

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3663219号
(P3663219)

(45) 発行日 平成17年6月22日(2005.6.22)

(24) 登録日 平成17年4月1日(2005.4.1)

(51) Int. Cl.⁷

G06F 17/50

F I

G06F 17/50 604

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願平6-199978	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成6年8月24日(1994.8.24)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開平8-63495		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成8年3月8日(1996.3.8)	(74) 代理人	100090516
審査請求日	平成11年7月30日(1999.7.30)		弁理士 松倉 秀実
審査番号	不服2001-18254(P2001-18254/J1)	(74) 代理人	100113608
審査請求日	平成13年10月11日(2001.10.11)		弁理士 平川 明
		(74) 代理人	100105407
			弁理士 高田 大輔
		(74) 代理人	100089244
			弁理士 遠山 勉
		(72) 発明者	永倉 正浩
			静岡県静岡市伝馬町16番地の3 株式会 社富士通静岡エンジニアリング内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 幾何拘束条件表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

三次元空間内に複数個の三次元図形を配置する際に、複数の三次元図形相互の位置関係を規定する幾何拘束条件を表示する幾何拘束条件表示装置において、

前記三次元図形の立体形状データを格納する第1の格納手段と、

複数個の三次元図形相互の位置関係を規定する幾何拘束条件を格納する第2の格納手段と、

前記幾何拘束条件を視覚的に表示するための幾何拘束表示データを作成する幾何拘束表示データ処理部と、

前記第1の格納手段に格納された複数個の三次元図形を第2の格納手段に格納された前記幾何拘束条件によって定められる位置関係にて三次元空間内に配置された状態を表示するとともに、表示された三次元図形を構成する前記各要素のうち前記幾何拘束条件によって位置規制された要素とその拘束の種類とを特定する表示を全幾何拘束条件に関して行う表示手段とを備え、

前記表示手段は、前記第2の格納手段に格納された前記複数の幾何拘束条件によって前記複数個の三次元図形間の位置関係が確定した場合には、前記幾何拘束条件によって位置規制された要素とその拘束の種類とを特定する表示を確定前とは異なった態様で行うことを特徴とする幾何拘束条件表示装置。

【請求項2】

前記幾何拘束条件を入力する入力部と、前記入力部によって入力された幾何拘束条件に従

10

20

って、前記第2の格納手段に格納されている前記幾何拘束条件を更新する幾何拘束編集処理部を更に備えたことを特徴とする請求項1記載の幾何拘束条件表示装置。

【請求項3】

前記入力部は、特定の幾何拘束条件を削除する旨の入力を受けることが可能であり、前記幾何拘束編集処理部は、前記入力部が前記幾何拘束条件を削除する旨の入力を行った場合には、特定された幾何拘束条件を前記第2の格納手段内から削除することを特徴とする請求項2記載の幾何拘束条件表示装置。

【請求項4】

前記表示手段は、前記第2の格納手段に格納されている前記幾何拘束条件が前記幾何拘束編集処理部によって更新された場合には、前記更新後の幾何拘束条件に従って前記複数の三次元図形間の位置関係を定めるとともに、前記更新後の幾何拘束条件によって位置規制された要素とその拘束の種類とを特定する表示を行うことを特徴とする請求項2又は3記載の幾何拘束条件表示装置。

10

【請求項5】

前記表示手段は、前記幾何拘束条件によって位置規制された一対の要素間を線で結ぶことにより、それら各要素の特定を行うことを特徴とする請求項1記載の幾何拘束条件表示装置。

【請求項6】

前記表示手段は、前記幾何拘束条件によって位置規制された要素上に、その幾何拘束の種類に対応した記号又は数字を表示することにより、拘束の種類を特定する表示を行うことを特徴とする請求項5記載の幾何拘束条件表示装置。

20

【請求項7】

前記表示手段は、前記複数の三次元図形の位置関係確定の前後で、前記幾何拘束条件によって位置規制された要素とその拘束の種類とを特定する表示の表示色を変えることを特徴とする請求項1記載の幾何拘束条件表示装置。

【請求項8】

前記表示手段は、前記複数の三次元図形間の位置関係確定の前においては前記幾何拘束条件によって位置規制された一対の要素間を線で結ぶことによりそれら各要素の特定を行うとともに、前記複数の三次元図形間の位置関係確定の後においては前記線を消去することを特徴とする請求項7記載の幾何拘束条件表示装置。

30

【請求項9】

前記表示手段は、前記複数の三次元図形間の位置関係確定の前においては前記幾何拘束条件によって位置決めがなされる一対の要素上にその幾何拘束の種類に対応した記号又は数字を表示することにより拘束の種類を特定する表示を行うとともに、前記複数の三次元図形の位置関係確定の後においては一方の要素上に表示されている前記記号又は数字を消去することを特徴とする請求項7記載の幾何拘束条件表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、多次元CAD上で多次元モデルを組み立てる際の各多次元図形相互間の幾何拘束条件を表示する幾何拘束条件表示装置に関する。

40

【0002】

【従来の技術】

三次元CADを用いて構造物等の三次元モデルを組み立てるためには、三次元座標上の座標値を直接指定して点、線、及び面を定義する手法を用いるのが、最も簡便である。但し、この方法では、三次元モデルを構成するパーツとしての立体同士の位置関係を容易に変更することができない。そのため、従来より、立体の幾何拘束条件を定義する手法が開発されてきている。

【0003】

この手法を具体的に説明すると、三次元モデルを構成するパーツとしての複数の立体を、

50

三次元モデルを組み立てる空間の座標とは独立している三次元座標を用いて、定義しておく。次に、このように定義した立体のうち基準となる立体（以下、「基準立体」という。）を、上述の空間内の任意の座標位置に、任意の方向を向かせて配置する。そして、他の立体（以下、「被拘束立体」という。）をこの空間内に配置する際には、基準立体に対する複数個（通常3個以上）の幾何拘束条件（“面と面とが重なり合う”，“線と線とが一致する”，等）を定めることにより、その位置決めを行うのである。

【0004】

幾何拘束条件の例を、図9を用いて説明する。図9は、三次元モデルを組み立てる空間内に、2個の立体101，102が定義されている状態を示している。いま、立体（直方体）101が基準立体であるとする。この場合、少なくとも立体101，102相互間の距離と、各立体101，102を構成する面の関係を2個定義すれば、立体（直方体）102の位置及び向きを定めることができるのである。具体的には、例えば、“立体101の面1Aと立体102の面2Aとは同一平面に乗る”という関係，“立体101の面1Bと立体102の面2Bとは同一平面に乗る”という関係，及び“立体101の面1Cと立体102の面2Cとの間の距離は100である”という関係を定義すればよい。

10

【0005】

このような幾何拘束条件を用いる手法を用いると、以下の利点を得られる。即ち、被拘束立体の位置及び方向を定めるのに必要な最小限の幾何拘束条件のうち何れか一個の幾何拘束条件を削除すると、被拘束立体は基準立体に対して、1個の自由度を持つことになる。即ち、被拘束立体は、この自由度に依る方向に変位可能となる。従って、この自由度の範囲内で新たな幾何拘束条件を設定するだけで、立体相互間の新たな位置又は姿勢を決めることができるのである。例えば、“立体101の面1Aと立体102の面2Aとは平行平面である”と定められていた当初の幾何拘束条件を“立体101の面1Aと立体102の面2Aとは同一平面に乗る”という幾何拘束条件に変更する如くである。同様に、残りの幾何拘束条件を任意に設定し直すことにより、被拘束立体の位置及び方向を任意に決め直すことができるのである。

20

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような幾何拘束条件を用いる従来の三次元CADシステムにおいては、一旦必要最小限の幾何拘束条件が設定された後では、定性的な幾何拘束条件は、三次元CADシステムの画面上に表示されなかった。即ち、図10に示すように、「面と面との間の距離」のように寸法として表現できる幾何拘束条件は表示されるのであるが、「面と面とが重なり合う」，「線と線とが一致する」等の定性的な幾何拘束条件は画面上に表示されなかったのである。

30

【0007】

そのため、一旦必要最小限の幾何拘束条件を設定した後では、どのような幾何拘束条件が設定しているかを確認することができなかった。従って、幾何拘束条件の設定後に、その設定されている幾何拘束条件のうちの一部のみを選択して編集する，即ち、削除したり変更したりすることができなかった。

【0008】

それ故に、従来の三次元CADシステムにおいて、一旦必要最小限の幾何拘束条件を設定した後設定した幾何拘束条件を（一部でも）変更する場合には、設定されている全ての幾何拘束条件を一度削除し、もう一度（新たな内容で）幾何拘束条件を設定し直すという作業が必要となっていた。

40

【0009】

このように、従来の三次元CADシステムにおいては、幾何拘束条件の変更による立体の移動のための作業の効率が悪いという問題があった。

本発明は、上記問題点を鑑み、幾何拘束条件の編集が容易であり、もって多次元図形の移動を効率良く行い得る幾何拘束条件表示装置を提供することを課題とする。

【0010】

50

【課題を解決するための手段】

本発明による幾何拘束条件表示装置は、原理図である図1に示すように、三次元空間内に複数個の三次元図形(204)を配置する際に、複数の三次元図形相互の位置関係を規定する幾何拘束条件を表示する幾何拘束条件表示装置において、

前記三次元図形の立体形状データを格納する第1の格納手段(200)と、

複数個の三次元図形(204)相互の位置関係を規定する幾何拘束条件を格納する第2の格納手段(201)と、

前記幾何拘束条件を視覚的に表示するための幾何拘束表示データを作成する幾何拘束表示データ処理部と、

前記第1の格納手段(200)に格納された複数個の三次元図形(204)を第2の格納手段(201)に格納された前記幾何拘束条件によって定められる位置関係にて三次元空間内に配置された状態を表示するとともに、表示された三次元図形(204)を構成する前記各要素のうち前記幾何拘束条件によって位置規制された要素とその拘束の種類とを特定する表示を全幾何拘束条件に関して行う表示手段(203)とを備え、

前記表示手段(203)は、前記第2の格納手段に格納された前記複数の幾何拘束条件によって前記複数個の三次元図形間の位置関係が確定した場合には、前記幾何拘束条件によって位置規制された要素とその拘束の種類とを特定する表示を確定前とは異なった態様で行うことを特徴とする。以下、三次元図形を多次元図形とも呼ぶ。

【0011】

〔第1の格納手段，第2の格納手段〕

これら第1の格納手段200及び第2の格納手段201は、ディスク装置等の不揮発媒体であっても、CPUの主記憶装置のような一時記憶用の揮発媒体で宛も良い。また、第1の格納手段200及び第2の格納手段201は、同一の装置内に構築されていても良いし、別体の装置内に構築されていてもよい。

【0012】

〔多次元図形〕

多次元図形とは、2次元空間内に存在し得る平面図形又は三次元空間内に存在し得る立体図形である。この多次元図形は、表示手段によって、それ自体の形状を変化させることなく、多次元空間の任意の位置に且つ任意の方向を向いて配置される。

【0013】

〔幾何拘束条件〕

この幾何拘束条件は、多次元空間内に配置される複数の多次元図形の相互の位置関係を規定する条件である。この場合、幾何拘束条件は、一对の多次元図形相互間において規定されるように定めることができる。このようにすれば、この一对の組み合わせを数珠繋ぎに規定することで、3個以上の多次元図形相互間の位置関係をも規定することができる。

【0014】

この幾何拘束条件は、多次元図形を構成する各要素、即ち、面、線、点、等が他の多次元図形の各要素に対してどのような位置関係にあるかを定めるものである。この幾何拘束条件の具体例としては、“平面と平面とが平行”、“平面と平面とが一致(平面又はその延長面が他の平面と同一平面上に存在するという事)”、“直線と平面とが一致”、“直線と直線とが平行”、“直線と直線とが一致(直線と直線とが同軸上に存在するという事)”、“点が面上に存在(点が平面上に存在、点が円筒面上に存在、点が円錐面上に存在、点が球面上に存在、点がトーラス面上に存在、等を含む)”、“点が線上に存在(点が直線上に存在、点が円弧状に存在、等を含む)”、“点と点とが一致”“回転に対する自由度(立体が任意の角度で回転対称な形状の場合、その図形の回転位置を具体的に決定しなくても、その回転位置が確定しているものとみなすという事)”、“平面と平面との距離”、“直線と直線との距離”、“点と平面との距離”、“点と直線との距離”、“点と点との距離”、“座標系相互の相対座標(各立体が基準としている座標系同士の表示座標上での相対距離)”、“座標系相互の相対角度(各立体が基準としている座標系同士の表示座標上での相対角度)”等が挙げられる。

10

20

30

40

50

【0015】

〔表示手段〕

表示手段は、視覚的な外部出力を行うディスプレイ装置と、このディスプレイ装置に表示させるための画像データを作成するための処理部とから構成することができる。

【0016】

この表示手段は、多次元図形を幾何拘束条件に従った位置関係で多次元空間内に配置した状態を表示する機能と、この幾何拘束条件が適用される各要素とその拘束の種類とを特定する表示を行う機能とを、有している。

【0017】

この要素の特定のやり方としては、幾何拘束条件によって位置規制された一对の要素間を線で結ぶようにしても良い（請求項5に対応）。このようにすれば、幾何拘束条件が複雑に絡み合っている場合でも、容易に各要素の特定を行うことができる。それ以外にも、対応する要素間で同じ記号や数字を付するようによいし、同じ色を付するようによい。

10

【0018】

また、拘束の種類の特定のやり方としては、前記幾何拘束条件によって位置規制された要素上に、その幾何拘束の種類に対応した記号又は数字を表示するようによい（請求項6に対応）。このようにすれば、拘束の種類を文字で特定しなくても、容易に拘束の種類を表示を行うことができる。

【0020】

この異なる態様としては、幾何拘束条件によって位置規制された要素とその拘束の種類とを特定する表示の表示色を変えることが挙げられる（請求項7に対応）また、複数個の多次元図形間の位置関係確定の前においては前記幾何拘束条件によって位置規制された一对の要素間を線で結ぶことによりそれら各要素の特定を行うとともに、前記複数個の多次元図形間の位置関係確定の後においては前記線を消去するようによい（請求項8に対応）。また、複数個の多次元図形間の位置関係確定の前においては前記幾何拘束条件によって位置規制された一对の要素上にその幾何拘束の種類に対応した記号又は数字を表示することにより拘束の種類を特定する表示を行うとともに、複数の多次元図形間の位置関係確定の後においては一方の要素上に表示されている前記記号又は数字を消去するようによい（請求項9に対応）。

20

30

【0021】

<本発明における付加的構成>

本発明の必須構成要件に、以下の付加的構成要件を加えても、本発明は成立可能である。

【0022】

〔入力部と幾何拘束編集処理部〕

幾何拘束条件を入力する入力部と、この入力部によって入力された幾何拘束条件に従って、第2の格納手段に格納されている幾何拘束条件を更新する幾何拘束編集処理部を備えてもよい（請求項2に対応）。このようにすれば、幾何拘束条件の任意の編集が可能になる。このような編集は、本発明の必須の構成要件である表示手段によって、全ての幾何拘束条件が表示されていることから可能になる。この際、入力部は、個々の幾何拘束条件毎に、その入力を受け付けることができる。

40

【0023】

この入力部は、特定の幾何拘束条件を削除する旨の入力を受けてもよい。この場合には、幾何拘束編集処理部は、特定された幾何拘束条件を前記第2の格納手段内から削除するように更新する（請求項3に対応）。

【0024】

このようにして第2の格納手段内に格納されている幾何拘束条件が更新された場合には、表示手段は、更新後の幾何拘束条件に従って多次元図形の位置決めをするとともに、更新後の幾何拘束条件によって位置決めがなされる要素とその拘束の種類とを特定する表示を行う（請求項4に対応）。

50

【 0 0 2 5 】

【作用】

第 1 の格納手段は、複数個の多次元図形を表示するための図形表示データを格納する。一方、第 2 の格納手段は、幾何拘束条件を格納する。

【 0 0 2 6 】

これらの図形表示データ及び幾何拘束条件は、表示手段に通知される。そして、表示手段は、通知された図形表示データに基づいて多次元図形を多次元空間内に配置した状態を表示する。

【 0 0 2 7 】

通知された図形表示データが複数個になった場合には、表示手段は、多次元図形相互の位置決めを、通知された幾何拘束条件に従って行う。即ち、各多次元図形の構成要素同士的位置関係を、幾何拘束条件に従って規制することにより、多次元図形の位置決めを行う。

【 0 0 2 8 】

そして、表示手段は、この幾何拘束条件によって位置決めされたこれらの多次元図形の構成要素とこの拘束の種類とを特定する表示も行う。この特定する表示は、全ての幾何拘束条件について行う。従って、表示された多次元図形を見れば、どの構成要素にどのような種類の幾何拘束が付されているのかが一目瞭然である（請求項 1 乃至 10 の作用）。

【 0 0 2 9 】

幾何拘束条件を入力するための入力部と、この入力部により入力された幾何拘束条件に従って第 2 の格納部に格納されている幾何拘束条件を更新する幾何拘束編集処理部を設ければ、幾何拘束条件を任意に編集することができる（請求項 2 乃至請求項 4 の作用）。

【 0 0 3 0 】

複数個の多次元図形間の位置関係が第 2 の格納手段に格納されている幾何拘束条件によって確定された場合に、拘束される構成要素と拘束の種類との特定表示を、確定前と違った態様によって行うようにすれば、配置位置の確定があったか否かが一目瞭然となる（請求項 7 乃至請求項 10 の作用）。

【 0 0 3 1 】

【実施例】

以下に図面に基づいて本発明の実施例を説明する。

【 0 0 3 2 】

【第 1 実施例】

< 実施例の構成 >

〔三次元 CAD システムの構成〕

図 2 は、本発明の第 1 実施例による幾何拘束条件表示装置を含む三次元 CAD システムの構成を示す機能ブロック図である。

【 0 0 3 3 】

この三次元 CAD システムは、処理部 1 と、この処理部 1 に各々接続された入力部 2、表示処理部 3、及びデータ部 4 から構成されている。

この処理部 1 は、三次元 CAD システム全体の制御を行うとともに、表示すべき三次元モデルを作成する構成部である。また、入力部 2 は、処理部 1 に対してデータを入力する構成部である。また、表示処理部 3 は、処理部 1 にて作成された三次元モデルを表示する構成部である。また、データ部 4 は、処理部 1 にて三次元モデルを作成するのに用いられるデータを格納しておく構成部である。

【 0 0 3 4 】

入力部 2 は、キーボード及びマウスから構成されており、操作者が表示を希望する三次元モデルを表示するための諸データを処理部 1 に入力する機能を有している。

【 0 0 3 5 】

データ部 4 は、具体的には、第 2 の格納手段としての幾何拘束データ格納部 4 a と第 1 の格納手段としての形状データ格納部 4 b とから構成されている。この形状データ格納部 4 b は、三次元モデルを構成する各立体の形状を規定するための立体形状データを格納する

10

20

30

40

50

。個々の立体についての立体形状データは、面（要素 A）についてのデータと線（要素 B）についてのデータとに分離されて格納される。

【0036】

一方、幾何拘束データ格納部 4 a は、各立体相互間の位置関係を規定する幾何拘束条件を格納する。個々の幾何拘束条件は、拘束種類と利用要素列（及び距離）とに分離されて格納される。この拘束種類とは、具体的には、以下に掲げるもの等である。即ち、“平面と平面とが平行”、“平面と平面とが一致（平面又はその延長面が他の平面と同一平面上に存在するという事）”、“直線と平面とが一致”、“直線と直線とが平行”、“直線と直線とが一致（直線と直線とが同軸上に存在するという事）”、“点が面上に存在（点が平面上に存在、点が円筒面上に存在、点が円錐面上に存在、点が球面上に存在、点がトーラス面上に存在、等を含む）”、“点が線上に存在（点が直線上に存在、点が円弧状に存在、等を含む）”、“点と点とが一致”“回転に対する自由度（立体が任意の角度で回転対称な形状の場合、その図形の回転位置を具体的に決定しなくても、その回転位置が確定しているものとみなすということ）”、“平面と平面との距離”、“直線と直線との距離”、“点と平面との距離”、“点と直線との距離”、“点と点との距離”、“座標系相互の相対座標（各立体が基準としている座標系同士の表示座標上での相対距離）”、“座標系相互の相対角度（各立体が基準としている座標系同士の表示座標上での相対角度）”等である。利用要素列とは、対応する拘束種類によって特定された幾何拘束条件が実際に適用される要素（面、線、点、座標、等）の組み合わせを、具体的に特定するものである。

10

20

【0037】

処理部 1 は、具体的には、CPU（中央演算装置）10 と、この CPU 1 に接続されている組み立て処理部 11 と、この組み立て処理部 11 に接続されている幾何拘束条件作成部 12 及び立体形状作成部 13 とから、構成されている。これら組み立て処理部 11、幾何拘束データ作成部 12、及び立体形状作成部 13 は、実際には、これらの機能を実現させるためのプログラムを格納するメモリ（RAM）から構成される。CPU 10 は、これらメモリに格納されているプログラムを実行して、各機能を実現させる装置である。また、CPU 10 は、オペレーションシステム（OS）による制御の下、入力部 2、表示処理部 3、及びデータ部 4 との出入力処理を実行する。

【0038】

立体形状作成部 13 は、入力部 2 により入力されたデータに基づいて、三次元モデルを構成するパーツとしての立体（立方体、直方体、円柱、球、等）を表示するための立体形状データを作成する。この立体形状データを作成する際には、三次元モデルを作成するための表示座標系とは独立した座標系を基準として、このデータを作成する。

30

【0039】

幾何拘束条件作成部 12 は、入力部 2 により入力されたデータに基づいて、立体形状作成部 13 により作成した立体の相互位置関係を規定する幾何拘束条件を作成するとともに、この幾何拘束条件を画面上に表示するための幾何拘束表示データを作成する。更に詳しく述べると、幾何拘束条件作成部 12 内には、幾何拘束記憶処理部 12 a、幾何拘束編集処理部 12 b、及び幾何拘束表示データ処理部 12 c が含まれている。

40

【0040】

幾何拘束記憶処理部 12 a は、幾何拘束編集処理部 12 b において作成された幾何拘束条件をデータ部 4 の幾何拘束データ格納部 4 a に格納したり、データ部 4 に格納されている幾何拘束データを読み出す処理を行う。

【0041】

幾何拘束編集処理部 12 b は、入力部 2 で入力されたデータから幾何拘束条件を作成したり、幾何拘束記憶処理部 12 a によってデータ部 4 の幾何拘束データ格納部 4 a から読み出された幾何拘束条件を削除したり、変更したり、追加する編集を行う。

【0042】

幾何拘束表示データ処理部 12 c は、幾何拘束編集処理部 12 b によって編集された幾何

50

拘束条件に基づいて、この幾何拘束条件を視覚的に表示するための幾何拘束表示データを作成する。この幾何拘束表示データに基づく幾何拘束条件の表示例を、図6に示す。この図6から明らかなように、幾何拘束条件の表示は、拘束の種類を示すパターン（記号又は数字）と利用要素列を特定する直線とによってなされる。

【0043】

即ち、図6(a)～(d)に示す黒塗りの三角形は、“面と面とが一致”という幾何拘束条件が適用される面を示している。そして、この黒塗りの三角形を結ぶ直線（結合線）は、この“面と面とが一致”という幾何拘束条件によって相互に位置決めがなされる要素（面）の組み合わせを指示するものである。同様に、図6(c～d)に示す黒塗りの四角形は、“面と面とが垂直”という幾何拘束条件が適用される面を示し、それら黒塗りの四角形を結ぶ直線は、その幾何拘束条件によって相互に位置決めされる要素（面）の組み合わせを示している。一方、図6(a, c, d)に示す数字が付された矢印付き結線は、距離に関する幾何拘束条件が適用される面の組み合わせを示している。そして、その数字（100, 50）が矢印によって示される要素（面）相互間の距離を示しているのである。但し、図6(c)に示されるのは未だ表示データの組み立て（立体の配置位置の確定）が行われていない状態であるので、幾何拘束条件の表示内容と実際の立体の配置状態とは一致していない。

10

【0044】

なお、幾何拘束表示データ処理部12cは、幾何拘束編集処理部12bによって幾何拘束条件が削除、変更、又は追加されるのに合わせて、幾何拘束表示データを、削除、変更、又は追加する。また、幾何拘束表示データ処理部12cは、組立処理部11における組立処理の結果如何に応じて、幾何拘束条件の表示形態を変化させる。

20

【0045】

組み立て処理部11は、立体形状作成部13にて作成された各立体を規定するための立体形状データに基づいて、各立体を表示するための立体表示データを作成する。そして、組み立て処理部11は、各立体表示データを幾何拘束編集処理部12bにて作成された幾何拘束条件に従って表示空間内で変位させて、三次元モデルを表示するための三次元モデル表示データに組み立てる演算を実行する。組み立て処理部11は、この演算を実行することにより、複数の立体間の相対位置関係を確定する。演算実行の際には、各立体相互の位置関係を確定するのに必要な最小限の幾何拘束条件が入力されていることが必要である。なお、組み立て処理部11は、必要最小限の幾何拘束条件が入力されて組み立てが行われる前においては、立体形状データを表示空間内の任意の位置（以前に三次元モデル表示データの組み立てが行われたが、その後一部の幾何拘束条件が削除された場合には、そのままの位置）に配置するように、立体表示データを作成する。

30

【0046】

また、組み立て処理部11は、以上のようにして組み立てた三次元モデル表示データ（立体表示データ）に、幾何拘束表示データ処理部12cにて作成された幾何拘束表示データを付加する。

【0047】

表示処理部3は、ディスプレイ装置3aを備えている。そして、組み立て処理部11によって組み立てられた三次元モデル表示データ（立体表示データ）に基づいて、このディスプレイ装置3aに三次元モデルを表示するとともに、幾何拘束表示データに基づいて、幾何拘束表示を行う処理を実行する。

40

【0048】

この幾何拘束表示データ処理部12cと表示処理部3とにより、表示手段が構成される。

〔三次元CADシステムの制御内容〕

次に、処理部1及び表示処理部3において実行される制御の内容を、図3乃至図5のフローチャートに基づいて説明する。

【0049】

図3は、立体相互間の位置関係を表示するのに必要な最低限の幾何拘束条件の入力が完了

50

するとともに、それらの配置位置を確定するための組立演算が完了する前において実行される処理を示している。

【0050】

図3に示す処理は、入力部2からの新規の幾何拘束条件の入力がある度に、及び、幾何拘束条件編集用のデータ入力がある度に、実行される。そして、最初のステップS101において、幾何拘束条件編集処理部12bは、入力された幾何拘束条件に基づいて、幾何拘束データ（拘束の種類及び利用要素列（並びに距離））を作成する。そして、幾何拘束記憶処理部12aは、作成された幾何拘束データを、データ部4の幾何拘束データ格納部4aに格納する。なお、入力部1から幾何拘束条件を削除する旨のデータ入力があった場合には、幾何拘束記憶処理部12aは、幾何拘束データ格納部4aに格納されている幾何拘束データを削除する。

10

【0051】

次に、ステップS102において、組み立て処理部11は、立体表示データを作成する。但し、以前に三次元モデル表示用データの組み立てが行われた後に一部の幾何拘束条件が削除された場合には、各立体の位置関係をそのままにして、立体表示データを作成する。

【0052】

次に、ステップS103において、幾何拘束表示データ処理部12cは、幾何拘束の表示用データを作成する。

以上のようにして幾何拘束の表示用データ及び立体表示データが作成された後に、表示処理部3は、作成された立体表示データに基づいて各立体をディスプレイ3aに表示する。それとともに、表示処理部3は、作成された幾何拘束の表示用データに基づいて、表示されている三次元モデルに幾何拘束の表示（パターン及び結合線）を追加表示する。そして、以上の一連の処理を終了する。

20

【0053】

図4は、立体相互間の位置関係を表示するのに必要な最低限の幾何拘束条件の入力が完了した後において、それらの配置位置を確定するために実行される処理を示している。

【0054】

図4に示す処理は、入力部2から組み立て決定指示の入力があると、実行される。そして、最初のステップS201において、組み立て処理部11は、データ部4の幾何拘束データ格納部4aに格納されている幾何拘束データと形状データ格納部4bに格納されている形状データとに基づいて、三次元モデル表示用のデータの組み立て処理を実行する。

30

【0055】

次に、幾何拘束表示データ処理部12cは、ステップS202において、組み立て完了時の幾何拘束の表示用データを作成する。

以上のようにして幾何拘束の表示用データ及び三次元モデル表示用データが作成された後のステップS203において、表示処理部3は、ディスプレイ3a上に幾何拘束データを表示中であるかどうかをチェックする。

【0056】

そして、幾何拘束データを表示中であると判断した場合には、ステップS204において、現在表示中の幾何拘束表示を削除する。そして、処理をステップS205に進める。

40

【0057】

一方、ステップS203にて幾何拘束データを表示中でないと判定した場合には、ステップS204をスキップして直接処理をステップS205に進める。

ステップS205において、表示処理部3は、ステップS202にて新規に作成した幾何拘束表示データを表示する。そして、以上の一連の処理を終了する。

【0058】

図5は、図3のステップS103、又は図4のステップS202において幾何拘束表示データ処理部12cが実行する幾何拘束の表示用データ作成処理のサブルーチンを示している。このサブルーチンでは、最初にステップS301において、記憶部4の幾何拘束データ格納部4aから未表示の幾何拘束データを一つ取り出す。

50

【 0 0 5 9 】

そして、続くステップ S 3 0 2 では、ステップ S 3 0 1 にて取り出した幾何拘束データの拘束の種類を判定する。次に、ステップ S 3 0 3 では、ステップ S 3 0 2 にて判定した拘束の種類に対応した利用表示パターン（記号又は数字）を確定する。

【 0 0 6 0 】

次に、ステップ S 3 0 4 では、ステップ S 3 0 1 にて取り出した幾何拘束データの利用要素の種類を判定する。即ち、この幾何拘束によって拘束される要素が面であるのか、線であるのか、若しくは点であるのかを判定する。この判定は、幾何拘束の種類を分析することにより行う。

【 0 0 6 1 】

そして、利用要素が面である場合には、ステップ S 3 0 5 において、対応する利用要素列から面データを獲得する。また、利用要素が線である場合には、ステップ S 3 0 6 において、対応する利用要素列から線データを獲得する。また、利用要素列が点データである場合には、ステップ S 3 0 7 において、対応する利用要素列から点データを獲得する。なお、幾何拘束の種類が距離に関するものである場合には、これらのステップにおいて、対応する距離のデータも獲得する。

【 0 0 6 2 】

続くステップ S 3 0 8 では、組み立て処理部 1 1 によって組み立て処理が完了しているかどうかを判定する。このサブルーチンが図 3 のステップ S 1 0 3 から呼び出された場合には、三次元モデル表示データの組立は完了していないので、処理をステップ S 3 0 9 に進める。これに対して、このサブルーチンが図 4 のステップ S 2 0 2 から呼び出された場合には、ステップ S 2 0 1 にて三次元モデル表示データの組み立ては完了しているので、処理をステップ S 3 1 0 に進める。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 3 0 9 では、未完了用の幾何拘束の表示データの作成を行う。即ち、全ての幾何拘束条件について、パターン（記号又は数字）及び結合線の表示を行う。具体的に述べると、定性的な幾何拘束の場合には、ステップ S 3 0 5 乃至ステップ S 3 0 7 の何れかにて獲得した一対の利用要素の表示位置にステップ S 3 0 3 にて確定した表示パターン（記号）を表示するとともに、それらの間を結ぶ結合線を表示するデータを作成するのである。また、距離に関する幾何拘束の場合には、ステップ S 3 0 5 乃至ステップ S 3 0 7 の何れかにおいて獲得した一対の利用要素を結ぶ矢印付結合線を表示するとともに、距離を数字で表示するデータを作成するのである。

【 0 0 6 4 】

一方、ステップ S 3 1 0 では、完了時用の幾何拘束の表示データの作成を行う。即ち、ステップ S 3 0 9 にて作成される表示データとは異なった形態にて幾何拘束条件を表示するための表示データを作成する。具体的に述べると、図 7 に示すように、定性的な幾何拘束の場合には、ステップ S 3 0 5 乃至ステップ S 3 0 7 の何れかにて獲得した被拘束立体の利用要素の表示位置にステップ S 3 0 3 にて確定した表示パターン（図形）のみを表示するデータを作成するのである。また、距離に関する幾何拘束の場合には、ステップ S 3 0 9 によるのと同様に、ステップ S 3 0 5 乃至ステップ S 3 0 7 の何れかにおいて獲得した一対の利用要素を結ぶ矢印付結合線を表示するとともに、距離を数字で表示するデータを作成するのである。

【 0 0 6 5 】

なお、ステップ S 3 1 0 にて作成される完了時用の表示データとしては、図 8 に示すような表示をするものでも良い。具体的に述べると、定性的な幾何拘束の場合には、ステップ S 3 0 9 にて作成した表示データと同じ表示パターン及び結合線を、それらとは異なる色によって表示するデータを作成するのである。また、距離に関する幾何拘束の場合には、ステップ S 3 0 9 によるのと同様に、ステップ S 3 0 5 乃至ステップ S 3 0 7 の何れかにおいて獲得した一対の利用要素を結ぶ矢印付結合線を表示するとともに、距離を数字で表示するデータを作成するのである。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 6 】

ステップ S 3 0 9 又はステップ S 3 1 0 を実行した後、処理はステップ S 3 1 1 に進む。このステップ S 3 1 1 では、データ部 4 の幾何拘束データ格納部 4 a に未表示の幾何拘束データがあるかどうかを判定する。このサブルーチンが図 3 のステップ S 1 0 3 により呼び出された場合には、未表示の幾何拘束データはあり得ないので、このサブルーチンを終了して元の処理位置にリターンする。一方、このサブルーチンが図 4 のステップ S 2 0 2 により呼び出された場合には、未表示の幾何拘束データがあり得るので、処理をステップ S 3 0 1 に戻す。そして、ステップ S 3 0 1 からステップ S 3 1 1 までのループを繰り返した結果、未表示の幾何拘束データが無くなった場合には、このサブルーチンを終了して元の処理位置にリターンする。

10

< 実施例の作用 >

〔組み立て完了前における表示〕

本実施例による幾何拘束表示装置によれば、幾何拘束条件の編集は以下のようにして行われる。いま、図 7 (a) に示すように、直方体を表示する基準立体 1 0 1 と直方体を表示する被拘束立体 1 0 2 とが作成されているとする。そして、“立体 1 0 1 の面 1 A と立体 1 0 2 の面 2 A とが一致”という幾何拘束条件(拘束 A)、“立体 1 0 1 の面 1 B と立体 1 0 2 の面 2 B とが一致”という幾何拘束条件(拘束 C)、及び“立体 1 0 1 の面 1 C と立体 1 0 2 の面 2 C との距離が 1 0 0 ”という幾何拘束条件(拘束 D)を入力部 2 から入力すると、図 7 (a) に示すような幾何拘束条件の表示がディスプレイ 3 a 上においてなされる。図 7 (a) は、三次元モデル表示用のデータ組み立て完了前の状態を示している。

20

〔組み立て完了後における表示〕

この状態において、組み立て決定指示が入力部 2 から入力されて、三次元モデル表示用のデータ組み立て計算が完了すると、図 7 (b) に示す様な組み立て完了時用の幾何拘束条件表示がなされる。即ち、定性的拘束である拘束 A 及び拘束 C において利用要素の組み合わせを示している結合線の表示が消去される。それと同時に、拘束 A 及び拘束 C において基準立体 1 0 1 側の利用要素及び拘束の種類を示している表示パターン(黒塗りの三角形)が消去される。

【 0 0 6 7 】

このように、本実施例によれば、三次元モデル表示用データの組み立て完了(立体の相互位置関係の確定)前後において幾何拘束の表示方法が変更されるので、組み立てが完了しているのか否かが一目瞭然である。しかも、組み立て完了後においても、幾何拘束の種類は被拘束立体 1 0 2 に付された表示パターンから特定できる。さらに、表示パターンが付されている被拘束立体 1 0 2 上の利用要素の位置と幾何拘束の種類とから、基準立体 1 0 1 上の用要素の位置も推測することが可能である。従って、組み立て完了の前後に拘わらず、全ての幾何拘束条件を確認することができ、その編集を行うことができる。

30

【 0 0 6 8 】

なお、組み立て完了時用の幾何拘束条件表示が図 8 に従ってなされる場合には、図 8 (b) に示す様な組み立て完了時用の幾何拘束条件表示がなされる。即ち、定性的拘束である拘束 A 及び拘束 B における幾何拘束表示(表示パターン(黒塗りの三角形)及び結合線)が、組み立て完了前(図 8 (a) 参照)とは異なった色によってなされる。このようにした場合には、組み立てが完了しているのか否かが一目瞭然でありながら、組み立て完了後であっても幾何拘束条件を完全に認識することができる。従って、幾何拘束条件の編集を容易に行うことができる。

40

〔幾何拘束条件の編集〕

次に、本実施例において幾何拘束条件の編集をする際の手順を説明する。なお、本実施例においては、三次元モデル表示用データの組み立て完了の有無如何に拘わらず、幾何拘束条件の編集が可能である。図 6 は、組み立て完了後において幾何拘束条件を編集する際の状態を示している。

【 0 0 6 9 】

50

先ず、図6(a)は、図8(b)と同じく、拘束A、拘束C、及び拘束Dの各幾何拘束条件を入力した状態を示している。この状態から、被拘束立体102を反時計方向に回転させるとともに、立体101、102相互間の距離を50に縮める編集を行うとする。

【0070】

その場合には、図6(a)に示されるように表示されている幾何拘束条件表示を観察することにより、各幾何拘束条件のうち拘束A及び拘束Dが邪魔であることが理解される。従って、入力部2を介して、拘束A及び拘束Dを削除する旨を入力する。

【0071】

すると、ステップS101が実行されることにより、データ部4の幾何拘束データ4a格納部4aから拘束A及び拘束Dに関する幾何拘束データが削除される。従って、ステップS103においては、拘束A及び拘束Dの幾何拘束表示が除外された幾何拘束データが作成される。その結果、図6(b)に示すように、ディスプレイ3a上から拘束Aの幾何拘束表示及び拘束Dの幾何拘束表示が消去される。また、残った拘束Cの幾何拘束表示は、組み立て前用の態様になる。

10

【0072】

次に、被拘束立体102を回転させるために、新たに、“立体101の面1Aと立体102の面2Aとが垂直”という幾何拘束条件(拘束B)を、入力部2を介して入力する。同時に、被拘束立体102を基準立体101に近づけさせるために、“立体101の面1Cと立体102の面2Aとの距離が50”という幾何拘束条件(拘束D')を、入力部2を介して入力する。その結果、ステップS103が実行されることにより、図6(c)に示すように、幾何拘束条件が適用される要素相互間に幾何拘束表示(拘束B、拘束D')が表示される。但し、この時点では、組み立てがなされていないので、幾何拘束表示の態様が組み立て前用のものであり、その幾何拘束の内容と実際の立体の配置位置は一致していない。

20

【0073】

次に、組み立て決定指示が入力されると、ステップS201が実行されることにより、立体102の配置位置が、図6(c)に示すように変化する。即ち、被拘束立体102は、“立体101の面1Bと立体102の面2Bとが一致”という条件(拘束C)を満たしつつ、この面2Bが存在する面内で反時計方向に90度回転する。それとともに、相対する面(面1C、面2A)の相対距離が50になるように、立体102は、立体101に向けて接近する。

30

【0074】

以上のように編集及び組み立てが終わった後に、更に編集が必要であれば、編集を続行することも可能である。

【0075】

【発明の効果】

本発明によれば、多次元CADシステムにおいて多次元モデルを表示する場合において、付加されている幾何拘束条件を画面上で容易に確認することができる。従って、表示されている幾何拘束条件の各々を、単独に指定して編集を行うことができる。よって、幾何拘束条件の編集が容易となり、立体の移動を効率良く行うことができるようになる。

40

【0076】

なお、表示されている幾何拘束条件のうち、組み立て完了部分と未完了部分とを異なった態様にて表示するにすれば、この組み立て完了部分と未完了部分とを画面上で容易に確認することができる。そのため、確認作業の時間短縮を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の原理図

【図2】 本発明の第1実施例による三次元モデルの幾何拘束条件表示装置が含まれる三次元CADシステムの構成を示すブロック図

【図3】 幾何拘束条件入力時における制御内容を示すフローチャート

【図4】 組み立て決定指示の入力時における制御内容を示すフローチャート

50

【図5】 図3のステップS103又は図4のステップS202において実行される表示データ作成処理サブルーチンの内容を示すフローチャート

【図6】 幾何拘束条件の編集の手順を示す図

【図7】 三次元モデル表示用データの組み立て前後における幾何拘束条件の表示態様変化の説明図。

【図8】 三次元モデル表示用データの組み立て前後における幾何拘束条件の表示態様変化の説明図。

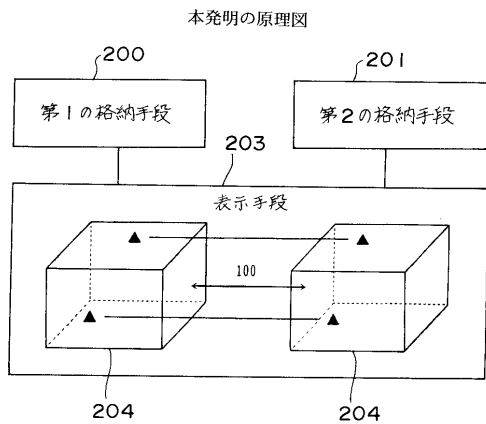
【図9】 幾何拘束条件の説明図

【図10】 従来における幾何拘束条件の表示態様の説明図

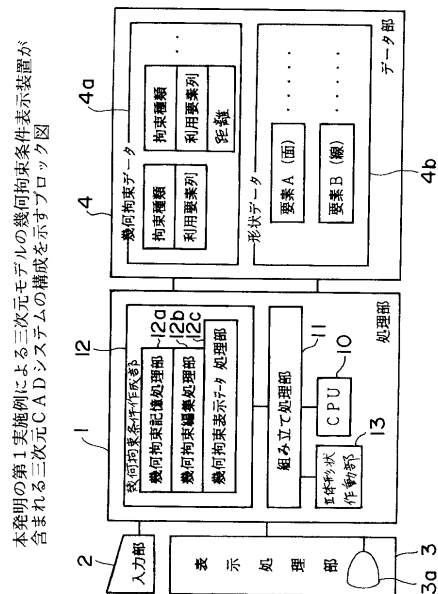
【符号の説明】

- 1・・・処理部
- 2・・・入力部
- 3・・・表示処理部
- 4・・・データ部
- 11・・・組み立て処理部
- 12・・・幾何拘束条件作成部
- 13・・・立体形状作成部

【図1】

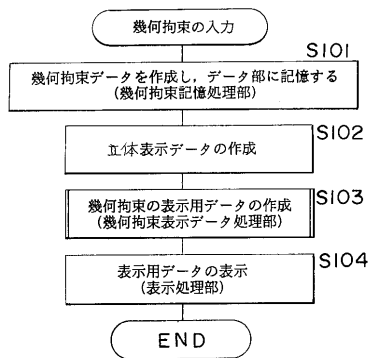


【図2】



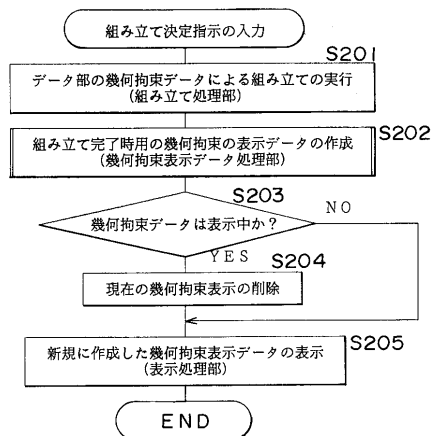
【 図 3 】

幾何拘束条件入力時における制御内容を示すフローチャート



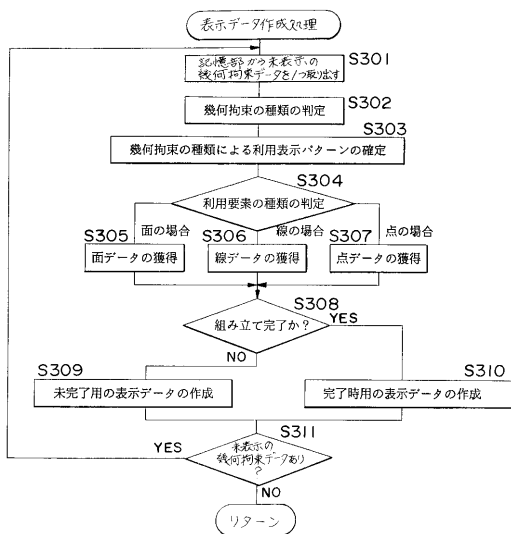
【 図 4 】

組み立て決定指示の入力時における制御内容を示すフローチャート



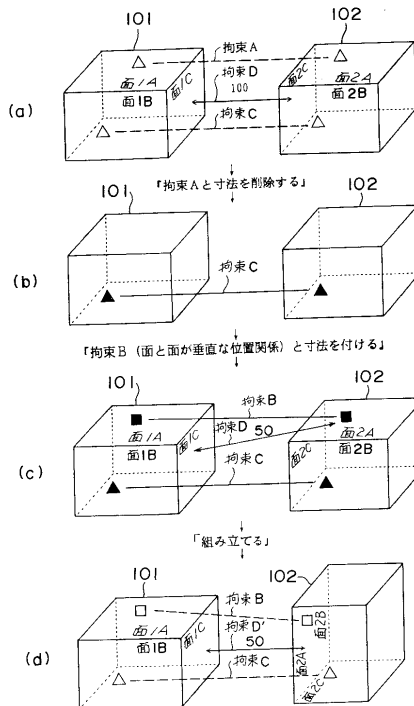
【 図 5 】

図3のステップS103又は図4のステップS202において実行される表示データ作成処理サブルーチンの内容を示すフローチャート

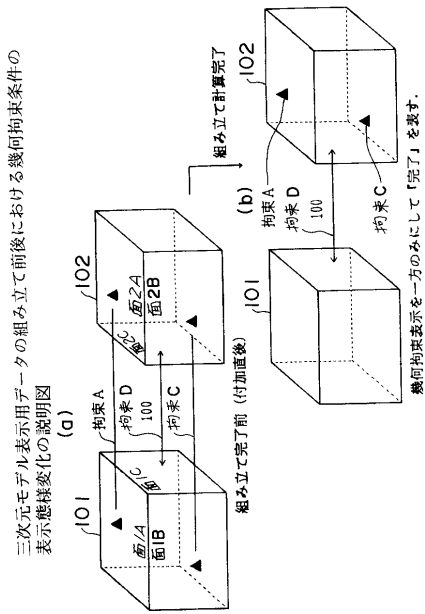


【 図 6 】

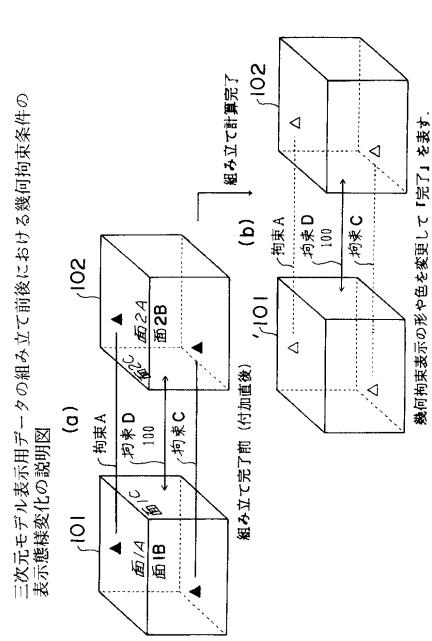
幾何拘束条件の編集の手順を示す図



【 図 7 】

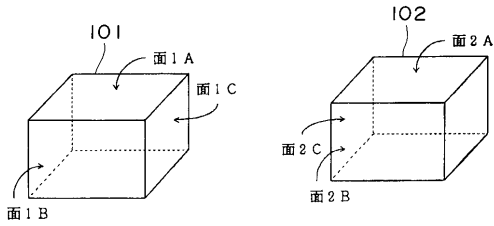


【 図 8 】



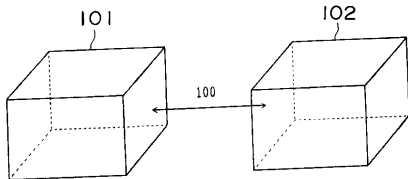
【 図 9 】

幾何拘束条件の説明図



【 図 10 】

従来における幾何拘束条件の表示態様の説明図



フロントページの続き

- (72)発明者 近藤 英明
静岡県静岡市伝馬町16番地の3 株式会社富士通静岡エンジニアリング内
- (72)発明者 黒柳 重行
静岡県静岡市伝馬町16番地の3 株式会社富士通静岡エンジニアリング内

合議体

- 審判長 小川 謙
審判官 大野 弘
審判官 加藤 恵一

- (56)参考文献 特開平6-119424(JP,A)
特開平7-78271(JP,A)
特開平6-102915(JP,A)
特開平3-250258(JP,A)
FUJITSU Sファミリー ICAD/MXオペレーション手引書3次元編 (設計製造システム), 日本, 富士通株式会社, 第2版(平成6年7月) 363-395頁

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G06F17/50 604