピュータ装置。

【請求項13】

コンピュータによって実行されるときに、請求項1乃至6のいずれか1項に記載の方法を前記コンピュータに実行させる、CADモデルを再設計するためのコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

30

【0001】

コンピュータ支援技術は、製品設計を作成するためのソフトウェアソリューションに関するコンピュータ支援設計(Computer-Aided Design)、すなわちCADを含むことが知られている。同様に、CAEは、コンピュータ支援エンジニアリング(Computer-Aided Engineering)の略語であり、例えば、将来の製品の物理的動作をシミュレートするためのソフトウェアソリューションに関する。CAMは、コンピュータ支援製造(Computer-Aided Manufacturing)を表し、一般的には製造のプロセスおよび動作を定義するソフトウェアソリューションを含む。

【0002】

40

CATIAという商標の下でダッソー・システムズ社が提供しているような、オブジェクト(または部品)もしくはオブジェクトのアセンブリの設計、または製品の形成に関する数多くのシステムおよびプログラムが、市場で提供されている。これらのCADシステムにより、ユーザは、オブジェクトまたはオブジェクトのアセンブリの複雑な3次元すなわち3Dモデルを構築および操作することが可能である。このように、CADシステムは、エッジまたは線、場合によっては面を用いて、モデル化オブジェクトの表現を提供する。線またはエッジは、例えばNURBS(non-uniform rational B-spline)といった様々な方法で表してよい。これらのCADシステムは、モデル化オブジェクトとして部品または部品のアセンブリを管理し、それらはほとんど幾何形状の仕様である。具体的には、CADファイルは、幾何形状がそれをもとに生成される仕様を含

50

み、その仕様により、順に表現を生成することが可能である。幾何形状及び表現を单一または複数の CAD ファイルに記憶してよい。CAD システムには、モデル化オブジェクトを設計者に対して表すためのグラフィックツールを含む。これらのツールは複雑なオブジェクトの表示専用である。CAD システムでオブジェクトを表すファイルの一般的なサイズは、1 部品につき 1 メガバイトの範囲内であり、1 つのアセンブリが何千もの部品を含むことがある。CAD システムは、電子ファイルに記憶されたオブジェクトのモデルを管理する。

【 0 0 0 3 】

最近のプロセス設備資産（すなわち、プラント、製造設備、精製所など）は複雑で、プラントの改修により絶えず変化している。多くの場合、プラントはとても大きいので、小規模な改修は、元々プラントの設計に使用された 3D CAD アプリケーションとは互換性のない低成本の 2D CAD で行われるか、または元々の 3D CAD アプリケーションのタイプとは異なる 3D CAD アプリケーションで行われる。設備に変更が多数加えられた後、元々の 3D CAD モデルは使用できなくなる。結果として、大規模な改修および拡張のために、会社はプラントの現状図を得るために、設備のレーザスキャンをしなければならなくなる。しかし、レーザスキャンは CAD アプリケーションではないため、関心領域を再設計してレーザスキャンの形式（すなわち、ポイントクラウド）を 3D CAD の形式に変換するために、追加のサービスおよび費用が必要となる。

【 0 0 0 4 】

最新の技術には、レーザスキャンに組み込むことが可能な既存の 3D モデル（または画像）の部品一覧と組み合わせて、手動変換できるものが多く含まれる。

【 発明の概要 】

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 5 】

本発明により、（設備の）レーザスキャンデータからマッピングして、設備内のオブジェクトの形状、サイズ、および結合の順序に応じて、対応する CAD モデルのオブジェクトを生成する自動化技術を提供する。実施形態により、レーザスキャンデータから設備の 3D CAD モデルを取得する（再構築する）時間を早める。また、同じ仕事を成し遂げるのに必要な労働量を削減することにより時間を節約することができる。

【 0 0 0 6 】

一実施形態において、3D コンピュータ支援設計（CAD）モデリングのコンピュータ実装方法は、

対象設備のレーザスキャンデータを受信するステップであって、対象設備は様々な機器を有し、以前に生成された対象設備の 3D CAD モデルが存在する、ステップと、受信したレーザスキャンデータにコンピュータによる自動の分析を適用して、対象設備の 3D CAD モデルを再構築するステップであって、分析は対象設備の設計論理および機器の設計論理を利用する、ステップと、

対象設備の再構築された 3D CAD モデルの出力を提供するステップとを含む。

【 0 0 0 7 】

出力を提供する方法は、再構築された 3D CAD モデルをユーザに表示するステップを含む。

【 0 0 0 8 】

実施形態において、分析はルールに基づく。分析は、レーザスキャンデータを、以前に生成された 3D CAD モデルを形成する CAD モデルのオブジェクトにマッピングする。異なる CAD モデルのオブジェクトは、設備内の異なるオブジェクトおよび機器を表す。分析のマッピングは、設備内のオブジェクトおよび機器の形状、サイズ、および結合の順序に基づいてよい。

【 0 0 0 9 】

分析では、レーザスキャンデータにおいて、グラフィカルオブジェクトデータベースで定

10

20

30

40

50

義された形状を識別してよい。データベースはその形状を C A D モデリングのプリミティブにマッピングする。実施形態において、分析ではさらに、新しい形状をグラフィカルオブジェクトデータベースに追加する。

【 0 0 1 0 】

様々な実施形態において、対象設備とは、プラント、工場、または精製所のいずれかである。他の実施形態において、本方法は、都市、サプライチェーン、他の団体、および複合資産グループのレーザスキャンデータまたは類似のデータに適用される。

【 0 0 1 1 】

実施形態は、前述の C A D モデリングおよび C A D モデルの再構築（再設計）を実装するコンピュータプログラム製品、コンピュータ装置、および / またはコンピュータシステムであってよい。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

前述は、添付図面に示すように、以下に続く本発明の例示的諸実施形態のより具体的な説明から明らかになろう。図面においては、同じ参照符号は、異なる図面にわたり同じ部分を指す。図面は必ずしも同縮尺ではなく、本発明の諸実施形態を例示するにあたり、強調されている。

【図 1】本発明の実施形態の概略図である。

【図 2 a】実施形態における処理論理を示す概略図である。

【図 2 b】実施形態における処理論理を示す概略図である。

20

【図 2 c】実施形態における処理論理を示す概略図である。

【図 2 d】実施形態における処理論理を示す概略図である。

【図 3】本発明を具現化するコンピュータシステムのプロック図である。

【図 4】図 3 のコンピュータシステムを採用するコンピュータネットワークの概略図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

本発明の例示的諸実施形態を以下に説明する。

【 0 0 1 4 】

諸実施形態では、レーザスキャンの O C R (o p t i c a l c h a r a c t e r r e c o g n i t i o n) 技術に類似したレーザスキャンの再設計論理および手法を採用する。諸実施形態では、割れた瓶の破片を集め接着して修復する概念に似た論理を利用する。この手法を用いて、諸実施形態では、レーザスキャンデータから C A D モデルのオブジェクトおよび所望の 3 D C A D モデルを自動的に作成する。

30

【 0 0 1 5 】

本発明の非限定的例示的実施形態 1 0 0 は図 1 に示される。3 D C A D 再設計ツール 5 0 が入力としてレーザスキャンデータ 2 5 を受信する。所与の例において、入力されたレーザスキャンデータ 2 5 には、対象設備（プラント、精製所、工場など）のレーザスキャン画像を含む。対象設備は複数のオブジェクトから形成されている。従って、以前に生成された設備の 3 D C A D モデルは、設備のオブジェクトの対応する 3 D C A D モデルを有する。ツール 5 0 は、再設計された各 3 D C A D モデル 5 3 で表すようにしている設備のオブジェクトを識別し判定することに向けて、受信したレーザスキャンデータ 2 5 を分析する。これを成し遂げるために、ツール 5 0 は、以下のアルゴリズムまたは分析器 1 5 5 を採用するのが好ましい。諸実施形態において、アルゴリズムはルールに基づく。

40

【 0 0 1 6 】

この手法 / アルゴリズムの諸実施形態は、レーザスキャンデータ 2 5 において形状を自動的に識別し、識別可能な形状が作成されるまでレーザスキャンの各部分 / 領域に（ C A D モデリングアプリケーションの）基本図形を添付するという動作を反復して試みる。「識別可能な形状」は、特に製造プロセス資産、製鍊所、および化学プラントに対する既知のプロセス設備設計論理を用いて定義される。これらの形状は、 C A D モデルのプリミティ

50

の既存のグラフィカルオブジェクトデータベース 159 にマッピングするか、または、今後使用するために、データベース 159 の新しいオブジェクトにすることができる。従って、このアルゴリズム（分析器 155）により、機器およびプロセス設備の設計論理を活用して、レーザススキャンされた形式から 3D CAD モデル 53 を自動的に再設計することが可能となる。

【0017】

自動化ルールにより、この技術から生成されたルールも活用し得る今後の再設計プロジェクトおよび新しい 3D CAD 設計プロジェクトで使用するための知識の獲得がさらに容易になる。要するに、オブジェクトを識別するために用いられる入力またはアルゴリズムは、場合によっては、設計ルールにおいて更新されていない設計されたオブジェクトの設計ルールおよび実際の実装形態を捉えるかもしれない。たとえば、ある組織内の既存設計ルールは、加圧された主な機器の全てが、パイプセグメントで分離された少なくとも 2 つのバルブを意味するダブルロックアンドブリードのバルブ構成で囲まれ、バルブによって遮断された配水管で封じ込められるというものであるかもしれない。しかしながら、実際には、いくつかの機器の革新により、機械的には構成が異なっていても、設計論理の要件を満たし、より低圧の機器というような特定の場合にのみ考慮される単一の機器を使用することになるかもしれない。現在の技術による方法は、設計論理に対する更新を注釈として捉えるか、またはもっと悪いことに、この論理を捉える正式な機構を持ってさえいない。本発明の技術を用いて、ツール 50 により、定位置にあるオブジェクトが異なることを通知し、分析器システム 155 が例外のルールを生成することが可能となる。これにより、この領域の専門家（すなわち、設計技師）が設計論理を入力し、続いて体系的に知識を獲得することが可能となる。

10

20

【0018】

他の諸実施形態においては、分析器 155 は作業モジュール、動作部材、分析エンジン、コンピュータ実行可能コンポーネント（複数可）、デジタルプロセッサなどである（概して 155 として言及する）。

【0019】

（155 における）アルゴリズムの第一の動作で、プリミティブのグループから（3D CAD モデル 53 の各オブジェクトによって表されることになる）明らかなオブジェクト、例えば、パイプセグメント、ドラム、ポンプ、パイプの部品、容器、バルブ、濾過塔、建造物、測定機器、扉、門／柵、柱状構造、階段、手すりなどを探す。（155 における）別の動作で、例えば、はとめ、ねじぶた、ボルト、平面上の隆起部など、探したものから取り外すことができるオブジェクトの小さな部品を探す。不必要的形状を取り除き、3D CAD モデル 53 を効果的に滑らかにした後、分析器 155 の第 3 ループで、再び明らかなオブジェクトのグループを探す。各ループの後、対象となる再設計される 3D CAD モデルのために識別されたオブジェクトは強調表示され、レーザススキャン環境において、今後の動作／ループがより効率的になるように、分析器 155 により非アクティブにされる。

30

【0020】

分析器 155 の次の動作で、例えば、取っ手、掛け金、器具部品（すなわち、圧力計金属構造）など、識別されていないオブジェクトの部品を探す。これらを、残っているであろう識別できないオブジェクトと区別するために、対象オブジェクトは、識別されたオブジェクトの部品に両端で取り付けられた連続する識別されていない部品を含む（例えば、パイプセグメントが識別されていないオブジェクトに取り付けられ、その識別されていないオブジェクトが識別されたバルブに取り付けられている）。このシナリオでは、これら 2 つのオブジェクトの間にあるグラフィックが、追加処理のために除去される。対象オブジェクト（CAD モデル 53 の候補）の（分析器 155 による）追加処理は、先ず、サイズによってオブジェクトを分け、次に、位置および他の識別変数に基づき、より複雑な論理を追加することを含む。いくつかの実施形態におけるルールを以下に詳述する。

40

【0021】

最後の反復において、分析器 155 は、例えば、円筒形、錐体、球体、立方体など、単純

50

な幾何学的オブジェクト（C A D モデル 5 3 の候補）を識別する。幾何学的オブジェクトを有するオブジェクトのグループを、次いで（155において）、形状、位置、およびグループに含まれている幾何学的オブジェクトに基づく追加のルールに従って、処理することができる。

【0022】

最後に、残りのオブジェクトに対して、分析器 155 は、プラントの設計指針に基づく 1 組のルールに従って動作する。例えば、ポンプの構成設計指針は、以下のルールを適用することができる。

【0023】

このポンプの設計指針では、高圧ポンプは、ポンプが小さな配水管バルブの両側で 2 つの管バルブが前後に続くよう独立のルールに従う必要があると要求する。このようなポンプの設計のために、ポンプおよびこれらのバルブのうちの 3 つを識別する、155 におけるツール 50 の分析 / アルゴリズムは、残っているオブジェクトが、パイプセグメントおよびエルボによって分離された 3 つのさらなる識別されていないグループであると仮定することによって、識別されずに残っている C A D モデルのオブジェクトを識別できる。

10

【0024】

他の諸実施形態においては、ツール 50 / 分析エンジン 155 により、ユーザが 3 D C A D モデル 53 からオブジェクト / タグを単に選択し、それが誤ってマッピングされると指摘することが可能となる。ツール 50 / 分析エンジン 155 により、ユーザが 3 D C A D モデル 53 に正しいオブジェクト情報を入力することも可能となる。ツール 50 / 分析エンジン 155 は、可能性のあるルールを生成するために、C A D モデル 53 の単純な幾何学的オブジェクトの大きさの比率、オブジェクトと、先行するオブジェクト、後続のオブジェクトとの間の比率の比較を捉えることもできる。

20

【0025】

いくつかの実施形態においては、ルールを自動的に追加することもできる。

例証

【0026】

レーザスキャンにおいて J a v a (登録商標) または他の類似のコードで論理ループを生成するために、（一実施形態において）分析器 155 によって用いられる論理ルールの例を以下に提示する。

30

【0027】

1. 可能なバルブ (レーザスキャンデータ 25 における) オブジェクトの長さ l はオブジェクトの高さ h の 2 倍未満であり、オブジェクトの幅はオブジェクトの一方のオブジェクトに等しく、オブジェクトの両側のオブジェクトはノズルである、オブジェクトの基部は半球体より小さい球面扇形を含む。

【0028】

図 2 a ~ 図 2 d に示すように、この式の例は

$$V(l) < 2 \times h$$

$$V(w) = N o z(w)$$

$S S v(h) - S S v(r)$ ここでは、 h は球面扇形の高さであり、 r は半径である。

40

$N o z(w)$ は隣接するノズルの幅、 $S S v(h)$ はバルブの球面扇形の高さ、 $S S v(r)$ はバルブの球面扇形の半径である。ここで球面扇形は、バルブの基部における球形キヤップを表し、バルブの基部では常に球体の先端が（地球に向かって）下向きになっている。

【0029】

2. ノズルで分類される可能なバルブ (レーザスキャンデータ 25 における) オブジェクトの長さ l はオブジェクトの高さ H の 2 倍未満であり、オブジェクトの幅は両側のオブジェクトの 1.5 倍より小さく、両側のオブジェクトはノズルのついていないパイプである。

$$L < 2 \times H$$

50

$W < 1.5 N$ (diam) ここでは、 N (diam) は、図 2 c、図 2 d に示すように、隣接するノズルの直径である。

【0030】

3. 可能なフローエレメント (レーザスキャンデータ 25 における) オブジェクトの長さはオブジェクトの高さの 1.5 倍未満であり、オブジェクトの高さはオブジェクトの幅の 1 倍から 1.5 倍の間であり、オブジェクトは球面扇形を含まず、オブジェクトの幅および高さは、オブジェクトの両側にある対応するオブジェクトの直径の大きさの 1 倍から 1.5 倍の間であり、両側のオブジェクトは、ノズルかパイプの何れかである。オブジェクトがノズルでない場合、これはおそらくパイプノズルと共に分類されるフローエレメントである。

10

【0031】

4. 可能なパイプ内フィルタ (レーザスキャンデータ 25 における) オブジェクトの長さはオブジェクトの高さの 2 倍未満であり、オブジェクトの形状には傾いた円筒形のオブジェクトを含み、オブジェクトの前後のオブジェクトはパイプまたはノズルであり、円筒の前後のパイプセグメントオブジェクトの角度は、円筒形のオブジェクトが傾いているので円筒形のオブジェクトとは異なる (円筒は隣接しているパイプセグメントとは異なる角度である)。

【0032】

a) オブジェクトグループの直前直後のパイプセグメントと異なる角度の平面上にある、2 フィートより短い距離で同じ角度で分離されている、グループ内の 2 つの円形形状によつても識別される。

20

【0033】

可能なブーツドラム (boot drum) オブジェクトグループには、3 つの半球体および 2 つの円筒を含み、円筒は互いに垂直である、半球体のうちの 2 つは、3 つ目のものよりサイズが大きく、3 つ目の半球体は他の 2 つの半球体に対して垂直である。

【0034】

6. 可能なエルボ グループの前のオブジェクトは、等しい直径のパイプセグメントであり、オブジェクトグループの前のパイプセグメントはオブジェクトグループの後のパイプセグメントと垂直である。

30

【0035】

7. 可能な容器 オブジェクトグループには 2 つだけ半球体を含み、1 つの半球体は上向きの球状頂部を有し、もう 1 つの半球体は地面に向かって下向きの球状頂部を有し、円筒形のオブジェクトがこの 2 つの球体を接続する。

【0036】

オブジェクトグループをフィルタリングし識別するための論理ルールがさらに存在してもよい。

【0037】

他の諸実施形態においては、ルール / 分析エンジン 155 を 3D CAD モデリングシステムのレーザスキャンビューアに内蔵して、レーザスキャンデータ 25 から 3D CAD モデル 53 を自動的に投入することができる。その後、再構築された 3D CAD モデル 53 は、表示モニタ上でユーザに表示され、コンピュータメモリに保存され、CAD モデリングアプリケーションにアクセス可能となる。

40

【0038】

前述に従って、機器およびプロセス工学の設計ルールおよび CAD モデリングのプリミティブを用いて、レーザスキャンのグラフィックから 3D CAD モデル 53 を再設計することができる。CAD モデリングのプリミティブを用いて 3D CAD モデルを (割れた瓶を、破片を集めて修復するような方法で) 再設計することは、これまでに達成されておらず、レーザスキャンの機器をプロセス設計と組み合わせるのは独特である。

【0039】

図 3 は、本明細書ではコンピュータシステムとも称される、例示的なコンピュータ支援設

50

計ステーション 300 の概略ブロック図である。本明細書で用いるように、用語「コンピュータ支援設計ステーション」および「コンピュータシステム」は、一般に、上述のプロセスおよび／またはそれらに関係する任意の追加のプロセスを実施するために使用してよい、任意の適切なコンピューティングデバイスを指す。

【0040】

一例示的実施形態において、コンピュータ支援設計ステーション 300 には、上述のプロセスおよび／またはそれらに関係する任意の追加のプロセスを実施する 1 つまたは複数のプロセッサ 302 (CPU) を含む。当然のことながら、用語「プロセッサ」は、一般に、システム、マイクロコントローラ、RISC (reduced instruction set circuit)、ASIC (application-specific integrated circuit)、プログラム可能論理回路、および／または本明細書に記載の機能を実行することが可能な他の任意の回路もしくはプロセッサを含む、任意のプログラム可能なシステムを指す。上記の例はあくまで例示であり、用語「プロセッサ」の定義および／または意味を限定しようとするものでは決してない。

10

【0041】

図 1～図 2d で上述したプロセスおよび／またはそれらに関係する任意の追加のプロセスのステップを、例えば、システムバス 306 によってプロセッサ 302 に動作可能および／または通信可能に接続されたメモリ領域 304 のような、非一時的コンピュータ可読媒体に、コンピュータ実行可能命令として記憶してよい。本明細書で用いるように、「メモリ領域」は、一般に、CAD 再設計ツールを使用してレーザスキャンデータまたは類似のデータを自動的に分析するよう支援するために、プログラムコードおよび 1 つまたは複数のプロセッサによって実行可能な命令を記憶する任意の手段を指す。メモリ領域 304 には、1 つまたは複数の形式のメモリを含んでよい。例えば、メモリ領域 304 には、RAM (random-access memory) 308 を含んでよく、それには、不揮発性 RAM、磁気 RAM、強誘電性 RAM、および／または他の形式の RAM を含むことができる。メモリ領域 304 にはまた、ROM (read-only memory) 310、および／またはフラッシュメモリ、および／または EEPROM (electricalally-programmable read-only memory) 310 でもよい。HDD (hard-disk drive) 312 のような他の任意の適切な磁気、光学式、および／または半導体メモリを、単体または他の形式のメモリと組み合わせて、メモリ領域 304 に含めてもよい。HDD 312 を、プロセッサ 302 とのメッセージの送受信に使用するためのディスクコントローラ 314 に接続してもよい。さらに、メモリ領域 304 は、適切なカートリッジディスク、CD-ROM、DVD、または USB メモリのような、取り外し可能または着脱可能なメモリ 316 であってもよく、またはそれらを含めてもよい。上記の例はあくまで例示であり、用語「メモリ領域」の定義および／または意味を限定しようとするものでは決してない。

20

【0042】

コンピュータ支援設計ステーション 300 にはまた、表示装置 318 を含み、表示装置 318 は表示コントローラ 320 に、例えば動作可能なように接続される。表示コントローラ 320 は、表示装置 318 によって表示するために、システムバス 306 を介してデータを受信する。表示装置 318 は、限定するものではないが、モニタ、テレビのディスプレイ、プラズマディスプレイ、LCD (liquid crystal display)、LED (light-emitting diode) に基づくディスプレイ、OLED (organic LED) に基づくディスプレイ、高分子 LED に基づくディスプレイ、表面伝導型電子放出素子に基づくディスプレイ、投影画像および／または反射画像を表示するディスプレイ、または他の任意の電子装置もしくは表示機構であってよい。さらに、表示装置 318 には、タッチスクリーンを、関連するタッチスクリーンコントローラとともに含めてもよい。上記の例はあくまで例示であり、用語「表示装置」の定義および／または意味を限定しようとするものでは決してない。

30

【0043】

40

50

加えて、コンピュータ支援設計ステーション 300 には、ネットワーク（図 3 に示さず）との通信に使用するためのネットワークインターフェース 322 を含む。さらにコンピュータ支援設計ステーション 300 には、キーボード 324、および / または、ローラ ボール、マウス、タッチパッドなどのようなポインティングデバイス 326 といった、1 つまたは複数の入力装置を含む。入力装置は、I/O (input/output) インタフェース 328 に接続および制御され、I/O インタフェース 328 はさらにシステムバス 306 に接続される。

【0044】

表示装置 318、キーボード 324、ポインティングデバイス 326、並びに、表示コントローラ 320、ディスクコントローラ 314、ネットワークインターフェース 322、および I/O インタフェース 328 の一般的な特徴および機能性についての説明は、これらの特徴がよく知られているため、簡潔にするために本明細書では省略する。

10

【0045】

図 4 は、上述のプロセスおよび / またはそれらに関係する任意の追加のプロセスのように、モデル化オブジェクトの再設計されたコンピュータ支援設計において使用するための、例示的システム 400 の概略ブロック図である。例示的一実施形態において、メモリ領域 402 には、（対象設備のオブジェクトおよび機器の）モデル化オブジェクトデータのような CAD モデリングデータ、CAD モデリングプリミティブ、および / または CAD モデリングプリミティブに関するグラフィカルオブジェクトデータの記憶に使用するための、1 つまたは複数の記憶装置 404 を含む。以前に生成された設備の 3D CAD モデルを、再構築された 3D CAD モデル 53 と同様にメモリ領域 402 に記憶してもよい。いくつかの実施形態においては、メモリ領域 402 は、サーバ 406 に接続され、サーバ 406 は次にネットワーク 412 を介して、管理システム 408 および / またはユーザシステム 410 に接続される。記憶装置 404 を、1 つまたは複数のデータベースとして具現化してもよいし、單一もしくは複数の場所に配置してもよいし、または、サーバ 406 と統合してもよい。

20

【0046】

認識されるように、ネットワーク 412 は、インターネット、または LAN もしくは WAN のネットワークのようなプライベートネットワーク、またはそれらの任意の組み合わせであることができ、PSTN もしくは ISDN のサブネットワークを含むこともできる。ネットワーク 412 はまた、イーサネットネットワークのように有線であることもでき、EDGE、3G および 4G の無線セルラシステムを含むセルラネットワークのように無線であることもできる。無線ネットワークは、Wi-Fi、Blue tooth（登録商標）³⁰、または既知である他の任意の無線形式の通信であることもできる。従ってネットワーク 412 は単に例示であって、本発明の範囲を限定するものでは決してない。

30

【0047】

当業者には認識されようが、管理システム 408 および / またはユーザシステム 410 は、図 3 を参照して上述したもののようなコンピュータ支援設計ステーション、または既知である他の任意のコンピューティングシステムであることができる。さらに、当然のことながら、管理システム 408 および / またはユーザシステム 410 は、上述のプロセスおよび / またはそれらに関係する任意の追加のプロセスを実施するよう構成される。

40

【0048】

サーバ 406 は、上述のプロセスを実行するためのコンピュータ可読命令を記憶し、これらの命令を、ネットワーク 412 を介して管理システム 408 および / またはユーザシステム 410 に提供する。さらに、サーバ 406 は必要に応じて、メモリ領域 402 からのデータを管理システム 408 およびユーザシステム 410 に提供する。このように、図 4 には、クラウドコンピューティング、分散コンピューティングなどを介するシステム 400 の実装形態を含む。

【0049】

モデル化オブジェクトのコンピュータ支援設計で使用するためのシステム、方法、装置、

50

コンピュータプログラム製品、およびコンピュータ可読記憶媒体の例示的諸実施形態を、詳細に上述した。該システム、方法、装置、コンピュータプログラム製品、およびコンピュータ可読記憶媒体は、本明細書に記載の特定の諸実施形態に限定するものではなく、該方法、プログラム製品、および／または記憶媒体の動作、並びに該システムおよび／または装置のコンポーネントを、本明細書に記載の他の動作および／またはコンポーネントから独立して、別個に利用してよい。さらに記載した動作および／またはコンポーネントを、他のシステム、方法、装置、コンピュータプログラム製品、および／または記憶媒体で定義するか、それらと組み合わせて使用してもよく、本明細書に記載したシステム、方法、装置、コンピュータプログラム製品、および記憶媒体のみで実践するよう限定するものではない。

10

【 0 0 5 0 】

本明細書に記載したもののようなコンピュータまたはコンピュータシステムには、少なくとも 1 つのプロセッサまたは処理ユニット、およびシステムメモリを含む。コンピュータまたはコンピュータシステムは、一般的に、少なくともいくつかの形式の非一時的コンピュータ可読媒体を有する。限定でなく例として、コンピュータ可読媒体には、コンピュータ記憶媒体及び通信媒体を含む。コンピュータ記憶媒体には、コンピュータ可読命令、データ構造、プログラムモジュール、または他のデータのような情報を記憶するための、任意の方法または技術で実装された、揮発性および不揮発性、取り外し可能及び取り外し不可能な媒体を含む。通信媒体は、一般的に、コンピュータ可読命令、データ構造、プログラムモジュール、または他のデータを、搬送波または他のトランスポート機構のような変調データ信号で具現化し、また任意の情報配信媒体を含む。1 つまたは複数の特徴セットを有するか、信号で情報を符号化するような方法で変更された変調データ信号については、当業者にはよく知られている。上述のうち任意のものの組み合わせもまた、コンピュータ可読媒体の範囲に含まれる。

20

【 0 0 5 1 】

上述のプロセスに使用するための例示的コンピュータ実行可能コンポーネントには、プロセッサ 302 (図 3 に示す) に 3D CAD モデル化オブジェクトを有する対象設備のレーザスキャン画像 25 を受信させる入力コンポーネントを含むが、これだけに限るものではない。例示的コンピュータ実行可能コンポーネントには、例えば I/O インタフェース 328 (図 3 に示す) を介してプロセッサ 302 にユーザ入力を受信させるインタフェースコンポーネントも含む。上述のように、ユーザ入力は、モデル化オブジェクトへの誤ったマッピングを示す、再設計された 3D CAD モデル 53 におけるモデル化オブジェクトのユーザ選択、ならびに／または、3D CAD 再設計ツール 50 および分析エンジン 155 に関しておよび／もしくはそれらと共に 3D CAD モデル 53 に正しいオブジェクト情報を入力するユーザ入力に関係するものであってよい。

30

【 0 0 5 2 】

さらに、例示的コンピュータ実行可能コンポーネントには、プロセッサ 302 に、対象設備のレーザスキャンデータ 25 を入力として受信させ、受信したレーザスキャンデータを対象設備の CAD 設計論理および機器の CAD 設計論理を用いて分析させ、対象設備の 3D CAD モデル 53 を自動的に再構築させるモデル再設計分析器コンポーネントを含む。諸実施形態において、モデル再設計分析器コンポーネントはまた、プロセッサ 302 に、3D CAD モデル 53 を形成している CAD モデルのオブジェクト、設備内の異なるオブジェクトおよび機器を表す異なる CAD モデルのオブジェクトに、レーザスキャンデータ 25 をマッピングさせる。モデル再設計分析器コンポーネントは、プロセッサ 302 に、設備のオブジェクトおよび設備内の機器の形状、サイズ、並びに結合の順序に基づき、このようなマッピングを行わせる。さらに、いくつかの実施形態において、モデル再設計分析器コンポーネントは、プロセッサ 302 に、レーザスキャンデータ 25 においてグラフィカルオブジェクトデータベース 159 で定義された形状を識別させ、データベース 159 は、その形状を CAD モデリングのプリミティブにマッピングする。モデル再設計分析器コンポーネントは、プロセッサ 302 に、新しい形状をグラフィカルオブジェクト

40

50

データベース 159 に追加させてよい。

【0053】

さらに、いくつかの実施形態において、モデル再設計分析器コンポーネントは、プロセッサ 302 に、レーザスキャンデータ 25 から以下を反復して検索、識別、およびマッピングするためにルールを適用させる。以下すなわち、

3D CAD モデル 53 の各オブジェクトによって表わされるべきオブジェクト（例えば、パイプセグメント、ドラム、パイプの部品、ポンプ、容器、バルブ、濾過塔、建造物、測定機器、扉、門／柵、柱状構造、階段、手すりなど）、

小さなオブジェクトの部品（例えば、はとめ、ねじぶた、ボルト、平面上の隆起部など、識別されたオブジェクトの部品にそれぞれ両端で取り付けられた識別されていないオブジェクトの部品、

幾何学的オブジェクト（例えば、円筒形、錐体、球体、立方体など）

である。

【0054】

加えて、いくつかの実施形態において、モデル再設計分析器コンポーネントは、プロセッサ 302 に、プラントの設計指針に基づく 1 組のルールを適用させる。対象設備は、プラント、工場、精錬所、または他の処理プラントであってよい。

【0055】

表示コンポーネントは、プロセッサ 302 に、表示装置 318 を介して、本発明のツール 50 によって生成される再設計（再構築）された 3D CAD モデル 53 を表示させる。

対象設備の再設計された 3D CAD モデル 53 のかかる表示およびそれに続く操作は、3D CAD モデリングアプリケーションを介して行ってよい。

【0056】

本発明を、例示的コンピュータシステム環境に関連付けて説明したが、本発明の諸実施形態は、多数の他の汎用もしくは専用のコンピュータシステム環境またはコンピュータシステム構成でも動作可能である。コンピュータシステム環境は、本発明の如何なる態様の使用または機能性の範囲に関しても、何ら制限を示唆しようとするものではない。さらにコンピュータシステム環境は、例示的動作環境で例示したコンポーネントの何れまたは何れの組み合わせに関しても、何ら依存性または要件を有するものと解釈すべきではない。本発明の諸態様で使用するのに適した既知のコンピュータシステム、コンピュータ環境、および／またはコンピュータ構成の例には、パーソナルコンピュータ、サーバコンピュータ、ハンドヘルドまたはラップトップ型装置、マルチプロセッサシステム、マイクロプロセッサベースのシステム、セットトップボックス、プログラム可能家庭用電化製品、携帯電話、ネットワーク PC、ミニコンピュータ、メインフレームコンピュータ、上記システムまたは装置の何れかを含む分散コンピューティング環境などが含まれるが、それらに限らない。

【0057】

本発明の諸実施形態を、プログラムコンポーネントまたはプログラムモジュールのような、1つまたは複数のコンピュータまたは他の装置で実行される、コンピュータ実行可能命令の一般的文脈で説明してよい。本発明の諸態様を任意の数および任意の構成のコンポーネントまたはモジュールで実装してよい。例えば、本発明の諸態様は、本明細書で図示し説明した特定の実行可能命令、または、特定のコンポーネントもしくはモジュールに限るものではない。本発明の代替の諸実施形態が、本明細書に図示し説明した機能性より多いかまたは少ない、異なるコンピュータ実行可能命令またはコンポーネントを含んでもよい。

【0058】

本明細書に図示し説明した本発明の諸実施形態における動作の実行または実施の順序は、特に指定のない限り、必須のものではない。すなわち、動作を、特に指定のない限り如何なる順序で実施してもよく、また本発明の諸実施形態が含む動作は、本明細書に開示したより多いかまたは少なくてもよい。例えば、ある動作の前、同時、もしくは後にある特定の別の動作を実行または実施することは、本発明の諸態様の範囲内であると考えられ

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 5 9 】

本発明の諸態様または諸実施形態の要素を示す場合の、冠詞「 a 」、「 a n 」、「 t h e 」、および「前記」は、要素が 1 つまたは複数存在すること意味するものである。用語「備える」、「含む」、および「有する」は、包含的であり、列挙した要素以外にさらに要素が存在する可能性があることを意味するものである。

【 0 0 6 0 】

本説明では、本発明を開示するため最善の方法を含む例、また、当業者の誰でも本発明を実践できるように、任意の装置またはシステムを構成および使用し、任意の具体化された方法を実施することを含む例を用いている。本発明の特許を受けることができる範囲は、請求項に定義され、当業者が思いつく他の例を含んでもよい。かかる他の例は、請求項の文字通りの言葉と異なることのない構造的要素を有するか、請求項の文字通りの言葉とほとんど違ひのない等価の構造的要素有する場合には、特許請求の範囲内にあるものとする。

10

【 0 0 6 1 】

本明細書に引用した全ての特許、公開された出願、および参照の教示は、参照によりその全体が組み込まれる。

【 0 0 6 2 】

本発明をその例示的諸実施形態を参照して具体的に示し説明したが、当業者には当然のことながら、形式上および細部における様々な変更を、添付請求項に網羅された本発明の範囲から逸脱することなく行ってよい。

20

【 0 0 6 3 】

例えば、前述は、製造プロセス資産に対する諸実施形態の適用を説明しているが、本発明の原理は、都市、サプライチェーン、他の団体、および複合資産グループに適合する。

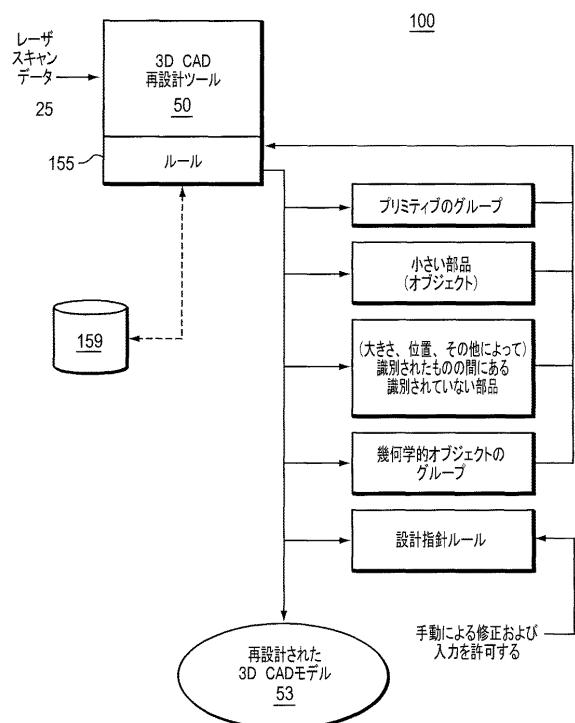
30

40

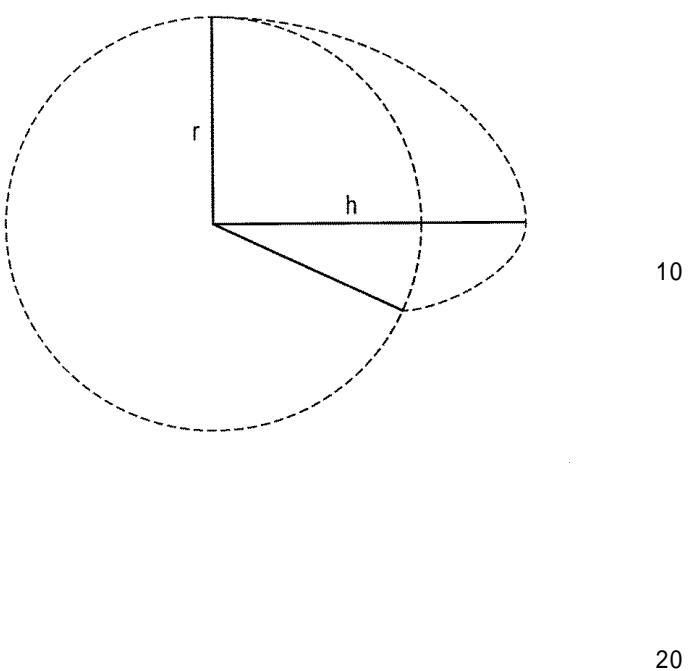
50

【図面】

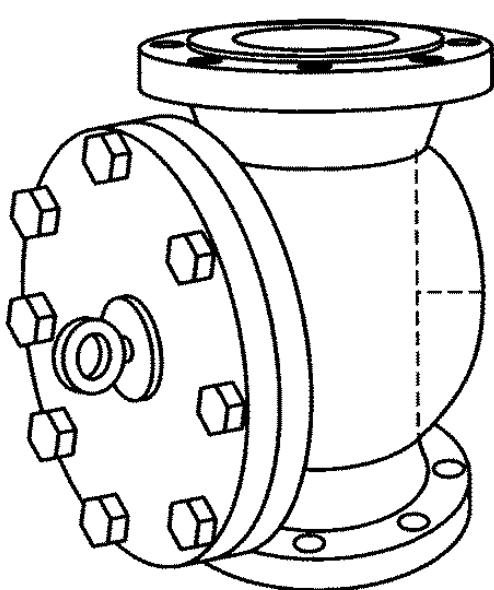
【図 1】



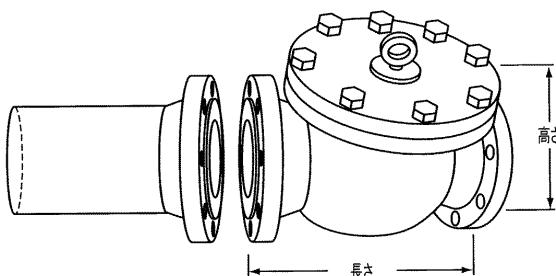
【図 2 a】



【図 2 b】



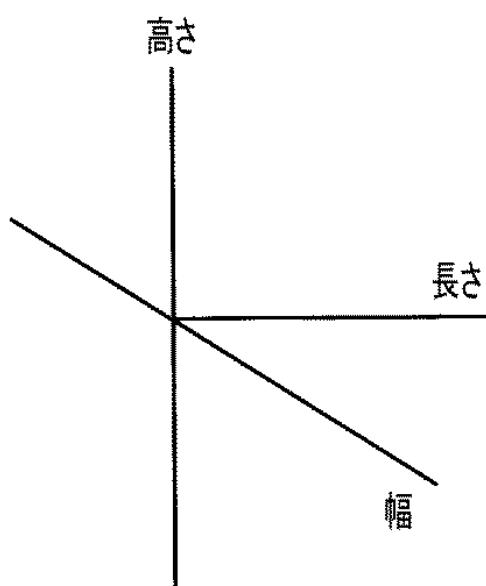
【図 2 c】



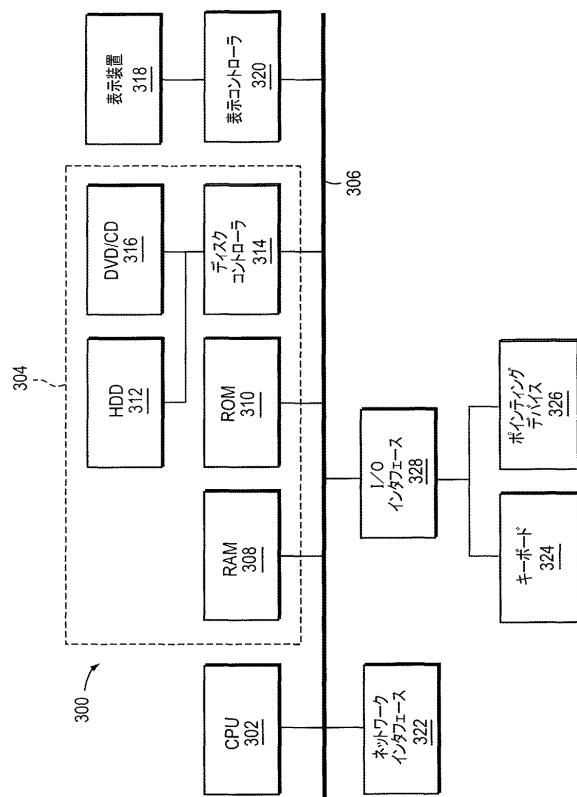
40

50

【図 2 d】



【図 3】



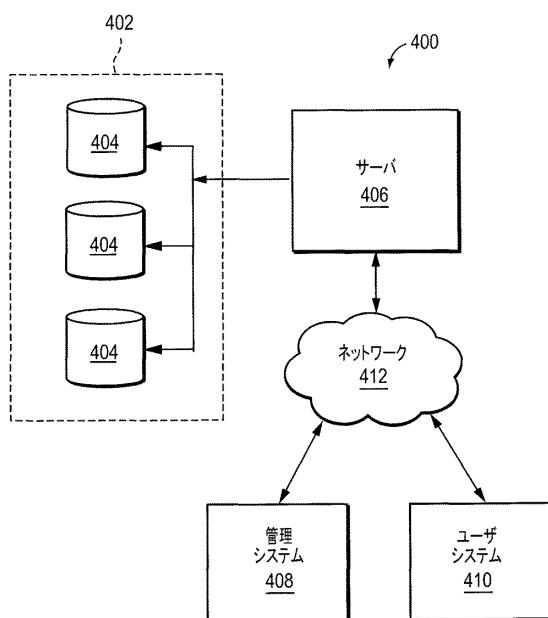
10

20

30

40

【図 4】



50

フロントページの続き

(56)参考文献

特開2000-146546(JP,A)

H. Son et al., "Knowledge-based approach for 3D reconstruction of as-built industrial plant models from laser-scan data", Proceedings of the 30th ISARC, 2013, p. 885-893

Pingbo Tang et al., "Automatic reconstruction of as-built building information models from laser-scanned point clouds: A review of related techniques", Automation in Construction, Volume 19, Issue 7, 2010.11, p. 829-843

Ruijin Ma, "Building model reconstruction from LIDAR data and aerial photographs", DISSERTATION Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy in the Graduate School of the Ohio State University, 2004, p. 29, 80, 81, 99-104

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G06F 30/10

G06F 30/13