

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5318650号
(P5318650)

(45) 発行日 平成25年10月16日(2013.10.16)

(24) 登録日 平成25年7月19日(2013.7.19)

(51) Int.Cl.		F I		
G06F 17/50	(2006.01)	G06F 17/50	624A	
G06T 17/00	(2006.01)	G06T 17/00		
G06T 19/00	(2011.01)	G06T 19/00	A	

請求項の数 2 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2009-108301 (P2009-108301)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成21年4月27日 (2009.4.27)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2010-257337 (P2010-257337A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成22年11月11日 (2010.11.11)	(74) 代理人	100077665
審査請求日	平成23年11月24日 (2011.11.24)		弁理士 千葉 剛宏
		(74) 代理人	100116676
			弁理士 宮寺 利幸
		(74) 代理人	100142066
			弁理士 鹿島 直樹
		(74) 代理人	100149261
			弁理士 大内 秀治
		(72) 発明者	篠▲崎▼ 宏明
			栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6番地1 ホン ダエンジニアリング株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ワークモデル作成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

実際に製造された製品を実計測して得られ、且つ、コンピュータの三次元仮想空間上の点群で構成される製品モデルの前記点群を間引いてワークモデルを作成するワークモデル作成方法であって、

前記コンピュータが備える差異算出手段が、前記製品モデルと、面で形成される前記製品の理想ワークのモデルとを、前記コンピュータの三次元仮想空間上で比較して、前記実計測した点毎に、前記理想ワークのモデル上において、且つ、前記実計測した点に対応する点を基準に、前記実計測した前記点の前記基準からの差異を求める差異算出ステップと、

前記コンピュータが備える等差異線想定手段が、同じ差異の点を結ぶ仮想の等差異線であって、且つ、隣接する等差異線の差異から任意の幅だけ違った差異の等差異線を想定する等差異線想定ステップと、

前記コンピュータが備える点選択手段が、想定された等差異線毎に、その線上において、隣り合う距離が点選択距離である点群を選択する点選択ステップと、

前記コンピュータが備える記憶手段が、前記点選択ステップで選択された点群を、ワークモデルとして記憶媒体に記憶するワークモデル記憶ステップとを有することを特徴とするワークモデル作成方法。

【請求項2】

請求項1記載のワークモデル作成方法において、

前記等差異線想定ステップは、
前記製品を構成する点群における 2 点間の最長距離の 1 / 2 に相当する距離を前記差異とする基準の等差異線を想定するステップと、

前記基準の等差異線から遠ざかる複数の等差異線を順次想定するステップとを有し、隣接する前記等差異線間の前記幅は、前記基準の等差異線における前記差異の 1 / n (n = 2 , 3 , 4 , . . .) に相当する距離であり、

前記点選択ステップにおける前記点選択距離は、前記製品モデルを構成する点群における 2 点間の最短距離に相当する距離であることを特徴とするワークモデル作成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、コンピュータの三次元仮想空間上のワークの面で形成されるモデルを構成する点群を間引いてワークモデルを作成するワークモデル作成方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近時、同じ製品を複数作製する必要がある場合に、例えば数値制御 (N C) による機械の加工法 (N C 加工法) が使用される。

【0003】

N C 加工法は、先ず、製品の三次元モデル (コンピュータの三次元仮想空間上の三次元モデル) を作成し、この三次元モデルに基づいて、切削工具の刃先の動作を座標によって定義した N C プログラムを作成し、作成された N C プログラムを N C 装置にインストールして、該 N C プログラムを動作させることによって行われる。すなわち、N C 装置では、N C プログラムに基づいて N C 装置に内蔵されたサーボモータが駆動することで、工具やワークが動作し、加工が行なわれることになる。

20

【0004】

製品の三次元モデルの作成については、製品を非接触式もしくは接触式の変位センサにより計測した点群の位置に基づいて、コンピュータの三次元仮想空間上に、多数の面で構成される三次元モデルを作成したり、製品をカメラにて撮像し、その撮像画像 (二次元イメージ) に基づいて、多数の面で構成される三次元モデルを作成するようにしている。後者の方法としては、二次元イメージを基にした三次元モデリング手法 (例えば特許文献 1 及び 2 参照) によって三次元モデルを作成することが挙げられる。また、コンピュータの三次元仮想空間上の点群の位置情報から元の形状に復元する方法として特許文献 3 による方法が挙げられる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特許第 3 7 3 9 2 0 9 号公報

【特許文献 2】特許第 3 8 0 5 1 2 0 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 4 - 3 0 2 2 6 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、このような三次元モデルは、点群を構成する点の数が大量 (9 0 万点以上) であることから、三次元モデルから C A M (C o m p u t e r A i d e d M a n u f a c t u r i n g) システム等で、N C プログラムを作成する際には、コンピュータに過度に負荷をかけることや、長大な計算時間がかかるおそれがある。また、C A E (C o m p u t e r A i d e d E n g i n e e r i n g) システム等で、加工精度検証や、凝固・熱収縮等の歪をシミュレートする際に、コンピュータに過度に負荷をかけることや、長大な計算時間がかかるおそれもある。もちろん、上述した特許文献 1 ~ 3 においても、二次元イメージを基にして三次元モデルを作成したり、三次元仮想空間上の点群の位置情

50

報から元の形状に復元する際に、コンピュータに過度に負荷がかかり、また、長大な計算時間がかかるおそれがある。

【 0 0 0 7 】

そこで、大量の点群を間引いて、コンピュータの三次元仮想空間上に作成される三次元モデルの情報量を軽減することが求められるが、単純に点を間引いただけでは、残された点群で、製品の加工精度検証や、凝固・熱収縮等の歪等の物理的現象をシミュレートする際に、点が疎らなところは、正しく物理的現象が再現されていないという問題が生じるおそれがある。

【 0 0 0 8 】

本発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、間引いた後の残された点群において、局部的に点が疎らに配されるということがなく、点の密度をほぼ一定にすることができ、残された点群で、製品の加工精度検証や、凝固・熱収縮等の歪等の物理的現象をシミュレートしても、正しく物理的現象を再現することができるワークモデル作成方法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】

【 0 0 0 9 】

第1の本発明に係るワークモデル作成方法は、実際に製造された製品を実計測し、実計測された前記製品を構成する点群で形成されるモデルと、面で形成される前記製品の理想ワークのモデルとを、コンピュータの三次元仮想空間上で比較して、前記実計測した点毎に、前記理想ワークのモデル上であって、且つ、前記実計測した点に対応する点を基準に、前記実計測した前記点の前記基準からの差異を求める差異算出ステップと、同じ差異の点を結ぶ仮想の等差異線であって、且つ、隣接する等差異線の差異から任意の幅だけ違った差異の等差異線を想定する等差異線想定ステップと、想定された等差異線毎に、その線上であって、隣り合う距離が点選択距離である点群を選択する点選択ステップと、前記製品を構成する点群を、前記点選択ステップで選択された点群に置き換える点群置き換えステップと、前記点群置き換えステップにて点群が置き換えられたワークモデルを記憶媒体に記憶するワークモデル記憶ステップとを有することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

これにより、間引いた後の残された点群において、局部的に点が疎らに配されるということがなく、点の密度をほぼ一定にすることができ、残された点群で、製品の加工精度検証や、凝固・熱収縮等の歪等の物理的現象をシミュレートしても、正しく物理的現象を再現することができる。

【 0 0 1 1 】

次に、第2の本発明に係るワークモデル作成方法は、実際に製造された製品を実計測して得られ、且つ、コンピュータの三次元仮想空間上の点群で構成される製品モデルの前記点群を間引いてワークモデルを作成するワークモデル作成方法であって、前記三次元仮想空間上に基準位置を設定する基準位置設定ステップと、設定された前記基準位置に、重心位置が前記基準位置と一致する基準の立方体を配置する基準立方体配置ステップと、前記基準の立方体と同じ大きさの複数の立方体を、前記基準の立方体を起点とし、且つ、各立方体の線分が一直線上に並ぶように、立体的に並べる立方体配列ステップと、前記立方体毎に行われ、前記三次元モデルを構成する点群であって、且つ、当該立方体の中に存在する点群のうち、当該立方体の重心位置から最も近い点を選択する点群選択ステップと、前記三次元モデルを構成する点群から、前記選択された点群以外の点群を削除する点群削除ステップと、前記選択された点群に基づいて構成された複数の面で形成される第1ワークモデルを記憶媒体に記憶する第1記憶ステップと、前記製品モデルと前記第1ワークモデルとを、コンピュータの三次元仮想空間上で比較して、前記実計測した点毎に、前記第1ワークモデル上であって、且つ、前記実計測した点に対応する点を基準に、前記実計測した前記点の前記基準からの差異を求める差異算出ステップと、同じ差異の点を結ぶ仮想の等差異線であって、且つ、隣接する等差異線の差異から任意の幅だけ違った差異の等差異線を想定する等差異線想定ステップと、想定された等差異線毎に、その線上であって、隣

10

20

30

40

50

り合う距離が点選択距離である点群を選択する点選択ステップと、前記製品を構成する点群を、前記点選択ステップで選択された点群に置き換える点群置き換えステップと、前記点群置き換えステップにて点群が置き換えられた第2ワークモデルを記憶媒体に記憶する第2記憶ステップとを有することを特徴とする。

【0012】

すなわち、最初に、コンピュータの三次元仮想空間上に、基準の立方体を設置し、その後、製品モデルに対して、基準の立方体と同じ大きさの立方体を多数配列するようにしたので、製品モデルを構成する点群であって、各立方体の中に存在する点群の中から、それぞれ最も有用な点を選ぶことができる。そのため、立方体の中に存在し、且つ、選ばれなかった点を製品モデルから削除することができる。選ばれた点群に基づいて作成されたワークモデルは、製品モデルと比較して当然に情報量が少ないことから、例えばCAMシステム等でNCプログラムを作成する際に、コンピュータに過度に負荷をかけることなく、また、長大に計算時間がかかるといったことを低減することができる。

10

【0013】

また、基準の立方体を起点とし、且つ、各立方体の線分が一直線上に並ぶように、立体的に並べる処理は、コンピュータ上において比較的容易にできるため、処理の高速化も図ることができる。

【0014】

また、点群削除ステップにて不要な点群を削除した後の点のピッチは、製品モデルにおける点のピッチの5倍～10倍のピッチとなる。しかも、各立方体の同じ条件の位置（ここでは重心位置）を基準に点を選択したので、選択された点群は、ほぼ同じピッチで並んだ点で構成されることになる。すなわち、不要な点を削除した後に残された点群において、局部的に点が疎らに配されるといったことがなく、点の密度をほぼ一定にすることができる。その結果、面で構成されたワークモデルを作成することができ、しかも、ワークモデルの再現性を向上させることができる。

20

【0015】

さらに、第2の本発明では、面で構成されたワークモデルを基準とし、該ワークモデルに対して複数の等差異線を段階的に想定し、各等差異線上の点であって、且つ、隣り合う距離が点選択距離である点を選択し、選択された点群を製品モデルを構成する点群として置き換えるようにしたので、置き換えられた点群によるワークモデルは、製品モデルと比較して当然に情報量が少ないことから、例えばCAMシステム等でNCプログラムを作成する際や、CAE（Computer Aided Engineering）システム等で、加工精度検証や、凝固・熱収縮等の歪をシミュレートする際に、コンピュータに過度に負荷をかけることなく、また、長大に計算時間がかかるといったことを低減することができる。

30

【0016】

また、上述したように、製品モデルを構成する点群であって、各立方体の中に存在する点群の中から、それぞれ最も有用な点を選んで構成されたワークモデルを基準に、複数の等差異線を段階的に想定するようにしたので、各面において、疎らに点群が置き換えられるということがなく、しかも、隣り合う点の距離を一定の距離（点選択距離）に設定したので、置き換えられた点群において、局部的に点が疎らに配されるといったことがなく、点の密度をほぼ一定にすることができる。その結果、置き換えられた点群によるワークモデルから、面で構成された三次元モデルを作成することができ、しかも、三次元モデルの再現性を向上させることができる。

40

【0017】

また、置き換えられた点群によるワークモデルでは、各等差異線上に配置された点群がある一定の密度になっていることから、置き換えられた点群によるワークモデルを用いて、加工精度検証や、凝固・熱収縮等の歪をシミュレートした際に、実際の金型の熱膨張や、製品の熱収縮に対して精度の高い結果（より現実に近い結果）を得ることができる。

【0018】

50

上述の第1及び第2の本発明において、前記等差異線想定ステップにおける前記差異は、前記製品を構成する点群における2点間の最長距離の1/2に相当する距離であり、前記等差異線想定ステップにて想定される複数の仮想の等差異線間の前記幅は、前記差異の $1/n$ ($n=2, 3, 4, \dots$)に相当する距離であり、前記点選択ステップにおける前記点選択距離は、前記製品モデルを構成する点群における2点間の最短距離に相当する距離であることが好ましい。

【0019】

上述の第2の本発明において、前記基準位置設定ステップは、前記製品モデルを構成する点群の各三次元座標の原点となる位置に、前記基準位置を設定すれば、基準の立方体の配置や多数の立方体の配列処理を容易に行うことができる。

【発明の効果】

【0020】

以上説明したように、本発明に係るワークモデル作成方法によれば、間引いた後の残された点群において、局部的に点が疎らに配されるということがなく、点の密度をほぼ一定にすることができ、残された点群で、製品の加工精度検証や、凝固・熱収縮等の歪等の物理的現象をシミュレートしても、正しく物理的現象を再現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本実施の形態に係るワークモデル作成方法を実現するコンピュータシステムの一例を示すブロック図である。

【図2】コンピュータシステムにおけるコンピュータの構成を示すブロック図である。

【図3】第1ワークモデル処理手段の構成を示す機能ブロック図である。

【図4】第1ワークモデル処理手段での処理動作を示すフローチャートである。

【図5】コンピュータの三次元仮想空間上に基準位置を設定し、設定された基準位置に、重心位置が基準位置と一致する基準の立方体を配置した状態を示す説明図である。

【図6】基準の立方体を起点とし、且つ、各立方体の線分が一直線上に並ぶように、立体的に並べた状態を示す説明図である。

【図7】図7Aは製品モデルを構成する点群のうち、各立方体の中に存在する点群を抽出する処理を概念的に示す図であり、図7Bは選択された点群以外の点群を削除する処理を概念的に示す図である。

【図8】第2ワークモデル処理手段の構成を示す機能ブロック図である。

【図9】第2ワークモデル処理手段での処理動作を示すフローチャート(その1)である。

【図10】第2ワークモデル処理手段での処理動作を示すフローチャート(その2)である。

【図11】対象となっている点と、検索された面上の基準点との差異を求める原理を示す概念図である。

【図12】面の外方の仮想の等差異線であって、面から遠ざかる及び面に近づく等差異線の想定、並びに面の内方の仮想の等差異線であって、面から遠ざかる及び面に近づく等差異線の想定を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明に係るワークモデル作成方法の実施の形態例を図1～図12を参照しながら説明する。

【0023】

本実施の形態に係るワークモデル作成方法は、図1に示すコンピュータシステム10によって実現される。このコンピュータシステム10は、図1に示すように、コンピュータ12と、各種ワークモデル等が記憶されたデータベースDBがネットワーク14を介して接続されて構成されている。コンピュータ12には、キーボードや座標入力装置(マウス等)の入力装置16と、表示装置18とがそれぞれ接続されている。

【 0 0 2 4 】

コンピュータ 1 2 は、図 2 に示すように、各種プログラムの動作用並びにデータの転送用として使用されるメインメモリ 2 0 と、各種プログラムにて作成された表示用の画像データが記録されるが画像メモリ 2 2 と、外部機器とのデータのやりとりを行う入出力ポート 2 4 と、プログラムの実行処理を行う CPU 2 6 とを有する。これらメインメモリ 2 0、画像メモリ 2 2、入出力ポート 2 4 及び CPU 2 6 は、システムバス 2 8 を通じて接続されている。

【 0 0 2 5 】

入出力ポート 2 4 には、上述した入力装置 1 6 と、表示装置 1 8 と、CPU 2 6 からの指令に基づいてハードディスク 3 0 に対してアクセスを行うハードディスクドライブ (HDD) 3 2 と、ネットワーク 1 4 とが少なくとも接続されている。

10

【 0 0 2 6 】

ハードディスク 3 0 には、OS やアプリケーションプログラム並びに各種データが記録されている。また、アプリケーションプログラムとしては、既存の文書作成プログラム、表計算プログラムや CAD プログラムのほか、本実施の形態に係るワークモデル作成方法を実現するワークモデル作成プログラム等がある。

【 0 0 2 7 】

ワークモデル作成プログラムは、コンピュータシステム 1 0 を、コンピュータの三次元仮想空間上の三次元モデルを構成する点群を間引いて面で構成された第 1 ワークモデルや点群で構成されたワークモデルを作成するワークモデル作成手段として機能させるためのプログラムである。

20

【 0 0 2 8 】

ここで、本実施の形態に係るワークモデル作成手段について説明する。

【 0 0 2 9 】

先ず、図 1 に示すように、データベース DB には、実際に製造された製品を実計測し、実計測された製品を構成する点群で形成される製品モデルの情報が格納されている。具体的には、製品モデルを構成する点群の各点毎の三次元座標が登録された点群情報テーブル 4 0 等が格納されている。

【 0 0 3 0 】

そして、本実施の形態に係るワークモデル作成手段は、図 3 に示す第 1 ワークモデル処理手段 4 2 A と、図 8 に示す第 2 ワークモデル処理手段 4 2 B とを有する。第 1 ワークモデル処理手段 4 2 A は、製品モデルに基づいて面で形成される理想ワークのモデルを作成し、第 2 ワークモデル処理手段 4 2 B は、製品モデルと面で形成される理想ワークのモデルとに基づいて、製品モデルを構成する点群を効率よく間引き、且つ、点の密度がほぼ一定の点群で構成された製品モデルに置き換える処理を行う。

30

【 0 0 3 1 】

すなわち、第 1 ワークモデル処理手段 4 2 A は、図 3 に示すように、データベース DB から点群情報テーブル 4 0 を読み出して、例えばハードディスク 3 0 (図 2 参照) に記録する第 1 テーブル読出手段 4 6 と、コンピュータ 1 2 の三次元仮想空間 (x y z 直交座標) 上に基準位置を設定する基準位置設定手段 4 8 と、設定された基準位置 5 0 (図 5 参照) に、重心位置が基準位置 5 0 と一致する基準の立方体 5 2 (基準立方体: 図 5 参照) を配置する基準立方体配置手段 5 4 と、基準の立方体 5 2 と同じ大きさの複数の立方体 5 2 (図 6 参照) を、基準の立方体 5 2 を起点とし、且つ、各立方体 5 2 の線分が一直線上に並ぶように、立体的に並べる立方体配列手段 5 6 と、立方体 5 2 毎に行い、製品モデル 4 4 を構成する点群であって、且つ、当該立方体 5 2 の中に存在する点群のうち、当該立方体 5 2 の重心位置から最も近い点を選択する点群選択手段 5 8 と、製品モデル 4 4 を構成する点群から、選択された点群以外の点群を削除する点群削除手段 6 0 と、選択された点群に基づいて複数の面で形成される第 1 ワークモデルを作成する第 1 ワークモデル作成手段 6 2 と、第 1 ワークモデルをデータベース DB に記憶する第 1 ワークモデル記憶手段 6 4 とを有する。

40

50

【 0 0 3 2 】

点群選択手段 5 8 は、点群情報テーブル 4 0 (図 3 参照) に登録された各三次元座標と点群の選択対象となっている当該立方体 5 2 の各頂点の三次元座標とに基づいて、製品モデル 4 4 を構成する点群のうち、当該立方体 5 2 の中に存在する点群を抽出する点群抽出手段 6 6 と、抽出した点群の各三次元座標と当該立方体 5 2 の重心位置の三次元座標とに基づいて、当該立方体 5 2 の重心位置から最も近い点を選択する第 1 点選択手段 6 8 と、第 1 点選択手段 6 8 にて選択された複数の点 (選択された点群) の各三次元座標を選択点群情報テーブル 7 0 に登録するテーブル登録手段 7 2 とを有する。

【 0 0 3 3 】

次に、本実施の形態に係るワークモデル作成方法、特に、複数の面で形成される第 1 ワークモデルを作成する方法 (第 1 ワークモデル処理手段 4 2 A での処理) について、図 4 ~ 図 7 B も参照しながら説明する。

10

【 0 0 3 4 】

まず、図 4 のステップ S 1 において、第 1 テーブル読出手段 4 6 は、データベース DB から点群情報テーブル 4 0 を読み出してハードディスク 3 0 に記録する。

【 0 0 3 5 】

その後、図 4 のステップ S 2 において、基準位置設定手段 4 8 は、図 5 に示すように、コンピュータ 1 2 の三次元仮想空間上に基準位置 5 0 を設定する。基準位置 5 0 は、任意の位置に設定することができるが、本実施の形態では、演算が簡単になるように、製品モデル 4 4 を構成する点群の各点毎の三次元座標の原点となる位置に基準位置 5 0 を設定するようにしている。

20

【 0 0 3 6 】

その後、図 4 のステップ S 3 において、基準立方体配置手段 5 4 は、図 5 に示すように、設定された基準位置 5 0 に、重心位置が基準位置 5 0 と一致する基準の立方体 5 2 (基準立方体) を配置し、配置した基準の立方体 5 2 の各頂点の三次元座標と重心位置の三次元座標とを基準立方体情報テーブル 7 4 (図 3 参照) に登録する。

【 0 0 3 7 】

その後、図 4 のステップ S 4 において、立方体配列手段 5 6 は、図 6 に示すように、基準の立方体 5 2 と同じ大きさの複数の立方体 5 2 を、基準の立方体 5 2 を起点とし、且つ、各立方体 5 2 の線分が一直線上に並ぶように、立体的に並べる。そして、立体的に並べた複数の立方体 5 2 の各頂点の三次元座標と各重心位置の三次元座標とをそれぞれ立方体情報テーブル 7 6 (図 3 参照) に登録する。また、配列した立方体 5 2 の数をレジスタに格納する。

30

【 0 0 3 8 】

その後、点群選択手段 5 8 での処理に入る。すなわち、図 4 のステップ S 5 において、点群選択手段 5 8 は、立方体 5 2 の検索用インデックス i に初期値「 1 」を格納する。

【 0 0 3 9 】

その後、図 4 のステップ S 6 において、点群選択手段 5 8 は、立方体情報テーブル 7 6 の i 番目のレコードから i 番目の立方体 5 2 の重心位置の三次元座標と、各頂点の三次元座標とを読み出す。

40

【 0 0 4 0 】

その後、図 4 のステップ S 7 において、点群抽出手段 6 6 は、ハードディスク 3 0 上の点群情報テーブル 4 0 に登録された各三次元座標と、 i 番目の立方体 5 2 の各頂点の三次元座標とに基づいて、製品モデル 4 4 を構成する点群のうち、 i 番目の立方体 5 2 の中に存在する点群を抽出する。例えば図 7 A に示すように、3 つの立方体 (第 1 立方体 5 2 a ~ 第 3 立方体 5 2 c) を考えたとき、第 1 立方体 5 2 a では 3 つの点 $T a 1 \sim T a 3$ が抽出され、第 2 立方体 5 2 b では 3 つの点 $T b 1 \sim T b 3$ が抽出され、第 3 立方体 5 2 c では 3 つの点 $T c 1 \sim T c 3$ が抽出される。

【 0 0 4 1 】

その後、図 4 のステップ S 8 において、第 1 点選択手段 6 8 は、抽出した点群の各三次

50

元座標と*i*番目の立方体52の重心位置の三次元座標とに基づいて、*i*番目の立方体52の重心位置から最も近い点を選択する。例えば図7Aの例で説明すると、第1立方体52aでは、抽出された3つの点T a 1 ~ T a 3のうち、該第1立方体52aの重心位置に最も近い1つの点T a 1が選択され、第2立方体52bでは、抽出された3つの点T b 1 ~ T b 3のうち、該第2立方体52bの重心位置に最も近い1つの点T b 2が選択され、第3立方体52cでは、抽出された3つの点T c 1 ~ T c 3のうち、該第3立方体52cの重心位置に最も近い1つの点T c 3が選択される。なお、当該立方体52の中に存在する点群のうち、当該立方体52の重心位置から最も近い点が2以上存在する場合は、点群の削減を考慮すれば、そのうちの1つの点を選択することが好ましい。1つの点を選択する方法としては、乱数を用いてもよいし、最初に選択した点としてもよい。

10

【0042】

その後、図4のステップS9において、テーブル登録手段72は、第1点選択手段68にて選択された1つの点の三次元座標を選択点群情報テーブル70に登録する。

【0043】

その後、図4のステップS10において、検索用インデックスを+1更新する。その後、ステップS11において、全ての立方体52について点の選択処理が終了したか否かが判別される。この判別は、検索用インデックス*i*の値が配列された立方体52の数(レジスタに格納された値)以上であるかどうかで行われる。

【0044】

全ての立方体52について点の選択処理が終了していなければ、上述したステップS6に戻り、該ステップS6以降の処理を繰り返す。そして、全ての立方体52について点の選択処理が終了した段階で、次のステップS12に進み、点群削除手段60は、製品モデル44を構成する点群のうち、選択点群情報テーブル70に登録された複数の三次元座標に対応する点群以外の点群を削除する。具体的には、ハードディスク30上の点群情報テーブル40に登録された点群の各三次元座標のうち、選択点群情報テーブル70に登録された複数の三次元座標に対応する点群以外の点群の三次元座標を削除する。これにより、例えば図7Bに示すように、第1立方体52aでは、1つの点T a 1だけが残り、第2立方体52bでは、1つの点T b 2だけが残り、第3立方体52cにおいても、1つの点T c 3だけが残ることになる。

20

【0045】

その後、図4のステップS13において、第1ワークモデル作成手段62は、点群削除手段60にて処理された後の点群情報テーブル40に登録された複数の三次元座標に対応する点群に基づいて、複数の面で形成される第1ワークモデルを作成する。具体的には、面単位に、当該面を構成する複数の頂点の各三次元座標を求めて、第1ワークモデル情報テーブル78(図3参照)の該当レコードに登録するという処理を行う。

30

【0046】

その後、図4のステップS14において、第1ワークモデル記憶手段64は、作成された第1ワークモデル(第1ワークモデル情報テーブル78)をデータベースDBに記憶する。

【0047】

このステップS14での処理が終了した段階で、本実施の形態に係るワークモデル作成方法、特に、複数の面で形成される第1ワークモデルを作成する方法が終了する。

40

【0048】

このように、本実施の形態に係るワークモデル作成方法においては、最初に、コンピュータ12の三次元仮想空間上に、基準の立方体52を設置し、その後、製品モデル44に対して、基準の立方体52と同じ大きさの立方体52を多数配列するようにしたので、製品モデル44を構成する点群であって、各立方体52の中に存在する点群の中から、それぞれ最も有用な点を選ぶことができる。図7A及び図7Bの例では、第1立方体52a ~ 第3立方体52cにおいて、それぞれ第1立方体52a ~ 第3立方体52cの各重心位置に最も近い点を選択するようにしている。そのため、立方体52の中に存在し、且つ、選

50

ばれなかった点を製品モデル 4 4 から削除することができる。選ばれた点群に基づいて作成された第 1 ワークモデルは、製品モデル 4 4 と比較して当然に情報量が少ないことから（例えば 90 万点あった点群を 6 万点まで削減）、例えば C A M システム等で N C プログラムを作成する際に、コンピュータ 1 2 に過度に負荷をかけることなく、また、長大に計算時間がかかるといったことを低減することができる。

【 0 0 4 9 】

また、基準の立方体 5 2 を起点とし、且つ、各立方体 5 2 の線分が一直線上に並ぶように、立体的に並べる処理は、コンピュータ 1 2 上において比較的容易にできるため、処理の高速化も図ることができる。

【 0 0 5 0 】

また、図 7 A に示すように、製品モデル 4 4 における点のピッチ $P a$ は $0.1 \sim 1.0$ mm であるが、点群削除手段 6 0 にて不要な点群を削除した後においては、例えば図 7 B に示すように、点のピッチ $P b$ は、製品モデル 4 4 における点のピッチ $P a$ の 5 倍 \sim 10 倍のピッチ ($0.5 \sim 10.0$ mm) となる。しかも、各立方体 5 2 の同じ条件の位置（ここでは重心位置）を基準に点を選択したので、選択された点群は、ほぼ同じピッチ $P b$ で並んだ点で構成されることになる。すなわち、不要な点を削除した後に残された点群において、局部的に点が疎らに配されるということがなく、点の密度をほぼ一定にすることができる。その結果、第 1 ワークモデル作成手段 6 2 において、面で構成された三次元モデル（第 1 ワークモデル）を作成することができ、しかも、第 1 ワークモデルの再現性を向上させることができる。

【 0 0 5 1 】

次に、第 2 ワークモデル処理手段 4 2 B について図 8 ~ 図 1 2 を参照しながら説明する。この第 2 ワークモデル処理手段 4 2 B では、製品モデル 4 4（データベース D B に格納された点群情報テーブル 4 0）と第 1 ワークモデル処理手段 4 2 A で作成された第 1 ワークモデル（データベース D B に格納された第 1 ワークモデル情報テーブル 7 8）が使用される。

【 0 0 5 2 】

すなわち、第 2 ワークモデル処理手段 4 2 B は、図 8 に示すように、データベース D B から点群情報テーブル 4 0 と第 1 ワークモデル情報テーブル 7 8 とを読み出して、例えばハードディスク 3 0 に記録する第 2 テーブル読出手段 8 0 と、上述した製品モデル 4 4 と第 1 ワークモデルとを、コンピュータ 1 2 の三次元仮想空間上で比較して、実計測した点毎に、第 1 ワークモデル上において、且つ、実計測した点に対応する点を基準に、実計測した点の基準からの差異を求める差異算出手段 8 2 と、同じ差異の点を結ぶ仮想の等差異線であって、且つ、隣接する等差異線の差異から任意の幅だけ違った差異の等差異線を想定する等差異線想定手段 8 4 と、想定された等差異線毎に、その線上において、隣り合う距離が点選択距離である点群を選択する第 2 点選択手段 8 6 と、製品モデル 4 4 を構成する点群を、第 2 点選択手段 8 6 で選択された点群に置き換える点群置き換え手段 8 8 と、点群置き換え手段 8 8 にて点群が置き換えられた第 2 ワークモデル（点置換情報テーブル 9 0）をデータベース D B に記憶する第 2 ワークモデル記憶手段 9 2 とを有する。

【 0 0 5 3 】

次に、本実施の形態に係るワークモデル作成方法、特に、製品モデル 4 4 を構成する点群を選択された点群で置き換えられた第 2 ワークモデルを作成する方法（第 2 ワークモデル処理手段 4 2 B での処理）について、図 8 ~ 図 1 2 を参照しながら説明する。

【 0 0 5 4 】

まず、図 9 のステップ S 1 0 1 において、第 2 テーブル読出手段 8 0 は、データベース D B から点群情報テーブル 4 0 及び第 1 ワークモデル情報テーブル 7 8 を読み出してハードディスク 3 0 に記録する。

【 0 0 5 5 】

その後、差異算出手段 8 2 での処理に入る。すなわち、図 9 のステップ S 1 0 2 において、点群の検索用インデックス j に初期値「1」を格納する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 6 】

その後、ステップ S 1 0 3 において、ハードディスク D B の点群情報テーブル 4 0 から j 番目の点の情報（三次元座標）を読み出す。

【 0 0 5 7 】

その後、ステップ S 1 0 4 において、第 1 ワークモデル情報テーブル 7 8 に登録された各面の情報（面を構成する頂点の三次元座標）と、j 番目の点の情報（三次元座標）に基づいて、第 1 ワークモデルを構成する面のうち、j 番目の点に対応する面を検索する。

【 0 0 5 8 】

その後、ステップ S 1 0 5 において、前記ステップ S 1 0 4 にて検索された面の情報（面を構成する頂点の三次元座標）を読み出す。

10

【 0 0 5 9 】

その後、ステップ S 1 0 6 において、面の情報と j 番目の点の情報に基づいて、前記検索された面上にあって、且つ、j 番目の点に対応する点を基準点とし、j 番目の点の基準点からの差異を求める。具体的には、図 1 1 に示すように、j 番目の点 T j から面 S に対して法線 L m を引き、面 S と法線 L m との交点が基準点 t a となる。そして、法線 L m 上の j 番目の点 T j と基準点 t a 間の線分の長さ、すなわち差異を求める。この差異の算出は、予め面 S の情報（面 S を構成する頂点の三次元座標）と j 番目の点 T j の情報（三次元座標）がわかっているため、簡単に行うことができる。ところで、j 番目の点の面に対する位置関係は、図 1 1 に示すように、j 番目の点 T j が面 S の外方に位置している場合と、内方に位置している場合がある。そこで、j 番目の点 T j が面 S の外方に位置している場合は、差異の符号として「+」を付し、j 番目の点 T j が面 S の内方に位置している場合は、差異の符号として「-」を付す。これによって、差異を符号と共に確認することで、j 番目の点 T j の面 S に対する外方及び内方の位置関係がわかると共に、面 S からの差異もわかることとなる。

20

【 0 0 6 0 】

その後、図 9 のステップ S 1 0 7 において、j 番目の点の三次元座標と差異（符号付き）とを差異情報テーブル 9 4（図 8 参照）の j 番目のレコード（j レコード目）に格納する。

【 0 0 6 1 】

その後、図 9 のステップ S 1 0 9 において、インデックス j の値を + 1 更新する。

30

【 0 0 6 2 】

その後、ステップ S 1 1 0 において、点群情報テーブル 4 0 に登録された全ての点について処理が行われたか否かを判別する。この判別は、インデックス j の値が点群の総数以上であるかどうかで行われる。全ての点について処理されていなければ上述のステップ S 1 0 3 に戻り、該ステップ S 1 0 3 以降の処理を繰り返す。

【 0 0 6 3 】

そして、全ての点について処理が終了した段階で、差異算出手段 8 2 での処理が終了する。

【 0 0 6 4 】

その後、次のステップ S 1 1 0 に進み、等差異線想定手段 8 4 は、等差異線設定用のインデックス k に初期値「0」を格納する。

40

【 0 0 6 5 】

その後、ステップ S 1 1 1 において、等差異線想定手段 8 4 は、図 1 2 に示すように、面 S の外方の仮定の等差異線であって、面 S から遠ざかる等差異線 1 0 0 a を想定する。具体的には、予め設定した等高線の情報 A に（任意の幅の情報 B × インデックス k ）を加算した差異 D に仮定の等差異線 1 0 0 a を想定する。ここで、等高線の情報 A は、製品モデル 4 4 を構成する点群における 2 点間の最長距離の 1 / 2 に相当する距離に設定される。本実施の形態では、2 点間の最長距離を例えば 1 . 0 mm としているため、等高線の情報 A は 0 . 5 mm となる。任意の幅の情報 B は、等高線の情報 A の 1 / n（n = 2 , 3 , 4 , . . . ）に相当する距離であり、ここでは、例えば 0 . 0 2 mm としている。従って

50

、インデックス k の値が0のとき、面からの差異 D が等高線の情報 A に相当する等差異線が想定されることになり、順次、インデックス k の値が+1更新されるたびに、差異 D が任意の幅の情報 B だけ加算された等差異線 $100a$ が想定されていくことになる。

【0066】

その後、図9のステップ $S112$ において、第2点選択手段86は、差異情報テーブル94に登録された多数の点から、前記ステップ $S111$ にて想定された等差異線 $110a$ 上の点を、差異情報テーブル94に登録された差異の情報に基づいて検索し、該当する点の情報(三次元座標)をワークファイル102(図8参照)に格納する。

【0067】

その後、ステップ $S113$ において、第2点選択手段86は、ワークファイル102に格納された点のうち、隣り合った点の距離が点選択距離の点を選択する。点選択距離としては、製品モデル44を構成する点群における2点間の最短距離に相当する距離、例えば0.1mmが挙げられる。

【0068】

その後、ステップ $S114$ において、点群置き換え手段88は、選択された点の情報(三次元座標)を点置換情報テーブル90に順番に登録する。

【0069】

その後、ステップ $S115$ において、インデックス k の値を+1更新する。

【0070】

その後、ステップ $S116$ において、面の外方であって、且つ、面から遠ざかる方向の等差異線処理が終了したか否かを判別する。この判別は、差異 $(A + B \times j)$ が規定値、例えば0.6mm以上であるかどうかで行われる。処理が終了していなければ、上述したステップ $S111$ に戻り、該ステップ $S111$ 以降の処理を繰り返す。処理が終了していれば、次のステップ $S117$ 以降の処理に進み、今度は、面の外方であって、且つ、面に近づく方向の等差異線処理を行う。すなわち、ステップ $S117$ において、等差異線想定手段84は、等差異線設定用のインデックス k に「1」を格納する。

【0071】

その後、ステップ $S118$ において、等差異線想定手段84は、図12に示すように、面 S の外方の仮定の等差異線であって、面に近づく等差異線 $100b$ を想定する。具体的には、予め設定した等高線の情報 A に(任意の幅の情報 $B \times$ インデックス k)を減算した差異 D に仮定の等差異線 $100b$ を想定する。従って、インデックス k の値が1のとき、面からの差異 D が(等高線の情報 $A -$ 任意の幅の情報 B)に相当する等差異線が想定されることになり、順次、インデックス k の値が+1更新されるたびに、差異 D が任意の幅の情報 B だけ減算された等差異線 $100b$ が想定されていくことになる。

【0072】

ステップ $S119$ ～ステップ $S122$ での処理は、上述したステップ $S112$ ～ステップ $S115$ での処理と同様であり、想定された等差異線 $100b$ 毎に、その線上に位置する点が検索されてその点の情報がワークファイル102に格納され、さらに、ワークファイル102に格納された点において、隣り合う距離が点選択距離である点群が選択されて、その情報(三次元座標)が点置換情報テーブル90に順番に登録される。

【0073】

そして、ステップ $S123$ において、面の外方であって、且つ、面に近づく方向の等差異線処理が終了したか否かを判別する。この判別は、差異 $(A - B \times j)$ が0以下であるかどうかで行われる。処理が終了していなければ、上述したステップ $S118$ に戻り、該ステップ $S118$ 以降の処理を繰り返す。処理が終了していれば、図10のステップ $S124$ 以降の処理に進み、今度は、図12に示すように、面 S の内方であって、且つ、面 S から遠ざかる方向の等差異線 $100c$ を想定して上述と同様の処理を行う。すなわち、ステップ $S124$ ～ステップ $S130$ での処理は、上述した図9のステップ $S110$ ～ステップ $S116$ での処理と同様であり、想定された等差異線 $110c$ 毎に、その線上に位置する点が検索されてその点の情報がワークファイル102に格納され、さらに、ワークフ

10

20

30

40

50

ファイル102に格納された点において、隣り合う距離が点選択距離である点群が選択されて、その情報(三次元座標)が点置換情報テーブル90に順番に登録される。

【0074】

上述のステップS124～ステップS130での処理が終了した後、図10のステップS131以降の処理に進み、今度は、図12に示すように、面Sの内方であって、且つ、面Sに近づく方向の等差異線100dを想定して上述と同様の処理を行う。すなわち、ステップS131～ステップS137での処理は、上述した図9のステップS117～ステップS123での処理と同様であり、想定された等差異線100d毎に、その線上に位置する点が検索されてその点の情報がワークファイル102に格納され、さらに、ワークファイル102に格納された点において、隣り合う距離が点選択距離である点群が選択されて、その情報(三次元座標)が点置換情報テーブル90に順番に登録される。

10

【0075】

ステップS131～ステップS137での処理が終了した段階で、それぞれ想定された等差異線上の点であって、且つ、隣り合う距離が点選択距離である点の情報(三次元座標)が登録された第2ワークモデル(点置換情報テーブル90)が完成することとなる。そして、図10のステップS138において、第2ワークモデル記憶手段92は、点置換情報テーブル90を第2ワークモデルとしてデータベースDBに記憶する。

【0076】

このステップS138での処理が終了した段階で、本実施の形態に係るワークモデル作成方法、特に、製品モデル44を構成する点群を選択された点群で置き換えられた第2ワークモデルを作成する方法が終了する。

20

【0077】

このように、本実施の形態に係るワークモデル作成方法においては、面で構成された第1ワークモデルを基準とし、該第1ワークモデルに対して複数の等差異線を段階的に想定し、各等差異線上の点であって、且つ、隣り合う距離が点選択距離である点を選択し、選択された点群を製品モデル44を構成する点群として置き換えるようにしたので、置き換えられた点群による第2ワークモデルは、製品モデル44と比較して当然に情報量が少ないことから、例えばCAMシステム等でNCプログラムを作成する際や、CAE(Computer Aided Engineering)システム等で、加工精度検証や、凝固・熱収縮等の歪をシミュレートする際に、コンピュータに過度に負荷をかけることなく、また、長大に計算時間がかかるといったことを低減することができる。

30

【0078】

また、上述したように、製品モデル44を構成する点群であって、各立方体52の中に存在する点群の中から、それぞれ最も有用な点を選んで構成された第1ワークモデルを基準に、複数の等差異線を段階的に想定するようにしたので、各面において、疎らに点群が置き換えられるということがなく、しかも、隣り合う点の距離を一定の距離(点選択距離)に設定したので、置き換えられた点群において、局部的に点が疎らに配されるということがなく、点の密度をほぼ一定にすることができる。その結果、点群で構成された第2ワークモデルから、面で構成された三次元モデルを作成することができ、しかも、三次元モデルの再現性を向上させることができる。

40

【0079】

また、第2ワークモデルでは、各等差異線上に配置された点群がある一定の密度になっていることから、第2ワークモデルを用いて、加工精度検証や、凝固・熱収縮等の歪をシミュレートした際に、実際の金型の熱膨張や、製品の熱収縮に対して精度の高い結果(より現実に近い結果)を得ることができる。もちろん、加工精度検証や、凝固・熱収縮等の歪のほか、各種応力(熱応力、引っ張り応力、圧縮応力、曲げ応力、座屈応力等)に対する材料力学的な検証や、破壊力学的(金属疲労等)な検証等、規則性が存在すると想定される検証においても、現実の結果に近いシミュレーション結果を得ることができる。

【0080】

なお、本発明に係るワークモデル作成方法は、上述の実施の形態に限らず、本発明の要

50

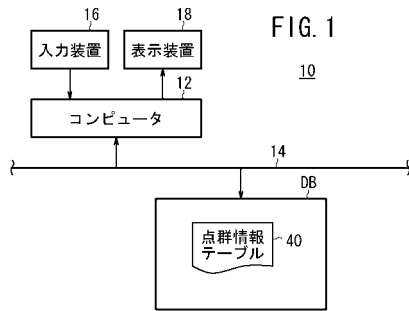
旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

【符号の説明】

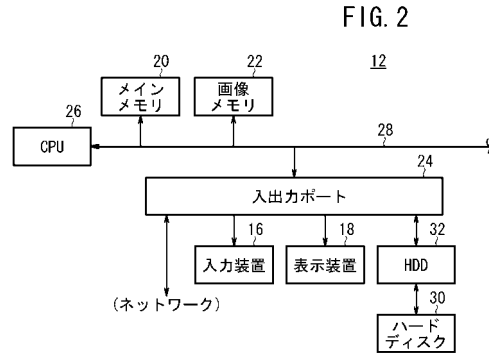
【 0 0 8 1 】

1 0 ... コンピュータシステム	
1 2 ... コンピュータ	
4 0 ... 点群情報テーブル	
4 2 A ... 第 1 ワークモデル処理手段	
4 2 B ... 第 2 ワークモデル処理手段	
4 4 ... 製品モデル	
4 8 ... 基準位置設定手段	10
5 0 ... 基準位置	
5 2 ... 立方体	
5 4 ... 基準立方体配置手段	
5 6 ... 立方体配列手段	
5 8 ... 点群選択手段	
6 0 ... 点群削除手段	
6 2 ... 第 1 ワークモデル作成手段	
6 4 ... 第 1 ワークモデル記憶手段	
6 6 ... 点群抽出手段	
6 8 ... 第 1 点選択手段	20
7 0 ... 選択点群情報テーブル	
7 2 ... テーブル登録手段	
7 8 ... 第 1 ワークモデル情報テーブル	
8 2 ... 差異算出手段	
8 4 ... 等差異線想定手段	
8 6 ... 第 2 点選択手段	
8 8 ... 点群置き換え手段	
9 0 ... 点置換情報テーブル	
9 2 ... 第 2 ワークモデル記憶手段	
9 4 ... 差異情報テーブル	30
1 0 0 a ~ 1 0 0 d ... 等差異線	

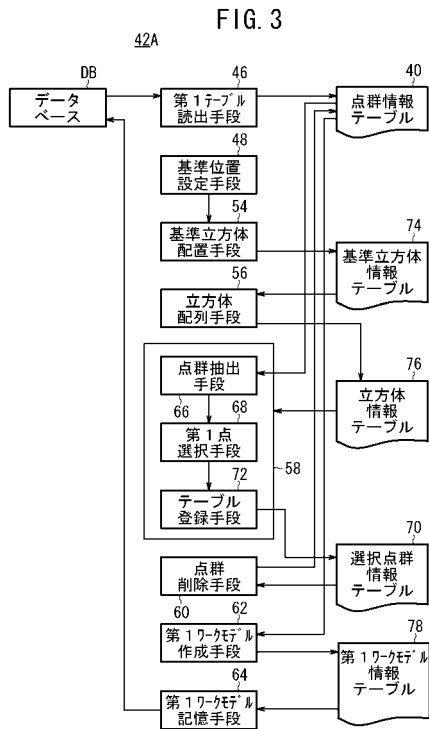
【図1】



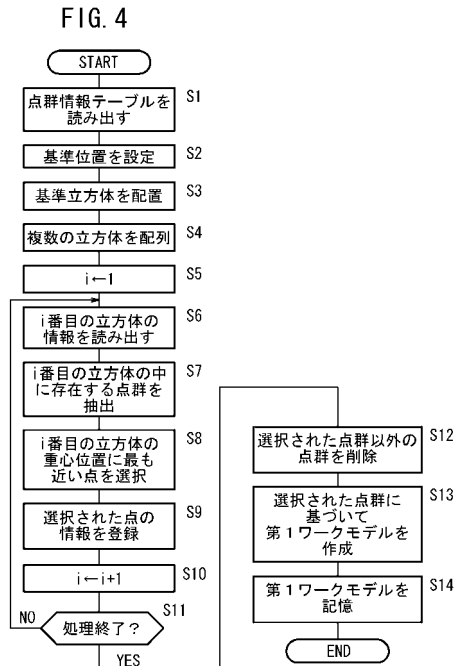
【図2】



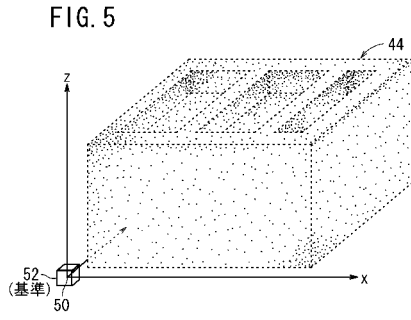
【図3】



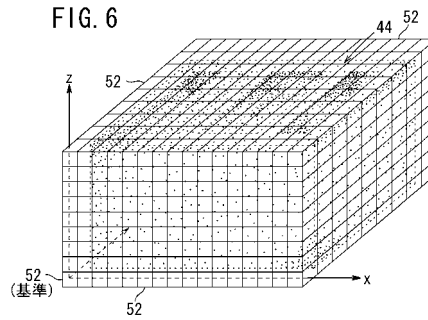
【図4】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

FIG. 7A

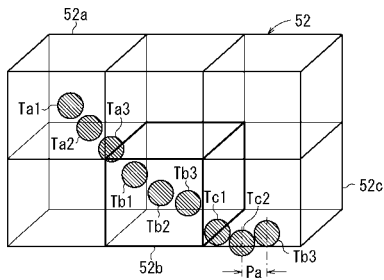
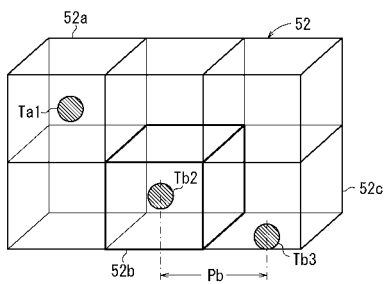
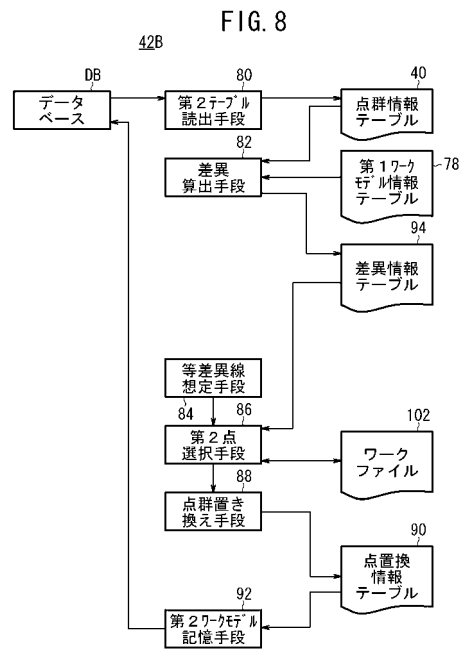


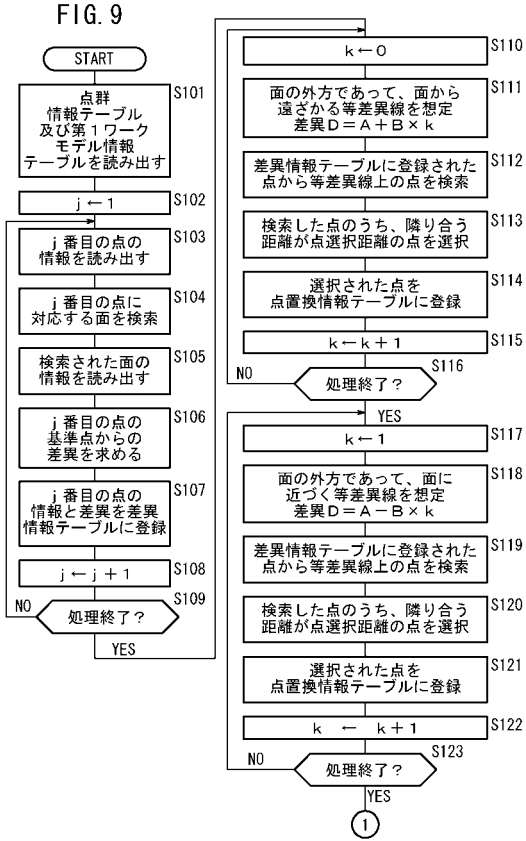
FIG. 7B



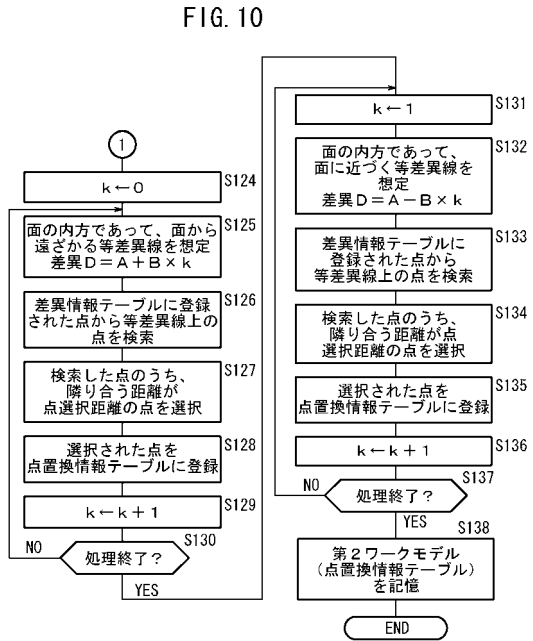
【 図 8 】



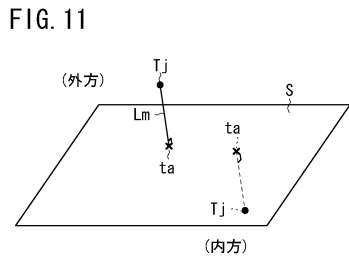
【図 9】



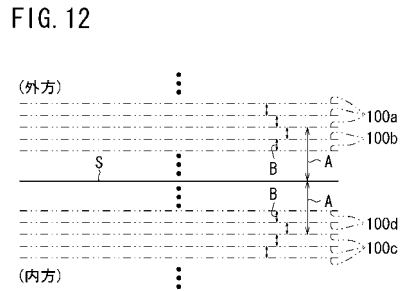
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

- (72)発明者 阿部 信雄
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6番地1 ホンダエンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 秋葉 裕幸
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6番地1 ホンダエンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 小平 浩志
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6番地1 ホンダエンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 藤谷 直之
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6番地1 ホンダエンジニアリング株式会社内

審査官 松浦 功

- (56)参考文献 特開平05-266212(JP,A)
特開2002-342785(JP,A)
特開2003-317112(JP,A)
特開平11-339071(JP,A)
特開2003-162549(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 17/50
G06T 15/00 - 19/20
G05B 19/4097