

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3859453号
(P3859453)

(45) 発行日 平成18年12月20日(2006.12.20)

(24) 登録日 平成18年9月29日(2006.9.29)

(51) Int. Cl.

G06F 17/50 (2006.01)

F I

G06F 17/50 612L

G06F 17/50 604J

請求項の数 6 (全 11 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2001-52981 (P2001-52981) | (73) 特許権者 | 000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 |
| (22) 出願日 | 平成13年2月27日(2001.2.27) | (74) 代理人 | 100077816 弁理士 春日 譲 |
| (65) 公開番号 | 特開2002-259466 (P2002-259466A) | (72) 発明者 | 定岡 紀行 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社 日立製作所 電力 ・電機開発研究所内 |
| (43) 公開日 | 平成14年9月13日(2002.9.13) | (72) 発明者 | 桑原 皓二 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社 日立製作所 電力 ・電機開発研究所内 |
| 審査請求日 | 平成15年5月13日(2003.5.13) | 審査官 | 加舎 理紅子 |
| | | 最終頁に続く | |

(54) 【発明の名称】 機械部品のリプレイス用情報提供方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

既設の機械部品の形状を計測する形状計測装置と、前記形状計測装置により生成された計測データを処理して前記機械部品の形状データを作成するデータ処理装置と、前記形状データを処理するコンピュータとを備えたシステムによる機械部品のリプレイス用情報提供方法において、

前記コンピュータが、前記形状データを数値解析に活用できる表面形状データに変換し、この表面形状データを基にして性能評価を実施し、前記機械部品の評価データを作成する第1手順と、

前記コンピュータが、前記機械部品の表面形状データを用いて、前記機械部品の制約部分の寸法を固定した状態で前記機械部品の形状を変化させて性能を評価し、前記第1手順で作成した評価データよりも性能が高い形状を得ることで、前記機械部品の性能向上のための形状を新設計し、その新設計した機械部品の性能評価データを作成する第2手順とから構成される機械部品のリプレイス用情報提供方法。

【請求項2】

請求項1記載の機械部品のリプレイス用情報提供方法において、前記コンピュータは、前記第2手順において、前記機械部品の形状を新設計した後、三次元造形装置によりモデルを製作し性能評価結果を検証するプロセスを実施することを特徴とする機械部品のリプレイス用情報提供方法。

【請求項3】

10

20

請求項 2 記載の機械部品のリプレイス用情報提供方法において、前記コンピュータは、前記第 2 手順において、三次元造形装置によりモデルを製作し性能評価結果を検証するプロセスにおいて、モデル性能評価結果を基に新設計した機械部品形状を再び修正し、性能再評価、モデルの再製作と性能試験を実施することを特徴とする機械部品のリプレイス用情報提供方法。

【請求項 4】

請求項 1 記載の機械部品のリプレイス用情報提供方法において、前記コンピュータは、前記第 1 手順において、前記形状計測装置により測定された機械部品形状の点群データから、性能評価に必要な 3 次元形状を再定義する処理を実施することを特徴とする機械部品のリプレイス用情報提供方法。

10

【請求項 5】

請求項 4 記載の機械部品のリプレイス用情報提供方法において、前記コンピュータは、前記第 1 手順において、前記形状計測装置により測定された機械部品形状の点群データから、性能評価に必要な 3 次元形状を再定義する処理を実施した後に、性能評価に必要な機械部品部分とそれ以外の部分に領域分割を実施することを特徴とする機械部品のリプレイス用情報提供方法。

【請求項 6】

請求項 1 記載の機械部品のリプレイス用情報提供方法において、前記形状測定装置として高エネルギー X 線 CT を使用することを特徴とする機械部品のリプレイス用情報提供方法。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、既設の機械部品のリプレイス用情報提供方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

既設の機械部品に関する情報の提供方法については、特開平 8 - 4 4 4 2 1 号公報に記載の技術がある。この公知例では、機器の劣化状況や運転状況に関するデータを基に、保守管理に必要なコストや時期等の情報を提供する方法が開示されている。

【0003】

また、廃棄製品の有効利用に関する技術については、特開平 6 - 1 7 1 4 7 7 号公報や特開平 6 - 1 6 5 9 7 7 号公報に記載のものがある。これらの公知例では部品分解、部品検査、部品修理の工程を経て再使用するとしている。

30

【0004】

更に、製品ライフサイクル全体での低コストを実現する技術として、特開平 1 0 - 2 2 2 5 6 8 号公報に記載のものがある。この公知例では、製品開発・改善、再使用部品利用、メンテナンス、回収、中古販売、処理の合理化を実現するシステムが開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

産業機械等の機械製品の中には使用期間が長期に及ぶものがある。例えば、水力機械（例えば、水車やポンプ）では、使用期間が 20-30 年と長期に及ぶ。このため、運転中の機械には最新の技術に基づいて設計された機械と比較すると効率が低い場合や、長期の使用による摩耗等により設計当初の性能が保持されていない場合が多い。

40

【0006】

特開平 8 - 4 4 4 2 1 号公報に記載の技術は、製品の保守管理に必要なコストや時期等の情報を提供するだけであり、特開平 6 - 1 7 1 4 7 7 号公報や特開平 6 - 1 6 5 9 7 7 号公報に記載の技術は使用中の製品でなく廃棄物の再利用に関するものであり、いずれも長期間使用する機械部品の性能評価や、それに基づく機械部品の再設計、再設計により形状が既設より変化した機械部品の再設置については、検討されていない。特開平 1 0 - 2 2 2 5 6 8 号公報でも、使用中の製品の上記事項に関しては同様に検討されていない。

50

【0007】

本発明の目的は、既設の機械の一部部品、あるいは全体を新設計品にリプレースする場合の、性能改善の程度を示す情報を提供する機械部品のリプレース用情報提供方法を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

(1) 上記目的を達成するために、本発明は、既設の機械部品の形状を計測する形状計測装置と、前記形状計測装置により生成された計測データを処理して前記機械部品の形状データを作成するデータ処理装置と、前記形状データを処理するコンピュータとを備えたシステムによる機械部品のリプレース用情報提供方法において、前記コンピュータが、前記形状データを数値解析に活用できる表面形状データに変換し、この表面形状データを基にして性能評価を実施し、前記機械部品の評価データを作成する第1手順と、前記コンピュータが、前記機械部品の表面形状データを用いて、前記機械部品の制約部分の寸法を固定した状態で前記機械部品の形状を変化させて性能を評価し、前記第1手順で作成した評価データよりも性能が高い形状を得ることで、前記機械部品の性能向上のための形状を新設計し、その新設計した機械部品の性能評価データを作成する第2手順とから構成されるものとする。

10

【0010】

(2) また、上記(1)において、好ましくは、前記コンピュータは、前記第2手順において、前記機械部品を新設計した後、三次元造形装置によりモデルを製作し性能評価結果を検証するプロセスを実施する。

20

【0011】

(3) 上記(2)において、好ましくは、前記コンピュータは、前記第2手順において、三次元造形装置によりモデルを製作し性能評価結果を検証するプロセスにおいて、モデル性能評価結果を基に新設計した機械部品形状を再び修正し、性能再評価、モデルの再製作と性能試験を実施する。

【0012】

(4) 更に、上記(1)において、好ましくは、前記コンピュータは、前記第1手順において、前記形状計測装置により測定された機械部品形状の点群データから、性能評価に必要な3次元形状を再定義する処理を実施する。

30

【0013】

(5) 上記(4)において、好ましくは、前記コンピュータは、前記第1手順において、前記形状計測装置により測定された機械部品形状の点群データから、性能評価に必要な3次元形状を再定義する処理を実施した後、性能評価に必要な機械部品部分とそれ以外の部分に領域分割を実施する。

【0014】

(6) また、上記(1)において、好ましくは、前記形状測定装置として高エネルギーX線CTを使用する。

【0016】

【発明の実施形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を用いて説明する。

40

【0017】

本発明の一実施の形態を図1～図7により説明する。

【0018】

図1は、本実施の形態に係わる機械部品のリプレース用情報提供方法の全体プロセスを示すフローチャートであり、図2は本実施の形態で本発明が適用される水力発電用プロペラ水車の設置状況を示す部分断面図である。

【0019】

まず、図2において、水車部分1は渦巻き状ケーシング2、ガイドベーン3、ランナ4、ドラフトチューブ5で構成される。図示しない水圧管から送り込まれた水は、渦巻き状ケ

50

ーシング 2、ガイドベーン 3 を経てランナ 4 に至り、これを高速で回転させ、直結された発電機 6 に動力を伝える。ランナ 4 に衝突した水は、ドラフトチューブ 5 から排出される。

【 0 0 2 0 】

長期間使用されたランナ 4 はキャビテーション、摩耗等により翼厚みが増加し、設計当初の性能保持が難しくなる。

【 0 0 2 1 】

図 3 は計測情報の処理方法を示す。定期点検時等に分解されたランナ 4 は、ロープ 7 を介してクレーン 7 により保持される。形状計測装置 8 は接触プローブ式測定装置に代表される三次元計測装置であって、測定プローブ 9 でランナ 4 の表面を操作することにより得られる計測データをデータ処理装置 10 に送り、当該装置により形状データを作成し、記憶装置 11 に格納する。この時点でのデータは、計測結果の生データであり、対象物の形状を表す点群の集まりである（図 5 参照）。

10

【 0 0 2 2 】

翼のエネルギー変換効率やキャビテーション特性、圧力損失などの性能評価を、数値解析を用いて実施するためには、この点群データから対象物の表面形状を表現するデータに変換する必要がある。そのため、コンピュータ 12 では、形状データを数値解析に活用できる表面形状データに変換する（図 5 参照）。このとき、測定された機械部品形状の点群データから、性能評価に必要な三次元形状を再定義する処理を実施した後に、性能評価に必要な機械部品部分とそれ以外の部分に領域分割を実施する。次いで、そのデータを基にした数値流体解析（図 6 参照）により、既設機の効率、キャビテーション特性、圧力損失などの性能評価を行い、既設機の評価データ（既設機の性能評価表）13 を作成し、このデータをコンピュータ 12 の記憶装置に格納する。

20

【 0 0 2 3 】

次いで、制約部分、例えば図 2 に示したランナ 4 の外径及びランナ 4 が取り付けられているハブ部分 4 a の外径、ガイドベーン 3 などの寸法を固定した状態で、ランナ形状の最適設計を行うと共に効率、キャビテーション特性、圧力損失などの性能評価を行い、新設計機の性能評価データ（新設計機の性能評価表）14 を作成し、このデータをコンピュータ 12 の記憶装置に格納する。

【 0 0 2 4 】

性能評価のフローチャートを図 1 により説明する。

ステップ 101：水力機械の使用者から性能評価依頼を受ける。

ステップ 102：既設のランナの形状を三次元測定装置により測定する。

ステップ 103：測定結果の点群データを、表面形状を表す形状データに変換する。

ステップ 104：得られた形状データを元に、数値流体解析により性能評価を行う。

ステップ 105：制約部分の寸法を固定した状態で、ランナの形状の最適設計を行う。

ステップ 106：得られた最適形状データを元に、再設計ランナー形状の性能評価を行う。

ステップ 107：既設機、及び新設計機の性能比較表を作成する。

ステップ 108：水力機械の使用者に性能比較表を提出する。

各プロセスでの実施内容を、以下に詳細に説明する。

【 0 0 2 5 】

既設のランナの形状を三次元測定装置により測定するステップ 102 では、実プラントから取り出した水力機械の回転翼部分の翼形状を三次元形状測定装置で測定する。三次元形状測定装置としては、接触探針式、非接触レーザー式、X線CT装置などを使用する。図 3 は接触プローブ式測定装置を使用する場合である。

【 0 0 2 6 】

形状測定にX線CT装置を使用する場合を図 4 に示す。

【 0 0 2 7 】

図 4 において、X線CT装置 15 のターンテーブル 16 上に置かれたランナ（被検体）1

30

40

50

7にX線18が照射される。データ処理装置19によって形状データが作成され、記憶装置20に格納される。X線CT装置による測定では測定可能な最大寸法に制限があるが、接触プローブ式測定装置では測定できない、内部測定が可能という特長がある。

【0028】

測定結果の点群データを、表面形状を表す形状データに変換するステップ103では、図5に示すように測定により翼表面の点群データが得られ、これらの点群を結ぶ自由曲面をソフト処理により生成させ、3次元形状を完成させる。

【0029】

得られた形状データを元に、数値流体解析により性能評価を行うステップ104では、得られた翼形状からなる翼間流路の流動状態を解析し、図6に示すよう翼間内での流速分布、圧力分布が任意の流量条件で求められる。図6中、3はランナ4の翼である。これらの解析結果から翼の性能評価を実施する。評価する性能としては、エネルギー変換効率とキャピテーション特性及び流量QとヘッドHの関係を表すQ-Hカーブなどがある。

10

【0030】

ランナの形状の最適設計を行うステップ105では、測定した翼形状に基づく性能評価から、より効率が高く、キャピテーションが発生しにくく、Q-Hカーブの変化率が小さい翼形状を求めて行く。そのプロセスでは、制約部分の寸法を固定した状態で、翼形状を変化させながらこれらの性能を評価し、最終的に、これら複数の性能を最も満足させる形状を選定する。

【0031】

20

得られた最適形状データを元に、再設計ランナー形状の性能評価を行うステップ106では、最終的に、複数の性能を最も満足させる翼形状での性能評価を実施する。この場合、流体解析のみでなく、最適化された翼形状に基づきモデルランナーを作成し、モデル性能試験によっても翼の性能評価できる。この場合の評価プロセスは後述する。

【0032】

既設機、及び新設計機の性能比較表を作成するステップ107では、既設のランナの形状を元に評価した結果と最適設計により得られた新設計機の性能評価結果を比較してまとめる。設計性能比較表としては、エネルギー変換効率とキャピテーション特性及び流量QとヘッドHの関係を表すQ-Hカーブを、測定結果に基づく翼形状と新設計で得られた翼形状の両者に対して数値の比較表として整理する。また、図7に示すような形式のグラフ

30

【0033】

上記のプロセスにより既設ランナーを保有する顧客に対して既設機の性能評価結果及び既設機を改良した性能の高い新設計機の情報を、提供する。この場合、提供する情報に対しては、通常の機器メンテナンス費用及び新設計に対するコンサルテーション費用として対価を徴収する。

【0034】

本発明の他の実施の形態を図8～図11により説明する。

【0035】

図8は、新設計形状の翼を製作し、それを既存の翼と置き換えるプロセス（機械部品のリプレイス用部品提供方法）の一実施の形態である。図8のステップ101～108までは図1と同じである。その後、提供した情報に基づき顧客から翼の交換を受注すると（ステップ108）、実際に最適設計した形状でリプレイス用の新設計翼を製作し（ステップ109）、顧客に設計情報と製作した翼を納入し（ステップ110）、それを組み立て据え付ける（ステップ111）。つまり、

40

ステップ108：顧客から翼の交換を受注する。

ステップ109：最適設計した形状でリプレイス用の新設計翼を製作する。

ステップ110：製作した翼を顧客に送付する。

ステップ111：送付した翼を組み立て据え付ける。

【0036】

50

図 9 はリプレイス用情報の作成にモデルランナを用いる実施の形態である。

【 0 0 3 7 】

図 9 において、翼を再設計した後（ステップ 1 0 5）、数値解析の代わりに新しい設計翼形状モデルを R P（ラピッドプロトタイピング）と呼ばれる三次元造形装置で製作し（ステップ 2 0 6）、その後で性能試験を実施し（ステップ 2 0 7）、既設機及び新設計機の性能比較表を作成し（ステップ 2 0 8）、その情報を顧客に提供する（ステップ 1 0 6）。つまり、

ステップ 2 0 6：新設計によるモデルランナを三次元造形装置により作成する。

ステップ 2 0 7：モデルランナを性能試験装置に組み込み、性能試験を実施する。

ステップ 2 0 8：既設機、及び新設計機の性能比較表を作成する。

ステップ 2 0 9：水力機械の使用者に性能比較表を提出する。

10

【 0 0 3 8 】

図 1 0 は、図 9 のプロセスで提供したリプレイス用情報に基づき部品の交換を受注した後のリプレイス用部品提供方法の一実施の形態である。図 8 に示したプロセスと同様、提供した情報に基づき顧客から翼の交換を受注すると（ステップ 1 0 8）、実際に最適設計した形状でリプレイス用の新設計翼を製作し（ステップ 1 0 9）、顧客に設計情報と製作した翼を納入し（ステップ 1 1 0）、それを組み立て据え付ける（ステップ 1 1 1）。

【 0 0 3 9 】

本実施の形態のように三次元造形装置によりモデルを作成し、性能試験を実施すれば、さらに正確な性能評価が可能となる。

20

【 0 0 4 0 】

図 9 及び図 1 0 のプロセスにおいて、数値解析の代わりに新しい設計翼形状モデルを R P（ラピッドプロトタイピング）で製作する方法を図 1 1 に示す。本実施の形態では、新設計されたランナ翼のモデル、つまりモデルランナ 2 1 を三次元造形装置 2 2 により作成する。作成されたモデルランナ 2 1 は模型試験装置 2 3 に組み込まれ、データ処理装置 2 4 により試験データが作成され記憶装置 2 5 に格納される。並行して性能評価表 2 6 が作成される。

【 0 0 4 1 】

【 発明の効果 】

本発明によれば、既設の機械の一部部品、あるいは全体を新設計品にリプレースした場合の性能改善の程度を示す情報を提供できる。

30

【 0 0 4 2 】

また、本発明によれば、その情報に基づいて新設計品を受注製作し、製作した部品を提供できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の一実施の形態に係わる機械部品のリプレイス用情報の提供方法を示すフローチャートである。

【 図 2 】 本発明の一実施の形態において適用される水車の横断面図である。

【 図 3 】 本発明の一実施の形態における計測情報の処理方法（接触式プローブ計測器使用）を示す概略図である。

40

【 図 4 】 本発明の一実施の形態における他の計測情報の処理方法（X線CT装置使用）を示す概略図である。

【 図 5 】 本発明の一実施の形態における計測情報による形状作成方法の説明図である。

【 図 6 】 本発明の一実施の形態における性能評価方法の説明図である。

【 図 7 】 本発明の一実施の形態における性能評価結果の表示方法の一例を示す図である。

【 図 8 】 本発明の他の実施の形態に係わる機械部品のリプレイス用部品の提供方法を示すフローチャートである。

【 図 9 】 本発明の他の実施の形態に係わる機械部品のリプレイス用情報の提供方法を示すフローチャートである。

50

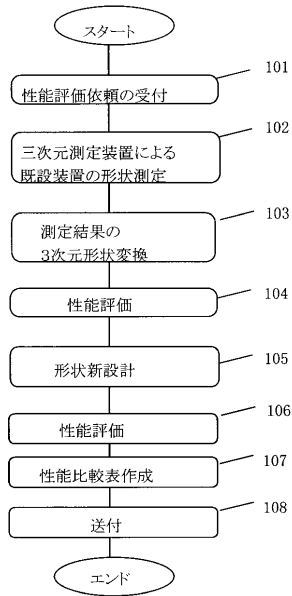
【図10】 本発明の他の実施の形態に係わる機械部品のリプレイス用部品の提供方法を示すフローチャートである。

【図11】 図9及び図10のプロセスにおいて、設計翼形状モデルをRP（ラピッドプロトタイピング）で製作する方法を示す図である。

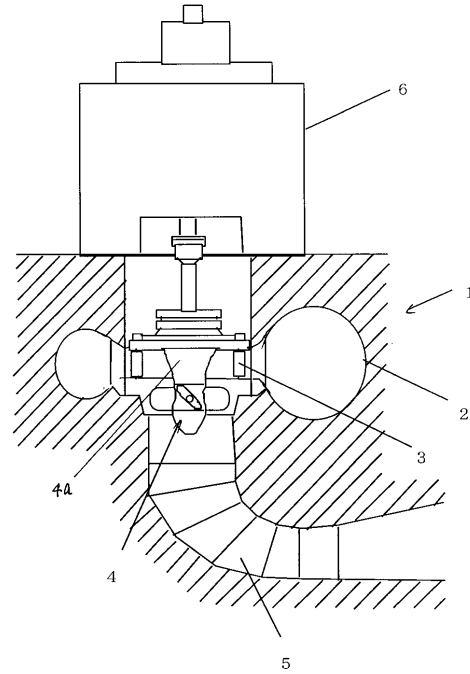
【符号の説明】

- | | |
|---------------|----|
| 1：水車システム | |
| 2：渦巻き状ケーシング | |
| 3：ガイドベーン | |
| 4：ランナ | |
| 5：ドラフトチューブ | 10 |
| 6：発電機 | |
| 7：クレーン | |
| 8：三次元計測装置 | |
| 9：測定プローブ | |
| 10：データ処理装置 | |
| 11：記憶装置 | |
| 12：コンピュータ | |
| 13：既設機の性能評価表 | |
| 14：新設計機の性能評価表 | |
| 15：X線CT装置 | 20 |
| 16：ターンテーブル | |
| 17：被検体 | |
| 18：X線 | |
| 19：データ処理装置 | |
| 20：記憶装置 | |
| 21：モデルランナ | |
| 22：三次元造形装置 | |
| 23：模型試験装置 | |
| 24：データ処理装置 | |
| 25：記憶装置 | 30 |
| 26：性能評価表 | |

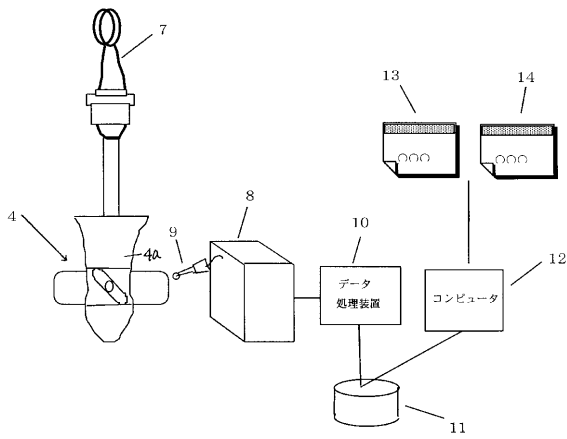
【 図 1 】



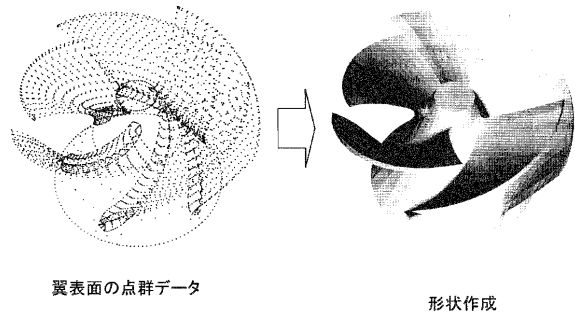
【 図 2 】



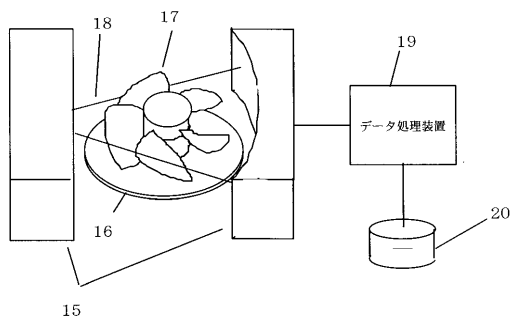
【 図 3 】



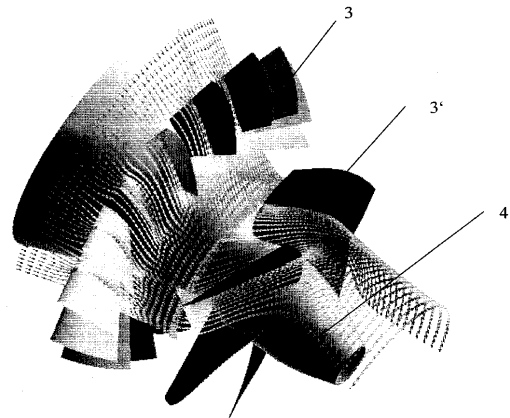
【 図 5 】



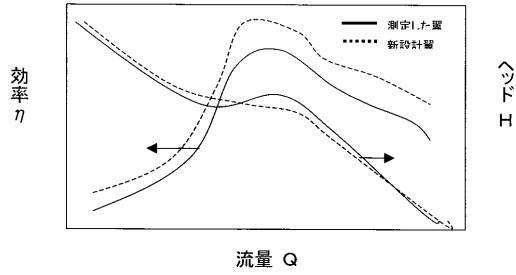
【 図 4 】



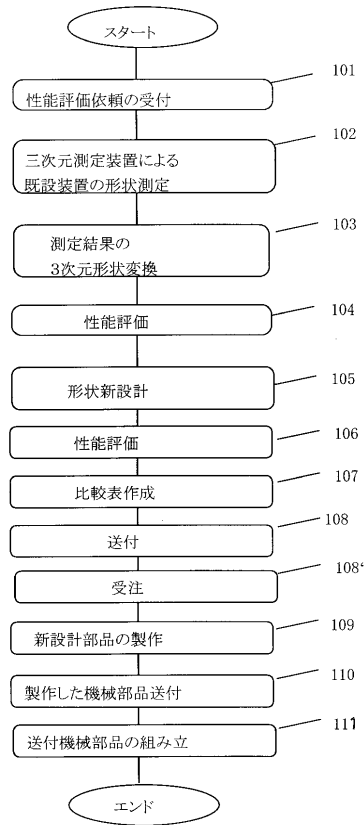
【 図 6 】



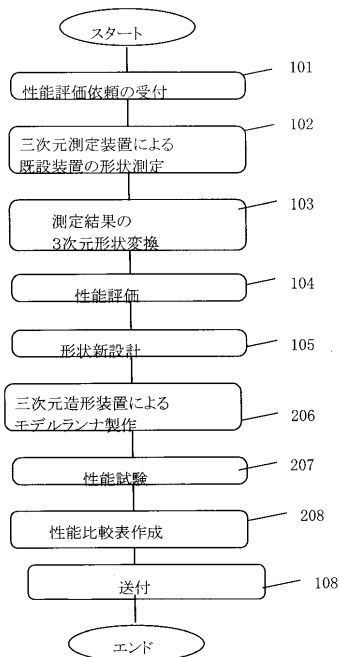
【図7】



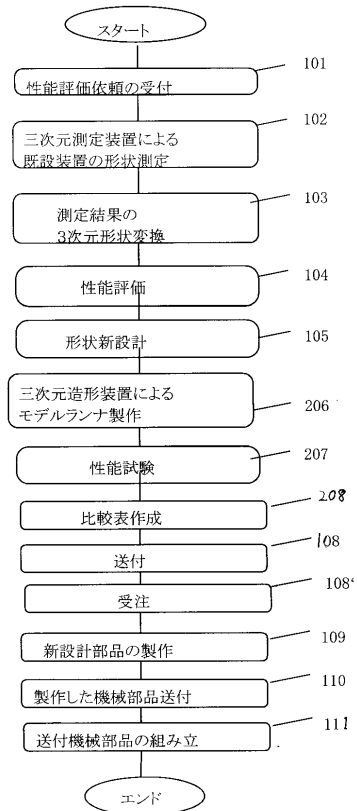
【図8】



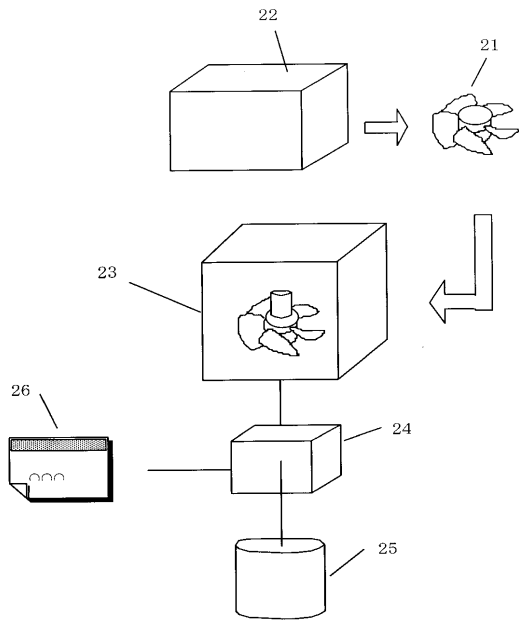
【図9】



【図10】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-330627(JP,A)
特開平07-182541(JP,A)
特開平10-000627(JP,A)
特開平06-109593(JP,A)
Randall Warniers, "パーフェクトモデリング" 3次元写真"を作るための3次元デジタイザ/点群
モデラー最新動向, 日経CG, 日経BP社, 2000年 9月 8日, vol.168, p.156-161
- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06F 17/50