

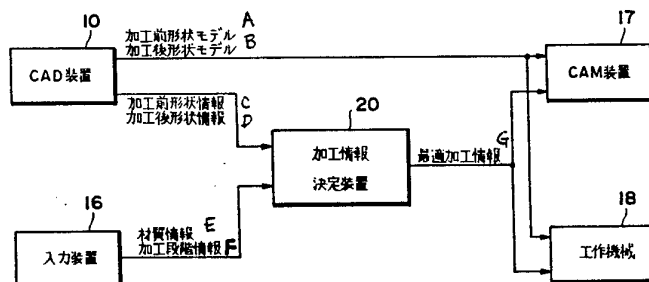


特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 5 B23Q 15/00, G05B 19/18, 19/403	A1	(11) 国際公開番号 WO 94/08751 (43) 国際公開日 1994年4月28日 (28.04.1994)
(21) 国際出願番号 PCT/JP93/01461 (22) 国際出願日 1993年10月12日 (12. 10. 93) (30) 優先権データ 特願平4/272057 1992年10月9日 (09. 10. 92) JP 特願平5/7013 1993年1月19日 (19. 01. 93) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) オムロン株式会社 (OMRON CORPORATION) [JP/JP] 〒616 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 Kyoto, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 前田 匡 (MAEDA, Tadasu) [JP/JP] 太田浩二 (OTA, Koji) [JP/JP] 荒尾真樹 (ARAO, Masaki) [JP/JP] 十河太治 (SOGOU, Taiji) [JP/JP] 中嶋 宏 (NAKAJIMA, Hiroshi) [JP/JP] 宮本範親 (MIYAMOTO, Norichika) [JP/JP] 石黒 進 (ISHIGURO, Susumu) [JP/JP] 林 太志 (HAYASHI, Motoji) [JP/JP] 〒616 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内 Kyoto, (JP) (74) 代理人 弁理士 牛久健司, 外 (USHIKU, Kenji et al.) 〒105 東京都港区新橋3丁目1番10号 石井ビル5階 Tokyo, (JP)		(81) 指定国 JP, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). 添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title : MACHINING INFORMATION DETERMINING SYSTEM AND METHOD, AND MACHINING PROCESS INFORMATION DETERMINING SYSTEM AND METHOD

(54) 発明の名称 加工情報決定システムおよび方法、ならびに加工工程情報決定システムおよび方法



10 ... CAD unit 17 ... CAM unit
 16 ... input unit 18 ... machine tool
 20 ... machining information determining unit
 A ... model representing the shape of a work not yet machined
 B ... model representing the shape of the work already machined
 C ... information on the shape of a work not yet machined
 D ... information on the shape of the work already machined
 E ... material information
 F ... machining stage information
 G ... optimum machining information

(57) Abstract

A CAD unit (10) is adapted to prepare information on the shape of a work not yet machined and information on the shape of the same work already machined, on the basis of a model representing the shape of the same work in the former condition and a model representing the shape of the same work in the latter condition. An input unit (16) is adapted to input information representing the material of a work to be machined and information representing a stage of machining the same work. A machining information determining unit (20) is adapted to determine optimum information for machining an unmachined work until the work has a shape of the same work already machined and an inputted machining stage is reached, on the basis of the information on the shape of the work not yet machined and the shape of the work already machined which is prepared by the CAD unit (10) and the information on the material of the work and machining stage which is outputted from the input unit (16). A CAM unit (17) is adapted to prepare NC data for machining a work by a machine tool (18), on the basis of the optimum machining information determined by the machining information determining unit (20) and the model representing the shape of a work not yet machined and the model representing the shape of the work already machined which are prepared by the CAD unit (10).

(57) 要約

C A D 装置 (10) は、被加工材に加工を施す前の形状を表す加工前形状モデルと、上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後形状モデルとに基づいて、被加工材の加工前の形状に関する加工前形状情報および上記被加工材の加工後の形状に関する加工後形状情報を作成する。入力装置 (16) は、被加工材の材質を表す材質情報および被加工材の加工を施す段階を表す加工段階情報を入力する。加工情報決定装置 (20) は、C A D 装置 (10) によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、入力装置 (16) から入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、加工前の被加工材を、それが上記加工後の形状になりかつ入力された加工段階まで加工するための最適加工情報を決定する。C A M 装置 (17) は、加工情報決定装置 (20) によって決定された最適加工情報と、C A D 装置 (10) によって作成された加工前形状モデルおよび加工後形状モデルとに基づいて、工作機械 (18) が被加工材に加工を施すための N C データを作成する。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT	オーストリア	CS	チェコスロヴァキア	KR	大韓民国	PL	ポーランド
AU	オーストラリア	CZ	チェコ共和国	KZ	カザフスタン	PT	ポルトガル
BB	バルバドス	DE	ドイツ	LI	リヒテンシュタイン	RO	ルーマニア
BE	ベルギー	DK	デンマーク	LK	スリランカ	RU	ロシア連邦
BF	ブルキナ・ファソ	ES	スペイン	LU	ルクセンブルグ	SD	スーダン
BG	ブルガリア	FI	フィンランド	LV	ラトヴィア	SE	スウェーデン
BJ	ベナン	FR	フランス	MC	モナコ	SI	スロヴェニア
BR	ブラジル	GA	ガボン	MG	マダガスカル	SK	スロヴァキア共和国
BY	ベラルーシ	GB	イギリス	ML	マリ	SN	セネガル
CA	カナダ	GN	ギニア	MN	モンゴル	TD	チャード
CF	中央アフリカ共和国	GR	ギリシャ	MR	モーリタニア	TG	トゴ
CG	コンゴ	HU	ハンガリー	MW	マラウイ	UA	ウクライナ
CH	スイス	IE	アイルランド	NE	ニジェール	US	米国
CI	コート・ジボアール	IT	イタリア	NL	オランダ	UZ	ウズベキスタン共和国
CM	カメルーン	JP	日本	NO	ノルウェー	VN	ヴェトナム
CN	中国	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NZ	ニュー・ジーランド		

明 細 書

加工情報決定システムおよび方法、ならびに
加工工程情報決定システムおよび方法

技術分野

この発明は、加工情報決定システムおよびその動作方法、加工情報決定装置および方法、CAD装置およびその動作方法、加工工程情報決定システムおよび方法ならびに加工工程情報装置および方法に関する。

背景技術

従来、CAD (Computer aided design) / CAM (Computer aided manufacture) システムまたは工作機械における加工情報決定方法として、特開平2-72413号公報、特開平2-293904号公報に以下のような方法が開示されている。

オペレータが工作物の図面情報をもとに、最終的に望む形状（加工後形状）を指定する。次に、オペレータが工作機械が使用する工具に関して、加工工具の形状、工具径、回転速度、送り速度等を指定する。オペレータが工作物の形状（加工前形状）を指定し、加工工具の初期位置、終端位置、走行方向を指定する。オペレータが工作物の面精度に応じた加工方法を指定す

ることによって、加工工具の工具経路、さらにはN C (Numerical control) データが作成される。

しかしながら、このような従来の方法においては、オペレータが工作機械の多くのパラメータを指定しなければならず、その指定にはかなりの時間を要し、作業が煩雑であった。また、工作機械のパラメータの中には、たとえば、被加工材の種類と、加工工具の送り速度および回転速度とのように互いに相関関係があるものがある。このようなパラメータは、専門知識の基づいて設定する必要がある、熟練したオペレータでなければ、設定できない。さらに、加工段階、たとえば、荒取り、中荒取り、仕上げ毎に、オペレータが工作機械のパラメータを設定しなければならず、作業効率が悪かった。

また、特開平4-114207号公報には、以下のような方法が開示されている。

加工方式ファイルおよび工具情報ファイルをあらかじめ準備しておく。加工方式ファイルには、加工後形状に対応した加工方式が加工優先順位にしたがって格納されている。また、工具情報ファイルには、各加工方式に対応した工具情報が使用優先順位にしたがって、格納されている。CAD装置において作成された図面情報が入力されると、加工方式ファイルおよび工具ファイルを参照して、加工方式、加工工具を決定し、所

望の加工情報を生成する。

しかしながら、このような従来の方法においては、加工方式ファイルおよび工具情報ファイルに格納されている情報は限られた情報であるので、各ファイルに格納されていない加工方式および加工工具について、対応できない。また、工作機械、加工工具等を変更した場合、加工方式ファイルおよび工具情報ファイルに格納されている情報を逐次変更しなければならず、その作業が煩雑であった。

さらに、C A D / C A M 装置および工作機械からなるシステムにおいては、C A D 装置によって作成された工作物の製品図面情報に基づいて、あらかじめ作成された標準加工情報を参照して工程設計情報および加工情報を作成するものがある。標準加工情報は、標準的な加工形状パターン（マクロパターンと呼ばれる）に対応して、その加工工程に関する情報である。熟練したオペレータは、標準的な加工形状パターンを工作物の製品図面の形状の似ている部分にあてはめ、加工形状パターンの加工工程を修正し、工程設計情報および加工条件情報を決定する。

しかしながら、多品種少量生産の場合、限られた人数のオペレータが大量の工作物の製品図面について加工形状パターンをあてはめて加工工程を修正しなければならない。加工形状パターンを工作物の製品図面の

形状にあてはめるには、オペレータに高度な専門知識が要求される。したがって、初心者のオペレータには作業ができない。また、熟練したオペレータの専門知識をエキスパート・システムによって実現すると、加工形状パターンの組み合わせがあまりに膨大となり、実用的ではなかった。

発明の開示

この発明は、被加工材の加工前形状モデルと加工後形状モデルから工作機械の制御データを自動的に決定することができる加工情報決定システムおよび方法を提供することを目的としている。

この発明は、被加工材の加工前形状モデルと加工後形状モデルから、最適加工情報を自動的に決定することができる加工情報決定システムおよび方法を提供することを目的としている。

この発明は、被加工材の加工前形状情報と加工後形状情報から、工作機械の制御データを自動的に作成することができる加工情報決定システムおよび方法を提供することを目的としている。

この発明は、被加工材の加工前形状情報と加工後形状情報とから、最適加工情報を自動的に決定する加工情報決定装置および方法を提供することを目的としている。

この発明は、被加工材の加工前形状モデルと加工後形状モデルとから、被加工材の加工前形状情報と加工後形状情報とを自動的に作成するCAD装置およびその動作方法を提供することを目的としている。

この発明は、被加工材の加工前の標準図面情報と、被加工材の加工後の製品図面情報から、工作機械の制御データを自動的に作成できる加工工程情報決定システムおよび方法を提供することを目的としている。

この発明は、被加工材の加工前の標準図面情報と、被加工材の加工後の製品図面情報とから、工程設計情報を自動的に作成できる加工工程情報決定装置および方法を提供することを目的としている。

この発明は、被加工材の加工前の標準図面情報と、被加工材の加工後の製品図面情報とから、加工条件情報を自動的に作成できる加工工程情報決定装置および方法を提供することを目的としている。

第1の発明は、被加工材の加工前形状モデルと加工後形状モデルから工作機械の制御データを自動的に決定することができる加工情報決定システムおよび方法を提供している。

第1の発明による加工情報決定システムは、被加工材に加工を施す前の形状を表す加工前形状モデルと、上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後形状モデルとに基づいて、上記被加工材の加工前の形状

に関する加工前形状情報および上記被加工材の加工後の形状に関する加工後形状情報を作成するCAD装置、上記被加工材の材質を表す材質情報および上記被加工材の加工を施す段階を表す加工段階情報を入力する入力装置、上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、加工前の被加工材を、それが上記加工後の形状になりかつ入力された加工段階まで加工するための最適加工情報を決定する加工情報決定装置、ならびに上記加工情報決定装置によって決定された最適加工情報と、上記加工前形状モデルおよび上記加工後形状モデルとに基づいて、工作機械が上記被加工材に加工を施すための制御データを生成する制御データ作成装置を備えている。

第1の発明の加工情報決定方法は、被加工材に加工を施す前の形状を表す加工前形状モデルと、上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後形状モデルとに基づいて、上記被加工材の加工前の形状に関する加工前形状情報および上記被加工材の加工後の形状に関する加工後形状情報を作成し、入力される上記被加工材の材質を表す材質情報および上記被加工材の加工を施す段階を表す加工段階情報を受け、作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、入力された

材質情報および加工段階情報とに基づいて、加工前の被加工材を、それが上記加工後の形状になりかつ入力された加工段階まで加工するための最適加工情報を決定し、決定された最適加工情報と、上記加工前形状モデルおよび上記加工後形状モデルとに基づいて、工作機械が上記被加工材に加工を施すための制御データを生成するものである。

第1の発明によると、被加工材の加工前形状モデルと加工後形状モデルに基づいて、被加工材に関する加工前形状情報および加工後形状情報がCAD装置によって作成される。材質情報および加工段階情報が入力装置から入力される。CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、入力装置から入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、最適加工情報が加工情報決定装置によって決定される。加工前形状モデルおよび加工後形状モデルと、加工情報決定装置によって決定された最適加工情報とに基づいて、工作機械の制御データが制御データ作成装置によって作成される。

したがって、オペレータは被加工材の加工前形状モデルおよび加工後形状モデルを作成し、材質情報と加工段階情報を入力するだけで工作機械の制御データが自動的に作成されるので、工作機械の多数のパラメータを入力する必要がなくなる。これによって、オペレ

一タの作業負担が軽くなるとともに、工作機械の最適な制御データを作成することができる。

第1の発明の好ましい実施態様においては、上記CAD装置は、上記被加工材に加工を施す前の形状を表す加工前形状モデルを作成する加工前形状モデル作成手段、上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後形状モデルを作成する加工後形状モデル作成手段、上記被加工材の加工後の表面のなめらかさを表す面精度および上記被加工材の加工後のコーナの形状を表すコーナ部半径を入力するCAD入力手段、上記加工前形状モデル作成手段によって作成された加工前形状モデルと、上記加工後形状モデル作成手段によって作成された加工後形状モデルとに基づいて、上記被加工材の切削すべき切削領域を表すデータを作成する切削領域作成手段、ならびに上記切削領域作成手段によって作成された切削領域データに基づいて上記加工前形状情報を作成するとともに、上記加工後形状情報の一部の情報を作成し、作成した情報と、上記CAD入力手段から入力された面精度およびコーナ部半径とをあわせて上記加工前形状情報を作成する加工前形状情報、加工後形状情報作成手段を備えている。

したがって、加工前形状モデルおよび加工後形状モデルに基づいて、加工前形状情報および加工後形状情報を作成することができる。

第 1 の発明の好ましい実施態様においては、上記加工情報決定装置は、複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機械使用工具データを登録したデータ・ベース、上記 C A D 装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、あらかじめ設定された使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を決定する使用工具決定手段、上記使用工具決定手段によって決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースを参照して、上記使用工具決定手段によって決定された使用工具について、上記データ・ベースに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定する最適工具決定手段、上記使用工具決定手段が決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、上記 C A D 装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報に基づいて、あ

あらかじめ設定された工具経路方式決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記特定の使用工具の経路方式を決定する工具経路方式決定手段、ならびに上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、あらかじめ設定された加工条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記使用工具に関する加工条件を決定する加工条件決定手段を備え、上記使用工具、上記工具経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする。

したがって、加工前形状情報および加工後形状情報と、材質情報および加工段階情報とに基づいて、最適加工情報を決定することができる。

第1の発明の好ましい実施態様においては、上記加工情報決定装置は、工作機械が工具を連続して使用する連続使用予定時間を入力する連続使用予定時間入力手段、上記工作機械が使用する上記工具の摩耗度を検出する摩耗度計測手段、ならびに上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報、上記摩耗度検出手段によって検出された摩耗度、ならびに上記連続使用予定時間入力手段から入力された連続使用予定時間に基づいて、あらかじめ設定され

た加工条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記工具に関する加工条件を決定する加工条件決定手段を備え、上記加工条件を最適加工情報とする。

したがって、工作機械が使用する工具の摩耗度を考慮した最適な加工条件を決定することができる。

第1の発明の好ましい実施態様においては、上記摩耗度計測手段は、工具の使用前の形状を表す使用前画像データおよび上記工具の使用限界の形状を表す使用限界画像データを記憶した記憶手段、工作機械が使用する工具を撮影して上記工具の画像データを生成する撮影手段、ならびに上記記憶手段に記憶された使用前画像データおよび使用限界画像データと、上記撮影手段によって生成された画像データに基づいて、上記工具の摩耗度を算出する摩耗度算出手段を備えている。

したがって、工作機械が使用する工具の摩耗度を計測することができる。

第1の発明の好ましい実施態様においては、上記摩耗度計測手段は、工作機械が使用前の工具を用いて標準加工材料を加工した加工痕の使用前画像データおよび上記工作機械が使用限界の工具を用いて上記標準加工材料を加工した加工痕の使用限界画像データを記憶した記憶手段、上記工作機械が使用する工具を用いて上記標準加工材料を加工した加工痕を撮影してその加

工痕の画像データを生成する撮影手段、ならびに上記記憶手段に記憶された使用前画像データおよび使用限界画像データと、上記撮影手段によって生成された画像データに基づいて、上記工具の摩耗度を算出する摩耗度算出手段を備えている。

したがって、工作機械が使用する工具の摩耗度を計測することができる。

第1の発明の好ましい実施態様においては、上記摩耗度計測手段は、使用前の工具を標準型取り材料を用いて型取りした型の使用前画像データおよび使用限界の工具を上記標準型取り材料を用いて型取りした型の使用限界画像データを記憶した記憶手段、使用する使用工具を上記標準型取り材料を型取りした型を撮影してその型の画像データを生成する撮影手段、ならびに上記記憶手段に記憶された使用前画像データおよび使用限界画像データと、上記撮影手段によって生成された画像データに基づいて、上記工具の摩耗度を算出する摩耗度算出手段を備えている。

したがって、工作機械が使用する工具の摩耗度を計測することができる。

第1の発明の好ましい実施態様においては、上記摩耗度計測手段は、使用前の工具を用いて標準加工材料を加工したときの工作機械の使用前特性データおよび使用限界の工具を用いて上記標準加工材料を加工した

ときの上記工作機械の使用限界特性データを記憶した記憶手段、上記工作機械が使用する工具を用いて上記標準加工材料を加工したときの特性データを計測する計測手段、ならびに上記記憶手段に記憶された使用前特性データおよび使用限界特性データと、上記計測手段によって計測された特性データに基づいて、上記工具の摩耗度を算出する摩耗度算出手段を備えている。

したがって、工作機械が使用する工具の摩耗度を計測することができる。

第1の発明の好ましい実施態様においては、上記加工情報決定装置は、工作機械に関するパラメータを教師情報として入力する教師情報入力手段、および上記教師情報入力手段から入力された工作機械のパラメータと、あらかじめ設定された工作機械に関するパラメータとに基づいて、上記加工条件決定手段にあらかじめ設定されたメンバーシップ関数を修正するための修正係数を算出し、算出した修正係数に基づいて上記メンバーシップ関数を修正するメンバーシップ関数学習手段さらに備えている。

したがって、加工条件決定手段は、工作機械に応じた最適な加工条件を決定することができる。

第1の発明の好ましい実施態様においては、上記加工情報決定装置は、上記使用工具に関する加工条件を教師情報として入力する教師情報入力手段、および上

記教師情報入力手段から入力された加工条件と、上記加工条件決定手段によって決定された加工条件とに基づいて、上記加工条件決定手段にあらかじめ設定されたメンバーシップ関数の修正係数を算出し、算出した修正係数に基づいて、上記メンバーシップ関数を修正するメンバーシップ関数学習手段をさらに備えている。

したがって、加工条件決定手段は、教師情報に基づく最適な加工条件を決定することができる。

第1の発明の好ましい実施態様においては、上記加工情報決定装置は、教師情報としての上記使用工具に関する加工条件の入力を複数回にわたって許容する教師情報入力手段、および上記教師情報入力手段から入力されたそれぞれの加工条件と、上記加工条件決定手段によって決定された加工条件との偏差を算出し、算出した偏差の平均に基づいて、上記加工条件決定手段にあらかじめ設定されたメンバーシップ関数を修正するメンバーシップ関数学習手段をさらに備えている。

したがって、加工条件決定手段は、教師情報に基づく最適な加工条件を決定することができる。

第1の発明の好ましい実施態様においては、上記加工情報決定装置は、複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機械使用工具データ・ファイルおよび上記工具に関する加工条件の標

準値を工具毎にもつ標準加工条件情報を登録したデータ・ベース、上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、あらかじめ設定された使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を決定する使用工具決定手段、上記使用工具決定手段によって決定された工作機械が上記工作機械使用工具データ・ファイルの工具を用いる工作機械である場合、上記工作機械使用工具データ・ファイルを参照して、上記使用工具決定手段によって決定された使用工具について、上記工作機械使用工具データ・ファイルの工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定する最適工具決定手段、上記使用工具決定手段が決定した工作機械が上記工作機械使用工具データ・ファイルを用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報に基づいて、あらかじめ設定された工具経路方式決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記特定の使用工具の経路方式を決定する工具経路方式

決定手段、ならびに上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、ならびに上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報に基づいて、あらかじめ設定された加工条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記使用工具に関する加工条件の相対値を決定し、上記データ・ベースに登録された標準加工条件情報から上記使用工具に関する加工条件の標準値を読み出し、読み出した加工条件の標準値を上記加工条件の相対値を用いて修正して加工条件とする加工条件決定手段を備え、上記使用工具、上記経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする。

したがって、加工条件決定手段が最適な加工条件を決定することができる。

第1の発明の好ましい実施態様においては、上記加工情報決定装置は、上記データ・ベースは、上記標準加工条件情報をファジィ情報として記憶するものである。

したがって、データ・ベースを有効に利用できる。

第1の発明の好ましい実施態様においては、上記加工情報決定装置は、複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機械使用工具データ・ファイルおよび上記工具に関する加工条件の適

正範囲を工具毎にもつ適正加工条件範囲情報を登録したデータ・ベース、上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、あらかじめ設定された使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を決定する使用工具決定手段、上記使用工具決定手段によって決定された工作機械が上記工作機械使用工具データ・ファイルの工具を用いる工作機械である場合、上記工作機械使用工具データ・ファイルを参照して、上記使用工具決定手段によって決定された使用工具について、上記工作機械使用工具データ・ファイルの工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定する最適工具決定手段、上記使用工具決定手段が決定した工作機械が上記工作機械使用工具工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報に基づいて、あらかじめ設定された工具経路方式決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記特定の使用工具の経路方式を決定する工具経路方式決定手段、

ならびに上記使用工具に基づいて、上記データ・ベースに登録された適正加工条件情報から上記使用工具の加工条件の適正範囲を読み出し、読みだした加工条件の適正範囲に基づいてあらかじめ設定された加工条件決定規則のメンバーシップ関数を作成し、上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報に基づいて、上記加工条件決定規則および作成したメンバーシップ関数にしたがって、上記使用工具の加工条件を決定する加工条件決定手段を備え、上記使用工具、上記経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする。

したがって、加工条件決定手段が最適な加工条件を決定することができる。

第1の発明の好ましい実施態様においては、上記加工情報決定装置は、所望の工具に関するデータを選択するための選択情報を入力する選択情報入力手段、および上記選択情報入力手段から入力された入力情報にしたがって、上記データ・ベースに登録された工作機械使用工具データの中から選択された工具のデータのみからなるデータ・ベースを再構築する再構築手段をさらに備えている。

したがって、データ・ベースを有効に利用できる。

第1の発明の好ましい実施態様においては、上記加

工情報決定装置は、工作機械が使用する工具に関する使用工具データ・ファイル、複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機使用工具データ・ファイル、特定の工具について、上記特定の工具の経路方式に関する工具経路方式データ・ファイルおよび工具について加工条件に関する加工条件データ・ファイルを登録したデータ・ベース、上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を、上記データ・ベースに登録された使用工具データ・ファイルを参照して、決定する使用工具決定手段、上記使用工具決定手段によって決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースに登録された工作機械使用データ・ファイルを参照して、上記使用工具決定手段によって決定された使用工具について、上記工作機械使用工具データ・ファイルに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定する最適工具決定手段、上記使用工具決定手段が決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、

かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報に基づいて、上記データ・ベースに登録された工具経路方式データ・ファイルを参照して、上記特定の使用工具の経路方式を決定する工具経路方式決定手段、ならびに上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、上記データ・ベースに登録された加工条件データ・ファイルを参照して、上記使用工具に関する加工条件を決定する加工条件決定手段を備え、上記使用工具、上記工具経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする。

したがって、加工前形状情報および加工後形状情報と、材質情報および加工段階情報に基づいて、最適加工情報を決定することができる。

第2の発明は、被加工材の加工前形状モデルと加工後形状モデルから最適加工情報を自動的に決定することができる加工情報決定システムおよび方法を提供している。

第2の発明による加工情報決定システムは、被加工材に加工を施す前の形状を表す加工前形状モデルと、

上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後形状モデルとに基づいて、上記被加工材の加工前の形状に関する加工前形状情報および上記被加工材の加工後の形状に関する加工後形状情報を作成するCAD装置、上記被加工材の材質を表す材質情報および上記被加工材の加工を施す段階を表す加工段階情報を入力する入力装置、ならびに上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、加工前の被加工材を、それが上記加工後の形状になりかつ入力された加工段階まで加工するための最適加工情報を決定する加工情報決定装置を備えている。

第2の発明による加工情報決定方法は、被加工材に加工を施す前の形状を表す加工前形状モデルと、上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後形状モデルとに基づいて、上記被加工材の加工前の形状に関する加工前形状情報および上記被加工材の加工後の形状に関する加工後形状情報を作成し、入力される上記被加工材の材質を表す材質情報および上記被加工材の加工を施す段階を表す加工段階情報を受付け、作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、から入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、加工前の被加工材を、それが上記加工後の形状になり

かつ入力された加工段階まで加工するための最適加工情報を決定する。

第2の発明によると、被加工材の加工前形状モデルと加工後形状モデルに基づいて、被加工材に関する加工前形状情報および加工後形状情報がCAD装置によって作成される。材質情報および加工段階情報が入力装置から入力される。CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、入力装置から入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、最適加工情報が加工情報決定装置によって決定される。

したがって、オペレータは被加工材の加工前形状モデルおよび加工後形状モデルを作成し、材質情報と加工段階情報を入力するだけで工作機械の制御データが自動的に作成されるので、工作機械の多数のパラメータを入力する必要がなくなる。これによって、オペレータの作業負担が軽くなるとともに、工作機械の最適最適加工情報を作成することができる。

第2の発明の好ましい実施態様においては、上記CAD装置は、上記被加工材に加工を施す前の形状を表す加工前形状モデルを作成する加工前形状モデル作成手段、上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後形状モデルを作成する加工後形状モデル作成手段、上記被加工材の加工後の表面のなめらかさを表す面

精度および上記被加工材の加工後のコーナの形状を表すコーナ部半径を入力するCAD入力手段、上記加工前形状モデル作成手段によって作成された加工前形状モデルと、上記加工後形状モデル作成手段によって作成された加工後形状モデルとに基づいて、上記被加工材の切削すべき切削領域を表すデータを作成する切削領域作成手段、ならびに上記切削領域作成手段によって作成された切削領域データに基づいて上記加工前形状情報を作成するとともに、上記加工後形状情報の一部の情報を作成し、作成した情報と、上記CAD入力手段から入力された面精度およびコーナ部半径とをあわせて上記加工前形状情報を作成する加工前形状情報、加工後形状情報作成手段を備えている。

したがって、加工前形状モデルおよび加工後形状モデルに基づいて、加工前形状情報および加工後形状情報を作成することができる。

第2の発明の好ましい実施態様においては、上記加工情報決定装置は、複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機械使用工具データを登録したデータ・ベース、上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、あらかじめ設定された使用工

具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を決定する使用工具決定手段、上記使用工具決定手段によって決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースを参照して、上記使用工具決定手段によって決定された使用工具について、上記データ・ベースに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定する最適工具決定手段、上記使用工具決定手段が決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報に基づいて、あらかじめ設定された工具経路方式決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記特定の使用工具の経路方式を決定する工具経路方式決定手段、ならびに上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、あらかじめ設定された加工条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記使用工具

に関する加工条件を決定する加工条件決定手段を備え、上記使用工具、上記工具経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする。

したがって、加工前形状情報および加工後形状情報と、材質情報および加工段階情報とに基づいて、最適加工情報を決定することができる。

第2の発明の好ましい実施態様においては、上記加工情報決定装置は、工作機械が使用する工具に関する使用工具データ・ファイル、複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機使用工具データ・ファイル、特定の工具について、上記特定の工具の経路方式に関する工具経路方式データ・ファイルおよび工具について加工条件に関する加工条件データ・ファイルを登録したデータ・ベース、上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を、上記データ・ベースに登録された使用工具データ・ファイルを参照して、決定する使用工具決定手段、上記使用工具決定手段によって決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記デー

タ・ベースに登録された工作機械使用データ・ファイルを参照して、上記使用工具決定手段によって決定された使用工具について、上記工作機械使用工具データ・ファイルに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定する最適工具決定手段、上記使用工具決定手段が決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報に基づいて、上記データ・ベースに登録された工具経路方式データ・ファイルを参照して、上記特定の使用工具の経路方式を決定する工具経路方式決定手段、ならびに上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、上記データ・ベースに登録された加工条件データ・ファイルを参照して、上記使用工具に関する加工条件を決定する加工条件決定手段を備え、上記使用工具、上記工具経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする。

したがって、加工前形状情報および加工後形状情報と、材質情報および加工段階情報とに基づいて、最適

加工情報を決定することができる。

第3の発明は、被加工材の加工前形状情報と加工後形状情報から工作機械の制御データを自動的に作成することができる加工情報決定システムおよび方法を提供している。

第3の発明による加工情報決定システムは、被加工材の加工前の形状に関する加工前形状情報、上記被加工材の加工後の形状に関する加工後形状情報、上記被加工材の材質を表す材質情報および上記被加工材の加工を施す段階を表す加工段階情報を入力する入力装置、上記入力装置から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、加工前の被加工材を、それが上記加工後の形状になりかつ入力された加工段階まで加工するための最適加工情報を決定する加工情報決定装置、ならびに与えられる上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後形状モデルと、上記加工情報決定装置によって決定された最適加工情報とに基づいて、工作機械が上記被加工材に加工を施すための制御データを生成する制御データ作成装置を備えている。

第3の発明の加工情報決定方法は、入力される被加工材の加工前の形状に関する加工前形状情報、上記被加工材の加工後の形状に関する加工後形状情報、上記被加工材の材質を表す材質情報および上記被加工材の

加工を施す段階を表す加工段階情報を受付け、入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、加工前の被加工材を、それが上記加工後の形状になりかつ入力された加工段階まで加工するための最適加工情報を決定し、与えられる上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後形状モデルと、決定された最適加工情報とに基づいて、工作機械が上記被加工材に加工を施すための制御データを生成するものである。

第3の発明によると、入力装置から入力される加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報が入力装置から入力される。加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、最適加工情報が加工情報決定装置によって決定される。加工前形状モデルおよび加工後形状モデルと、加工情報決定装置によって決定された最適加工情報とに基づいて、工作機械の制御データが制御データ作成装置によって作成される。

したがって、オペレータは被加工材の加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報を入力するだけで工作機械の制御データが自動的に作成されるので、工作機械の多数のパラメータを入力する必要がなくなる。これによって、オペレータの作業負担が軽くなるとともに、工作機械の最適な制御データ

を作成することができる。

第3の発明の好ましい実施態様においては、上記加工情報決定装置は、複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機械使用工具データを登録したデータ・ベース、上記入力装置から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報とに基づいて、あらかじめ設定された使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を決定する使用工具決定手段、上記使用工具決定手段によって決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースを参照して、上記使用工具決定手段によって決定された使用工具について、上記データ・ベースに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定する最適工具決定手段、上記使用工具決定手段が決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、上記入力装置から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、あらかじめ設定された工具経路

方式決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記特定の使用工具の経路方式を決定する工具経路方式決定手段、ならびに上記入力装置から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、あらかじめ設定された加工条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記使用工具に関する加工条件を決定する加工条件決定手段を備え、上記使用工具、上記工具経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする。

したがって、加工前形状情報および加工後形状情報と、材質情報および加工段階情報とに基づいて、最適加工情報を決定することができる。

第3の発明の好ましい実施態様においては、上記加工情報決定装置は、工作機械が使用する工具に関する使用工具データ・ファイル、複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機使用工具データ・ファイル、特定の工具について、上記特定の工具の経路方式に関する工具経路方式データ・ファイルおよび工具について加工条件に関する加工条件データ・ファイルを登録したデータ・ベース、上記入力装置から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報とに基づいて、上記

被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を、上記データ・ベースに登録された使用工具データ・ファイルを参照して、決定する使用工具決定手段、上記使用工具決定手段によって決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースに登録された工作機械使用データ・ファイルを参照して、上記使用工具決定手段によって決定された使用工具について、上記工作機械使用工具データ・ファイルに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定する最適工具決定手段、上記使用工具決定手段が決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、上記入力装置から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、上記データ・ベースに登録された工具経路方式データ・ファイルを参照して、上記特定の使用工具の経路方式を決定する工具経路方式決定手段、ならびに上記入力装置から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、上記データ・ベースに登録された加工条件データ・ファイルを参照して、上記使用工具に関する加工条

件を決定する加工条件決定手段を備え、上記使用工具、上記工具経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする。

したがって、加工前形状情報および加工後形状情報と、材質情報および加工段階情報とに基づいて、最適加工情報を決定することができる。

第4の発明は、被加工材の加工前形状情報と加工後形状情報から最適加工情報を自動的に決定する加工情報決定装置および方法を提供している。

第4の発明による加工情報決定装置は、複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機械使用工具データを登録したデータ・ベース、被加工材の加工前の形状に関する加工前形状情報、上記被加工材の加工後の形状に関する加工後形状情報、上記被加工材の材質を表す材質情報および上記被加工材の加工を施す段階を表す加工段階情報を入力する入力手段、上記入力手段から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報とに基づいて、あらかじめ設定された使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を決定する使用工具決定手段、上記使用工具決定手段によって決定された工

作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースを参照して、上記使用工具決定手段によって決定された使用工具について、上記データ・ベースに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定する最適工具決定手段、上記使用工具決定手段が決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、上記入力装置から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、あらかじめ設定された工具経路方式決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記特定の使用工具の経路方式を決定する工具経路方式決定手段、ならびに上記入力装置から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、あらかじめ設定された加工条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記使用工具に関する加工条件を決定する加工条件決定手段を備えている。

第4の発明の加工情報決定方法は、複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機械使用工具データを登録したデータ・ベースを設

け、入力される上記被加工材の加工前の形状に関する加工前形状情報、上記被加工材の加工後の形状に関する加工後形状情報、上記被加工材の材質を表す材質情報および上記被加工材の加工を施す段階を表す加工段階情報を受付け、入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報とに基づいて、あらかじめ設定された使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を決定し、決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースを参照して決定された使用工具について、上記データ・ベースに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定し、決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、あらかじめ設定された工具経路方式決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記特定の使用工具の経路方式を決定し、入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、あらかじめ設定された加工

条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記使用工具に関する加工条件を決定するものである。

第4の発明によると、加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、使用工具決定手段によって最適な工作機械が決定され、その使用工具が決定される。決定された工作機械が特定の工作機械の場合、データベースを参照して最適な使用工具が最適工具決定手段決定される。決定された工作機械が特定の工作機械であり、かつ、特定の使用工具である場合には、その特定の使用工具の経路方式が工具経路方式決定手段によって決定される。決定された使用工具について、その使用工具に関する加工条件が加工条件決定手段によって決定される。決定された使用工具、工具経路方式および加工条件が最適加工情報となる。

したがって、オペレータは、加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報を入力するだけで、工作機械の最適加工情報を得ることがきる。

第5の発明は、被加工材の加工前形状情報と加工後形状情報から最適加工情報を自動的に決定する加工情報決定装置および方法を提供している。

第5の発明の加工情報決定装置は、工作機械が使用する工具に関する使用工具データ・ファイル、複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機

械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機使用工具データ・ファイル、特定の工具について、上記特定の工具の経路方式に関する工具経路方式データ・ファイルおよび工具について加工条件に関する加工条件データ・ファイルを登録したデータ・ベース、上記被加工材の加工前の形状に関する加工前形状情報、上記被加工材の加工後の形状に関する加工後形状情報、上記被加工材の材質を表す材質情報および上記被加工材の加工を施す段階を表す加工段階情報を入力する入力手段、上記入力手段から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報とに基づいて、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を、上記データ・ベースに登録された使用工具データ・ファイルを参照して、決定する使用工具決定手段、上記使用工具決定手段によって決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースに登録された工作機械使用データ・ファイルを参照して、上記使用工具決定手段によって決定された使用工具について、上記工作機械使用工具データ・ファイルに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定する最適工具決定手段、上記使用工具決定手段が決定した工作機械が上記データ・ベ

ースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、上記入力手段から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、上記データ・ベースに登録された工具経路方式データ・ファイルを参照して、上記特定の使用工具の経路方式を決定する工具経路方式決定手段、ならびに上記入力手段から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、上記データ・ベースに登録された加工条件データ・ファイルを参照して、上記使用工具に関する加工条件を決定する加工条件決定手段を備えている。

第5の発明の加工情報決定方法は、工作機械が使用する工具に関する使用工具データ・ファイル、複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機使用工具データ・ファイル、特定の工具について、上記特定の工具の経路方式に関する工具経路方式データ・ファイルおよび工具について加工条件に関する加工条件データ・ファイルを登録したデータ・ベースを設け、入力される上記被加工材の加工前の形状に関する加工前形状情報、上記被加工材の加工後の形状に関する加工後形状情報、上記被加工材の材質

を表す材質情報および上記被加工材の加工を施す段階を表す加工段階情報を受付け、入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を、上記データ・ベースに登録された使用工具データ・ファイルを参照して決定し、決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースに登録された工作機械使用データ・ファイルを参照して、決定された使用工具について、上記工作機械使用工具データ・ファイルに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定し、決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、上記データ・ベースに登録された工具経路方式データ・ファイルを参照して、上記特定の使用工具の経路方式を決定し、入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、上記データ・ベースに登録された加工条件データ・ファイルを参照して、上記使用工具に関する加工条件を決定するもの

である。

第 5 の発明によると、加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、使用工具決定手段によって最適な工作機械が決定され、その使用工具が決定される。決定された工作機械が特定の工作機械の場合、データ・ベースを参照して最適な使用工具が最適工具決定手段決定される。決定された工作機械が特定の工作機械であり、かつ、特定の使用工具である場合には、その特定の使用工具の経路方式が工具経路方式決定手段によって決定される。決定された使用工具について、その使用工具に関する加工条件が加工条件決定手段によって決定される。決定された使用工具、工具経路方式および加工条件が最適加工情報となる。

したがって、オペレータは、加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報を入力するだけで、工作機械の最適加工情報を得ることがきる。

第 6 の発明は、被加工材の加工前形状モデルと加工後形状モデルとから、被加工材の加工前形状情報と加工後形状情報とを自動的に作成する C A D 装置およびその動作方法を提供としている。

第 6 の発明による C A D 装置は、被加工材に加工を施す前の形状を表す加工前形状モデルを作成する加工前形状モデル作成手段、上記被加工材に加工を施した

後の形状を表す加工後形状モデルを作成する加工後形状モデル作成手段、上記被加工材の加工後の表面のなめらかさを表す面精度および上記被加工材の加工後のコーナの形状を表すコーナ部半径を入力するCAD入力手段、上記加工前形状モデル作成手段によって作成された加工前形状モデルと、上記加工後形状モデル作成手段によって作成された加工後形状モデルとに基づいて、上記被加工材の切削すべき切削領域を表すデータを作成する切削領域作成手段、ならびに上記切削領域作成手段によって作成された切削領域データに基づいて上記加工前形状情報を作成するとともに、上記加工後形状情報の一部の情報を作成し、作成した情報と、上記CAD入力手段から入力された面精度およびコーナ部半径とをあわせて上記加工前形状情報を作成する加工前形状情報、加工後形状情報作成手段を備えている。

第6の発明によるCAD装置の動作方法は、被加工材に加工を施す前の形状を表す加工前形状モデルを作成し、上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後形状モデルを作成し、入力される上記被加工材の加工後の表面のなめらかさを表す面精度および上記被加工材の加工後のコーナの形状を表すコーナ部半径を受付け、作成された加工前形状モデルと、作成された加工後形状モデルとに基づいて、上記被加工材の切削

すべき切削領域を表すデータを作成し、作成された切削領域データに基づいて上記加工前形状情報を作成するとともに、上記加工後形状情報の一部の情報を作成し、作成した情報と、入力された面精度およびコーナ部半径とをあわせて上記加工前形状情報を作成するものである。

第6の発明によると、加工前形状モデルが加工前形状モデル作成手段によって作成され、加工後形状モデルが加工後形状モデル作成手段によって作成される。作成された加工前形状モデルと加工後形状モデルとに基づいて、切削領域データが切削領域抽出装手段によって抽出される。またCAD入力手段から面精度、コーナ部半径が入力される。抽出された切削領域データに基づいて、加工前形状情報および加工後形状情報が加工前形状情報、加工後形状情報作成手段によって作成される。

したがって、オペレータは、加工前形状モデルと加工後形状モデルを作成し、面精度およびコーナ部半径を入力するだけで、加工前形状情報および加工後形状情報を得ることができる。

第7の発明は、被加工材の加工前の標準図面情報と、被加工材の加工後の製品図面情報から、工作機械の制御データを自動的に作成できる加工工程情報決定システムおよび方法を提供している。

第 7 の 発 明 に よ る 加 工 工 程 情 報 決 定 シ ス テ ム は、 被
加 工 材 の 加 工 を 施 す 前 の 形 状 を 表 す 標 準 図 面 情 報、 な
ら び に 標 準 マ ク ロ パ タ ー ン に 対 応 し て、 そ の パ ラ メ ー
タ、 加 工 工 程、 加 工 工 具 お よ び 加 工 方 法 に 関 す る 標 準
加 工 情 報 を 記 憶 し た デ ー タ ・ ベ ー ス、 上 記 被 加 工 材 に
加 工 を 施 し た 後 の 形 状 に 関 す る 製 品 図 面 情 報 を 作 成 す
る 製 品 図 面 情 報 作 成 手 段、 上 記 デ ー タ ・ ベ ー ス に 記 憶
さ れ た 標 準 図 面 情 報 と、 上 記 製 品 図 面 情 報 作 成 手 段 に
よ っ て 作 成 さ れ た 製 品 図 面 情 報 と の 差 分 情 報 を 抽 出 す
る 差 分 情 報 抽 出 手 段、 上 記 差 分 情 報 手 段 に よ っ て 抽 出
さ れ た 差 分 情 報 に 基 づ い て、 加 工 に よ っ て 上 記 被 加 工
材 に 形 成 す べ き 形 状 の 輪 郭 を 表 す 加 工 マ ク ロ パ タ ー ン
を 作 成 す る と と に そ の パ ラ メ ー タ を 抽 出 す る マ ク ロ パ
タ ー ン 展 開 手 段、 上 記 デ ー タ ・ ベ ー ス に 記 憶 さ れ た 標
準 加 工 情 報 か ら、 上 記 マ ク ロ パ タ ー ン 展 開 手 段 に よ っ
て 作 成 さ れ た 加 工 マ ク ロ パ タ ー ン に 相 当 す る 標 準 マ ク
ロ パ タ ー ン の 加 工 方 法 お よ び 加 工 工 程 を 読 み 出 し、 上
記 マ ク ロ パ タ ー ン 展 開 手 段 に よ っ て 抽 出 さ れ た マ ク ロ
パ タ ー ン の パ ラ メ ー タ に 基 づ い て、 読 み 出 し た 加 工 方
法 に し た が っ て 上 記 被 加 工 材 に 加 工 を 施 す 加 工 工 程 と
そ の 順 序 を 決 定 し、 決 定 し た 加 工 工 程 と そ の 順 序 を 設
計 工 程 情 報 と し て 作 成 す る 加 工 順 序 決 定 手 段、 上 記 デ
ー タ ・ ベ ー ス に 記 憶 さ れ た 標 準 加 工 情 報 か ら、 上 記 マ
ク ロ パ タ ー ン 展 開 手 段 に よ っ て 作 成 さ れ た 加 工 マ ク ロ

パターンに相当する標準マクロパターンの加工工具を読み出し、読み出した加工工具に関する最適な加工条件情報を決定する加工条件決定手段、ならびに上記製品図面情報作成手段によって作成された製品図面情報、上記標準加工情報データ・ベースに記憶された情報図面情報、上記加工順序決定手段によって決定された工程設計情報および上記加工条件決定手段によって決定された加工条件情報に基づいて、工作機械が上記被加工材に加工を施すための制御データを生成する制御データ作成手段を備えている。

第7の発明の加工工程情報決定方法は、被加工材の加工を施す前の形状を表す標準図面情報、ならびに標準マクロパターンに対応して、そのパラメータ、加工工程、加工工具および加工方法に関する標準加工情報を記憶したデータ・ベースを設け、上記被加工材に加工を施した後の形状に関する製品図面情報を作成し、上記データ・ベースに記憶された標準図面情報と、作成された製品図面情報との差分情報を抽出し、抽出された差分情報に基づいて、加工によって上記被加工材に形成すべき形状の輪郭を表す加工マクロパターンを作成するとともにそのパラメータを抽出し、上記データ・ベースに記憶された標準加工情報から、作成された加工マクロパターンに相当する標準マクロパターンの加工方法および加工工程を読み出し、抽出されたマク

ロパターンのパラメータに基づいて、読み出した加工方法にしたがって上記被加工材に加工を施す加工工程とその順序を決定し、決定した加工工程とその順序を設計工程情報として作成し、上記データ・ベースに記憶された標準加工情報から、作成された加工マクロパターンに相当する標準マクロパターンの加工工具を読み出し、読み出した加工工具に関する最適な加工条件情報を決定し、作成された製品図面情報、上記標準加工情報データ・ベースに記憶された情報図面情報、決定された工程設計情報および決定された加工条件情報に基づいて、工作機械が上記被加工材に加工を施すための制御データを生成するものである。

第7の発明によると、製品図面情報作成手段によって作成された製品図面情報と、データ・ベースに記憶された標準図面情報との差分情報が差分情報抽出手段によって抽出される。抽出された差分情報に基づいて、加工マクロパターンが作成され、そのパラメータがマクロパターン展開手段によって抽出される。加工マクロパターンに相当する標準マクロパターンの加工方法および加工工程がデータ・ベースから読み出れ、工程設計情報が加工順序決定手段によって決定される。加工マクロパターンに相当する標準マクロパターンの加工工具がデータ・ベースから読み出され、加工条件情報が加工条件決定手段によって決定される。決定され

た工程設計情報および加工条件情報と、製品図面情報および標準図面情報とに基づいて、工作機械の制御データが制御データ作成手段によって作成される。

したがって、オペレータは、標準図面情報をあらかじめ作成しておき、製品図面情報を作成するだけで、工作機械の制御データを得ることができる。これによって、オペレータは煩雑な作業を行う必要がなくなり、生産効率を上げることができる。さらに、初心者オペレータにも容易に作業ができる。

第8の発明は、被加工材の加工前の標準図面情報と、被加工材の加工後の製品図面情報から工程設計情報を自動的に作成できる加工工程情報決定装置および方法を提供している。

第8による加工工程情報決定装置は、標準マクロパターンに対応して、そのパラメータ、加工工程、加工工具および加工方法に関する標準加工情報を記憶したデータ・ベース、与えられる被加工材に加工を施した後の形状に関する製品図面情報と、与えられる被加工材の加工を施す前の形状を表す標準図面情報との差分情報を抽出する差分情報抽出手段、上記差分情報手段によって抽出された差分情報に基づいて、加工によって上記被加工材に形成すべき形状の輪郭を表す加工マクロパターンを作成するとともにそのパラメータを抽出するマクロパターン展開手段、ならびに上記データ・

ベースに記憶された標準加工情報から、上記マクロパターン展開手段によって作成された加工マクロパターンに相当する標準マクロパターンの加工方法および加工工程を読み出し、上記マクロパターン展開手段によって抽出されたマクロパターンのパラメータに基づいて、読み出した加工方法にしたがって上記被加工材に加工を施す加工工程とその順序を決定し、決定した加工工程とその順序を設計工程情報として作成する加工順序決定手段を備えている。

第8の発明による加工工程情報決定方法は、標準マクロパターンに対応して、そのパラメータ、加工工程、加工工具および加工方法に関する標準加工情報を記憶したデータ・ベースを設け、与えられる被加工材に加工を施した後の形状に関する製品図面情報と、与えられる被加工材の加工を施す前の形状を表す標準図面情報との差分情報を抽出し、抽出された差分情報に基づいて、加工によって上記被加工材に形成すべき形状の輪郭を表す加工マクロパターンを作成するとともにそのパラメータを抽出し、上記データ・ベースに記憶された標準加工情報から、作成された加工マクロパターンに相当する標準マクロパターンの加工方法および加工工程を読み出し、抽出されたマクロパターンのパラメータに基づいて、読み出した加工方法にしたがって上記被加工材に加工を施す加工工程とその順序を決定し、

決定した加工工程とその順序を設計工程情報として作成するものである。

第 8 の発明によると、作成された製品図面情報と、データ・ベースに記憶された標準図面情報との差分情報が差分情報抽出手段によって抽出される。抽出された差分情に基づいて、加工マクロパターンが作成され、そのパラメータがマクロパターン展開手段によって抽出される。加工マクロパターンに相当する標準マクロパターンの加工方法および加工工程がデータ・ベースから読み出れ、工程設計情報が加工順序決定手段によって決定される。

したがって、オペレータは、標準図面情報をあらかじめ作成しておき、製品図面情報を作成するだけで、工程設計情報を得ることができる。これによって、オペレータは煩雑な作業を行う必要がなくなり、生産効率を上げることができる。さらに、初心者のオペレータにも容易に作業ができる。

第 9 の発明は、被加工材の加工前の標準図面情報と、被加工材の加工後の製品図面情報から加工条件情報を自動的に作成できる加工工程情報決定装置および方法を提供している。

第 9 の発明による加工工程情報決定装置は、標準マクロパターンに対応して、そのパラメータ、加工工程、加工工具および加工方法に関する標準加工情報を記憶

したデータ・ベース、与えられる被加工材に加工を施した後の形状に関する製品図面情報と、与えられる被加工材の加工を施す前の形状を表す標準図面情報との差分情報を抽出する差分情報抽出手段、上記差分情報手段によって抽出された差分情報に基づいて、加工によって上記被加工材に形成すべき形状の輪郭を表す加工マクロパターンを作成するとともにそのパラメータを抽出するマクロパターン展開手段、ならびに上記データ・ベースに記憶された標準加工情報から、上記マクロパターン展開手段によって作成された加工マクロパターンに相当する標準マクロパターンの加工工具を読み出し、読み出した加工工具に関する最適な加工条件情報を決定する加工条件決定手段を備えている。

第9の発明による加工工程情報決定方法は、標準マクロパターンに対応して、そのパラメータ、加工工程、加工工具および加工方法に関する標準加工情報を記憶したデータ・ベースを設け、与えられる被加工材に加工を施した後の形状に関する製品図面情報と、与えられる被加工材の加工を施す前の形状を表す標準図面情報との差分情報を抽出し、抽出された差分情報に基づいて、加工によって上記被加工材に形成すべき形状の輪郭を表す加工マクロパターンを作成するとともにそのパラメータを抽出し、上記データ・ベースに記憶された標準加工情報から、作成された加工マクロパターン

に相当する標準マクロパターンの加工工具を読み出し、読み出した加工工具に関する最適な加工条件情報を決定するものである。

第9の発明によると、作成された製品図面情報と、データ・ベースに記憶された標準図面情報との差分情報が差分情報抽出手段によって抽出される。抽出された差分情報に基づいて、加工マクロパターンが作成され、そのパラメータがマクロパターン展開手段によって抽出される。加工マクロパターンに相当する標準マクロパターンの加工工具がデータ・ベースから読み出され、加工条件情報が加工条件決定手段によって決定される。

したがって、オペレータは、標準図面情報をあらかじめ作成しておき、製品図面情報を作成するだけで、工作機械の加工条件情報を得ることができる。これによって、オペレータは煩雑な作業を行う必要がなくなり、生産効率を上げることができる。さらに、初心者のオペレータにも容易に作業ができる。

図面の簡単な説明

第1図は加工情報決定システムの全体的構成を示す機能ブロック図である。

第2図は加工情報決定システムのハードウェア構成を示す図である。

第3図はCAD装置の詳細な構成を示す機能ブロッ

ク図である。

第4図はCAD装置における全体的な処理手順を示すフロー・チャートである。

第5図は加工前形状モデルの一例を示す。

第6図は加工後形状モデルの一例を示す。

第7図は切削領域抽出装置における処理手順を示すフロー・チャートである。

第8a図は加工前形状モデルXYテーブルを示し、第8b図は加工後形状モデルXYテーブルを示し、第8c図は第8a図の加工後形状モデルXYテーブルと第8b図の加工後形状モデルXYテーブルとに基づく切削領域XYテーブルを示す。

第9a図～第9d図は切削領域XYテーブルの一例を示す。

第10a図～第10d図は加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置における処理手順を示すフロー・チャートである。

第11a図～第11h図はエッジ・パターン・フィルタの一例を示す。

第12図は加工前形状情報の一例を示す。

第13図は加工後形状情報の一例を示す。

第14図は材質情報の一例を示す。

第15図は加工段階情報の一例を示す。

第16図は加工情報決定装置の詳細な構成を示す機能

ブロック図である。

第17図は加工情報決定装置の処理手順を示すフロー・チャートである。

第18図は材質データ・ファイルの一例を示す。

第19a図～第19f図は使用工具決定規則の前件部変数および後件部変数について、メンバーシップ関数およびシングルトンの一例を示す。

第20図はNC加工機使用工具データ・ファイルの一例を示す。

第21図は最適工具決定における処理手順を示すフロー・チャートである。

第22a図～第23d図はNC加工機使用工具データ・ファイルを検索する検索条件のメンバーシップ関数を示す。

第23図はNC加工機使用工具データ・ファイルをファジィ検索した結果を示す図である。

第24a図～第24e図は工具経路方式決定規則の前件部変数および後件部変数のメンバーシップ関数またはシングルトンの一例を示す。

第25a図～第25m図は加工条件決定規則の前件部変数および後件部変数のメンバーシップ関数およびシングルトンの一例を示す。

第26図は最適加工情報の一例を示す。

第27図はCAM装置における処理手順を示すフロー

・チャートである。

第28図は工作機械のパラメータの一例を示す。

第29図は工具経路の一例を示す。

第30図は加工情報決定装置の変形例の詳細な構成を示す機能ブロック図である。

第31a図～第31h図は加工条件決定規則の前件部変数および後件部変数のメンバーシップ関数またはシングルトンの一例を示す。

第32図は工作機械がNC加工機である場合、NC加工機が使用する工具をCCDカメラで直接撮影して、その工具の摩耗度を検出するブロック図を示す。

第33図は使用工具を直接撮影してその摩耗度を検出する処理手順を示すフロー・チャートである。

第34a図は画像メモリに記憶された使用前画像データの一例を示し、第34b図はCCDカメラの撮影によって得られた画像データを2値化したデータの一例を示し、第34c図は画像メモリに記憶された使用限界画像データの一例を示す。

第35図はNC加工機が使用する工具を用いて、所定の標準加工材料を一定の加工条件の下で加工した痕をCCDカメラで撮影して、その工具の摩耗度を検出するブロック図を示す。

第36図は標準加工材料を加工したその加工痕によって使用工具の摩耗度を検出する処理手順を示すフロー

・チャートである。

第37a図は画像メモリに記憶された使用前画像データの一例を示し、第37b図はCCDカメラの撮影によって得られた加工痕の画像データの一例を示し、第37c図は画像メモリに記憶され使用限界画像データの一例を示す。

第38図はNC加工機が使用する工具を、標準型取り材料を用いて、型取りしてその型をCCDカメラで撮影して、工具の摩耗度を検出するブロック図を示す。

第39図は標準型取り材料を用いて使用工具を型取りした型によって摩耗度を検出する処理手順を示すフロー・チャートである。

第40a図は画像メモリに記憶され使用前画像データの一例を示し、第40b図はCCDカメラの撮影によって得られた画像データの一例を示し、第40c図は画像メモリに記憶され使用限界画像データの一例を示す。

第41図はNC加工機のモータの消費電流を計測して、その特性データに基づいて使用工具の摩耗度を検出するブロック図を示す。

第42図は工作機械のモータの消費電流の特性データに基づいて摩耗度を検出する処理手順を示すフロー・チャートである。

第43図はNC加工機が使用工具を用いて標準加工材料を加工したモータの消費電流の特性データの一例を

示す。

第44図はメンバーシップ関数学習装置をさらに備えた加工情報決定装置の構成を示す機能ブロック図である。

第45図は工作機械のパラメータを教師情報とし加工条件決定規則の後件部変数のメンバーシップ関数の学習を行う処理手順を示すフロー・チャートである。

第46a図は工作機械を示し、第46b図は高性能の工作機械を示す。

第47a図は学習前の加工条件決定規則の後件部変数回転速度のメンバーシップ関数を示し、第47b図は学習後のメンバーシップ関数を示す。

第48図はメンバーシップ関数学習装置をさらに備えた加工情報決定装置の構成を示す機能ブロック図である。

第49図は加工条件を教師情報とするメンバーシップ関数学習の処理手順を示すフロー・チャートである。

第50図は加工条件情報を教師情報として複数回入力してメンバーシップ関数の学習を行う処理手順を示すフロー・チャートである。

第51図は加工情報決定装置の構成を示す機能ブロック図である。

第52図は加工条件決定装置における処理手順を示すフロー・チャートである。

第53a図および第53b図は標準加工条件情報の一例を示す。

第54a図～第54f図は加工条件決定規則の前件部変数および後件部変数のメンバーシップ関数およびシングルトンの一例を示す。

第55図は加工情報決定装置の構成を示す機能ブロック図である。

第56図は加工条件決定装置における処理手順を示すフロー・チャートである。

第57a図および第57b図は適正加工条件範囲情報の一例を示す。

第58a図～第58f図は加工条件決定規則の前件部変数および後件部変数のメンバーシップ関数およびシングルトンの一例を示す。

第59図はデータ・ファイル再構築装置を備えた加工情報決定装置の構成を示すブロック図である。

第60a図はデータ・ベースを再構築するための表示画面の一例を示し、第60図はデータ・ベース構築前と構築後のデータ・ベースの一例を示す。

第61a図は各工具の工具径、工具長、工具硬度、送り速度および回転速度に関する言語情報を表し、第61b図～第61f図は、第61a図の各項目についての言語情報を表すメンバーシップ関数を示す。

第62図は加工情報決定装置の詳細な構成を示す機能

ブロック図である。

第63図は加工情報決定装置の処理手順を示すフロー・チャートである。

第64a図および第64b図は使用工具決定装置における処理手順を示すフロー・チャートである。

第65図は荒取り、中荒取り加工用使用工具データ・ファイルの一例を示す。

第66図は仕上げ加工用使用工具データ・ファイルの一例を示す。

第67図はワイヤカット加工機用使用工具データ・ファイルの一例を示す。

第68図は放電加工機用使用工具データ・ファイルの一例を示す。

第69図は最適使用工具決定装置における処理手順を示すフロー・チャートである。

第70図は工具経路決定装置における処理手順を示すフロー・チャートである。

第71図は荒取り、中荒取り加工用工具経路方式データ・ファイルの一例を示す。

第72図は仕上げ加工用工具経路方式データ・ファイルの一例を示す。

第73a図および第73b図は加工条件決定装置における処理手順を示すフロー・チャートである。

第74図は荒取り、中荒取り加工用加工条件データ・

ファイルの一例を示す。

第75図は仕上げ加工用加工条件データ・ファイルの一例を示す。

第76図はワイヤカット加工機用加工条件データ・ファイルの一例を示す。

第77図は放電加工機用加工条件データ・ファイルの一例を示す。

第78図は加工工程情報決定システムに全体的構成を示す機能ブロック図である。

第79図は加工前の被加工材の形状を示す。

第80図は第79図の被加工材を加工した製品を示す。

第81図は製品図面情報の製品図面の一例を示す。

第82a図および第82b図は第81図に示す製品図面情報の製品図面に関する図面要素情報の一例である。

第83図は標準図面情報の標準図面の一例を示す。

第84図は第83図に示す標準図面情報に関する図面要素情報の一例である。

第85図は標準図面情報の標準図面の一例を示す。

第86a図および第86b図は第85図に示す標準図面情報に関する図面要素情報の一例である。

第87a図～第87b図は標準加工情報の一例を示す。

第88a図～第88c図は、標準加工情報の加工方法の前件部変数に設定されたメンバーシップ関数の一例を示す。

第 89 図は加工工程情報決定装置の詳細な構成を示す機能ブロック図である。

第 90 図は加工工程情報決定装置の全体的な処理手順を示すフロー・チャートである。

第 91 a 図および第 91 c 図は、加工形状パラメータ決定装置における処理手順を示すフロー・チャートである。

第 92 図は加工形状パラメータの図面要素の一例である。

第 93 図は第 92 図の図面要素情報である。

第 94 a 図～第 94 e 図はマクロパターン展開処理の処理手順を示すフロー・チャートである。

第 95 図は加工マクロパターンの一例を示す。

第 96 図は加工順序決定装置における処理手順を示すフロー・チャートである。

第 97 図は加工方法の一例を示す。

第 98 図は第 97 図の加工方法について決定された加工順序を示す。

第 99 a 図～第 99 c 図は最適加工順序決定規則の前件部変数および後件部変数についてのメンバーシップ関数およびシングルトンの一例である。

第 100 図は第 98 図の加工順序の形状要素について、決定され工程設計情報である。

第 101 図は、加工条件決定装置の処理手順を示すフ

ロー・チャートである。

第 102 a 図～第 102 d 図は工具径変更係数決定規則の前件部変数および後件部変数のメンバーシップ関数およびシングルトンの一例を示す。

第 103 a 図～第 103 d 図は工具長変更係数決定規則の前件部変数および後件部変数のメンバーシップ関数およびシングルトンの一例を示す。

第 104 図は加工工程情報の一例を示す。

発明を実施するための最良の形態

目 次

1 加工情報決定システム（その 1）

（ファジィ推論を用いる場合）

1.1 概要

1.2 ハードウェア構成

1.3 CAD 装置

（1）CAD 装置の構成

（2）CAD 装置の全体的な処理

（3）切削領域抽出装置

（4）加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置

1.4 入力装置

1.5 加工情報決定装置

（1）加工情報決定装置の構成

（2）加工情報決定装置の全体的な処理

(3) 使用工具決定装置および最適使用工具決定装置

(4) 工具経路方式決定装置

(5) 加工条件決定装置

1.6 CAM装置

1.7 工作機械

2 加工情報決定システムの特殊機能（変形例）

2.1 使用工具の摩耗度を考慮して加工条件を決定する加工条件決定装置

(1) 概要

(2) 使用工具を直接撮影してその摩耗度を検出する方法

(3) 標準加工材料を加工した加工痕によって使用工具の摩耗度を検出する方法

(4) 標準型取り材料を用いて使用工具を型取りした型によって使用工具の摩耗度を検出する方法

(5) 工作機械のモータの消費電流に基づいて使用工具の摩耗度を検出する方法

2.2 加工条件決定装置のメンバーシップ関数を学習するメンバーシップ関数学習装置

(1) 概要

(2) 工作機械のパラメータを教師情報として用いて学習する方法

(3) 加工条件を教師情報として用いて学習する方

法

(4) 加工条件を教師情報として複数回入力して学習する方法

2.3 加工条件情報の相対値を決定したのち絶対値を決定する加工条件決定装置

2.4 加工条件情報の絶対値を決定する加工条件決定装置

2.5 材料、工具データ・ベースの再構築装置

(1) 概要

(2) 利用者別のデータ・ベースを構築する方法

(3) データ・ファイルをファジィ化したデータ・ベースを構築する方法

3 加工情報決定システム (その2)

(データ・ファイルを用いる場合)

3.1 概要

3.2 加工情報決定装置

(1) 加工情報決定装置の構成

(2) 加工情報決定装置の全体的な処理

(3) 使用工具決定装置および最適使用工具決定装置

(4) 工具経路方式決定装置

(5) 加工条件決定装置

4 加工工程情報決定システム

4.1 概要

4.2 C A D 装置

4.3 標準加工情報データ・ベース

4.4 加工工程情報決定装置

- (1) 加工工程情報決定装置の構成
- (2) 加工工程情報決定装置の全体的な処理
- (3) 加工形状パラメータ抽出装置
- (4) マクロパターン展開装置
- (5) 加工順序決定装置
- (6) 加工条件決定装置

4.5 C A M 装置

4.6 工作機械

1 加工情報決定システム（その1）

1.1 概要

第1図は、加工情報決定システムの全体的構成を示す機能ブロック図である。

加工情報決定システムは、C A D 装置10、入力装置16、加工情報決定装置20、C A M 装置17および工作機械18からなる。

詳細については後述するが、各装置について以下簡単に説明する。

C A D（Computer aided design）装置10は、加工前の被加工材の加工前形状モデルと、加工後の被加工材の加工後形状モデルとに基づいて、加工前の被加工材に関する加工前形状情報および加工後の被加工材に

関する加工後形状情報とを作成するものである。加工前形状情報および加工後形状情報の作成処理については後述する。

入力装置16は、被加工材の材質に関する材質情報と、被加工材の加工段階に関する加工段階情報とを入力するものである。入力される材質情報および加工段階情報については後述する。

加工情報決定装置20は、C A D装置20によって作成される加工前形状情報および加工後形状情報、ならびに入力装置16から入力される材質情報および加工段階情報に基づいて、最適加工情報を決定するものである。決定される最適加工情報の詳細については後述する。

C A M (Computer aided manufacture) 装置17は、C A D装置10において作成される加工前形状モデルおよび加工後形状モデル、ならびに加工情報決定装置20によって決定された最適加工情報に基づいて、工作機械を制御するためのN C (Numerical control) データを作成するものである。このC A M装置17は、たとえば、コンピュータ・システムおよびその上で動作するソフトウェアの組み合わせによって実現されるものである。

工作機械18は、たとえば、N C加工機、放電加工機、ワイヤカット加工機等を含む。

工作機械18の制御装置に、C A D装置10によって作

成された加工前形状モデルおよび加工後形状モデル、
ならびに加工情報決定装置20によって決定された最適
加工情報に基づいて、NCデータを作成する機能をも
たせてもよい。NCデータは、工作機械18にあらかじめ
備えられた自動プログラミングによって作成される。
この場合には、CAM装置17は不要となる。

1.2 ハードウェア構成

第2図は、加工情報決定システムのハードウェア構成を示す図である。

CAD装置10、入力装置16および加工情報決定装置20は、CPU1、ROM2、RAM3、ディスクメモリ4、キーボード5、CRT6および入出力インターフェイス7によって構成されるコンピュータ・システム8によって実現される。

CPU1は、ROM2にあらかじめ記憶されたプログラムにしたがって処理を実行するものである。

ROM2は、以下、説明する処理（機能）を実現するためのアプリケーション・プログラムをあらかじめ記憶するものである。

RAM3は、CPU1が処理を実行するために必要なデータ（情報）、キーボード5から入力されたデータ（情報）等を記憶するものである。また、たとえば、バッファ、スタック、カウンタ等は、このRAM3内の記憶領域に実現される。

ディスクメモリ 4 は、データ・ファイル等を記憶するものである。たとえば、データ・ベース等が、このディスクメモリ 4 に実現される。

キーボード 5 は、データ（情報）を入力するものである。たとえば、入力装置 16 は、このキーボード 5 によって実現される。

C R T 6 は、必要に応じてメッセージ等を表示するものである。たとえば、表示装置等が、この C R T 6 によって実現される。

入出力インターフェイス 7 は、コンピュータ・システム 8 と、C A M 装置 17 および工作機械 18 とのデータ（情報）の送、受信を行うものである。

C A D 装置 10 および加工情報決定装置 20 はそれぞれ、別個のコンピュータ・システムによって実現することもできる。

1.3 C A D 装置

(1) C A D 装置の構成

C A D 装置 10 は、加工前の被加工材に関する加工前形状情報と、加工後の被加工材に関する加工後形状情報とを作成する。

第 3 図は、C A D 装置 10 の詳細な構成を示す機能ブロック図である。

C A D 装置 10 は、加工前形状モデル作成装置 11、加工後形状モデル作成装置 12、C A D 入力装置 13、切削

領域抽出装置14および加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15からなる。加工前形状モデル作成装置11、加工前形状モデル作成装置12、CAD入力装置13、切削領域抽出装置14および加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、実際的にはプログラムされたコンピュータ・システムによって実現される。後述する機能を表すものであり、コンピュータ・システムとそのソフトウェアとの組み合わせの一部によって構成されることを了解されたい。

加工前形状モデル作成装置11は、被加工材を加工する前の形状である加工前形状モデルを作成するものである。

加工前形状モデルは、ソリッド・モデルによって表現される。ソリッド・モデルは、立方体を点の集合によって表現するものであり、立方体を構成する各点がX座標、Y座標およびZ座標の座標データをもつ。したがって、加工前形状モデルを構成する各点がX座標、Y座標およびZ座標の座標データをもつ。加工前形状モデルは、X軸、Y軸およびZ軸の正の領域に作成される。

作成された加工前形状モデルは、加工前形状モデル作成装置11から切削領域抽出装置14に与えられる。

加工後形状モデル作成装置12は、被加工材の加工した後の形状である加工後形状モデルを作成するもので

ある。

加工後形状モデルもまた、加工前形状モデルと同様にソリッド・モデルによって表現される。

作成された加工後形状モデルは、加工後形状モデル作成装置 11 から切削領域抽出装置 14 に与えられる。

CAD 入力装置 13 は、被加工材に加工を施すとき表面の加工精度を表す面精度と、加工を施す被加工材の角（コーナ部）の丸みを表すコーナ部半径とを入力するものである。

面精度は、一般には加工面が荒くて良い場合に記号「△△」で表され、表面をなめらかにする場合に記号「△△△」で表される。この実施例においては、面精度は、数値で表現される。数値が大きいほどなめらかである。面精度に表現には言語情報（たとえば、「荒い」、「なめらか」等）も併用される。面精度は、言語情報と数値の組み合わせで入力されることになる。同じ言語情報によって表現される面精度でも、この数値が大きいほど表面がなめらかである。

切削領域抽出装置 14 は、加工前形状モデル作成装置 11 によって作成された加工前形状モデルと、加工後形状モデル作成装置 12 によって作成された加工後形状モデルとに基づいて、加工前形状モデルから切削すべき部分、すなわち、切削領域を抽出するものである。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置 15 は、切

削領域抽出装置14によって抽出された切削領域と、C A D入力装置13から入力された面精度およびコーナ部半径とに基づいて、加工前形状情報と加工後形状情報とを抽出するものである。

加工前形状情報には、切削面積、加工形状、切削幅および切削深さがある。

切削面積は、抽出された切削領域の総面積である。

加工形状に関する情報には2種類あり、それは抽出された切削領域のすべてが切削すべき領域である場合の「全面切削」、切削領域に切削すべきでない領域が存在する場合の「部分面切削」である。

切削幅は、抽出された切削領域の中で最も幅の狭い部分の幅である。

切削深さは、切削する深さのうち最も深いものをさす。

加工後形状情報には、面精度、加工後形状複雑度、凸形状およびコーナ部半径がある。

面精度は、C A D入力装置13から入力されたものである。

加工後形状複雑度は、加工後形状モデルの形状がどの程度複雑であるかを表す度合いである。この加工後形状複雑度の値が大きいほど加工後の形状が複雑である。

凸形状は、加工後形状モデルにおいて突き出ている

部分、すなわち、形状が凸の部分の体積を表す指標である。この凸形状の値が大きいほど凸の部分が多い

コーナ部半径は、CAD入力装置13から入力されるものである。

(2) CAD装置の全体的な処理

第4図は、CAD装置10における全体的な処理手順を示すフロー・チャートである。

加工前形状モデル作成装置11は、加工前形状モデルを表すデータを作成する(第4図;ステップ101)。

第5図は、加工前形状モデルの一例である。この加工前形状モデルは、上述のようにソリッド・モデルによって表現され、オペレータがキーボード5、マウス(図示略)等介して入力する位置データに基づいて表示画面上で作成される。

加工前形状モデル作成装置11によって作成された加工後形状モデルは、切削領域抽出装置14に与えられる。

加工後形状モデル作成装置12は、加工後形状モデルを表すデータを作成する(第4図;ステップ102)。

加工前形状モデル作成装置11と同様にして作成される。

第6図は、加工後形状モデルの一例である。この加工後形状モデルは、上述のようにソリッド・モデルによって表現される。

加工後形状モデル作成装置12によって作成された加工後形状モデルは、切削領域抽出装置14に与えられる。

切削領域抽出装置 14 は、加工前形状モデル作成装置 12 から与えられる加工前形状モデルと、加工後形状モデル作成装置 12 から与えられる加工後形状モデルとに基づいて、切削領域を抽出する（第 4 図；ステップ 103）。

切削領域抽出装置 14 における切削領域抽出処理の詳細については後述する。

切削領域抽出装置 14 によって抽出された切削領域は、加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置 15 に与えられる。

CAD 入力装置 13 から面精度をオペレータが入力する（第 4 図；ステップ 104）。たとえば、面精度は、「（なめらか、3.8）」である。

CAD 入力装置 13 からコーナ部半径をオペレータが入力する（第 4 図；ステップ 105）。たとえば、コーナ部半径 R は、「0」である。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置 15 は、切削領域抽出装置 14 から与えられる切削領域と、CAD 入力装置 13 から入力される面精度およびコーナ部半径とに基づいて、被加工材に関する加工前形状情報および加工後形状情報を作成する（第 4 図；ステップ 106）。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置 15 における加工前形状、加工後形状情報抽出処理の詳細については後述する。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15によって抽出された加工前形状情報および加工後形状情報は、加工情報決定装置20に与えられる（第4図；ステップ107）。

（3） 切削領域抽出装置

切削領域抽出装置14は、加工前形状モデル作成装置11から与えられる加工前形状モデルと、加工後形状モデル作成装置12から与えられる加工後形状モデルとに基づいて、切削領域を抽出する。

第7図は、切削領域抽出装置14における処理手順を示すフロー・チャートである。

切削領域抽出装置14は、加工前形状モデル作成装置11から与えられる加工前形状モデルのZ軸の最大値を抽出し、その最大値を z_{max} とする。切削領域を抽出するためのZ軸のパラメータ z_1 を、 z_{max} とする（第7図；ステップ111）。

たとえば、第5図の加工前形状モデルのZ軸の最大値 z_{max} は、「15」である。したがって、「 $z_1 = 15$ 」となる。

以下、パラメータ z_1 を、加工前形状モデルのZ軸の最大値 z_{max} から最小値0まで、ステップ112からステップ115までの処理を繰り返して、切削領域を抽出する。

切削領域抽出装置14は、 $Z = z_1$ におけるXY平面

上において、加工前形状モデルを構成する点が存在すれば、その点の X、Y 座標を「1」とし、加工前形状モデルを構成する点が存在しなければ、その点の X、Y 座標を「0」として、テーブル（以下、このテーブルを加工前形状モデル X Y テーブルという）を作成する（第 7 図；ステップ 112）。

たとえば、 $Z = z_1 = 15$ における加工前形状モデル X Y テーブルは、第 8 a 図に示すようになる。第 8 a 図からも分かるように、 $Z = 15$ における加工前形状モデル X Y テーブルは、すべて「1」である。

切削領域抽出装置 14 は、加工前形状モデルの場合と同様に、 $Z = z_1$ における X Y 平面上において、加工後形状モデルを構成する点が存在すればその点の X、Y 座標を「1」とし、加工後形状モデルの点が存在しなければ、その点の X、Y 座標を「0」として、テーブル（以下、このテーブルを加工後形状モデル X Y テーブルという）を作成する（第 7 図；ステップ 113）。

たとえば、 $Z = z_1 = 15$ における加工後形状モデル X Y テーブルは、第 8 a 図に示すようになる。第 8 b 図から分かるように、 $Z = 15$ における加工後形状モデル X Y テーブルは、すべて「0」である。

切削領域抽出装置 14 は、ステップ 112 において作成した加工前形状モデル X Y テーブルと、ステップ 113 において作成した加工後形状モデル X Y テーブルとの

対応する X、Y 座標の点の積（論理積）をとって切削領域 X Y テーブルを作成し、その積が「0」の部分の切削領域とする（第 7 図；ステップ 114）。

加工前形状モデル X Y テーブルと加工後形状モデル X Y テーブルとの積が「1」になる部分は、加工前形状モデルと加工後形状モデルとに共通の部分であるので、切削すべきでない部分である。また、加工前形状モデル X Y テーブルと加工後形状モデル X Y テーブルとの積が「0」になる部分は、加工前形状モデルには存在するが加工後形状モデルには存在しない部分である。したがって、この部分が不要な部分、すなわち、切削すべき部分であるので、その部分を切削領域としている。

たとえば、第 8 a 図の加工前形状モデル X Y テーブルと、第 8 b 図の加工後形状モデル X Y テーブルとの対応する X、Y 座標の点の積をとると、第 8 c 図に示す切削領域 X Y テーブルになる。第 8 c 図からも分かるように、テーブルのすべてが「0」である。したがって、切削領域 X Y テーブルのすべて部分が切削領域となる。

切削領域抽出装置 14 は、パラメータ z_1 を Δz 減算し、パラメータ z_1 を更新する（第 7 図；ステップ 115）。

切削領域抽出装置 14 は、パラメータ z_1 が 0 以下、

すなわち、加工前形状モデルのZ軸の最小値でないかを判断する（第7図；ステップ116）。

切削領域抽出装置14は、加工前形状モデルのZ軸の最大値 z_{max} から最小値0まで、切削領域の抽出が終了していなければ（ステップ116でN0）、ステップ112に戻り、切削領域の抽出を行う。切削領域抽出装置14は、加工前形状モデルのZ軸の最大値 z_{max} から最小値0まで切削領域の抽出を行うと（ステップ116でYES）、切削領域抽出処理を終了する。

切削領域抽出装置14は、切削領域抽出処理によって得られた切削領域XYテーブルを加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15に出力する（第7図；ステップ117）。

以上のようにして、切削領域抽出装置14は、切削領域の抽出を行う。

たとえば、第6図の加工前形状モデルと第7図の加工後形状モデルとについて切削領域を抽出すると、第9a図～第9d図に示すようになる。

第9a図は $15 \geq Z > 10$ における切削領域XYテーブルを示す。第9b図は $10 \geq Z > 8$ における切削領域XYテーブルを示す。第9c図は $8 \geq Z > 5$ における切削領域XYテーブルを示す。第9d図は $5 \geq Z > 0$ における切削領域XYテーブルを示す。

（4）加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、切削領域抽出装置14から与えられる切削領域に基づいて、加工前形状情報および加工後形状情報を抽出する。

第10a図～第10d図は、加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15における処理手順を示すフロー・チャートである。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、第10a図のステップ121から第10a図のステップ133までの処理を行って加工前形状情報の切削面積、加工形状および切削幅を抽出する。加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15はまた、第10c図のステップ134から第10d図のステップ147までの処理を行って加工前形状情報の切削深さ、ならびに加工後形状情報の加工後形状複雑度および凸形状を抽出する。

Z軸のパラメータ z_1 を加工前形状モデルのZ軸の最大値 z_{max} にする。また、切削面積 S_0 を0にし、切削幅 m_0 を ∞ にして、初期設定を行う（第10a図；ステップ121）。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、初期設定を行うと、 $z = z_1$ における切削領域XYテーブルのすべての点が「0」であるか、すなわち、切削領域XYテーブルのすべてが切削すべき領域であるかを判定する（第10a図；ステップ122）。

切削領域XYテーブルのすべての点が「0」である

場合、すなわち、全領域を切削する場合（ステップ122でYES）、加工形状Frを「全面切削」とする（第10a図；ステップ123）。

たとえば、 $Z = z_1 = 15$ のとき、第9a図に示すように切削領域XYテーブルのすべての点が「0」であるので、加工形状Frは「全面切削」とする。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、 $Z = z_1$ における切削領域XYテーブルについて、「0」である点、すなわち、切削すべき領域をすべて計数し、その計数値をnsとする（第10a図；ステップ124）。

その計数値nsに定数Kを掛けて、切削面積S0に加算し、切削面積S0を累積する（第10a図；ステップ125）。ここでは、計数値nsに定数Kを掛けることによって点を面として取り扱っている。

$Z = z_1$ における切削領域XYテーブルのX軸と平行であり、かつ、「0」の部分が連続している長さ抽出し、その長さの最小値をY軸方向の切削幅の最小値myとする（第10a図；ステップ126）。

たとえば、 $Z = z_1 = 15$ のとき、切削領域XYテーブルのすべてが「0」であり、Y軸方向の切削幅の最小値myは「30」である。

次に、 $Z = z_1$ における切削領域XYテーブルのY軸と平行であり、かつ、「0」の部分が連続している長さ抽出し、その長さの最小値を、X軸方向の切削幅

の最小値 m_x とする（第10b図；ステップ127）。

たとえば、 $Z = z_1 = 15$ のとき、切削領域 XY テーブルのすべてが「0」であり、 X 軸方向の切削幅の最小値 m_x は「30」となる。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、 X 軸方向の切削幅の最小値 m_x と切削幅 m_0 と比較し、 m_x が m_0 よりも小さい場合、 m_x を m_0 に代入し、 m_0 を更新する（第10b図；ステップ128、129）。

たとえば、最初は、 $m_0 = \infty$ であり、 $m_x = 30$ であるので、ここでは m_0 が30に更新される。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、 Y 軸方向の切削幅の最小値 m_y と切削幅 m_0 と比較し、 m_y が m_0 よりも小さい場合、 m_y を m_0 に代入し、 m_0 を更新する（第10b図；ステップ130、131）。

たとえば、ステップ129において $m_0 = 30$ となり、 $m_y = 30$ であるので、 m_0 はそのままの値が採用され、 m_0 は更新されない。

したがって、ステップ128～131の処理においては、ステップ126および127の処理によって抽出された Y 軸方向の切削幅の最小値 m_y および X 軸方向の切削幅の最小値 m_x の中で最小のものが切削幅 m_0 となる。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、パラメータ z_1 を Δz 減算し、パラメータ z_1 を更新する（第10b図；ステップ132）。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、パラメータ z_1 が0以下、すなわち、加工前形状モデルのZ軸の最小値でないかを判定する（第10b図；ステップ133）。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、加工前形状モデルのZ軸の最小値0まで、切削領域の累積値である切削面積 S_0 および切削幅 m_0 の抽出処理が終了していなければ（ステップ133でN0）、ステップ122に戻り、切削面積 S_0 および切削幅 m_0 の抽出を行う。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、切削深さ、加工後形状複雑度および凸形状を抽出するために、パラメータ z_1 を加工前形状モデルのZ軸の最大値 z_{max} とする。また、加工後形状複雑度 nd 、凸形状 D_0 、切削深さ上面 h_1 および下面 h_0 を0にし、初期値設定を行う（第10c図；ステップ134）。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、初期設定を行うと、 $Z = z_1$ における切削領域XYテーブルがすべて「0」か、すなわち、すべての領域が切削すべき領域であるかを判定する（第10c図；ステップ135）。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、切削領域XYテーブルがすべて「0」でないと判定すると（ステップ134でN0）、 $Z = z_1$ における切削領域

X Y テーブルがすべて「1」、すなわち、すべての領域が切削すべきでない領域であることを判定する（第10c図；ステップ136）。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、切削領域X Y テーブルがすべて「1」でないと判定すると（ステップ136でN0）、切削領域X Y テーブルに切削すべき領域と切削すべきでない領域とが存在しているので、切削深さ上面 h_0 が0であることを判定する（第10c図；ステップ137）

切削深さ上面 h_1 が0である場合（ステップ137でN0）、加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、現在のパラメータ z_1 を h_1 に代入して、その z_1 を切削深さ上面 h_1 とする（第10c図；ステップ138）。

したがって、切削領域X Y テーブルに「0」または「1」の両方が最初に現れるZ座標が切削深さ上面 h_1 になる。

たとえば、第9b図の切削領域X Y テーブルには「0」または「1」が存在するので、切削深さ上面 h_1 は、「10」となる。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、 $Z = z_1$ における切削領域X Y テーブルについて、「1」である点、すなわち、切削すべきではない領域をすべて計数し、その計数値を nc とする（第10c図；ステップ139）。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、計数値 n_c に定数 K を掛けて、凸形状 D_0 に加算し、凸形状 D_0 を累積する（第10a図；ステップ140）。ここでは、計数値 n_c に K を掛けることによって点を面として取り扱っている。

ステップ136において、加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、切削領域 XY テーブルがすべて「1」であると判定すると（ステップ136でYES）、切削領域 XY テーブルのすべてが切削すべきでない領域であるので、切削深さ上面 h_1 が0でなく、かつ、切削深さ下面 h_0 が0であるかを判定する（第10c図；ステップ141）。

切削深さ上面 h_1 が0でなく、かつ、切削深さ下面 h_0 が0である場合（ステップ141でYES）、加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は現在のパラメータ z_1 を h_0 に代入して、その z_1 を切削深さ下面 h_0 とする（第10c図；ステップ142）。

したがって、切削深さ上面が存在するが切削深さ下面が存在しない場合、切削領域 XY テーブルのすべての領域が切削すべきでない領域であるとき、その Z 座標が切削深さの上面になる。

たとえば、第9d図の切削領域 XY テーブルにはすべて「1」であるので、切削深さ上面 h_0 は、「5」となる。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、 $Z = z1$ における切削領域XYテーブルについて、第11a図～第11h図に示されるエッジ・パターン・フィルタをかける。切削領域XYテーブルがいずれかのエッジ・パターン・フィルタとマッチングした回数を計数し、その計数値を $nd1$ とする（第10d図；ステップ143）。

その計数値 $nd1$ を、加工形状複雑度 nd に加算し、加工形状複雑度 nd を累積する（第10d図；ステップ144）。

ステップ135において、加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、切削領域XYテーブルのすべてが「0」、すなわち、テーブルのすべての領域が切削すべき領域である場合（ステップ135でYES）には、切削深さ上面 $h1$ 、切削深さ下面 $h0$ 、凸形状 $D0$ および加工後形状複雑度 nd のいずれも抽出しない。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、パラメータ $z1$ を Δz 減算し、パラメータ $z1$ を更新する（第10d図；ステップ145）。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、パラメータ $z1$ が0以下、すなわち、加工前形状モデルのZ軸の最小値でないかを判定する（第10d図；ステップ146）。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置15は、加

工前形状モデルのZ軸の最大値 z_{max} から最小値 0 まで、切削深さの上面 h_1 、切削深さの下面 h_0 、凸形状 D_0 および加工後形状複雑度 n_d の抽出処理が終了していなければ（ステップ 146 で NO）、ステップ 135 に戻り、繰り返し切削深さ上面 h_1 、切削深さ下面 h_0 、凸形状 D_0 および加工後形状複雑度 n_d の抽出処理を行う。

加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置 15 は、 $z_1 < 0$ となる（ステップ 146 で YES）、切削深さ上面 h_1 と切削深さの下面 h_0 との差をとり、切削深さ h を算出する（第 10d 図；ステップ 147）。

以上のようにして、加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置 15 は、加工前形状情報の切削面積、加工形状、切削幅および切削深さ、ならびに加工後形状情報の加工後形状複雑度および凸形状を抽出する。

第 12 図および第 13 図はそれぞれ、加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置 15 によって抽出された加工前形状情報および加工後形状情報の一例である。第 13 図において、加工後形状情報の面精度およびコーナ部半径は、CAD 入力装置 13 から入力されたものである。

加工前形状情報および加工後形状情報は、CAD 装置 10 の加工前形状情報、加工後形状情報抽出装置 15 から加工情報決定装置 20 に与えられる。

1.4 入力装置

入力装置 16 は、材質情報および加工段階情報を入力するものである。これらの材質情報および加工段階情報は、オペレータがキーボード 5 を介して入力する。

材質情報は被加工材である材料の材質であり、材料材質には、SKD（焼き入れ鉄）、鉄、アルミニウム、ベークライト等がある。

第 14 図は材質情報の一例を示す。たとえば、被加工材の材料材質は「鉄」である。

加工段階情報は、被加工材の加工を行う段階を表し、加工段階には、「荒取り」、「中荒取り」および「仕上げ」がある。

第 15 図は加工段階情報の一例を示す。たとえば、加工段階は「荒取り」である。

1.5 加工情報決定装置 20

(1) 加工情報決定装置の構成

加工情報決定装置 20 は、CAD 装置 10 から与えられる加工前形状情報および加工後形状情報と、入力装置 16 から入力される材質情報および加工段階情報とに基づいて、最適加工情報を決定する。

第 16 図は、加工情報決定装置 20 の詳細な構成を示す機能ブロック図である。

加工情報決定装置 20 は、使用工具決定装置 21、最適使用工具決定装置 22、工具経路方式決定装置 23、加工条件決定装置 24 および材質、工具情報データ・ベース

25を有する。

詳細については後述するが、加工情報決定装置20の各装置について簡単に説明する。

使用工具決定装置21は、あらかじめ設定された使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、C A D装置10から与えられる加工前形状情報および加工後形状情報と、入力装置16から入力される材質情報および加工段階情報とに基づいて、被加工材の加工に最適な工作機械を決定するとともに、その工作機械の使用工具を決定するものである。

最適使用工具決定装置22は、使用工具決定装置21がN C加工機を加工に最適な工作機械と決定した場合、使用工具決定装置21が決定した使用工具に基づいて、最適な使用工具を決定するものである。最適使用工具決定装置22は、後述するように材質、工具データ・ベース25に記憶されたN C加工機使用工具データ・ファイルを参照して、最適な使用工具を決定する。

工具経路方式決定装置23は、あらかじめ設定された工具経路方式決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、C A D装置10から与えられる加工前形状情報および加工後形状情報、ならびに入力装置16から入力される材質情報および加工段階情報に基づいて、N C加工機がエンドミルを用いて被加工材を加工する加工経路方式を決定するものである。

加工条件決定装置24は、あらかじめ設定された加工条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、C A D装置10から与えられる加工前形状情報および加工後形状情報、入力装置16から入力される材質情報および加工段階情報、ならびに最適使用工具決定装置22から与えられる使用工具情報に基づいて、工作機械が被加工材を加工するために最適な加工条件を決定するものである。

材料、工具データ・ベース25は、材質の硬度に関する材質データ・ファイル、N C加工機について使用工具としてあらかじめ用意された工具に関するN C加工機使用工具データ・ファイル等を記憶するものである。これらのデータ・ファイルは、使用工具決定装置21および最適使用工具決定装置25によって、必要に応じて読み出される。材質データ・ファイルおよびN C加工機使用工具データ・ファイルの詳細については後述する。

上述の各装置によって決定された使用工具情報、工具経路方式情報および加工条件情報は、最適加工情報として加工情報決定装置20からC A M装置17および工作機械18に与えられる。

(2) 加工情報決定装置の全体的な処理

第17図は、加工情報決定装置20の処理手順を示すフロー・チャートである。

加工情報決定装置20は、C A D装置10から与えられる加工前形状情報を読み込む（第17図；ステップ151）。たとえば、加工情報決定装置21は、第12図に示す加工前形状情報を読み込む。

加工情報決定装置20は、C A D装置10から与えられる加工後形状情報を読み込む（第17図；ステップ152）。たとえば、加工情報決定装置21は、第13図に示す加工後形状情報を読み込む。

加工情報決定装置20は、入力装置16からオペレータによって入力される材質情報を読み込む（第17図；ステップ153）。たとえば、加工情報決定装置20は、第14図に示す材質情報を読み込む。

加工情報決定装置20は、入力装置16からオペレータによって入力される加工段階情報を読み込む（第17図；ステップ154）。たとえば、加工情報決定装置20は、第15図に示す加工段階情報を読み込む。

読み込まれた加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報は、使用工具決定装置21、工具経路方式決定装置23および加工条件決定装置24に与えられる。

使用工具決定装置21は、加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、あらかじめ設定された使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、最適な工作機械を決定し、

その工作機械が使用する使用工具を決定する。工作機械がNC加工機である場合には、最適使用工具決定装置22は、使用工具決定装置21によって決定された使用工具に基づいて、NC加工機使用工具データ・ファイルを参照して、最適な使用工具を決定する（第17図；ステップ155）。

工具経路方式決定装置23は、工作機械がNC加工機であり、かつ、使用工具がエンドミルである場合、加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、あらかじめ設定された工具経路方式決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、工具経路方式を決定する（第17図；ステップ156）。

加工条件決定装置24は、使用工具情報、加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、あらかじめ設定された使用条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、加工条件を決定する（第17図；ステップ157）。

加工情報決定装置20は、使用工具情報、工具経路方式情報および使用条件情報を各装置から読出し、CAM装置17および工作機械18に出力する（第17図；ステップ158、159）。

(3) 使用工具決定装置および最適使用工具決定装置

使用工具決定装置21は、CAD装置10から与えられ

る加工前形状情報および加工後形状情報と、入力装置16から入力される材質情報および加工段階情報とに基づいて、あらかじめ設定された使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、被加工材の加工に最適な工作機械と、その工作機械が使用する使用工具を決定する。

使用工具決定装置21は、入力装置16から入力される材質情報に基づいて、材質、工具データ・ベース25に記憶されている材質データ・ファイルを検索して加工材の材料硬度を得る。

第18図は材質データ・ファイルの一例を示す。材質データ・ファイルには、「材質名」に対してその「硬度」が格納されている。

たとえば、入力装置16から入力された材質情報は「鉄」であるので、この「鉄」に関する材料硬度を材質データ・ファイルから検索して得ると、その材料硬度「50」となる。

使用工具決定装置21は、加工段階情報、材質情報に基づく材料硬度、加工前形状情報の切削面積および加工形状、ならびに加工後形状情報の面精度および加工後形状複雑度に基づいて、使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、工作機械を決定するとともに、その使用工具を決定する。

工作機械として、たとえば、NC加工機（Numerica

l control mashine)、放電加工機 (Electric spark mashine) およびワイヤカット加工機 (Wire cut mashine) がある。

N C 加工機は、たとえば、エンドミル、ドリル等の工具を用いて、被加工材の加工を行うものである。

N C 加工機の場合、使用工具決定装置 21 は N C 加工機が使用する使用工具およびその工具径を決定する。

使用工具には、たとえば、エンドミル、ドリル等がある。

工具径は、使用工具、たとえば、エンドミルの半径である。

放電加工機は、放電現象を利用して被加工材の加工を行うものであり、被加工材が極めて硬いもの、たとえば、焼き入れ鉄 (S K D) の加工に適している。

放電加工機の場合、使用工具決定装置 21 は電極本数およびクリアランスを決定する。

電極本数は、放電加工機が被加工材の加工に使用する電極棒の本数である。

クリアランスは、放電加工機の電極棒と、被加工材との間の間隔である。

ワイヤカット加工機は、ワイヤを巻き出し、このワイヤを電極として、被加工材の加工を行うものである。

ワイヤカット加工機の場合、使用工具決定装置 21 は工具径を決定する。

工具径は、ワイヤカット加工機が使用するワイヤの直径である。

使用工具決定規則には、たとえば、NC加工機、放電加工機およびワイヤカット加工機に関して、以下の様なものがある。

NC加工機

IF 加工段階が荒取り、かつ、
切削面積が大きい、かつ、
材料硬度が軟らかい

THEN 使用機械はNC加工機、
使用工具はエンドミル、
工具径は大きい

IF 加工段階が荒取り、かつ、
切削面積が小さい、かつ、
材料硬度が普通

THEN 使用機械はNC加工機、
使用工具はドリルとエンドミル、
工具径は小さい

IF 加工段階が中荒取り、かつ、
切削面積が大きい、かつ、
材料硬度が軟らかい

THEN 使用機械はNC加工機、
使用工具はエンドミル、
工具径は大きい

IF 加工段階が仕上げ、かつ、
切削面積が大きい、かつ、
材料硬度が軟らかい、かつ、
面精度が荒い

THEN 使用機械はNC加工機、
使用工具はエンドミル、
工具径はやや小さい

IF 加工段階が荒取り、かつ、
切削面積が小さい、かつ、
材料硬度が普通、かつ、
面精度がなめらか

THEN 使用機械はNC加工機、
使用工具はエンドミル、
工具径は非常に小さい

:

:

放電加工機

IF 加工段階が仕上げ、かつ、
加工後形状複雑度が単純、かつ、
材料硬度が硬い

THEN 使用機械は放電加工機、
電極本数は少ない、
クリアランスは小さい

:

：

ワイヤカット加工機

IF 加工段階が荒取り、かつ、
加工形状がつき通っている、かつ、
材料硬度が硬い

THEN 使用機械はワイヤカット加工機、
工具径はやや大きい

：

：

N C 加工機の使用工具決定規則において、「切削面積が大きい」場合に「工具径」を大きくしているのは、切削加工の効率をよくするためである。また、「材料材質が普通」の場合に「使用工具をドリルおよびエンドミル」としているのは、下穴が必要だからである。さらに、「面精度がなめらか」であり、かつ、「切削面積が小さい」場合には「工具径」を非常に小さくしている。

放電加工機の使用工具決定規則において、「加工後形状複雑度が単純」の場合には「電極本数」が少なくなるようにしている。

第 19 a 図～第 19 m 図は、使用工具決定規則の前件部変数および後件部変数について、メンバーシップ関数およびシングルトンの一例を示す。前件部変数については、各工作機械に共通のものである。後件部変数に

については、各工作機械に固有のものである。

第19a図は前件部変数「加工段階」について言語情報「荒取り」、「中荒取り」および「仕上げ」の3つのシングルトンを示している。

第19b図は前件部変数「切削面積」について言語情報「小さい」、「中くらい」および「大きい」の3つのメンバーシップ関数を示している。

第19c図は前件部変数「材料硬度」について言語情報「軟らかい」、「普通」および「硬い」のメンバーシップ関数を示している。

第19d図は前件部変数「面精度」について言語情報「荒い」および「なめらか」の2つのメンバーシップ関数を示している。

第19e図は前件部変数「加工形状複雑度」について言語情報「単純」、「普通」および「複雑」のメンバーシップ関数を示している。

第19f図は前件部変数「加工形状」について言語情報「全面切削」および「部分面切削」の2つのシングルトンを示している。

第19g図は後件部変数「使用機械」について言語情報「NC加工機」、「放電加工機」および「ワイヤカット加工機」の3つのシングルトンを示している。

第19h図はNC加工機に関する後件部変数「使用工具」について言語情報「ドリル」および「エンドミル」

の 2 つのシングルトンを示している。

第 19 i 図は N C 加工機に関する後件部変数「工具径」について言語情報「非常に小さい」、「やや小さい」、「小さい」、「中くらい」、「やや大きい」および「大きい」の 6 つのメンバーシップ関数を示している。

第 19 j 図は N C 加工機に関する後件部変数「工具硬度」について言語情報「軟らかい」、「普通」および「硬い」の 3 つのメンバーシップ関数を示している。

第 19 k 図は放電加工機に関する後件部変数「電極本数」について言語情報「少ない」、「中くらい」および「多い」の 3 つのメンバーシップ関数を示している。

第 19 l 図は放電加工機に関する後件部変数「クリアランス」について言語情報「少ない」および「多い」の 2 つのメンバーシップ関数を示している。

第 19 m 図はワイヤカット加工機に関する後件部変数「工具径」について言語情報「小さい」、「やや小さい」、「小さい」、「中くらい」、「やや大きい」および「大きい」の 5 つのメンバーシップ関数を示している。

使用工具決定装置 21 は、使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、使用工具決定装置 21 は、C A D 装置 10 および入力装置 16 から入力された情報に基づいて、各加工機に関する前件部の適合度を算出する。その後、使用工具決定装置 21 は、前件部の適

合度に基づいて後件部変数の適合度を算出する。

使用工具決定装置21は、後件部変数「使用機械」について、「NC加工機」、「放電加工機」および「ワイヤカット加工機」のシングルトンにおいて、適合度が最大のものを「使用機械」として決定する。適合度が最大になる「使用機械」決定すると、使用工具決定装置21は、その使用機械について後件部変数について決定する。たとえば、「NC加工機」の適合度が最大であれば、使用工具決定装置21はNC加工機を使用機械として決定する。使用工具決定装置21は、このNC加工機の使用工具として「エンドミル」を決定し、および工具径として「4」を決定する。

上述の使用工具決定規則のNC加工機に関する使用工具決定規則においては、使用工具決定装置21は、使用工具および工具径は決定する。NC加工機の場合にはさらに、使用工具情報として工具硬度を加えてもよい。

この場合、NC加工機に関する使用工具決定規則は、以下のようになる。

NC加工機

IF 加工段階が荒取り、かつ、
切削面積が大きい、かつ、
材料硬度が軟らかい

THEN 使用機械はNC加工機、

使用工具はエンドミル、

工具径は大きい、

工具硬度は軟らかい

IF 加工段階が荒取り、かつ、
切削面積が小さい、かつ、
材料硬度が普通

THEN 使用機械はNC加工機、
使用工具はドリルとエンドミル、
工具径は小さい、
工具硬度は普通

IF 加工段階が仕上げ、かつ、
切削面積が小さい、かつ、
材料硬度が普通、かつ、
面精度がなめらか

THEN 使用機械はNC加工機、
使用工具はエンドミル、
工具径は非常に小さい
工具硬度は普通

IF 加工段階が荒取り、かつ、
切削面積が小さい、かつ、
材料硬度が普通、かつ、
面精度がなめらか

THEN 使用機械はNC加工機、
使用工具はエンドミル、

工具径は非常に小さい、

工具硬度は硬い

:

:

この使用工具決定規則においては、「面精度がなめらか」の場合には「工具硬度」を硬くし、「面精度が荒い」場合には「工具硬度」は軟らかくしている。また、「材料硬度が硬い」場合に「工具硬度」を硬くし、「材料硬度が軟らかい」場合には「工具硬度」を軟らかくしている。

この使用工具決定規則において、前件部変数および後件部変数の加工段階、切削面積、材料硬度、面精度、使用工具および工具径に関するメンバーシップ関数またはシングルトンは、「工具硬度」を後件部変数に含まない使用工具決定規則の場合と同様である。

使用工具決定装置21は、「工具硬度」を後件部変数されに含む使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、使用機械の決定とその使用機械が使用する使用工具を決定する。

使用工具決定装置21によって使用機械としてNC加工機が選択されると、最適使用工具決定装置22は、材料、工具データ・ファイル25に記憶されたNC加工機使用工具データ・ファイルを検索して、NC加工機に最適な使用工具を決定する。

第20図は、NC加工機使用工具データ・ファイルの一例を示す。

NC加工機使用工具データ・ファイルには、NC加工機が使用する工具について、「工具名」、「工具番号」、「工具径」、「工具長」、「工具寿命」および「工具値段」が格納されている。

第21図は、最適工具決定22における処理手順を示すフロー・チャートである。

最適使用工具決定装置22は、使用工具決定装置21によって決定された使用工具および工具径を読み込む（第20図；ステップ161）。

たとえば、最適使用工具決定装置22は、使用工具「エンドミル」および工具径「4」を読み込む。

最適使用工具決定装置22は、読み込んだ工具径をファジィ化し、NC加工機使用工具データ・ファイルを検索するための検索条件式を作成する（第20図；ステップ162）

たとえば、使用工具決定装置21によって「工具径」は「4mm」となっているので、この工具径「4」をファジィ化すると、第22a図に示すようなメンバーシップ関数になる。

ファジィ化した工具径のメンバーシップ関数は、使用工具決定装置21によって決定された「4」を中心に±10%の範囲、すなわち、「3.6」から「4.4」まで

の範囲の台集合をもつ。

工具径をファジィ化すると、使用工具決定装置21によって決定された「使用工具」が「エンドミル」と、ファジィ化した「工具径」が「4くらい」を用いて検索条件式を作成する。

検索条件式には、検索項目として、「使用工具」、「工具径」、「工具寿命」および「工具値段」がある。

たとえば、検索条件式は、次のようになる。

使用工具がエンドミル、かつ、

工具径が4くらい、かつ、

工具寿命が長い、かつ、

工具値段が安い

この検索条件式において、「工具寿命が長い」および「工具値段が安い」はあらかじめ設定されている。

NC加工機が使用する使用工具の工具寿命が長く、工具値段が安ければよいのはいうまでもない。

検索条件式の使用工具、工具寿命および工具値段に関するシングルトンおよびメンバーシップ関数の一例を、第22b図、第22c図および第22d図に示す。

最適使用工具決定装置22は、作成した検索条件式を用いてNC加工機使用工具データ・ファイルを検索する（第21図；ステップ163）。

最適使用工具決定装置22は、上述の検索条件式を用いてNC加工機使用工具データ・ファイルを検索する

と、検索条件式とNC加工機使用工具データ・ファイルに格納された各工具について、第23図に示すような検索条件毎の適合度を得られる。

最適使用工具決定装置22は、検索条件毎の適合度を正規化した適合度を算出し、その適合度の中で最も大きい使用工具を最適な使用工具と決定する（第23図；ステップ164）。

たとえば、第23図に示す適合度を得られた場合、最適使用工具決定装置22は、各検索条件毎の適合度を正規化した適合度が「0.9」の工具名「エンドミルA」工具番号「1」を、NC加工機の最適な使用工具として選択する。

このようにして、最適使用工具決定装置22はNC加工機使用工具データ・ファイルを参照して、NC加工機の最適な使用工具を決定する。

以上のようにして、放電加工機およびワイヤカット加工機の場合には使用工具決定装置21によって決定された使用工具が使用工具情報として出力される。また、NC加工機の場合には最適使用工具決定装置22によって決定された使用工具が使用工具情報として出力される。

（4） 工具経路方式決定装置

工具経路方式決定装置23は、使用機械がNC加工機であり、その使用工具がエンドミルの場合に、工具経

路方式を決定する。

工具経路方式は、エンドミルが被加工材を加工する経路である。工具経路方式には、片道走行、往復走行および周回走行がある。

片道走行は、ダウンカットまたはアップカットのいずれか一方を用いる方法である。

往復走行は、ダウンカットおよびアップカットの双方を用いる方法である。

周回走行は、取り出し形状の場合、その取り出し形状の回りを加工する方法である。

工具経路方式決定装置23は、加工段階情報、加工形状情報および加工後形状情報に基づいて、あらかじめ設定された工具経路方式決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、工具経路方式を決定する。

工具経路方式決定規則には、たとえば以下のようなものがある。

IF 加工段階が荒取り、かつ、
 凸形状が大きい、かつ、
 切削面積が小さい

THEN 工具経路方式は片道走行

IF 加工段階が荒取り、かつ、
 凸形状が小さい、かつ、
 切削面積が大きい

THEN 工具経路方式は周回走行

IF 加工段階が仕上げ、かつ、
凸形状が中くらい、かつ、
切削面積が大きい

THEN 工具経路方式は往復走行

IF 加工段階が仕上げ、かつ、
切削面積が大きい、かつ、
面精度が荒い

THEN 工具経路方式は往復走行

IF 加工段階が仕上げ、かつ、
切削面積が小さい、かつ、
面精度がなめらか

THEN 工具経路方式は片道走行

:

:

この工具経路方式決定規則において、「切削面積が小さい」場合に工具経路方式を「片道走行」にしている。これは、一定の方向に切削加工を行って、使用工具を所定の基準位置まで戻るようにしても、加工時間がそれほど長くかからないからである。これに対して、「切削面積が大きい」場合には工具経路方式を「往復走行」にしている。これは、切削面積が大きいときに片道走行にすると、加工時間が長くかかるためである。さらに、「切削面積が大きい」かつ「凸形状が小さい」場合、工具経路方式を「周回走行」にした。また、

「面精度がなめらか」に場合には片道走行にした。

第24a図～第24e図に、工具経路方式決定規則の前件部変数および後件部変数のメンバーシップ関数およびシングルトンの一例を示す。

第24a図は、前件部変数「加工段階」について、言語情報「荒取り」、「中荒取り」および「仕上げ」の3つのシングルトンを示している。

第24b図は、前件部変数「凸形状」について、言語情報「小さい」、「中くらい」および「大きい」の3つのメンバーシップ関数を示している。

第24c図は、前件部変数「切削面積」について、言語情報「小さい」、「中くらい」および「大きい」の3つのメンバーシップ関数を示している。

第24d図は、前件部変数「面精度」について、言語情報「荒い」および「なめらか」の2つのメンバーシップ関数を示している。

第24e図は、後件部変数「工具経路方式」について、言語情報「片道走行」、「往復走行」および「周回走行」の3つのシングルトンを示している。

工具経路方式決定装置23は、後件部変数の「片道走行」、「往復走行」または「周回走行」のうちで、最も適合度の大きいものを工具経路方式として決定する。

たとえば、上述の例においては、使用工具経路方式決定装置23は、工具経路方式として「片道走行」と決

定する。

以上のようにして、工具経路方式決定装置23によって決定された工具経路は工具経路方式情報として出力される。

(5) 加工条件決定装置

加工条件決定装置24は、材質情報、加工段階情報、加工後形状情報および加工後形状情報に基づいて、あらかじめ設定された加工条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、加工条件を決定する。

加工条件決定装置24は、使用工具決定装置21によって決定されたNC加工機、放電加工機およびワイヤカット加工機いずれかの使用機械について、その加工条件を決定する。

NC加工機の加工条件は、使用工具の回転速度と送り速度である。

放電加工機の加工条件は、電極棒の送り速度とその出力である。

ワイヤカット加工機の加工条件は、ワイヤの送り速度とその出力である。

加工条件決定規則には、たとえば、以下のようなものがある。

NC加工機

IF 加工段階が荒取り、かつ、

切削幅が小さい、かつ、

105

切 削 深 さ が 浅 い、 か つ、
材 料 硬 度 が 軟 ら か い
T H E N 送 り 速 度 は 速 い、
回 転 速 度 は 遅 い
I F 加 工 段 階 が 荒 取 り、 か つ、
切 削 幅 が 小 さ い、 か つ、
切 削 深 さ が 浅 い、 か つ、
材 料 硬 度 が 普 通
T H E N 送 り 速 度 は や や 速 い、
回 転 速 度 は や や 遅 い
I F 加 工 段 階 が 仕 上 げ、 か つ、
コ ー ナ 部 半 径 が 大 き い
材 料 硬 度 が 軟 ら か い、 か つ、
面 精 度 が 荒 い
T H E N 送 り 速 度 は 遅 い、
回 転 速 度 は 速 い
I F 加 工 段 階 が 仕 上 げ、 か つ、
コ ー ナ 部 半 径 が 大 き い
材 料 硬 度 が 軟 ら か い、 か つ、
面 精 度 が な め ら か
T H E N 送 り 速 度 は や や 遅 い、
回 転 速 度 は や や 速 い

:

:

放電加工機

IF 加工段階が荒取り、かつ、
切削面積が大きい、かつ、
THEN 送り速度はやや速い、
出力は中くらい
IF 加工段階が中荒取り、かつ、
切削面積が小さい
THEN 送り速度はやや遅い
出力は小さい

:

:

ワイヤカット加工機

IF 加工段階が荒取り、かつ、
切削面積が大きい、かつ、
THEN 送り速度はやや速い、
出力は中くらい
IF 加工段階が中荒取り、かつ、
切削面積が小さい
THEN 送り速度はやや速い、
出力は小さい

:

:

この加工条件決定規則は、「材質硬度が軟らかい」
場合には、送り速度を速くするようにしている。これ

は、加工材が軟らかいと送り速度を速くして加工できるからである。また、「切削深さが浅い」および「切削幅が小さい」場合にはにも同様である。また、「面精度がなめらか」の場合には送り速度を遅くしている。さらに、コーナ部半径が大きければ、コーナ部が小さくなるので、送り速度を遅くする。

第25a図～第25m図は、加工条件決定規則の前件部および後件部のメンバーシップ関数およびシングルトンの一例を示す。前件部変数のメンバーシップ関数およびシングルトンは各工作機械に共通であり、後件部変数のメンバーシップ関数およびシングルトン各工作機械に固有のものである。

第25a図は、前件部変数「加工段階」について、言語情報「荒取り」、「中荒取り」および「仕上げ」の3つのシングルトンを示している。

第25b図は、前件部変数「切削幅」について、言語情報「小さい」、「中くらい」および「大きい」の3つのメンバーシップ関数を示している。

第25c図は、前件部変数「切削深さ」について、言語情報「浅い」、「中くらい」および「深い」の3つのメンバーシップ関数を示している。

第25d図は、前件部変数「材料硬度」について、言語情報「軟らかい」、「普通」および「硬い」の3つのメンバーシップ関数を示している。

第 25 e 図は、前件部変数「コーナ部半径」について、言語情報「小さい」および「大きい」の 2 つのメンバーシップ関数を示している。

第 25 f 図は、前件部変数「面精度」について、言語情報「荒い」および「なめらか」の 2 つのメンバーシップ関数を示している。

第 25 g 図は、前件部変数「切削面積」について、言語情報「小さい」、「中くらい」および「大きい」の 3 つのメンバーシップ関数を示している。

第 25 h 図は、NC 加工機に関する後件部変数「送り速度」について、言語情報「遅い」、「やや遅い」、「中くらい」、「やや速い」および「速い」の 5 つのメンバーシップ関数を示している。

第 25 i 図は、NC 加工機に関する後件部変数「回転速度」について、言語情報「遅い」、「やや遅い」、「中くらい」、「やや速い」および「速い」の 5 つのメンバーシップ関数を示している。

第 25 j 図は、放電加工機に関する後件部変数「送り速度」について、言語情報「遅い」、「やや遅い」、「中くらい」、「やや速い」および「速い」の 5 つのメンバーシップ関数を示している。

第 25 k 図は、放電加工機に関する後件部変数「出力」について、言語情報「小さい」、「やや小さい」、「中くらい」、「やや大きい」および「大きい」の 5

つのメンバーシップ関数を示している。

第 25 l 図は、ワイヤカット加工機に関する後件部変数「送り速度」について、言語情報「遅い」、「やや遅い」、「中くらい」、「やや速い」および「速い」の 5 つのメンバーシップ関数を示している。

第 25 m 図は、ワイヤカット加工機に関する後件部変数「出力」について、言語情報「小さい」、「やや小さい」、「中くらい」、「やや大きい」および「大きい」の 5 つのメンバーシップ関数を示している。

たとえば、使用工具決定装置 21 は使用加工機を NC 加工機としているので、加工条件決定装置 24 は、NC 加工機に関する加工条件決定規則にしたがって加工条件を決定する。加工条件決定装置 24 は、加工条件として送り速度を「10」および回転速度を「3000」と決定する。

以上のようにして、加工条件決定装置 24 によって決定された加工条件は、加工条件情報として出力される。

加工情報決定装置 20 は、使用工具情報、工具経路方式情報および加工条件情報を決定すると、これらの情報を最適加工情報として、CAM 装置 17 および工作機械 18 に出力する。

たとえば、以上のようにして、加工情報決定装置 20 によって、第 26 図に示すような最適加工情報が得られる。

1.6 C A M 装 置

C A M 装 置 17は、 C A D 装 置 10から与えられる加工前形状モデルおよび加工後形状モデル、ならびに加工情報決定装置20によって決定された最適加工情報に基づいて、工作機械を制御するためのN C データを生成する。

C A M 装 置 17は、一般的には、コンピュータ・システムおよびその上で動作するアプリケーション・システム（ソフトウェア）である。C A M 装 置 17は、工作機械18の自動プログラミングに比べてオペレータの操作性がよい。

第27図は、C A M 装 置 17における処理手順を示すフロー・チャートである。

C A M 装 置 17は、加工情報決定装置20から与えられる最適加工情報を読み込む（第27図；ステップ171）。たとえば、C A M 装 置 17は第26に示される最適加工情報を読み込む。

オペレータがC A M 装 置 17に工作機械18に関するパラメータを設定する（第27図；ステップ172）。

たとえば、オペレータによって設定された工作機械18のパラメータの一例が第28図に示されている。

工作機械のパラメータには、「初期値位置」、「工具移動高さ」、「工具移動距離」、「加工前形状モデル」、「加工後形状モデル」および「加工機名」があ

る。

初期工具位置は、工作機械が加工を開始するとき、工具の位置である。たとえば、初期工具位置は、「 $X = 100$ 、 $Y = 0$ 、 $Z = 0$ 」である。

工具移動高さは、工作機械が工具を移動させるときの高さである。たとえば、工具移動高さは、「 $Z = 90$ 」である。

工具移動距離は、工作機械が工具を移動させる距離である。たとえば、工具移動距離は、「 $\Delta x = 5$ 、 $\Delta y = 5$ 、 $\Delta z = 5$ 」である。

加工前形状モデルは、CAD装置10によって作成されたものであり、その加工前形状モデルのデータ・ファイルのファイル名が入力される。たとえば、加工前形状モデルのファイル名は、「bk.dat」である。

加工後形状モデルは、CAD装置10によって作成されたものであり、その加工後形状モデルのデータ・ファイルのファイル名が入力される。たとえば、加工後形状モデルのファイル名は、「ak.dat」である。

加工機名は、実際に加工を行う工作機械の名称である。たとえば、加工機名は「OM1」である。

工作機械のパラメータが入力されると、CAM装置17はそのパラメータに含まれる加工前形状モデルおよび加工後形状モデルのファイル名に基づいて、CAD装置10から加工前形状モデルおよび加工後形状モデル

を読み込む（第27図；ステップ173）。

CAM装置17は、読み込んだ加工前形状モデルおよび加工後形状モデルおよび最適加工情報、ならびに入力された工作機械パラメータに基づいて、工具経路を決定する。その工具経路をあらかじめもつコードに変換してNCデータを作成する（第27図；ステップ174）。

たとえば、第12図の加工後形状モデルについては、第29図に示すような工具経路が決定される。この工具経路に基づいてNCデータが作成される。作成されたNCデータは工作機械18に与えられる。

工作機械18は、CAM装置17によって作成されたNCデータに基づいて、被加工材の加工を行う（第27図；ステップ174）。

1.7 工作機械

工作機械18は、あらかじめ備えられた自動プログラミングによって、CAM装置17と同様に、CAD装置10から与えられる加工前形状モデルおよび加工後形状モデル、ならびに加工情報決定装置20によって決定された最適加工情報に基づいて、NCデータを作成する。この場合、CAM装置17は不要である。

その後、工作機械18は、生成したNCデータに基づいて、被加工材の加工を実際に行う。

NCデータは、工作機械18の自動プログラミングがCAM装置17と同様の処理を行うことによって作成さ

れる（第27図；ステップ171～174参照）。

工作機械18は、作成したNCデータに基づいて、被加工材の加工を行う（第27図；ステップ175）。

2 加工情報決定システムの特殊機能

以下、「1 加工情報決定システム」において、一部の装置を異なる装置に置き換えた実施態様、および新たな装置を追加した実施態様について説明する。

2.1 使用工具の摩耗度を考慮した加工条件決定装置

(1) 概要

第30図は、加工情報決定装置20Aの構成を示す機能ブロック図である。第30図において、第16図のものと同一物には同一符号を付し、詳細な説明を省略する。

加工条件決定装置24Aは、CAD装置10から与えられる加工前形状情報および加工後形状情報、入力装置16から入力される材質情報、加工段階情報および連続使用予定時間、ならびに摩耗度計測装置から与えられる使用工具の摩耗度に基づいて、あらかじめ設定された加工条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、加工条件を決定するものである。

連続使用予定時間は、入力装置16からオペレータによって入力されるものであり、使用工具を連続使用する時間である。

摩耗度計測装置における摩耗度の検出方法については後述するが、摩耗度には、NC加工機の使用工具の

摩 耗 度 と、 放 電 加 工 機 の 電 極 の 摩 耗 度 と が あ る。

加 工 条 件 決 定 規 則 に は、 た と え ば、 N C 加 工 機 お よ
び 放 電 加 工 機 に 関 し て、 以 下 の よ う な も の が あ る。

N C 加 工 機

IF 加 工 段 階 が 荒 取 り、 か つ、
摩 耗 度 が 大 き い、 か つ、
連 続 使 用 予 定 時 間 が 短 い

THEN 送 り 速 度 は 速 い、
回 転 速 度 は 中 く ら い

IF 加 工 段 階 が 中 荒 取 り、 か つ、
摩 耗 度 が 小 さ い、 か つ、
連 続 使 用 予 定 時 間 が 中 く ら い

THEN 送 り 速 度 は 中 く ら い
回 転 速 度 は 遅 い

IF 加 工 段 階 が 仕 上 げ、 か つ、
摩 耗 度 が 中 く ら い、 か つ、
連 続 使 用 予 定 時 間 が 長 い

THEN 送 り 速 度 は 遅 い、
回 転 速 度 は 速 い

IF 加 工 段 階 が 仕 上 げ、 か つ、
面 精 度 が な め ら か、 か つ、
摩 耗 度 が 大 き い、 か つ、
連 続 使 用 予 定 時 間 が 長 い

THEN 「 こ の 工 具 の 使 用 は 勧 め ら れ ま せ ん 」

:

:

放 電 加 工 機

IF 加工段階が仕上げ、かつ、
 摩耗度が大きい、かつ、
 連続使用予定時間が短い

THEN 「この電極の使用は勧められません」

IF 加工段階が仕上げ、かつ、
 摩耗度が小さい、かつ、
 連続使用予定時間が長い

THEN 送り速度は小さい、
 出力は中くらい

IF 加工段階が仕上げ、かつ、
 摩耗度が中くらい、かつ、
 連続使用予定時間が短い

THEN 送り速度は大きい、
 出力は大きい

:

:

第31a図～第31h図に、加工条件決定規則の前件部変数および後件部変数のメンバーシップ関数およびシングルトンの一例を示す。

第31a図は、前件部変数「加工段階」について、言語情報「荒取り」、「中荒取り」および「仕上げ」の

3つのシングルトンを示している。

第31b図は、前件部変数「摩耗度」について、言語情報「小さい」、「中くらい」および「大きい」の3つのメンバーシップ関数を示している。

第31c図は、前件部変数「連続使用時間」について、言語情報「短い」、「中くらい」および「長い」の3つのメンバーシップ関数を示している。

第31d図は、前件部変数「面精度」について、言語情報「荒い」および「なめらか」の2つのメンバーシップ関数を示している。

第31e図は、NC加工機に関する後件部変数「回転速度」について、言語情報「遅い」、「中くらい」および「速い」の3つのメンバーシップ関数を示している。

第31f図は、NC加工機に関する後件部変数「送り速度」について、言語情報「遅い」、「中くらい」および「速い」の3つのメンバーシップ関数を示している。

第31g図は、放電加工機に関する後件部変数「送り速度」について、言語情報「小さい」、「中くらい」および「大きい」の3つのメンバーシップ関数を示している。

第31h図は、放電加工機に関する後件部変数「出力」について、言語情報「小さい」、「中くらい」および

「大きい」の３つのメンバーシップ関数を示している。

加工条件決定装置 24 A が使用工具の摩耗度を考慮して加工条件を決定することによって、その摩耗した工具の最適な加工条件を決定することができる。

また、加工条件決定装置 24 A がさらに工具を使用する連続使用時間を考慮して加工条件を決定することによって、その工具の工具寿命より連続使用時間がわずかに長い場合でも、最適な加工条件を決定することができる。

この実施例においては、加工条件決定装置 24 A が摩耗度と連続使用予定時間とを考慮して加工条件を決定した。摩耗度または連続使用予定時間のいずれか一方を考慮して加工条件を決定するようにしてもよい。

(2) 使用工具を直接撮影してその摩耗度を検出する方法

第 32 図は、工作機械が N C 加工機である場合、N C 加工機が使用する工具を C C D カメラで直接撮影して、その工具の摩耗度を検出するブロック図を示す。

C C D カメラ 41 は、N C 加工機が使用する工具 T を撮影するものである。C C D カメラ 41 によって撮影された工具 T の画像データは、摩耗度測定装置 42 に与えられる。

画像メモリ 43 は、工具 T を全く使用していない新品の状態に撮影したときの使用前画像データと、工具 T

を使用可能な限界の状態で撮影した使用限界画像データをあらかじめ記憶したものである。使用前画像データと使用限界画像データはそれぞれ、CCDカメラ42によってあらかじめ撮影した画像データを所定のしきい値で2値化したものである。

第34a図は画像メモリ43に記憶された使用前画像データの一例を示す。第34c図は画像メモリ43に記憶された使用限界画像データの一例を示す。

摩耗度計測装置42は、CCDカメラ42から与えられる画像データと、画像メモリ43に記憶された使用工具前画像データおよび使用限界画像データとに基づいて、摩耗度を算出するものである。

算出された摩耗度は、摩耗度計測装置42から加工条件決定装置24Aに与えられる。

第33図は、使用工具を直接撮影してその摩耗度を検出する処理手順を示すフロー・チャートである。

CCDカメラ41によって工具Tを撮影し、撮影によって得られた画像データを摩耗度計測装置42に与える（第33図；ステップ181）。

摩耗度計測装置42は、CCDカメラ41の撮影によって得られた画像データを、所定のしきい値で2値化する（第33図；ステップ182）。たとえば、第34b図に、CCDカメラ41の撮影によって得られた画像データを2値化したデータの一例が示されている。

摩耗度計測装置42は、2値化した画像データの黒画素数を計数し、その計数値を K_x とする（第33図；ステップ183）。

摩耗度計測装置42は、2値化した画像データと、画像メモリ43に記憶された使用前画像データの黒画素数 K_0 とを比較する（第33図；ステップ184）。使用前画像データはあらかじめ画像メモリ43に記憶されているので、その黒画素数 K_0 はあらかじめ計数しておくことができる。

摩耗度計測装置42は、2値化した画像データと、画像メモリ43に記憶された使用限界の画像データの黒画素数 K_1 とを比較する（第33図；ステップ185）。使用限界画像データもあらかじめ画像メモリ43に記憶されているので、その黒画素数 K_1 はあらかじめ計数しておくことができる。

摩耗度計測装置42は、次式によって摩耗度 A_b を算出する（第33図；ステップ186）。

$$A_b = (K_0 - K_x) / (K_0 - K_1) \quad \dots (1)$$

算出された摩耗度は、摩耗度計測装置42から加工条件決定装置24Aに与えられる。

このようにして、摩耗度が算出される。

放電加工機の電極棒の摩耗度は、このNC加工機の工具の摩耗度と同様にして検出することができる。

(3) 標準加工材料を加工した加工痕によって使用

工具の摩耗度を検出する方法

第35図は、NC加工機が使用する工具を用いて、所定の標準加工材料を一定の加工条件の下で加工した痕をCCDカメラで撮影して、その工具の摩耗度を検出するブロック図を示す。

CCDカメラ41は、NC加工機が使用する工具Tを用いて標準加工材料WMを一定の加工条件で加工した加工痕を撮影するものである。CCDカメラ41によって撮影された標準加工材料WMの加工痕の画像データは、摩耗度測定装置42Aに与えられる。

画像メモリ43Aは、NC加工機が全く使用していない工具Tを用いて標準加工材料WMを加工した加工痕の使用前画像データと、使用工具Tを使用可能な限界にある工具Tを用いて標準加工材料WMを加工した加工痕の使用限界画像データをあらかじめ記憶したものである。これらの画像データは、あらかじめCCDカメラ41によって撮影されたものである。

第37a図は、画像メモリ43Aに記憶された使用前画像データの一例を示し、第37c図は、画像メモリ43Aに記憶され使用限界画像データの一例を示す。

摩耗度計測装置42Aは、CCDカメラ42から与えられる画像データと、画像メモリ43に記憶された使用前画像データおよび使用限界画像データとに基づいて、摩耗度を算出するものである。算出された摩耗度は、

摩耗度計測装置 42 A から加工条件決定装置 24 A に与えられる。

第 36 図は、標準加工材料を加工したその加工痕によって使用工具の摩耗度を検出する処理手順を示すフロー・チャートである。

使用する工具 T を用いて標準加工材料 W M を一定の加工条件の下で加工する。その標準加工材料 W M の加工痕を C C D カメラ 41 によって撮影する。（第 36 図；ステップ 191）。たとえば、第 37 b 図に、C C D カメラ 41 の撮影によって得られた加工痕の画像データの一例が示されている。

摩耗度計測装置 42 A は、C C D カメラ 41 の撮影によって得られた工具 T の加工痕の画像データと、画像メモリ 43 に記憶された使用前画像データとの相関係数 f_x を算出する（第 36 図；ステップ 192）。

摩耗度計測装置 42 A は、次式によって摩耗度 A_b を算出する（第 36 図；ステップ 193）。

$$A_b = (f_0 - f_x) / f_0 \quad \dots (2)$$

ここで、 f_0 は、使用前の工具を用いて標準加工材料 W M を加工した加工痕の使用前画像データと使用限界にある使用工具 T を用いて標準加工材料 W M を加工した加工痕の使用限界画像データとの相関係数である。使用前画像データと使用限界画像データは画像メモリ 43 A にあらかじめ記憶されているので、これらの相関

係数 f_0 はあらかじめ算出しておくことができる。

算出した摩耗度は、摩耗度計測装置 42A から加工条件決定装置 24A に与えられる。

このようにして、摩耗度が算出される。

(4) 標準型取り材料を用いて使用工具を型取りしたその型によって使用工具の摩耗度を検出する方法

第 38 図は、NC 加工機が使用する工具を、標準型取り材料を用いて、型取りしてその型を CCD カメラで撮影して、工具 T の摩耗度を検出するブロック図を示す。

CCD カメラ 41 は、NC 加工機が現在加工に使用している使用工具 T を標準型取り材料 FM を一定の条件で押しつけて、使用工具 T の刃先の型を撮影するものである。CCD カメラ 41 によって撮影された標準型取り材料 FM の使用工具 T の刃先の型の画像データは、摩耗度測定装置 42B に与えられる。

画像メモリ 43B は、全く加工に使用していない工具 T を標準型取り材料 FM に押しつけたときの工具 T の刃先の型の使用前画像データと、使用可能な限界にある工具 T を標準型取り材料 FM に押しつけて使用工具 T の刃先の型の使用限界画像データをあらかじめ記憶したものである。これらの画像データは、あらかじめ CCD カメラ 41 によって撮影されたものである。

第 40a 図は、画像メモリ 43 に記憶され使用前画像デ

一タの一例を示す。第40c図は、画像メモリ43に記憶され使用限界画像データの一例を示す。第40a図および第40b図から分かるように、使用前の工具の加工痕と使用限界の工具の加工痕は異なるものである。

摩耗度計測装置42Bは、CCDカメラ41から与えられる画像データと、画像メモリ43に記憶された使用前画像データおよび使用限界画像データとに基づいて、摩耗度を算出するものである。算出された摩耗度は、摩耗度計測装置42Bから加工条件決定装置24Aに与えられる。

第39図は、標準型取り材料を用いて使用工具を型取りした型によって摩耗度を検出する処理手順を示すフロー・チャートである。

使用する工具Tを一定の条件のもとで標準型取り材料FMに押しつけて使用工具Tの刃先の型を取る。その標準型取り材料FMの刃先の型をCCDカメラ41によって撮影する。(第39図; ステップ201)。第40b図に、CCDカメラ41の撮影によって得られた画像データの一例が示されている。

摩耗度計測装置42Bは、CCDカメラ41の撮影によって得られた使用する使用工具Tの刃先の型の画像データと、画像メモリ43に記憶された使用前画像データとの相関係数 F_x を算出する(第39図; ステップ202)。

摩耗度計測装置42Bは、次式によって摩耗度 A_b を

算出する（第39図；ステップ203）。

$$A_b = F_x / F_0 \quad \dots (3)$$

ここで、 F_0 は、使用前の使用工具を標準型取り材料 F_M に押しつけた工具の刃先の型の使用前画像データと使用限界にある使用工具 T を標準型取り材料 F_M に押しつけた使用工具の刃先の型の使用限界画像データとの相関係数である。使用前画像データと使用限界画像データは画像メモリあらかじめ記憶されているので、これらの相関係数 F_0 はあらかじめ算出しておくことができる。

算出された摩耗度は、摩耗度計測装置42Bから加工条件決定装置24Aに与えられる。

このようにして、摩耗度が算出される。

(5) 工作機械のモータの消費電流の特性データに基づいて使用工具の摩耗度を検出する方法

第41図は、NC加工機のモータの消費電流を計測して、その特性データに基づいて使用工具 T の摩耗度を検出するブロック図を示す。

モータ44は、NC加工機のモータであり、その消費電流がNC加工機から摩耗度測定装置42Cに与えられる。

メモリ43Cは、NC加工機が全く使用していない工具 T を用いて標準加工材料 W_M を加工したモータ44の消費電流の特性データと、使用可能な限界にある工具

を用いて標準加工材料WMを加工したモータ44の消費電流の特性データをあらかじめ記憶したものである。これらの特性データは、あらかじめ計測したものである。

第43図は、NC加工機が使用工具Tを用いて標準加工材料WMを加工したモータ44の消費電流の特性データの一例を示す。第43図の安定切削中における I_a がメモリ43Cに記憶されている使用前の使用工具Tを用いて標準加工材料WMを加工したモータ44の消費電流の使用前特性データである。また、 I_c がメモリ43Cに記憶されている使用限界の使用工具Tを用いて標準加工材料WMを加工したモータ44の消費電流の使用限界特性データである。

摩耗度計測装置42Cは、NC加工機が使用工具を用いて標準加工材料を加工した安定切削中のモータ44の消費電流と、メモリ43Cに記憶された使用前特性データおよび使用限界特性データとに基づいて、摩耗度を算出するものである。

算出された摩耗度は、摩耗度計測装置42Cから加工条件決定装置24Aに与えられる。

第42図は、工作機械のモータの消費電流の特性データに基づいて摩耗度を検出する処理手順を示すフロー・チャートである。

NC加工機が使用する工具Tを用いて所定の標準加

工材料 W M を一定の加工条件の下で加工する。その標準加工材料 W M を加工してい安定切削中のモータ 44 の消費電流を計測する。（第 42 図；ステップ 211）。たとえば、計測されたモータ 44 の消費電流特性データが第 43 図の I b に示されている。

摩耗度計測装置 42 C は、計測したモータ 44 の消費電流の特性データと、メモリ 43 C に記憶された使用前特性データとの相関係数 F_x を算出する（第 42 図；ステップ 212）。

摩耗度計測装置 42 C は、次式によって摩耗度 A_b を算出する（第 42 図；ステップ 213）。

$$A_b = F_x / F_0 \quad \dots (4)$$

ここで、 F_0 は、使用前特性データと使用限界特性データとの相関係数である。使用前特性データと使用限界特性データはあらかじめ計測されているので、これらの相関係数 F_0 はあらかじめ算出しておくことができる。

算出された摩耗度は、摩耗度計測装置 42 C から加工条件決定装置 24 A に与えられる。

このようにして、摩耗度が算出される。

2.2 加工条件決定装置のメンバーシップ関数学習装置

(1) 概要

以下、加工条件決定装置 24 にあらかじめ設定された

N C 加工機に関する加工条件決定規則の後件部変数のメンバーシップ関数の学習について説明する。

加工条件決定規則の後件部変数のメンバーシップ関数の学習に用いる情報には、工作機械のパラメータ、加工条件等がある。

メンバーシップ関数の学習は、以下説明する方法によりメンバーシップ関数の学習を行う。

(2) 工作機械のパラメータを教師情報として学習する方法

第44図は、メンバーシップ関数学習装置26をさらに備えた加工情報決定装置20Bの構成を示す機能ブロック図である。

第44図において、第16図の物と同一物には同一符号付し詳細な説明を省略する。

メンバーシップ関数学習装置26は、工作機械のパラメータを教師情報として加工条件決定装置24にあらかじめ設定された加工条件決定規則の後件部変数のメンバーシップ関数の学習を行うものである。

メンバーシップ関数の学習に用いる工作機械のパラメータとして、たとえば、工作機械の主軸能力を用いる。

メンバーシップ関数学習装置26には、工作機械のパラメータの基準値があらかじめ設定されている。このメンバーシップ関数学習装置26は、たとえば、第46a

図に示す工作機械 18A が、第 46b 図に示す高性能の工作機械 18B に変更されたとき、変更される前の工作機械 18A に関する加工条件決定規則の後件部変数のメンバーシップ関数を、変更された後の高性能の工作機械 18B に適合したメンバーシップ関数に修正しようとするものである。

第 45 図は、工作機械のパラメータを教師情報とし加工条件決定規則の後件部変数のメンバーシップ関数の学習を行う処理手順を示すフロー・チャートである。

メンバーシップ関数学習装置 26 がメンバーシップ関数の学習に用いる工作機械 18B のパラメータである工作機械の主軸能力 G_1 [kW] を、オペレータが入力装置 16 から入力する（第 45 図；ステップ 223）。たとえば、 $G_1 = 0.6$ [kW] である。

メンバーシップ関数学習装置 26 は、入力された工作機械 18B のパラメータ G_1 と、あらかじめ設定された工作機械 18A のパラメータ G_0 とに基づいて、メンバーシップ関数を修正するための修正係数を算出する（第 45 図；ステップ 222）。

修正係数 T は、次式によって算出される。

$$T = (G_1 / G_0) \quad \dots (5)$$

たとえば、 $G_0 = 0.5$ [kW] とすると、 $T = (0.6 / 0.5) = 1.2$ となる。

メンバーシップ関数学習装置 26 は、算出した修正係

数 T を用いて加工条件決定装置 24 に設定された加工情報決定規則の後件部変数のメンバーシップ関数を修正する（第 45 図；ステップ 223）。

たとえば、第 47 a 図の加工条件決定規則の後件部変数「回転速度」のメンバーシップ関数について、修正係数 T に基づいて修正を行うと、第 47 b 図に示すようになる。

第 47 a 図から分かるように、言語情報「中くらい」のメンバーシップ関数の台集合が適合度が「1」の回転速度を中心として修正係数を乗じた分だけ広がっている。また、言語情報「遅く」のメンバーシップ関数に関しては適合度が「1」となる回転速度がの範囲が小さくなっている。さらに、言語情報「速く」のメンバーシップ関数に関しては適合度が「1」となる回転速度が大きくなっている。

加工条件決定規則の後件部変数「送り速度」のメンバーシップ関数についても「回転速度」と同様に修正される。

（3）加工条件を教師情報として学習する方法

第 48 図は、メンバーシップ関数学習装置 26 B をさらに備えた加工情報決定装置 20 C の構成を示す機能ブロック図である。

第 44 図において、第 16 図の物と同一物には同一符号付し詳細な説明を省略する。

メンバーシップ関数学習装置 26 B は、オペレータが加工条件決定装置 24 によって決定された加工条件が不適切と判定した場合、オペレータが入力装置 16 から入力する教師加工条件情報に基づいて、メンバーシップ関数を学習し、修正する。これによって、加工決定装置 24 が最適な加工条件決定規則のメンバーシップ関数を用いて加工条件を決定できるようにしている。

第 49 図は、加工条件を教師情報とするメンバーシップ関数学習の処理手順を示すフロー・チャートである。

加工決定装置 24 が C A D 装置 10 から与えられる加工前形状情報および加工後形状情報、ならびに入力装置 16 から入力される材質情報および加工段階情報に基づいて、加工条件情報を決定する（第 49 図；ステップ 223）。

オペレータは、加工条件決定装置 24 が決定した加工条件情報が適切であるかを判定する（第 49 図；ステップ 232）。

ステップ 232 において、オペレータが加工条件決定装置 24 によって決定された加工条件情報が適切であると判定すると（ステップ 232 で YES）、メンバーシップ関数の学習は行わず、処理を終了する。

オペレータが加工条件決定装置 24 によって決定された加工条件情報を不適切であると判定すると（ステップ 232 で NO）、オペレータは、教師加工条件情報を入

力する（第49図；ステップ233）。

たとえば、ステップ231において、加工条件決定装置24がNC加工機に関する加工条件として、回転速度「 $R1 = 1000[\text{rpm}]$ 」および送り速度「 $F1 = 50[\text{mm/sec}]$ 」と決定したと仮定する。このとき、オペレータは、加工条件として回転速度「 $R0 = 800[\text{rpm}]$ 」および送り速度「 $F0 = 40[\text{mm/sec}]$ 」が適切であると判定すると、その回転速度および送り速度を教師加工条件情報として入力装置16から入力する。

メンバーシップ関数学習装置26Bは、オペレータが入力した教師加工条件情報と、加工情報決定装置24が決定した加工条件情報とに基づいて、メンバーシップ関数を修正するための修正係数を算出する（第49図；ステップ234）。

回転速度および送り速度に関してそれぞれ、修正係数TRおよびTFは次式によって算出される。

$$TR = (R1 / R0) \quad \dots (6)$$

$$TF = (F1 / F0) \quad \dots (7)$$

たとえば、オペレータが教師加工条件情報として回転速度「 $800[\text{rpm}]$ 」および送り速度「 $40[\text{mm/sec}]$ 」と入力し、加工条件決定装置24が加工条件情報として回転速度「 $1000[\text{rpm}]$ 」および送り速度「 $50[\text{mm/sec}]$ 」と決定した場合には、修正係数は回転速度および送り速度に関してそれぞれ、 $TR = (800 / 1000) = 0.8$ 。

8 および $Tf = (40 / 50) = 0.8$ となる。

メンバーシップ関数学習装置 26 は、算出した修正係数 TR および TF に基づいて、加工条件決定装置 24 にあらかじめ設定された NC 加工機に関する加工情報決定規則の後件部変数「回転速度」および「送り速度」のメンバーシップ関数を修正する（第 49 図；ステップ 235）。

メンバーシップ関数学習装置 26 B、「(2) 工作機械のパラメータを教師情報として学習する方法」と同様にメンバーシップ関数を修正する。

これによって、工作機械の能力に応じた加工条件を得ることができる。たとえば、加工効率の重視度、加工精度の重視度等を考慮した加工条件を得ることができる。

(4) 加工条件情報を教師情報として複数回入力して学習する方法

メンバーシップ関数学習装置 26 B は、加工条件決定装置 24 によって決定された加工条件情報と、オペレータが複数回入力した加工条件情報の教師情報とに基づいて、加工条件決定規則の後件部変数のメンバーシップ関数を学習し、修正する。したがって、加工条件決定装置 24 が入力された教師情報によって最適な加工条件情報を決定できるようにしている。

第 50 図は、加工条件情報を教師情報として複数回入

力してメンバーシップ関数の学習を行う処理手順を示すフロー・チャートである。

オペレータが加工条件情報の教師情報である教師加工条件情報を入力する（第50図；ステップ241）。

加工条件決定装置24がCAD装置10から与えられる加工前形状情報および加工後形状情報、ならびに入力装置16から入力される材質情報および加工段階情報に基づいて、加工条件情報を決定する（第50図；ステップ242）。

メンバーシップ関数学習装置26は、入力された教師加工条件情報と、加工情報決定装置24によって決定された加工条件情報との偏差を算出する（第50図；ステップ243）。

メンバーシップ関数学習装置26は、教師加工条件情報がN回入力されたどうかを判定する（第50図；ステップ244）。

教師加工条件情報がN回繰り返し入力されると（ステップ244でYES）、メンバーシップ関数学習装置26はステップ243で算出した偏差の平均を算出する（第50図；ステップ245）。

メンバーシップ関数学習装置26は、ステップ245において算出した偏差の平均に基づいて、加工条件決定装置24に設定された加工条件決定規則のメンバーシップ関数を修正する（第48図；ステップ246）。

加工条件決定装置24にあらかじめ設定された加工条件決定規則のメンバーシップ関数の修正は、上述の場合と同様である。

これによって、工作機械の能力に応じた加工条件を得ることができる。たとえば、加工効率の重視度、加工精度の重視度等を考慮した加工条件を得ることができる。

2.3 加工条件情報の相対値を決定したのち絶対値を決定する加工条件決定装置

第51図は、加工情報決定装置20Dの構成を示す機能ブロック図である。

第51図において、第16図と同一物には同一符号を付し、詳細な説明は省略する。

加工情報決定装置20Dは、使用工具決定装置21AがNC加工機に関して使用工具情報を決定するとき、使用工具および工具径の他に工具硬度を決定する。

使用工具決定装置21Aは、あらかじめ設定された使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって使用機械を決定するとともに、その使用機械の使用工具を決定するものである。

この場合には、上述の使用工具決定装置21がNC加工機に関して工具硬度を考慮した使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、使用工具情報を決定する。

使用工具決定装置 21 は、使用工具決定規則にしたがって使用工具を決定すると、決定した工具硬度を加工条件決定装置 24 B に与える。

加工条件決定装置 24 C は、使用工具決定装置 21 から与えられる工具硬度に基づいて、加工条件情報を決定するものである。

加工条件決定装置 24 C は、相対加工条件決定装置 24 D および絶対加工条件決定装置 24 E とを有する。

相対加工条件決定装置 24 D は、C A D 装置 10 から与えられる加工前形状情報および加工後形状情報、入力装置 16 から入力される材質情報および加工段階情報、ならびに使用工具決定装置 21 A から与えられる工具硬度に基づいて、加工条件の相対値を相対加工条件情報として決定するものである。

絶対加工条件決定装置 24 E は、相対加工条件決定装置 24 D によって決定された相対加工条件情報と、あらかじめ設定された標準加工条件情報とに基づいて加工条件の絶対値である加工条件情報を決定するものである。

標準加工情報は加工条件である回転速度と送り速度との標準値があらかじめ設定されている。この標準加工条件情報は材料、工具データベース 25 に記憶されている。第 53 a 図および第 53 b 図に、標準加工条件情報の一例が示されている。

第 53 a 図 に 示 す 標 準 加 工 条 件 情 報 に は、 工 具 径、 材 料 材 質 お よ び 加 工 段 階 に 対 し て、 送 り 速 度 標 準 値 お よ び 回 転 速 度 標 準 値 が 格 納 さ れ て い る。 た と え ば、 工 具 径 が 「 4 」、 材 料 材 質 が 「 鉄 」 お よ び 加 工 段 階 が 「 荒 取 り 」 に 対 し て、 送 り 速 度 標 準 値 「 10 」 お よ び 回 転 速 度 標 準 値 「 3000 」 が 格 納 さ れ て い る。

第 53 b 図 に 示 す 標 準 加 工 条 件 情 報 に は、 工 具 径、 材 料 材 質 お よ び 面 精 度 に 対 し て、 送 り 速 度 標 準 値 お よ び 回 転 速 度 標 準 値 が 格 納 さ れ て い る。 た と え ば、 工 具 径 が 「 4 」、 材 料 材 質 が 「 鉄 」 お よ び 面 精 度 が 「 荒 い 」 に 対 し て、 送 り 速 度 標 準 値 「 5 」 お よ び 回 転 速 度 標 準 値 「 1000 」 が 格 納 さ れ て い る。

第 52 図 は、 加 工 条 件 決 定 装 置 24 C に お け る 処 理 手 順 を 示 す フ ロ ー ・ チ ャ ー ト で あ る。

相 対 加 工 条 件 決 定 装 置 24 D は、 C A D 装 置 10 か ら 与 え ら れ る 加 工 前 形 状 情 報 お よ び 加 工 後 形 状 情 報、 入 力 装 置 16 か ら 与 え ら れ る 材 質 情 報 お よ び 加 工 段 階 情 報、 な ら び に 最 適 使 用 工 具 決 定 装 置 22 か ら 与 え ら れ る 使 用 工 具 情 報 を 読 み 込 む (第 52 図 ; ス テ ッ プ 251)。

相 対 加 工 条 件 決 定 装 置 24 D は 読 み 込 ん だ 材 質 情 報 に 基 づ い て、 材 質、 工 具 デ ー タ ・ ベ ー ス 25 に 記 憶 さ れ た 材 質 デ ー タ ・ フ ァ イ ル を 検 索 し て 材 質 硬 度 を 得 る (第 52 図 ; ス テ ッ プ 252)。 た と え ば、 入 力 装 置 16 か ら 入 力 さ れ た 材 料 材 質 は 「 鉄 」 で あ る の で、 材 料 硬 度 は

「50」になる。

相 対 加 工 条 件 決 定 装 置 24D は、 ステップ 251 に お い
て 読 み 込 ん だ 情 報 に 基 づ い て、 あ ら か じ め 設 定 さ れ た
相 対 加 工 条 件 決 定 規 則 お よ び メ ン バ ー シ ッ プ 関 数 に し
た が っ て、 相 対 加 工 条 件 情 報 を 決 定 す る (第 52 図 ; ス
テ ッ プ 254) 。

N C 加 工 機 に 関 す る 相 対 加 工 条 件 決 定 規 則 に は、 た
と え ば、 以 下 の よ う な も の が あ る。

IF 加 工 段 階 が 荒 取 り、 かつ、
 材 料 硬 度 が 軟 ら か い、 かつ、
 工 具 硬 度 が 硬 い

THEN 回 転 速 度 は 遅 く、
 送 り 速 度 は 速 く

IF 加 工 段 階 が 中 荒 取 り、 かつ、
 材 料 硬 度 が 硬 い、 かつ、
 工 具 硬 度 が 硬 い

THEN 回 転 速 度 は そ の ま ま、
 送 り 速 度 は 速 く

IF 加 工 段 階 が 仕 上 げ、 かつ、
 面 精 度 が 荒 い、 かつ、
 材 料 硬 度 が 軟 ら か い、 かつ、
 工 具 硬 度 が 硬 い

THEN 回 転 速 度 は 速 く、
 送 り 速 度 は そ の ま ま

IF 加工段階が仕上げ、かつ、
 面精度がなめらか、かつ、
 材料硬度が硬い、かつ、
 工具硬度が軟らかい
THEN 回転速度は速く、
 送り速度は遅く

:

:

この加工条件決定規則においては、「材料硬度が硬く」かつ「工具硬度が軟らかい」場合がある。材料硬度および工具硬度はあくまでも相対的なものであり、絶対的な硬度は、材料硬度よりも工具硬度が硬いというのはいうまでもない。

第54a図～第54f図に、加工条件決定規則の前件部変数および後件部変数のメンバーシップ関数およびシングルトンの一例を示す。

第54a図は、前件部変数「加工段階」について、言語情報「荒取り」、「中荒取り」および「仕上げ」の3つのシングルトンを示している。

第54b図は、前件部変数「材料硬度」について、言語情報「軟らかい」、「中くらい」および「硬い」の3つのメンバーシップ関数を示している。

第54c図は、前件部変数「工具硬度」について、言語情報「軟らかい」、「普通」および「硬い」のメン

バーシップ関数を示している。

第54d図は、前件部変数「面精度」について、言語情報「荒い」および「なめらか」の2つのメンバーシップ関数を示している。

第54e図は、後件部変数「回転速度」について、言語情報「遅く」、「そのまま」および「速く」の3つのシングルトンを示している。

第54f図は、後件部変数「送り速度」について、言語情報「遅く」、「そのまま」および「速く」の3つのメンバーシップ関数を示している。

相対加工条件決定装置24Dは、相対加工条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって相対加工条件情報を決定すると、決定した相対加工条件情報を絶対加工条件情報装置24に与える。

絶対加工条件決定装置24は、ステップ252で読み込んだ情報に基づいて、材料、工具データベース25から対応する標準加工条件情報を得る（第52図；ステップ254）。

たとえば、加工段階が「荒取り」、材料材質が「鉄」、面精度が「なめらか」、工具径が「8」の場合には、第53b図に示す標準加工条件情報から送り速度標準値「10」および回転速度標準値「3000」を読み込む。

絶対加工条件決定装置24Eは、読み込んだ標準加工条件情報を、相対加工条件決定装置24によって決定さ

れた相対加工条件情報を用いて修正し、加工条件情報を決定する（第52図；ステップ255）。

決定された加工条件情報は、CAM装置17および工作機械18に出力される（第52図；ステップ256）。

このようにして、加工条件決定装置24Cは標準加工条件情報を相対加工条件情報を用いて修正することによって加工条件情報を決定することができる。

したがって、加工条件標準値が変更されたとしても、その工具の最適な加工条件を得ることができる。

2.4 加工条件情報の絶対値を決定する加工条件情報決定装置

上述の加工条件決定装置24Cは、加工条件の標準値に対する相対値を決定した後、使用工具の加工条件の絶対値を決定した。

この実施例においては、使用工具の加工条件の絶対値を直接決定するものである。

第55図は、加工情報決定装置20Eの構成を示す機能ブロック図である。第55図において、第51図と同一物には同一符号を付し、詳細な説明は省略する。

加工条件決定装置24Fは、材料、工具データ・ベース25にあらかじめ設定された適正加工条件範囲情報を用いて、加工条件決定規則のメンバーシップ関数を作成して、作成した加工条件決定規則にしたがって、加工条件情報の絶対値を決定する。

適正加工条件情報は最適な加工条件を決定するためにNC加工機に関する加工条件決定規則の後件部変数、すなわち、送り速度と回転速度について、メンバーシップ関数の適正範囲（最小値と最大値）があらかじめ設定されている。

第57a図および第57b図に、適正加工条件範囲情報の一例が示されている。

第57a図に示す適正加工条件範囲情報には、工具径、材料材質および加工段階に対して、送り速度の最大値および最小値、ならびに回転速度の最大値および最小値が格納されている。たとえば、工具径が「4」、材料材質が「鉄」および加工段階が「荒取り」に対して、送り速度の最小値「8」および最大値「13」および回転速度の最小値「2500」および最大値「3500」が格納されている。

第57b図に示す適正加工条件範囲情報には、工具径、材料材質および面精度に対して、送り速度の最小値および最大値ならびに回転速度の最小値および最大値が格納されている。たとえば、工具径が「4」、材料材質が「鉄」および面精度が「荒い」に対して、送り速度の最大値「3」および最大値「7」ならびに回転速度の最大値「700」および最大値「1300」が格納されている。

第56図は、加工条件決定装置24における処理手順を

示すフロー・チャートである。

加工条件決定装置24Fは、CAD装置10から与えられる加工前形状情報および加工後形状情報、入力装置16から与えられる材質情報および加工段階情報、ならびに使用工具決定装置21から与えられる工具硬度を読み込む（第56図；ステップ261）。

加工条件決定装置24Fは読み込んだ材質情報に基づいて、第18図の材質データ・ファイルを検索して材質硬度を得る（第56図；ステップ262）。

加工条件決定装置24は読み込んだ情報に基づいて、あらかじめ設定された適正加工条件範囲情報から対応する回転速度の最小値および最大値ならびに送り速度の最小値および最大値を決定する。（第56図；ステップ263）。

加工条件決定装置24は、決定した適正加工条件範囲に基づいて、加工条件決定規則の後件部変数のメンバーシップ関数を作成する。

加工条件決定装置24は、あらかじめ設定された加工条件決定規則にしたがって、加工条件情報を決定する（第56図；ステップ264）。

加工条件決定規則には、たとえば、以下のようなものがある。

NC加工機

IF 加工段階が荒取り、かつ、

材料硬度が軟らかい、かつ、
工具硬度が硬い
THEN 回転速度は遅い、
送り速度は速い
IF 加工段階が中荒取り、かつ、
材料硬度が硬い、かつ、
工具硬度が硬い
THEN 回転速度は中くらい、
送り速度は速い
IF 加工段階が仕上げ、かつ、
面精度が荒い、かつ、
材料硬度が軟らかい、かつ、
工具硬度が硬い
THEN 回転速度は速い、
送り速度は中くらい
IF 加工段階が仕上げ、かつ、
面精度がなめらか、かつ、
材料硬度が硬い、かつ、
工具硬度が軟らかい
THEN 回転速度は速い、
送り速度は遅い

:

:

この加工条件情報決定規則においては、「材料硬度

が硬く」かつ「工具硬度が軟らかい」場合がある。材料硬度および工具硬度はあくまでも相対的なものであり、絶対的な硬度は材料硬度よりも工具硬度が硬いというのはいうまでもない。

第58a図～第58f図に、加工条件決定規則の前件部変数および後件部変数のメンバーシップ関数およびシングルトンの一例を示す。

第58a図は、前件部変数「加工段階」について、言語情報「荒取り」、「中荒取り」および「仕上げ」の3つのシングルトンを示している。

第58b図は、前件部変数「材料硬度」について、言語情報「軟らかい」、「普通」および「硬い」の3つのメンバーシップ関数を示している。

第58c図は、前件部変数「工具硬度」について、言語情報「軟らかい」、「普通」および「硬い」のメンバーシップ関数を示している。

第58d図は、前件部変数「面精度」について、言語情報「荒取り」および「なめらか」の2つのメンバーシップ関数を示している。

第58e図は、後件部変数「回転速度」について、言語情報「遅い」、「中くらい」および「速い」の3つのメンバーシップ関数を示している。

第58f図は、後件部変数「送り速度」について、言語情報「遅い」、「中くらい」および「速い」の3つ

のメンバーシップ関数を示している。

第58e図の後件部変数「回転速度」については最小値 R_{min} と最大値 R_{max} との間に3つのメンバーシップ関数が定義されている。また、第58f図の後件部変数「送り速度」については最小値 F_{min} と最大値 F_{max} との間に3つのメンバーシップ関数が定義されている。

加工条件決定装置24Fは、材質、工具データ・ベース25から適正加工条件範囲（最大値と最小値）を読み出すと、読みだした適正加工条件範囲に基づいて上記のメンバーシップ関数を作成する。作成したメンバーシップ関数を用いて、加工条件、すなわち、使用工具の回転速度および送り速度を決定する。

加工条件決定装置24Fは、決定した加工条件を加工条件情報として、CAM装置17および工作機械18に出力する（第56図；ステップ265）。

したがって、加工条件決定装置24は、NC加工機が使用する工具の適正加工条件範囲に基づいて、加工条件決定規則の後件部変数を作成して、加工条件を決定するので、使用工具に最適な加工条件を決定することができる。

2.5 材料、工具データ・ベースの再構築装置

(1) 概要

第59図は、データ・ファイル再構築装置27を備えた

加工情報決定装置20の構成を示すブロック図である。

材料、工具データ・ベース25は、材料データ・ファイル、NC加工機使用工具データ・ファイルおよび標準加工条件情報を記憶している。これらのデータ・ファイルは、膨大なデータを有している。そこで、データ・ファイル再構築装置27は、これらのデータ・ファイルを効率的に材料、工具データ・ベース25に記憶する実施態様について以下説明する。

(2) 利用者別のデータ・ベースを構築する方法

NC加工機使用工具データ・ファイルは、NC加工機が使用する工具について膨大なデータが格納されている。

データ・ベース再構築装置27は、利用者によって選択される工具に関するデータのみからなる材質、工具データ・ベース25を構築するものである。

データ・ベース再構築装置27は、たとえば、第60bに示すようなエンドミル・データ・ベースDB1、バイト・データ・ベースDB2、ドリル・データ・ベース3等の工具に関するデータ・ベースが存在するとする。第60a図に示す表示画面が所定の表示装置に表示され、この表示画面にしたがって利用者が必要な工具を選択する。データ・ベース再構築装置27は、利用者によって選択された工具からなる材料、工具データ・ベース25を再構築する。選択されなかった工具

のデータ・ベースは削除する。

たとえば、利用者が必要な工具としてエンドミルとドリルを選択すると、データ・ベース再構築装置 27 は、エンドミル、ドリル・データ・ベース DB0（第 60b 図参照）を構築する。

さらに、たとえば、エンドミル・データ・ベース DB1 が工具番号毎に工具に関するデータを記憶している。利用者がその中でも使用しない工具番号の工具がある場合には、データ・ベース再構築装置 27 は、その使用しない工具を削除して材料、工具データ・ベース 25 を再構築するようにしてもよい。

上述の場合には、データ・ベース再構築装置 27 が利用者が不要な工具についてのデータ・ベースは、削除した。しかし、選択されなかったデータ・ベースを削除するのではなく、そのデータ・ベースを検索の対象にしないようにしてもよい。

また、材料データ・ファイルに関しても同様に利用者が必要とする材質のデータからなる材料データ・ファイルを構築するようにしてもよい。

このようにして、材料、工具データ・ファイル 25 は、資源を有効に利用できるとともに、データの検索時間等と短縮することができる。

(3) ファジィ化したデータ・ベースを構築する方法

材料、材質データ・ベース 25 は、標準加工条件情報を記憶している。この標準加工条件情報は、各工具について工具径、工具長、工具硬度、送り速度および回転速度がある。これらの各項目についてクリस्प情報でデータを、材料、材質データ・ベース 25 に記憶すると膨大なものになる。そこで、標準加工条件情報をファジィ情報として、材料、工具データ・ベース 25 に記憶する。

第 61 a 図は、各工具の工具径、工具長、工具硬度、送り速度および回転速度に関する言語情報を表す。

第 61 b 図～第 61 f 図は、第 61 a 図の各項目についての言語情報を表すメンバーシップ関数を示す。

第 61 b 図は、「工具径」について、言語情報「細い」、「普通」および「太い」の 3 つのメンバーシップ関数を示している。

第 61 c 図は、「工具長」について、言語情報「短い」、「普通」および「長い」の 3 つのメンバーシップ関数を示している。

第 61 d 図は、「工具硬度」について、言語情報「軟らかい」、「普通」および「大きい」のメンバーシップ関数を示している。

第 61 e 図は、「回転速度」について、言語情報「遅い」、「中くらい」および「速い」の 3 つのメンバーシップ関数を示している。

第 61 f 図は、後件部変数「送り速度」について、言語情報「遅い」、「中くらい」および「速い」の 3 つメンバシップ関数を示している。

したがって、クリस्प情報で記憶するよりもファジィ情報によって記憶するようにしたほうが材料、材質データ・ベース 25 の記憶容量を有効に利用できる。

3 加工情報決定システム（その 2）

（データ・ファイルを用いるもの）

3.1 概要

この加工情報決定システムは、第 1 図における加工情報決定装置 20 を、加工情報決定装置 30 に置き換えたものである。

「1 加工情報決定システム」においては、CAD 装置 10 から与えられる加工前形状情報および加工後形状情報と、入力装置 16 から入力される材質情報および加工段階情報とに基づいて、加工情報決定装置 20 が決定規則およびメンバシップ関数にしたがって最適加工情報の決定を行った。

この加工情報決定システムにおいては、加工情報決定装置 30 が材料、工具データ・ベース 35 にあらかじめ登録されたデータ・ファイルを用いて、最適加工情報を決定するものである。

3.1 加工情報決定装置 30

（1）加工情報決定装置の構成

第62図は、加工情報決定装置30の詳細な構成を示す機能ブロック図である。

加工情報決定装置30は、使用工決定装置31、最適使用工具決定装置32、工具経路方式決定装置33、加工条件決定装置34および材質、工具情報データ・ベース35からなる。

詳細については後述するが、加工情報決定装置30の各装置を簡単に説明する。

使用工具決定装置31は、CAD装置10から与えられる加工前形状情報および加工後形状情報、ならびに入力装置16から入力される材質情報および加工加工段階情報に基づいて、後述する材質、工具データ・ベース35に記憶された使用工具データ・ファイルを参照して、被加工材を加工する工作機械を決定するとともに、その使用工具を決定するものである。

最適使用工具決定装置32は、使用工具決定装置31がNC加工機を最適な工作機械と決定した場合、使用工具決定装置31が決定した使用工具に基づいて、後述する材質、工具データ・ベース35に記憶されたNC加工機使用工具データ・ファイルを参照して、最適な使用工具を決定するものである。決定された使用工具は、使用工具情報として出力される。

工具経路方式決定装置33は、CAD装置10から与えられる加工前形状情報および加工後形状情報、入力装

置 16 から入力される材質情報および加工段階情報、ならびに最適使用工具決定装置 32 によって決定された使用工具情報に基づいて、後述する材質、工具データ・ベース 35 に記憶された工具経路方式データ・ファイルを参照して、NC 加工機が被加工材を加工する加工経路を決定するものである。決定された工具経路方式は工具経路方式情報として出力される。

加工情報決定装置 34 は、CAD 装置 10 から与えられる加工前形状情報および加工後形状情報、入力装置 16 から入力される材質情報および加工段階情報、ならびに最適使用工具決定装置 32 によって決定された使用工具情報に基づいて、後述する加工条件データ・ファイルを参照して、工作機械が被加工材を加工する最適な加工条件を決定するものである。決定された加工条件は、加工条件情報として出力される。

材料、工具データ・ベース 35 は、被加工材の材質に関する材質データ・ファイル、使用工具データ・ファイル、NC 加工機使用工具データ・ファイル、工具経路方式データ・ファイルおよび加工条件データ・ファイルを記憶するものである。

材料データ・ファイルおよび NC 加工機使用工具データ・ファイルは、材質、工具データ・ベース 21 に記憶されたものと同じである。使用工具データ・ファイル、工具経路方式データ・ファイルおよび加工条件デ

ータ・ファイルの詳細については後述する。

(2) 加工情報決定装置における全体的な処理

第63図は、加工情報決定装置の処理手順を示すフロー・チャートである。

加工情報決定装置30は、CAD装置10から与えられる加工前形状情報を読み込む(第63図; ステップ301)。たとえば、加工情報決定装置31は第12図の加工前形状情報を読み込む。

加工情報決定装置30は、CAD装置10から与えられる加工後形状情報を読み込む(第63図; ステップ302)。たとえば、加工情報決定装置31は第12図の加工後形状情報を読み込む。

加工情報決定装置30は、入力装置16から入力される材質情報を読み込む(第63図; ステップ303)。たとえば、加工情報決定装置30は第13図の材質情報を読み込む。

加工情報決定装置30は、入力装置16から入力される加工段階情報を読み込む(第63図; ステップ304)。たとえば、加工情報決定装置30は第14図の加工段階情報を読み込む。

読み込まれた加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報は、使用工具決定装置31、工具経路方式決定装置33および加工条件決定装置34に与えられる。

使用工具決定装置31は、読み込んだ加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、工作機械の中から最適な工作機械を決定する。材料、工具データ・ベース35に記憶された使用工具データ・ファイルを参照して、その工作機械が用いる使用工具を決定する。最適使用工具決定装置32は使用工具決定装置31によって決定された使用工具に基づいて、材料、工具データ・ベース35に記憶されたNC加工機使用工具データ・ファイルを参照して、使用工具を決定する（第63図；ステップ305）。

NC加工機工具データ・ファイルは第20図に示すものであり、使用工具データ・ファイルに関する詳細は後述する。

使用工具が決定されると、工具経路方式決定装置33は、工作機械がNC加工機であり、かつ、使用工具がエンドミルである場合、使用工具情報、加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、材料、工具データ・ベース35に記憶された工具経路方式データ・ファイルを参照して、工具経路方式を決定する（第63図；ステップ306）。

工具経路方式データ・ファイルについての詳細は後述する。

使用条件決定装置34は、使用工具情報、加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報

に基づいて、材料、工具データ・ファイル35に記憶された加工条件データ・ファイルを参照して、加工条件を決定する（第63図；ステップ307）。

使用条件データ・ファイルについての詳細は後述する。

加工情報決定装置30は、使用工具情報、工具経路方式情報および使用条件情報を読み出し、CAM装置17および工作機械18に出力する（第17図；ステップ308、309）。

（3） 使用工具決定装置および最適使用工具決定装置

使用工具決定装置31は、CAD装置10から与えられる加工前形状情報および加工後形状情報、ならびに入力装置16から入力される材質情報および加工段階情報に基づいて、加工に最適な工作機械を決定し、材質、工具データ・ベース35に記憶された使用工具データ・ファイルを参照して、決定した工作機械の使用工具を決定する。

第64a図および第64b図は、使用工具決定装置31における処理手順を示すフロー・チャートである。

使用工具決定装置31は、CAD装置10から与えられる加工前形状情報の加工形状情報に基づいて、工作機械としてNC加工機を使用するかを判断する（第64a図；ステップ311）。

使用工具決定装置31は、加工前形状情報の加工形状が「部分面切削」ときに工作機械としてNC加工機を用いると判定し、加工形状が「全面切削」とき工作機械として放電加工機またはワイヤカット加工機を用いると判定する。

使用工具決定装置31は、工作機械としてNC加工機を用いると判定すると（ステップ311でYES）、入力装置16から入力される加工段階情報に基づいて、加工段階が仕上げ加工であるか、または荒取り、中荒取り加工であるかを判断する（第64a図；ステップ312）。

使用工具決定装置31は、加工段階が荒取り、中荒取り加工と判定すると（ステップ312でNO）、材質、工具データ・ベース35から荒取り、中荒取り加工用使用工具データ・ファイルを読み出す（第64a図；ステップ313）。

第65図は、荒取り、中荒取り加工用使用工具データ・ファイルの一例を示す。

荒取り、中荒取り加工用使用工具データ・ファイルには、材質、加工段階、切削幅および切削深さに対して、工具名およびその工具径が格納されている。たとえば、材料材質が「鉄」、加工段階が「荒取り」、切削幅が「10以上」および切削深さが「30以下」に対して、工具名「エンドミルA」およびその工具径が「10～30」が格納されている。

使用工具決定装置31は、加工段階が仕上げ加工の場合には（ステップ312でYES）、材質、工具データ・ベース35から仕上げ加工用使用工具データ・ファイルを読み出す（第64a図；ステップ314）。

第66図は、仕上げ加工用使用工具データ・ファイルの一例を示す。

仕上げ加工用使用工具データ・ファイルは、材質、面精度、切削幅および切削深さに対して、工具名およびその工具径が格納されている。たとえば、材質が「鉄」、面精度が「荒い」、切削幅が「10以上」および切削深さが「30以下」に対して、工具名「エンドミルA」およびその工具径が「5～8」が格納されている。

使用工具決定装置31は、入力される加工段階情報に基づいて、荒取り、中荒取り用使用工具データ・ファイルまたは仕上げ加工用使用工具データ・ファイルのいずれか一方を読み出すと、入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、これらの情報に含まれる条件に合致する使用工具とその工具径を選択する（第64a図；ステップ315）。

荒取り加工の場合、使用工具の工具径は、切削幅よりも大きい工具を選択するようにする。これは、切削幅よりも小さい工具径の工具を選択すると、荒取り加工を小さな工具径の工具を用いて行うことになり、非

効率だからである。この場合には、切削幅が工具径よりも小さい箇所については荒取り加工を行わないようにする。仕上げ加工を行うとき、荒取り加工のときに加工しなかったその箇所を加工するようにすればよい。

使用工具決定装置 31、NC 加工機の使用工具を使用工具データ・ファイルから選択すると、最適使用工具決定装置 32 は、使用工具決定装置 31 によって決定された使用工具に基づいて、最適な使用工具を NC 加工機使用工具ファイルを検索して決定する（第 64 a 図；ステップ 316）。

ステップ 311 において、使用工具決定装置 31 は、加工後形状情報の加工形状に基づいて放電加工機またはワイヤカット加工機であると判定すると（ステップ 311 で NO）、工作機械として放電加工機を用いるかを判断する（第 64 b 図；ステップ 317）。

使用工具決定装置 31 は、入力装置 16 から入力される加工段階情報に基づいて、ワイヤカット加工機または放電加工機のいずれかを選択する。使用工具決定装置 31 は、加工段階が「荒取り」または「中荒取り」のときワイヤカット加工機を用いると判定する。また、加工段階が「仕上げ」の場合には、放電加工機を用いると判定する。

使用工具決定装置 31 は、ワイヤカット加工機を用いると判定すると（ステップ 317 で NO）、材質、工具デ

ータ・ベース 35 からワイヤカット加工機用使用工具データ・ファイルを読出す（第 64 b 図；ステップ 318）。

第 67 図は、ワイヤカット加工機用使用工具データ・ファイルの一例を示す。

ワイヤカット加工機用使用工具データ・ファイルには、材料材質、加工段階、切削幅および加工形状に対して、工具径が格納されている。たとえば、材料材質が「鉄」、加工段階が「荒取り」、切削幅が「10以上」および加工形状が「全面切削」に対して、工具径が「0.5」が格納されている。

使用工具決定装置 31 は、加工段階が「仕上げ」であると判定すると（ステップ 317 で YES）、材質、工具データ・ベース 35 から放電加工機用使用工具データ・ファイルを読出す（第 64 b 図；ステップ 319）。

第 68 図は、放電加工機用使用工具データ・ファイルの一例を示す。

放電加工機用使用工具データ・ファイルは、材料材質、面精度、切削幅および切削深さに対して、電極本数が格納されている。たとえば、材料材質が「鉄」、面精度が「荒い」、切削幅が「1以上」および切削深さが「25以下」に対して、電極本数「1」が格納されている。切削幅が小さくかつ切削深さが深い場合には、電極本数を増やすようにしている。

使用工具決定装置 31 は、ワイヤカット加工機用使用

工具データ・ファイルまたは放電加工機用使用工具データ・ファイルのいずれか一方を読出すと、入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、これらの情報に含まれる条件に合致する工具径または電極本数を選択し、使用工具情報とする（第64b図；ステップ320）。

荒取り加工の場合ワイヤカット加工機としているが、放電加工機としてもよい。工具硬度、切削幅および切削深さによってNC加工機ではなく放電加工機にしたほうがよい場合、または放電加工機でなければ加工できない場合もある。このような場合にはNC加工機ではなく放電加工機を用いて加工を行う。さらに、加工段階が仕上げの場合にワイヤカット加工機を用いて加工するようにしてもよい。

第69図は、ステップ316の最適使用工具決定装置32における処理手順を示すフロー・チャートである。

最適使用工具決定装置32は、使用工具決定装置32によって決定された使用工具、および工具径に基づいて、NC加工機の最適な使用工具を決定する。

最適使用工具決定装置32は、材質、工具データ・ベースからNC加工機使用工具データ・ファイルを読出す（第69図；ステップ321）。

最適使用工具決定装置32は、使用工具決定装置31によって決定された工具径の±10を工具径の最大値、最

小値として、この範囲内の工具をNC加工機工具データ・ファイルから検索する（第69図；ステップ322）。

NC加工機工具データ・ファイルを検索して得られた使用工具について、工具寿命の長いものから上位3つ工具を選択する（第69図；ステップ323）。

最適使用工具決定装置32は、選択した3つの工具の中で最も工具値段の安い工具を最適な使用工具として選択する（第69図；ステップ324）。

最適使用工具決定装置32は、工具値段が最も安い工具をNC加工機の最適な使用工具と決定しする（第69図；ステップ325）。

このようにして、使用工具情報が決定される。

（4） 工具経路方式決定装置

工具経路方式決定装置33は、工作機械がNC加工機であり、かつ、その使用工具がエンドミルである場合、CAD装置10から与えられる加工前形状情報および加工後形状情報、入力装置16加工ら入力される材質情報および加工段階情報、ならびに最適使用工具決定装置32から与えられる使用工具情報に基づいて、工具経路方式を決定する。

第70図は、工具経路決定装置33における処理手順を示すフロー・チャートである。

工具経路方式決定装置31は、使用工具決定装置31が工作機械としてNC加工機を使用し、かつ、使用工具

としてエンドミルを用いる場合、工具経路方式を決定する（第70図；ステップ331）。

工具経路方式決定装置33は、工作機械としてNC加工機を用い、かつ、その使用工具としてエンドミルを用いる場合（ステップ331でYES）、入力装置16から入力される加工段階情報に基づいて、加工段階が仕上げ加工であるか、または荒取り、中荒取り加工であるかを判断する（第70図；ステップ332）。

工具経路方式決定装置33は、加工段階が荒取り、中荒取り加工と判定すると（ステップ312でNO）、材質、工具データ・ベース35から荒取り、中荒取り加工用工具経路方式データ・ファイルを読出す（第70図；ステップ333）。

第71図は、荒取り、中荒取り加工用工具経路方式データ・ファイルの一例を示す。

荒取り、中荒取り加工用工具経路方式データ・ファイルには、加工段階、切削面積、切削幅、切削深さおよび凸形状に対して、工具経路方式が決まっている。たとえば、加工段階が「荒取り」、切削面積が「400以上」、切削幅が「40以下」、切削深さが「5以下」および凸形状が「25以上」に対して、工具経路方式が「片道走行」となっている。

工具経路方式決定装置33は、加工段階が仕上げ加工と判定すると（ステップ332でYES）、材質、工具デ

ータ・ベース 35 から仕上げ加工用工具経路方式データ・ファイルを読出す（第 70 図；ステップ 334）。

第 72 図は、仕上げ加工用工具経路方式データ・ファイルの一例を示す。

仕上げ加工用工具経路方式データ・ファイルは、面精度、切削面積、切削幅、切削深さおよび凸形状に対して、工具経路方式が決まっている。たとえば、面精度が「荒い」、切削面積が「400 以上」、切削幅が「40 以下」、切削深さが「5 以下」および凸形状が「25 以上」に対して、工具経路方式が「片道走行」となっている。

工具経路方式決定装置 33 は、荒取り、中荒取り用工具経路方式データ・ファイルまたは、仕上げ加工用工具経路方式データ・ファイルのいずれか一方を読出すと、加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、これらの情報に含まれる条件に最も合致する工具経路方式を決定する（第 70 図；ステップ 335）。

工具経路方式決定装置 33 は、工作機械として NC 加工機の使用工具としてエンドミルを用いない場合（ステップ 331 で N0）、工具経路方式の決定を行わない。

（5）加工条件決定装置

加工条件決定装置 34 は、CAD 装置 10 から与えられる加工前形状情報および加工後形状情報、入力装置 16

から入力される材質情報および加工段階情報に基づいて、使用工具に関する加工条件を決定する。

第73a図および第73b図は、加工条件決定装置34における処理手順を示すフロー・チャートである。

加工条件決定装置34は、使用工具決定装置31が決定した工作機械がNC加工機であるかを判断する（第73a図；ステップ341）。

加工条件決定装置34は、使用工具決定装置31が工作機械としてNC加工機と判定していると（ステップ341でYES）、入力装置16から与えられる加工段階情報に基づいて、加工段階が仕上げ加工であるか、または荒取り、中荒取り加工であるかを判断する（第73a図；ステップ342）。

加工条件決定装置34は、加工段階が荒取り、中荒取り加工と判定すると（ステップ342でNO）、材質、工具データ・ベース35から荒取り、中荒取り加工用加工条件データ・ファイルを読出す（第73b図；ステップ343）。

第74図は、荒取り、中荒取り加工用加工条件データ・ファイルの一例を示す。

荒取り、中荒取り加工用加工条件データ・ファイルは、工具径、材料材質および加工段階に対して、送り速度および回転速度が格納されている。たとえば、工具径が「4」、材料材質が「鉄」および加工段階が

「荒取り」に対して、送り速度「10」および回転速度「3000」が格納されている。

加工条件決定装置34は、加工段階が仕上げ加工と判定すると（ステップ342でYES）、材質、工具データ・ベース35から仕上げ加工用加工条件データ・ファイルを読み出す（第73a図；ステップ344）。

第75図に、仕上げ加工用加工条件データ・ファイルの一例が示されている。

仕上げ加工用加工条件データ・ファイルは、工具径、材料材質および面精度に対して、送り速度および回転速度が格納されている。たとえば、工具径が「4」、材料材質が「鉄」および面精度が「荒い」に対して、送り速度「5」および回転速度「1000」が格納されている。

加工条件決定装置34は、ステップ341においてNO、すなわち、NC加工機でなく、放電加工機またはワイヤカット加工機であると判定すると、放電加工機を用いるかを判断する（第73b図；ステップ345）。

加工条件決定装置34は、入力装置16から入力される加工段階情報に基づいて、加工段階が「荒取り」または「中荒取り」のときワイヤカット加工機を用いると判定する。また、加工段階が「仕上げ」の場合には、放電加工機を用いると判定する。

加工条件決定装置34は、ワイヤカット加工機を用い

ると判定すると（ステップ345でNO）、材質、工具データ・ベース35からワイヤカット加工機用加工条件データ・ファイルを読み出す（第73b図；ステップ346）。

第76図は、ワイヤカット加工機用加工条件データ・ファイルの一例を示す。

ワイヤカット加工機用加工条件データ・ファイルは、工具径、材料材質および加工段階に対して、送り速度および出力が格納されている。たとえば、工具径が「0.5」、材料材質が「鉄」および加工段階が「荒取り」に対して、送り速度「5」および出力「5」が格納されている。

加工条件決定装置34は、放電加工機の場合には（ステップ345でYES）、材質、工具データ・ベース35から放電加工機用加工条件データ・ファイルを読み出す（第73b図；ステップ347）。

第77図に、放電加工機用加工条件データ・ファイルの一例が示されている。

放電加工機用加工条件データ・ファイルは、電極本数、材料材質および面精度に対して、加工条件として送り速度および出力が格納されている。たとえば、電極本数が「1」、材料材質が「鉄」および面精度が「荒い」に対して、送り速度「10」および出力「6」が格納されている。

加工条件決定装置34は、上述のようにして読み出し

たいずれかの加工条件データ・ファイルについて、入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報、ならびに使用工具決定装置31によって決定された使用工具に基づいて、これらの情報に含まれる条件に最も合致する加工条件を決定とする（第73図；ステップ348）。

このようにして、加工条件情報が決定される。

4 加工工程情報決定システム

4.1 概要

第78図は、加工工程情報決定システムに全体的構成を示す機能ブロック図である。

加工工程情報決定システムは、CAD装置61、標準加工情報データ・ベース62、加工工程情報決定装置70、CAM装置63および工作機械64を有する。

詳細については後述するが、各装置を以下簡単に説明する。

CAD装置61は、加工後の被加工材に関する製品図面情報を作成するものである。CAD装置61によって作成された製品図面情報については後述する。

製品図面情報は、CAD装置61からCAM装置63および工作機械64に与えられる。

標準加工情報データ・ベース62は、加工前の被加工材に関する標準図面情報と、加工マクロパターンに対応して加工方法、加工工具等に関する標準加工情報と

記憶するものである。記憶された標準図面情報および標準加工情報については後述する。

標準図面情報および標準加工情報は、加工工程情報決定装置70、CAM装置63および工作機械64によって、必要に応じて読み出される。

加工工程情報決定装置70は、CAD装置61から与えられる製品図面情報、ならびに標準加工情報データベース62に記憶された標準図面情報および標準加工情報に基づいて、工程設計情報および加工条件情報を決定するものである。工程設計情報および加工条件情報については後述する。

工程設計情報および加工条件情報は、CAM装置63および工作機械64に与えられる。

CAM装置63は、CAD装置61によって作成される製品図面情報、標準加工情報データベース62に記憶された標準図面情報および標準加工情報、ならびに加工工程情報決定装置70によって決定された加工工程情報および加工条件情報に基づいて、工作機械を制御するためのNCデータを作成するものである。このCAM装置17は、たとえば、コンピュータ・システムとその上で動作するソフトウェアによって実現されるものである。

工作機械64はたとえば、NC加工機である。工作機械64は、CAM装置63によって作成されたNCデータ

に基づいて被加工材の加工を行う。

工作機械63は、C A D装置61から与えられる製品図面情報、標準加工情報データ・ベース62に記憶された標準図面情報および標準加工情報、ならびに加工工程情報決定装置70によって決定された工程設計情報および加工条件情報に基づいてN Cデータを作成する機能をもたせることができる。

この場合にはC A M装置63は不要となる。N Cデータは工作機械64にあらかじめ備えられた自動プログラミングによって作成される。

4.2 C A D 装置

C A D装置61は、加工後の被加工材に関する製品図面情報を作成する。

たとえば、第79図に示されるような被加工材を加工して、第80図に示す製品を工作する場合、C A D装置61は、第80図の製品に関する製品図面情報を作成する。

第81図は、製品図面情報の製品図面の一例を示す。

製品図面情報の製品図面は、第79図に示す製品の正面図である。この製品図面は、製品図面を構成する図面要素として、線分と円からなるものである。製品図面を構成する図面要素は、線分および円のみならず、その他の形状を表すものを用いることができるのはいうまでもない。

第82a図および第82b図は、第81図に示す製品図面

情報の製品図面に関する図面要素情報の一例である。

図面要素情報には、第81図に示す線分または円の各図面要素について、始点座標 (X, Y) および終点座標 (X, Y)、中心座標 (X, Y) および半径 R、ならびに加工深さ ΔZ が格納される。

線分の図面要素については、その線分の始点座標 (X, Y) と終点座標 (X, Y) が格納される。たとえば、図面要素1の線分は、始点座標が (0, 0) であり、終点座標が (100, 0) である。

円の図面要素については、中心座標 (X, Y) と半径 R とが格納される。たとえば、図面要素19の円は、中心の座標が (23, 30) であり、半径が 7 である。

加工深さは、その線分または円によって表されている部分の深さを表す。たとえば、図面要素5の線分の加工深さ ΔZ 、 「15」 である。

製品図面情報の製品図面および図面要素情報は、CAD装置61から加工工程情報決定装置70、CAM装置63および工作機械64に与えられる。

4.3 標準加工情報データ・ベース

標準加工情報データ・ベース62は、加工前の被加工材に関する標準図面情報と、加工マクロパターンに対応して加工方法、加工工具等に関する標準加工情報と記憶する。

第83図および第85図は、標準図面情報の標準図面の

一例を示す。

第83図は被加工材の正面図であり、第85図は被加工材の断面図である。標準図面は、図面要素として線分と円からなるものである。標準図面における図面要素は、線分および円のみならず、その他の形状を表すものを用いることができるのはいうまでもない。

第84図は、第83図に示す標準図面情報に関する図面要素情報の一例である。

図面要素情報には、第83図に示す線分または円の各図面要素について、始点座標 (X , Y) および終点座標 (X , Y)、ならびに中心座標 (X , Y) および半径 R が格納される。

線分の図面要素については、その線分の始点座標 (X , Y) と終点座標 (X , Y) が格納される。たとえば、図面要素51の線分は、始点座標が (0 , 0) であり、終点座標が (100 , 0) である。

円の図面要素については、中心座標 (X , Y) と半径 R とが格納される。この標準図面には、円の図面要素はない。

第86a図および第86b図は、第85図に示す標準図面情報に関する図面要素情報の一例である。図面要素情報には、第85図の線分または円の各図面要素について、始点座標 (X , Y) および終点座標 (Z , Y)、ならびに中心座標 (Z , Y) および半径 R が格納される。

線分の図面要素については、その線分の始点座標 (Z, Y) と終点座標 (Z, Y) が格納される。たとえば、図面要素101の線分は、始点座標が $(0, 0)$ であり、終点座標が $(40, 0)$ である。

円の図面要素については、中心座標 (Z, Y) と半径 R とが格納される。この標準図面情報には円の図面要素はない。

標準図面情報の標準図面および図面要素情報は、標準加工情報データ・ベース62から加工工程情報決定装置70、CAM装置63または工作機械64によって読み出される。

標準加工情報データ・ベース62はまた、標準加工情報を記憶している。

第87a図～第87b図に標準加工情報の一例が示されている。

標準加工情報は、詳細は後述する加工マクロパターンの各形状について、パラメータ、加工工程、加工工具および加工方法が格納されている。

パラメータは、加工マクロパターンの形状のに関するものである。たとえば、No. 1について説明すると、加工マクロパターンは、穴加工を表すものであり、パラメータ $a(r a)$ はパラメータ a とその半径 $r a$ を表す。

加工工程は、被加工材に加工を施す加工の工程（種

類)を表し、穴加工、切削加工、切断加工、フライス加工等がある。たとえば、No. 1の加工マクロパターンは、穴加工である。

加工工具は、加工工程で用いる工具を表し、センタ・ドリル、ドリル、エンドミル等がある。

加工方法は、加工マクロパターンのパラメータについて、加工工具の工具径および加工工程の順序を表すものである。加工方法は、パラメータを前件部変数とし、工具径および加工工程を後件部変数とする規則によって表される。

たとえば、No. 1の加工マクロパターンは、「パラメータ r_a が小さい $\Rightarrow$ センタドリル $\rightarrow$ 工具径 r_a のドリル」である。この加工方法は、パラメータ r_a が小さい場合、センタドリルを用いて穴加工を行ってした穴をあけ、その後、工具径 r_a のドリルを用いて穴加工を行う。

この加工方法において、前件部変数にあるパラメータについては、たとえば、言語情報「小さい」、「大きい」等には、メンバーシップ関数が設定されている。このメンバーシップ関数は、標準加工情報とともに標準加工情報データ・ベース62に記憶されている。

第88a図～第88c図は、前件部変数に設定されたメンバーシップ関数の一例を示す。

第88a図は、「半径」に関するパラメータについて、

「小さい」および「大きい」の２つのメンバーシップ関数を示している。

第 88 b 図は、「線分長」に関するパラメータについて、「小さい」および「大きい」の２つのメンバーシップ関数を示している。

第 88 c 図は、「線分長」に関するパラメータについて、「小さい」および「大きい」の２つのメンバーシップ関数を示している。

4.4 加工工程情報決定装置

(1) 加工工程情報決定装置の構成

加工工程情報決定装置 70 は、C A D 装置 61 から与えられる製品図面情報、ならびに標準加工情報データベース 62 に記憶された標準加工工程情報に基づいて、工程設計情報および加工条件情報を決定する。

第 89 図は、加工工程情報決定装置 70 の詳細な構成を示す機能ブロック図である。

加工工程決定装置 70 は、加工形状パラメータ抽出装置 71、マクロパターン展開装置 72、加工順序決定装置 73 および加工条件決定装置 74 を有する。

詳細については後述するが、各装置の処理を簡単に説明する。

加工形状パラメータ決定装置 71 は、C A D 装置 61 から与えられる製品図面情報と、標準加工情報データベース 62 に記憶されている標準図面情報とに基づいて、

加工形状パラメータを抽出するものである。

加工形状パラメータは詳細については後述するが、製品図面情報の図面要素と、標準図面情報の図面要素との差分の図面要素である。

マクロパターン展開装置72は、加工形状パラメータ抽出装置71によって抽出された加工形状パラメータに基づいて、加工マクロパターンを作成ものである。

加工マクロパターンは、詳細については後述するが、被加工材に加工を施す箇所の形状を表すものである。

加工順序決定装置73は、加工マクロパターン展開装置72によって展開された加工マクロパターンに基づいて、標準加工情報データ・ベース62に記憶された標準加工情報を参照して、工程設計情報を決定するものである。

工程設計情報の詳細については後述する。

加工条件決定装置74は、加工順序決定装置73によって決定された工程設計情報に基づいて、加工条件情報を決定するものである。

加工条件情報の詳細については後述する。

(2) 加工工程情報決定装置の全体的な処理

第90図は、加工工程情報決定装置70の全体的な処理手順を示すフロー・チャートである。

加工形状パラメータ抽出装置71は、CAD装置61から与えられる製品図面情報と、標準加工情報データ・

ベース 62 に記憶されている標準図面情報とを読み込む。

(第 90 図 ; ステップ 401)。

加工形状パラメータ抽出装置 72 は、読み込んだ製品図面情報および標準図面情報に基づいて、加工形状パラメータを抽出する (第 90 図 ; ステップ 402)。

マクロパターン展開装置 72 は、加工形状パラメータ抽出装置 71 によって抽出された加工形状パラメータに基づいて、加工マクロパターンを作成する (第 90 図 ; ステップ 403)。

加工順序決定装置 73 は、マクロパターン展開装置 72 によって作成された加工マクロパターンに基づいて、標準加工情報データ・ベース 62 に記憶された標準加工情報を参照して、加工順序を決定し、工程設計情報を作成する (第 90 図 ; ステップ 404)。

加工順序決定装置 73 は、作成した工程設計情報を CAM 装置 63 および工作機械 64 に出力する (第 90 図 ; ステップ 405)。

加工条件決定装置 74 は、加工順序決定装置 73 によって決定された工程設計情報に基づいて、加工条件情報を決定する (第 90 図 ; ステップ 406)。

加工条件決定装置 74 は、決定した加工条件情報を CAM 装置 63 および工作機械 64 に出力する (第 90 図 ; ステップ 407)。

(3) 加工形状パラメータ抽出装置

加工形状パラメータ決定装置71は、C A D 装置61から与えられる製品図面情報と、標準加工情報データベース62に記憶されている標準図面情報とに基づいて、加工形状パラメータを抽出する。

加工形状パラメータは、C A D 装置61から与えられる製品図面情報の製品図面と、標準加工情報データベース62に記憶された標準図面情報の標準図面との差分情報である。

第91a図および第91c図は、加工形状パラメータ決定装置における処理手順を示すフロー・チャートである。

加工形状パラメータ抽出装置71は、第91a図のステップ412から第91b図のステップ417までの処理を行って、製品図面情報の製品図面における各図面要素の中でX軸に平行な線分について加工形状パラメータの抽出を行う。また、加工形状パラメータ抽出装置71は、第91b図のステップ418から第91c図のステップ423までの処理を行って、製品図面情報の製品図面における各図面要素の中でY軸に平行な線分について加工形状パラメータの抽出を行う。

加工形状パラメータ決定装置71は、加工形状パラメータを抽出する変数 x_1 、 y_1 を0にする（第91a図；ステップ411）。

したがって、加工形状パラメータ抽出装置71は、原

点 (0, 0) を通る線分について、加工形状パラメータの抽出を開始する。

加工形状パラメータ抽出装置 71 は、標準加工情報データ・ベース 62 に記憶された標準図面情報の図面要素情報を参照して、標準図面情報の標準図面から、X 軸に平行であり、かつ、 $Y = y_1$ の線分を読み込む（第 91 a 図；ステップ 412 ）。

たとえば、加工形状パラメータ抽出装置 71 は、始点の Y 座標と、終点の Y 座標とが 0 である図面要素 51 を製品図面情報からを読み込む。

加工形状パラメータ抽出装置 71 は、CAD 装置 61 から与えられる製品図面情報の図面要素情報を参照して、製品図面情報の製品図面から、X 軸に平行であり、かつ、 $Y = y_1$ の線分を読み込む（第 91 a 図；ステップ 413 ）。

たとえば、加工形状パラメータ抽出装置 71 は、始点の Y 座標と、終点の Y 座標とが 0 である図面要素 1 を製品図面情報からを読み込む。

加工形状パラメータ抽出装置 71 は、ステップ 412 で読み込んだ製品図面情報の図面要素と、ステップ 413 で読み込んだ標準図面情報の図面要素との排他的論理和をとる（第 91 a 図；ステップ 414 ）。

たとえば、図面要素 1 と図面要素 51 との排他的論理和をとると、図面要素 1 と図面要素 51 とは線分が $X =$

0 から $X = 100$ までの範囲に存在するので、 $X = 0$ から $X = 100$ まですべて 0 になる。

加工形状パラメータ抽出装置 71 は、 y_1 を Δy 増加して、 y_1 を更新する（第 91 a 図；ステップ 415）。

加工形状パラメータ抽出装置 71 は、標準図面情報の図面要素情報を参照して、 $Y = y_1$ 上にある線分の図面要素があるかどうか判断する（第 91 a 図；ステップ 415）。

加工形状パラメータ抽出装置 71 は、 $Y = y_1$ の線分が存在すると（ステップ 416 で YES）、ステップ 412 に戻り、その線分の図面要素について処理を行う。

加工形状パラメータ抽出装置 71 は、 X 軸に平行な線分をすべて読み込んだかを、製品図面情報の図面要素情報を参照して判断する（第 91 b 図；ステップ 417）。

X 軸に平行な線分が残っていれば（ステップ 417 で YES）、ステップ 415 に戻って繰り返し X 軸に平行な線分の図面要素について、加工形状パラメータの抽出を行う。

加工形状パラメータ抽出装置 71 は、標準加工情報データ・ベース 62 に記憶された標準図面情報の図面要素情報を参照して、標準図面情報の標準図面から、 X 軸に平行であり、かつ、 $X = x_1$ の線分を読み込む（第 91 b 図；ステップ 418）。

たとえば、加工形状パラメータ抽出装置 71 は、始点

の X 座標と、終点の X 座標とが 0 である図面要素 56 を製品図面情報からを読み込む。

加工形状パラメータ抽出装置 71 は、C A D 装置 61 から与えられる製品図面情報の図面要素情報を参照して、製品図面情報の製品図面から、X 軸に平行であり、かつ、 $X = x_1$ の線分を読み込む（第 91 b 図；ステップ 419）。

たとえば、加工形状パラメータ抽出装置 71 は、始点の X 座標と、終点の X 座標とが 0 である図面要素 4 を製品図面情報からを読み込む。

加工形状パラメータ抽出装置 71 は、ステップ 418 で読み込んだ製品図面情報の図面要素と、ステップ 419 で読み込んだ標準図面情報の図面要素との排他的論理和をとる（第 91 b 図；ステップ 420）。

たとえば、図面要素 4 と図面要素 56 との排他的論理和をとると、図面要素 4 と図面要素 56 とは線分が $Y = 0$ から $Y = 40$ までの範囲に存在するので、 $Y = 0$ から $Y = 40$ まですべて 0 になる。

加工形状パラメータ抽出装置 71 は、 x_1 を Δx 増加して、 x_1 を更新する（第 91 c 図；ステップ 421）。

加工形状パラメータ抽出装置 71 は、標準図面情報の図面要素情報を参照して、 $X = x_1$ 上にある線分の図面要素があるかどうか判断する（第 91 c 図；ステップ 422）。

加工形状パラメータ抽出装置71は、 $X = x_1$ の線分が存在すると（ステップ423でYES）、ステップ418に戻り、その線分の図面要素について処理を行う。

加工形状パラメータ抽出装置71は、X軸に平行な線分をすべて読み込んだかを、製品図面情報の図面要素情報を参照して判断する（第91c図；ステップ423）。

X軸に平行な線分が残っていれば（ステップ423でYES）、ステップ421に戻って繰り返しX軸に平行な線分の図面要素について、加工形状パラメータの抽出を行う。

以上のようにして、加工形状パラメータ抽出装置71は、製品図面情報の製品図面のすべての図面要素について、加工形状パラメータの抽出を行う。

最後に、加工形状パラメータ抽出装置71は、製品図面情報の図面要素の中で、ステップ413および419の処理において読み込まれていない図面要素をすべて読み込み加工形状パラメータとする（第91c図；ステップ424）。

以上のようにして、加工形状パラメータ抽出装置71は、加工形状パラメータの抽出を行う。

第92図は、加工形状パラメータ抽出装置71によって抽出された加工形状パラメータの図面要素の一例である。また、第93図は、第92図の図面要素情報である。

加工形状パラメータは、加工形状パラメータ抽出装

置 71 から マクロ パターン 展開 装置 72 に 与 え ら れ る。

(4) マクロ パターン 展開 装置

マクロ パターン 展開 装置 72 は、 加工 形状 パラメータ 抽出 装置 71 に よって 抽出 された 加工 形状 パラメータ に 基づいて、 加工 マクロ パターン を 作成 する。

第 94 a 図 ～ 第 94 e 図 は、 マクロ パターン 展開 処理 の 処理 手順 を 示す フロー ・ チャート である。

マクロ パターン 展開 装置 72 は、 加工 マクロ パターン を 構成 する 形状 要素 を 表す i を 1 に し、 線 分 の 図面 要素 の データ を 格納 する ための バッファ X 、 Y を クリア する (第 94 a 図 ; ステップ 431)。

マクロ パターン 展開 装置 72 は、 加工 形状 パラメータ 抽出 装置 71 に よって 抽出 された 加工 形状 パラメータ に ついて、 線 分 の 図面 要素 の 中 で 始点 または 終点 の 座標 が 原点 に 近い 線 分 の 図面 要素 を 読み込み、 その 線 分 の 図面 要素 を L と する (第 94 a 図 ; ステップ 432)。 た と え ば、 マクロ パターン 展開 装置 72 は、 図面 要素 5 の 線 分 を 読み込み、 この 図面 要素 5 を L と する。

マクロ パターン 展開 装置 72 は、 線 分 L の 図面 要素 の 終点 に、 始点 または 終点 が ある 線 分 の 図面 要素 が ある か を 判断 する (第 94 a 図 ; ステップ 433)。

マクロ パターン 展開 装置 72 は、 線 分 L の 図面 要素 の 終点 に 始点 または 終点 が ある 線 分 の 図面 要素 が ある 判定 すると (ステップ 433 で YES)、 その 線 分 の 図面 要

素を読み込み、スタックに格納する（第94a図；ステップ434）。

たとえば、マクロパターン展開装置72は、図面要素5の終点（35，0）に、始点または終点がある線分には図面要素22があるので、この図面要素22をスタックに格納する。

マクロパターン展開装置72は、線分Lの図面要素の終点に、始点または終点がある線分の図面要素がないと判定すると（ステップ433でN0）、線分Lの図面要素の始点または終点の間に、始点または終点がある線分の図面要素があるかを判断する（第94b図；ステップ435）。

マクロパターン展開装置72は、線分Lの図面要素の始点と終点との間に、始点または終点がある線分の図面要素がある判定すると（ステップ435でYES）、その線分の図面要素を読み込み、スタックおよびバッファYに格納する（第94b図；ステップ436）。

たとえば、マクロパターン展開装置72は、ステップ432の処理において、図面要素7を読み込んだ場合、この図面要素7の線分の始点（70，0）と終点（70，5）との間に、始点または終点が存在する線分には図面要素22があるので、この図面要素22をスタックに格納する。

マクロパターン展開装置72は、ステップ432の処理

において読み込んだ線分の図面要素のバッファ X に格納する（第 94 b 図；ステップ 437）。

たとえば、マクロパターン展開装置 72 は、図面要素 5 の線分をバッファ X に格納する。

マクロパターン展開装置 72 は、スタックに線分の図面要素が格納されているかを判断する（第 94 c 図；ステップ 438）。

マクロパターン展開装置 72 は、スタックに線分の図面要素があると（ステップ 438 で N0）、その図面要素をポップする（第 94 b 図；ステップ 439）。

たとえば、マクロパターン展開装置 72 は、スタックには、図面要素 22 が格納されているので、この図面要素 22 をポップする。

マクロパターン展開装置 72 は、ポップした線分の図面要素がバッファ X、またはバッファ Y にあるかを判断する（第 94 c 図；ステップ 440、441）。

スタックからポップした線分の図面要素がバッファ X およびバッファ Y にある場合には、ステップ 438 に戻る（ステップ 440 および 441 で N0）。

スタックからポップした線分の図面要素がバッファ X およびバッファ Y にはない場合には、ポップした線分の図面要素を L に更新する（第 94 c 図；ステップ 442）。L を更新すると、ステップ 433 に戻り、線分の図面要素を検索する。

たとえば、マクロパターン展開装置72は、スタックから図面要素22をポップしたとき、バッファXには線分の図面要素5が格納されているので、その線分の図面要素5をLとする。

マクロパターン展開装置72は、スタックから線分の図面要素をすべてポップしてスタックが空になると（ステップ437でYES）、バッファXに格納されている線分の図面要素を形状要素iとする（第94d図；ステップ443）。

たとえば、マクロパターン展開装置72は、形状要素1として、図面要素5、22、6とする。

マクロパターン展開装置72は、バッファYに格納された線分の図面要素の中で形状要素iにないものを形状要素iとする（第94d図；ステップ444）。

マクロパターン展開装置72は、加工形状パラメータ抽出装置71が抽出した加工形状パラメータの中で読み込んでいない線分の図面要素が無いかを判断する（第94d図；ステップ445）。

マクロパターン展開装置72は、加工形状パラメータについてすべての線分の図面要素を読み込んでいなければ、形状要素を表す変数iをインクリメントし、バッファX、Yをクリアする（第94d図；ステップ446）。

その後、ステップ432に戻る。

ステップ446においてN0と判定すると、マクロパタ

ーン展開装置72は、加工形状パラメータについて、円の図面要素の中で原点に近い円の図面要素を読み込む（第94e図；ステップ447）。

たとえば、マクロパターン展開装置72は、図面要素19の円を読み込む。

マクロパターン展開装置72は、読み込んだ円の図面要素の中心座標が同一の円の図面要素を加工形状パラメータの中から読み込み、形状要素とする（第94e図；ステップ448）。

たとえば、図面要素19の円と中心が同一の円の図面要素には、図面要素20の円があるので、この図面要素20を読み込む。

マクロパターン展開装置72は、読み込んでいない円の図面要素があるか判断する（第94e図；ステップ449）。

マクロパターン展開装置72は、読み込んでいない円の図面要素があると（ステップ449でN0）、ステップ447に戻り、次の円の図面要素を読み込む。

マクロパターン展開装置72は、すべての加工形状パラメータを読み込むと（ステップ449でYES）、形状要素について図面要素の接続関係を定義し、パラメータを抽出する（第94e図；ステップ450）。

線分の図面要素からなる形状要素については、ある線分の端点（始点または終点）と、他の線分の端点

(始点または終点) とがつながっているとき、それらの線分の図面要素の番号を「→」によって結合する。たとえば、形状要素 1 は図面要素 5 の終点と線分 22 の始点がつながっているので、「5 → 22」となっている。この場合、2 本の線分によってできる角度が表示される。たとえば、図面要素 5 の線分と図面要素 22 の線分は直角であるので、「→」の上にその角度「 $\perp$ 」を表示する。

また、線分の図面要素と、線分の図面要素の接続関係には、ある線分の始点と終点の間に、他の線分が接続する場合がある。この場合には、それらの線分の図面要素の番号を「, 」によって結合する。たとえば、形状要素 2 において、図面要素 8 の線分に、図面要素 9 の線分が接続しているので、「8, 9」となっている。

円の図面要素については、その図面要素の番号に半径がパラメータとして表示される。たとえば、形状要素 4 は、図面要素 19 の円について、その半径が「7」であるので、「19(7)」と表されている。

また円の図面要素においては、ある円の中心点と他の円の中心点が同一である場合には、それらの円の図面要素は、その図面要素の番号が「, 」によって表される。たとえば、図面要素 19 の円の中心点と、図面要素 20 の円の中心点とは、同一であるので、「19(7),

0(3) 」と表される。

このようにして、マクロパターン展開装置72は、接続関係をパラメータによって定義する。

マクロパターン展開装置72は、各形状要素について、パラメータに基づいて標準加工情報データ・ベース62に記憶された標準加工情報を参照し、加工マクロパターンを決定する(第94e図; ステップ451)。

たとえば、形状要素1の加工マクロパターンは、「No. 5」になる。

マクロパターン展開装置72は、このようにして、加工形状パラメータに基づいて、加工マクロパターンの展開を行う。加工マクロパターンは、マクロパターン展開装置72から加工順序形状装置73に与えられる。

以上のようにして得られた加工マクロパターンの一例が第95図に示されている。

(5) 加工順序決定装置

加工順序決定装置73は、加工マクロパターン展開装置72によって作成された加工マクロパターンに基づいて、標準加工情報データ・ベース62に記憶された標準加工情報の加工方法を参照して、工程設計情報を決定する。

第96図は、加工順序決定装置73における処理手順を示すフロー・チャートである。

加工順序形状装置73は、マクロパターン展開装置72

から与えられた加工マクロパターンに基づいて、標準加工情報データ・ベース62に記憶された標準加工情報の加工方法を決定する（第96図；ステップ461）。

たとえば、形状要素1の加工マクロパターンは、標準加工情報の「No. 5」であるので、その加工方法（規則）とそのメンバーシップ関数を標準加工情報データ・ベース62から読み込む。

次に、加工順序決定装置73は、加工マクロパターンのパラメータ、すなわち、線分長に基づいて、読み込んだ加工方法（規則）として推論を行うと、形状要素1の加工方法は「切断加工」になる。

このようにして、加工順序決定装置73は、各形状要素について、加工方法を決定する。

第97図に、加工順序決定装置73によって決定された加工方法の一例が示されている。

加工順序決定装置73は、決定された加工方法にしたがって、各形状要素を加工順序に並び替える（第96図；ステップ462）。

たとえば、加工順序決定装置73は、「切断加工」、「穴加工」、「フライス加工（工具径大）」、「フライス加工（工具径小）」の順に形状要素を並び替える。形状要素4と形状要素5とは、同じ穴加工であるので、加工順序2になっている。また、形状要素4は、穴加工の後にフライス加工を行うので、加工順序2の穴加

工と、加工順序3のフライス加工（工具径大）との2つの加工を行う。

第98図に、第97図の加工方法について加工順序決定装置73によって決定された加工順序が示されている。

加工順序決定装置73は、標準加工情報データ・ベース62から標準図面情報の断面図を読み込む（第96図；ステップ463）。

加工順序決定装置73は、読み込んだ標準図面情報の断面図を参照して、突起物の高さを抽出する（第96図；ステップ464）。

たとえば、加工順序決定装置73は、図面要素101、102、103、104および105、または図面要素107、108、109、110および111によって形成される突起物の高さを抽出する。

加工順序決定装置73は、加工工程、突起物の高さ等に基づいて、あらかじめ設定された最適加工順序決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、最適な加工順序を決定する（第96図；ステップ465）。

最適加工順序決定規則には、たとえば、以下のようなものがある。

```
IF      突起物の高さが高い
THEN    加工順序をあげる

IF      フライス加工がある
THEN    加工順序をあげる
```

第 99 a 図 ~ 第 99 c 図は、最適加工順序決定規則の前件部変数および後件部変数についてのメンバーシップ関数およびシングルトンの一例である。

第 99 a 図は、最適加工順序決定規則の前件部変数「突起物の高さ」について、言語情報「低い」および「高い」の 2 つのメンバーシップ関数の一例である。

第 99 b 図は、最適加工順序決定規則の前件部変数「フライス加工」について、言語情報「ある」および「ない」の 2 つのシングルトンの一例である。

第 99 c 図は、最適加工順序決定規則の後件部変数について、言語情報「そのまま」および「上げる」の 2 つのメンバーシップ関数の一例である。

加工順序決定装置 73 は、第 98 図の加工順序の形状要素について、最適加工順序決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって推論を行うと、第 100 図に示すような加工順序になる。この場合、加工順序 3 および 4 であった形状要素 2 および 3 が、穴加工の前になって加工順序が上がっている。

このようにして、加工順序決定装置 73 は、各加工形状のついての加工順序を決定する。

加工順序は設計工程情報として、加工順序決定装置 73 から加工順序決定装置 74 に与えられる。

(6) 加工条件決定装置

加工条件決定装置74は、加工順序決定装置73によって決定された工程設計情報に基づいて、加工条件情報を決定するものである。

第101図は、加工条件決定装置74の処理手順を示すフロー・チャートである。

加工条件決定装置74は、製品図面情報から各加工マクロパターンについて加工深さ ΔZ を読み込む（第101図；ステップ471）。

加工条件決定装置74は、加工マクロパターンの形状要素に対する加工工具を、標準加工情報データ・ベース62から読み込む（第101図；ステップ472）。

加工条件決定装置74は、あらかじめ設定された工具径変更係数決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、加工工具の工具径を変更する工具径変更係数情報を決定する（第101図；ステップ473）。

工具径変更係数決定規則には、たとえば、以下のようなものがある。

IF 加工工具がエンドミル、かつ、
コーナ部がある

THEN 工具径を小さく

IF 加工工具がエンドミル、かつ、
傾斜がある

THEN 工具径を小さく

:

:

第 102 a 図 ~ 第 102 d 図は、工具径変更係数決定規則の前件部変数および後件部変数のメンバーシップ関数およびシングルトンの一例を示す。

第 102 a 図は、規則の前件部変数「加工工具」について、言語情報「エンドミル」および「ドリル」の 2 つのシングルトンの一例である。

第 102 b 図は、工具径変更係数決定規則の前件部変数「コーナ部」について、言語情報「小さい」および「大きい」の 2 つのメンバーシップ関数の一例である。

第 102 c 図は、工具径変更係数決定規則の前件部変数「傾斜」について、言語情報「ある」および「ない」の 2 つののシングルトンの一例である。

第 102 d 図は、工具径変更係数決定規則の後件部変数「工具径」について、言語情報「小さく」、「そのまま」および「大きく」の 3 つのメンバーシップ関数の一例である。

たとえば、加工条件決定装置 74 は、この工具径変更係数決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、加工工具の工具径変更係数を決定すると、「0.9」となる。

加工条件決定装置 74 はまた、あらかじめ設定された工具長変更係数決定規則およびメンバーシップ関数に

したがって、加工工具の工具長を変更する工具長変更係数情報を決定する（第101図；ステップ473）。

工具長変更係数決定規則には、たとえば、以下のようなものがある。

IF 加工工具がエンドミル、かつ、
干渉部分がある

THEN 工具長を長く

IF 加工工具がエンドミル、かつ、
切削位置が深い

THEN 工具長を長く

:

:

第103a図～第103d図は、工具長変更係数決定規則の前件部変数および後件部変数のメンバーシップ関数およびシングルトンの一例を示す。

第103a図は、工具長変更係数決定規則の前件部変数「加工工具」について、言語情報「エンドミル」および「ドリル」の2つのシングルトンの一例である。

第103b図は、工具長変更係数決定規則の前件部変数「干渉部分」について、言語情報「ある」および「ない」の2つのシングルトンの一例である。

第103c図は、工具長変更係数決定規則の前件部変数「切削位置」について、言語情報「浅い」および「深い」の2つのシングルトンの一例である。

第 103 d 図は、工具長変更係数決定規則の後件部変数「工具長」について、言語情報「短く」、「そのまま」および「長く」の 3 つのメンバーシップ関数の一例である。

たとえば、加工条件決定装置 74 は、この工具長変更係数決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、加工工具の工具長変更係数を決定すると、「1.4」となる。

以上のようにして、得られた加工条件情報の一例が第 104 図に示されている。

加工条件決定装置 74 によって決定された工具径変更情報および工具長変更情報とを含む加工条件情報は、CAM 装置 63 および工作機械 64 に与えられる。

4.5 CAM 装置

CAM 装置 63 は、加工工程情報決定装置 70 によって決定された加工工程情報および加工条件情報に基づいて、NC データを作成する。この CAM 装置 17 は、たとえば、コンピュータ・システム上で動作するソフトウェアによって実現されるものである。

4.6 工作機械

工作機械 64 は、CAD 装置 61 から入力される製品図面情報および標準加工情報、ならびに加工工程情報決定装置 70 によって決定された工程設計情報および加工条件情報に基づいて NC データを作成し、作成した N

C データに基づいて被加工材の加工を行う。工作機械 64において、NC データは、工作機械 64にあらかじめ備えられた自動プログラミングによって作成される。

産業上の利用可能性

この発明による加工情報決定システムは製造工業における生産工程の設計に利用される

請求の範囲

1. 被加工材に加工を施す前の形状を表す加工前形状モデルと、上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後形状モデルとに基づいて、上記被加工材の加工前の形状に関する加工前形状情報および上記被加工材の加工後の形状に関する加工後形状情報を作成するCAD装置、

上記被加工材の材質を表す材質情報および上記被加工材の加工を施す段階を表す加工段階情報を入力する入力装置、

上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、加工前の被加工材を、それが上記加工後の形状になりかつ入力された加工段階まで加工するための最適加工情報を決定する加工情報決定装置、ならびに

上記加工情報決定装置によって決定された最適加工情報と、上記加工前形状モデルおよび上記加工後形状モデルとに基づいて、工作機械が上記被加工材に加工を施すための制御データを生成する制御データ作成装置、

を備えた加工情報決定システム。

2. 上記CAD装置は、

上記被加工材に加工を施す前の形状を表す加工前形

形状モデルを作成する加工前形状モデル作成手段、

上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後形状モデルを作成する加工後形状モデル作成手段、

上記被加工材の加工後の表面のなめらかさを表す面精度および上記被加工材の加工後のコーナの形状を表すコーナ部半径を入力するCAD入力手段、

上記加工前形状モデル作成手段によって作成された加工前形状モデルと、上記加工後形状モデル作成手段によって作成された加工後形状モデルとに基づいて、上記被加工材の切削すべき切削領域を表すデータを作成する切削領域作成手段、ならびに

上記切削領域作成手段によって作成された切削領域データに基づいて上記加工前形状情報を作成するとともに、上記加工後形状情報の一部の情報を作成し、作成した情報と、上記CAD入力手段から入力された面精度およびコーナ部半径とをあわせて上記加工前形状情報を作成する加工前形状情報、加工後形状情報作成手段を備えた、

請求項1に記載の加工情報決定システム。

3. 上記加工情報決定装置は、

複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機械使用工具データを登録したデータベース、

上記 C A D 装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、あらかじめ設定された使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を決定する使用工具決定手段、

上記使用工具決定手段によって決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースを参照して、上記使用工具決定手段によって決定された使用工具について、上記データ・ベースに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定する最適工具決定手段、

上記使用工具決定手段が決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、上記 C A D 装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報に基づいて、あらかじめ設定された工具経路方式決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記特定の使用工具の経路方式を決定する工具経路方式決定手段、ならびに

上記 C A D 装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、あらかじめ設定された加工条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記使用工具に関する加工条件を決定する加工条件決定手段を備え、

上記使用工具、上記工具経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする、

請求項 1 に記載の加工情報決定システム。

4. 上記加工情報決定装置は、

工作機械が工具を連続して使用する連続使用予定時間を入力する連続使用予定時間入力手段、

上記工作機械が使用する上記工具の摩耗度を検出する摩耗度計測手段、ならびに

上記 C A D 装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報、上記摩耗度検出手段によって検出された摩耗度、ならびに上記連続使用予定時間入力手段から入力された連続使用予定時間に基づいて、あらかじめ設定された加工条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記工具に関する加工条件を決定する加工条件決定手段を備え、

上記加工条件を最適加工情報とする、

請求項 1 に記載の加工情報決定システム。

5. 上記摩耗度計測手段は、

工具の使用前の形状を表す使用前画像データおよび
上記工具の使用限界の形状を表す使用限界画像データを
記憶した記憶手段、

工作機械が使用する工具を撮影して上記工具の画像
データを生成する撮影手段、ならびに

上記記憶手段に記憶された使用前画像データおよび
使用限界画像データと、上記撮影手段によって生成さ
れた画像データに基づいて、上記工具の摩耗度を算出
する摩耗度算出手段を備えた、

請求項 4 に記載の加工情報決定システム

6. 上記摩耗度計測手段は、

工作機械が使用前の工具を用いて標準加工材料を加
工した加工痕の使用前画像データおよび上記工作機械
が使用限界の工具を用いて上記標準加工材料を加工し
た加工痕の使用限界画像データを記憶した記憶手段、

上記工作機械が使用する工具を用いて上記標準加工
材料を加工した加工痕を撮影してその加工痕の画像デ
ータを生成する撮影手段、ならびに

上記記憶手段に記憶された使用前画像データおよび
使用限界画像データと、上記撮影手段によって生成さ
れた画像データに基づいて、上記工具の摩耗度を算出
する摩耗度算出手段を備えた、

請求項 4 に記載の加工情報決定システム

7. 上記摩耗度計測手段は、

使用前の工具を標準型取り材料を用いて型取りした型の使用前画像データおよび使用限界の工具を上記標準型取り材料を用いて型取りした型の使用限界画像データを記憶した記憶手段、

使用する使用工具を上記標準型取り材料を型取りした型を撮影してその型の画像データを生成する撮影手段、ならびに

上記記憶手段に記憶された使用前画像データおよび使用限界画像データと、上記撮影手段によって生成された画像データに基づいて、上記工具の摩耗度を算出する摩耗度算出手段を備えた、

請求項 4 に記載の加工情報決定システム

8. 上記摩耗度計測手段は、

使用前の工具を用いて標準加工材料を加工したときの工作機械の使用前特性データおよび使用限界の工具を用いて上記標準加工材料を加工したときの上記工作機械の使用限界特性データを記憶した記憶手段、

上記工作機械が使用する工具を用いて上記標準加工材料を加工したときの特性データを計測する計測手段、ならびに

上記記憶手段に記憶された使用前特性データおよび使用限界特性データと、上記計測手段によって計測さ

れた特性データに基づいて、上記工具の摩耗度を算出する摩耗度算出手段を備えた、

請求項4に記載の加工情報決定システム

9. 上記加工情報決定装置は、

工作機械に関するパラメータを教師情報として入力する教師情報入力手段、および

上記教師情報入力手段から入力された工作機械のパラメータと、あらかじめ設定された工作機械に関するパラメータとに基づいて、上記加工条件決定手段にあらかじめ設定されたメンバーシップ関数を修正するための修正係数を算出し、算出した修正係数に基づいて上記メンバーシップ関数を修正するメンバーシップ関数学習手段さらに備えた、

請求項3に記載の加工情報決定システム。

10. 上記加工情報決定装置は、

上記使用工具に関する加工条件を教師情報として入力する教師情報入力手段、および

上記教師情報入力手段から入力された加工条件と、上記加工条件決定手段によって決定された加工条件とに基づいて、上記加工条件決定手段にあらかじめ設定されたメンバーシップ関数の修正係数を算出し、算出した修正係数に基づいて、上記メンバーシップ関数を修正するメンバーシップ関数学習手段をさらに備えた、

請求項3に記載の加工情報決定システム。

11. 上記加工情報決定装置は、

教師情報としての上記使用工具に関する加工条件の入力を複数回にわたって許容する教師情報入力手段、および

上記教師情報入力手段から入力されたそれぞれの加工条件と、上記加工条件決定手段によって決定された加工条件との偏差を算出し、算出した偏差の平均に基づいて、上記加工条件決定手段にあらかじめ設定されたメンバーシップ関数を修正するメンバーシップ関数学習手段をさらに備えた、

請求項3に記載の加工情報決定システム。

12. 上記加工情報決定装置は、

複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機械使用工具データ・ファイルおよび上記工具に関する加工条件の標準値を工具毎にもつ標準加工条件情報を登録したデータ・ベース、

上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、あらかじめ設定された使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を決定する使用工具決定手段、

上記使用工具決定手段によって決定された工作機械が上記工作機械使用工具データ・ファイルの工具を用いる工作機械である場合、上記工作機械使用工具データ・ファイルを参照して、上記使用工具決定手段によって決定された使用工具について、上記工作機械使用工具データ・ファイルの工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定する最適工具決定手段、

上記使用工具決定手段が決定した工作機械が上記工作機械使用工具データ・ファイルを用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報に基づいて、あらかじめ設定された工具経路方式決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記特定の使用工具の経路方式を決定する工具経路方式決定手段、ならびに

上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、ならびに上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報に基づいて、あらかじめ設定された加工条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記使用工具に関する加工条件の相対値を決定し、上記データ・ベースに登録された標準加工条件情報から上記使用工具に関する加工

条件の標準値を読み出し、読み出した加工条件の標準値を上記加工条件の相対値を用いて修正して加工条件とする加工条件決定手段を備え、

上記使用工具、上記経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする、

請求項 1 に記載の加工情報決定システム。

13. 上記加工情報決定装置は、

上記データ・ベースは、上記標準加工条件情報をファジィ情報として記憶するものである、請求項 12 に記載の加工情報決定システム。

14. 上記加工情報決定装置は、

複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機械使用工具データ・ファイルおよび上記工具に関する加工条件の適正範囲を工具毎にもつ適正加工条件範囲情報を登録したデータ・ベース、

上記 CAD 装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、あらかじめ設定された使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を決定する使用工具決定手段、

上記使用工具決定手段によって決定された工作機械

が上記工作機械使用工具データ・ファイルの工具を用いる工作機械である場合、上記工作機械使用工具データ・ファイルを参照して、上記使用工具決定手段によって決定された使用工具について、上記工作機械使用工具データ・ファイルの工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定する最適工具決定手段、

上記使用工具決定手段が決定した工作機械が上記工作機械使用工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報に基づいて、あらかじめ設定された工具経路方式決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記特定の使用工具の経路方式を決定する工具経路方式決定手段、ならびに

上記使用工具に基づいて、上記データ・ベースに登録された適正加工条件情報から上記使用工具の加工条件の適正範囲を読み出し、読みだした加工条件の適正範囲に基づいてあらかじめ設定された加工条件決定規則のメンバーシップ関数を作成し、上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報に基づいて、上記加工条件決定規則および作成し

たメンバーシップ関数にしたがって、上記使用工具の加工条件を決定する加工条件決定手段を備え、

上記使用工具、上記経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする、

請求項 1 に記載の加工情報決定システム。

15. 上記加工情報決定装置は、

所望の工具に関するデータを選択するための選択情報を入力する選択情報入力手段、および

上記選択情報入力手段から入力された入力情報にしたがって、上記データ・ベースに登録された工作機械使用工具データの中から選択された工具のデータのみからなるデータ・ベースを再構築する再構築手段をさらに備えた、

請求項 3 に記載の加工情報決定システム。

16. 上記加工情報決定装置は、

工作機械が使用する工具に関する使用工具データ・ファイル、複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機使用工具データ・ファイル、特定の工具について、上記特定の工具の経路方式に関する工具経路方式データ・ファイルおよび工具について加工条件に関する加工条件データ・ファイルを登録したデータ・ベース、

上記 C A D 装置によって作成された加工前形状情報

および加工後形状情報と、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を、上記データ・ベースに登録された使用工具データ・ファイルを参照して、決定する使用工具決定手段、

上記使用工具決定手段によって決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースに登録された工作機械使用データ・ファイルを参照して、上記使用工具決定手段によって決定された使用工具について、上記工作機械使用工具データ・ファイルに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定する最適工具決定手段、

上記使用工具決定手段が決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報に基づいて、上記データ・ベースに登録された工具経路方式データ・ファイルを参照して、上記特定の使用工具の経路方式を決定する工具経路方式決定手段、ならびに

上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、上記データ・ベースに登録された加工条件データ・ファイルを参照して、上記使用工具に関する加工条件を決定する加工条件決定手段を備え、

上記使用工具、上記工具経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする、

請求項1に記載の加工情報決定システム。

17. 被加工材に加工を施す前の形状を表す加工前形状モデルと、上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後形状モデルとに基づいて、上記被加工材の加工前の形状に関する加工前形状情報および上記被加工材の加工後の形状に関する加工後形状情報を作成し、

入力される上記被加工材の材質を表す材質情報および上記被加工材の加工を施す段階を表す加工段階情報を受付け、

作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、加工前の被加工材を、それが上記加工後の形状になりかつ入力された加工段階まで加工するための最適加工情報を決定し、

決定された最適加工情報と、上記加工前形状モデルおよび上記加工後形状モデルとに基づいて、工作機械

が上記被加工材に加工を施すための制御データを生成する、

加工情報決定方法。

18. 上記被加工材に加工を施す前の形状を表す加工前形状モデルを作成し、

上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後入力される上記被加工材の加工後の表面のなめらかさを表す面精度および上記被加工材の加工後のコーナの形状を表すコーナ部半径を受け、

作成された加工前形状モデルと、作成された加工後形状モデルとに基づいて、上記被加工材の切削すべき切削領域を表すデータを作成し、

作成された切削領域データに基づいて上記加工前形状情報を作成するとともに、上記加工後形状情報の一部の情報を作成し、作成した情報と、入力された面精度およびコーナ部半径とをあわせて上記加工前形状情報を作成する、

請求項17に記載の加工情報決定方法。

19. 複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機械使用工具データを登録したデータ・ベースを設け、

作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、

あらかじめ設定された使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を決定し、

決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースを参照して、決定された使用工具について、上記データ・ベースに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定し、

工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、作成された加工前形状情報および加工後形状情報、入力された材質情報および加工段階情報に基づいて、あらかじめ設定された工具経路方式決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記特定の使用工具の経路方式を決定し、

作成された加工前形状情報および加工後形状情報、入力された材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、あらかじめ設定された加工条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記使用工具に関する加工条件を決定し、

上記使用工具、上記工具経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする、

請求項17に記載の加工情報決方法。

20. 工作機械が使用する工具に関する使用工具データ・ファイル、複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機使用工具データ・ファイル、特定の工具について、上記特定の工具の経路方式に関する工具経路方式データ・ファイルおよび工具について加工条件に関する加工条件データ・ファイルを登録したデータ・ベースを設け、

作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を、上記データ・ベースに登録された使用工具データ・ファイルを参照して決定し、

決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースに登録された工作機械使用データ・ファイルを参照して、決定された使用工具について、上記工作機械使用工具データ・ファイルに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定し、

決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、

作成された加工前形状情報および加工後形状情報、入力された材質情報および加工段階情報に基づいて、上記データ・ベースに登録された工具経路方式データ・ファイルを参照して、上記特定の使用工具の経路方式を決定し、

作成された加工前形状情報および加工後形状情報、入力された材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、上記データ・ベースに登録された加工条件データ・ファイルを参照して、上記使用工具に関する加工条件を決定し、

上記使用工具、上記工具経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする、

請求項17に記載の加工情報決定方法。

21. 被加工材に加工を施す前の形状を表す加工前形状モデルと、上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後形状モデルとに基づいて、上記被加工材の加工前の形状に関する加工前形状情報および上記被加工材の加工後の形状に関する加工後形状情報を作成するCAD装置、

上記被加工材の材質を表す材質情報および上記被加工材の加工を施す段階を表す加工段階情報を入力する入力装置、ならびに

上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、上記入力装置から入力され

た材質情報および加工段階情報とに基づいて、加工前の被加工材を、それが上記加工後の形状になりかつ入力された加工段階まで加工するための最適加工情報を決定する加工情報決定装置、

を備えた加工情報決定システム。

22. 上記CAD装置は、

上記被加工材に加工を施す前の形状を表す加工前形状モデルを作成する加工前形状モデル作成手段、

上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後形状モデルを作成する加工後形状モデル作成手段、

上記被加工材の加工後の表面のなめらかさを表す面精度および上記被加工材の加工後のコーナの形状を表すコーナ部半径を入力するCAD入力手段、

上記加工前形状モデル作成手段によって作成された加工前形状モデルと、上記加工後形状モデル作成手段によって作成された加工後形状モデルとに基づいて、上記被加工材の切削すべき切削領域を表すデータを作成する切削領域作成手段、ならびに

上記切削領域作成手段によって作成された切削領域データに基づいて上記加工前形状情報を作成するとともに、上記加工後形状情報の一部の情報を作成し、作成した情報と、上記CAD入力手段から入力された面精度およびコーナ部半径とをあわせて上記加工前形状情報を作成する加工前形状情報、加工後形状情報作成

手段を備えた、

請求項 21 に記載の加工情報決定システム。

23. 上記加工情報決定装置は、

複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機械使用工具データを登録したデータ・ベース、

上記 CAD 装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、あらかじめ設定された使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を決定する使用工具決定手段、

上記使用工具決定手段によって決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースを参照して、上記使用工具決定手段によって決定された使用工具について、上記データ・ベースに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定する最適工具決定手段、

上記使用工具決定手段が決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特

定の使用工具である場合、上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報に基づいて、あらかじめ設定された工具経路方式決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記特定の使用工具の経路方式を決定する工具経路方式決定手段、ならびに

上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、あらかじめ設定された加工条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記使用工具に関する加工条件を決定する加工条件決定手段を備え、

上記使用工具、上記工具経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする、

請求項21に記載の加工情報決定システム。

24. 上記加工情報決定装置は、

工作機械が使用する工具に関する使用工具データ・ファイル、複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機使用工具データ・ファイル、特定の工具について、上記特定の工具の経路方式に関する工具経路方式データ・ファイルおよび工具

について加工条件に関する加工条件データ・ファイルを登録したデータ・ベース、

上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を、上記データ・ベースに登録された使用工具データ・ファイルを参照して、決定する使用工具決定手段、

上記使用工具決定手段によって決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースに登録された工作機械使用データ・ファイルを参照して、上記使用工具決定手段によって決定された使用工具について、上記工作機械使用工具データ・ファイルに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定する最適工具決定手段、

上記使用工具決定手段が決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報に基づいて、上記データ・ベースに登録された工具経

路方式データ・ファイルを参照して、上記特定の使用工具の経路方式を決定する工具経路方式決定手段、ならびに

上記CAD装置によって作成された加工前形状情報および加工後形状情報、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、上記データ・ベースに登録された加工条件データ・ファイルを参照して、上記使用工具に関する加工条件を決定する加工条件決定手段を備え、

上記使用工具、上記工具経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする、

請求項21に記載の加工情報決定システム。

25. 被加工材に加工を施す前の形状を表す加工前形状モデルと、上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後形状モデルとに基づいて、上記被加工材の加工前の形状に関する加工前形状情報および上記被加工材の加工後の形状に関する加工後形状情報を作成し、

入力される上記被加工材の材質を表す材質情報および上記被加工材の加工を施す段階を表す加工段階情報を受け、

作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、から入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、加工前の被加工材を、それが上記加工後の形状になりかつ入力された加工段階まで加工するための最

適加工情報を決定する、

加工情報決定方法。

26. 上記被加工材に加工を施す前の形状を表す加工前形状モデルを作成し、

上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後形状モデルを作成し、

入力される上記被加工材の加工後の表面のなめらかさを表す面精度および上記被加工材の加工後のコーナの形状を表すコーナ部半径を受け、

上作成された加工前形状モデルと、作成された加工後形状モデルとに基づいて、上記被加工材の切削すべき切削領域を表すデータを作成し、

作成された切削領域データに基づいて上記加工前形状情報を作成するとともに、上記加工後形状情報の一部の情報を作成し、作成した情報と、入力された面精度およびコーナ部半径とをあわせて上記加工前形状情報を作成する、

請求項25に記載の加工情報決定方法。

27. 複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機械使用工具データを登録したデータ・ベースを設け、

作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、

あらかじめ設定された使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を決定し、

決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースを参照して、決定された使用工具について、上記データ・ベースに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定し、

決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、加工前形状情報および加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、あらかじめ設定された工具経路方式決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記特定の使用工具の経路方式を決定し、

作成された加工前形状情報および加工後形状情報、入力された材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、あらかじめ設定された加工条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記使用工具に関する加工条件を決定し、

上記使用工具、上記工具経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする、

請求項25に記載の加工情報決定方法。

28. 工作機械が使用する工具に関する使用工具データ・ファイル、複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機使用工具データ・ファイル、特定の工具について、上記特定の工具の経路方式に関する工具経路方式データ・ファイルおよび工具について加工条件に関する加工条件データ・ファイルを登録したデータ・ベースを設け、

作成された加工前形状情報および加工後形状情報と、上記入力装置から入力された材質情報および加工段階情報とに基づいて、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を、上記データ・ベースに登録された使用工具データ・ファイルを参照して決定し、

決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースに登録された工作機械使用データ・ファイルを参照して、決定された使用工具について、上記工作機械使用工具データ・ファイルに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定し、

決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、作成された加工前形状情報および加工後形状情報、入

力された材質情報および加工段階情報に基づいて、上記データ・ベースに登録された工具経路方式データ・ファイルを参照して、上記特定の使用工具の経路方式を決定し、

作成された加工前形状情報および加工後形状情報、入力された材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、上記データ・ベースに登録された加工条件データ・ファイルを参照して、上記使用工具に関する加工条件を決定し、

上記使用工具、上記工具経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする、

請求項 25 に記載の加工情報決定方法。

29. 被加工材の加工前の形状に関する加工前形状情報、上記被加工材の加工後の形状に関する加工後形状情報、上記被加工材の材質を表す材質情報および上記被加工材の加工を施す段階を表す加工段階情報を入力する入力装置、

上記入力装置から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、加工前の被加工材を、それが上記加工後の形状になりかつ入力された加工段階まで加工するための最適加工情報を決定する加工情報決定装置、ならびに

与えられる上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後形状モデルと、上記加工情報決定装置によって決定された最適加工情報とに基づいて、工作機械が上記被加工材に加工を施すための制御データを生成する制御データ作成装置、

を備えた加工情報決定システム。

30. 上記加工情報決定装置は、

複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機械使用工具データを登録したデータベース、

上記入力装置から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報とに基づいて、あらかじめ設定された使用工具決定規則およびメ

ンバーシップ関数にしたがって、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を決定する使用工具決定手段、

上記使用工具決定手段によって決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースを参照して、上記使用工具決定手段によって決定された使用工具について、上記データ・ベースに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定する最適工具決定手段、

上記使用工具決定手段が決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、上記入力装置から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、あらかじめ設定された工具経路方式決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記特定の使用工具の経路方式を決定する工具経路方式決定手段、ならびに

上記入力装置から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、あらかじめ設定された加工条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、

上記使用工具に関する加工条件を決定する加工条件決定手段を備え、

上記使用工具、上記工具経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする、

請求項29に記載の加工情報決定システム。

31. 上記加工情報決定装置は、

工作機械が使用する工具に関する使用工具データ・ファイル、複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機使用工具データ・ファイル、特定の工具について、上記特定の工具の経路方式に関する工具経路方式データ・ファイルおよび工具について加工条件に関する加工条件データ・ファイルを登録したデータ・ベース、

上記入力装置から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報とに基づいて、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を、上記データ・ベースに登録された使用工具データ・ファイルを参照して、決定する使用工具決定手段、

上記使用工具決定手段によって決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースに登録された工作機械使用データ・ファイルを参照して、上記使用工

具決定手段によって決定された使用工具について、上記工作機械使用工具データ・ファイルに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定する最適工具決定手段、

上記使用工具決定手段が決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、上記入力装置から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、上記データ・ベースに登録された工具経路方式データ・ファイルを参照して、上記特定の使用工具の経路方式を決定する工具経路方式決定手段、ならびに

上記入力装置から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、上記データ・ベースに登録された加工条件データ・ファイルを参照して、上記使用工具に関する加工条件を決定する加工条件決定手段を備え、

上記使用工具、上記工具経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする、

請求項29に記載の加工情報決定システム。

32. 入力される被加工材の加工前の形状に関する加工前形状情報、上記被加工材の加工後の形状に関する加

工後形状情報、上記被加工材の材質を表す材質情報および上記被加工材の加工を施す段階を表す加工段階情報を受付け、

入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、加工前の被加工材を、それが上記加工後の形状になりかつ入力された加工段階まで加工するための最適加工情報を決定し、

与えられる上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後形状モデルと、決定された最適加工情報とに基づいて、工作機械が上記被加工材に加工を施すための制御データを生成する、

を備えた加工情報決定方法。

33. 複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機械使用工具データを登録したデータ・ベースを設け、

入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報とに基づいて、あらかじめ設定された使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を決定し、

決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・

ベースを参照して決定された使用工具について、上記データ・ベースに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定し、

決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、あらかじめ設定された工具経路方式決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記特定の使用工具の経路方式を決定し、

入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、あらかじめ設定された加工条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記使用工具に関する加工条件を決定し、

上記使用工具、上記工具経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする、

請求項32に記載の加工情報決定方法。

34. 工作機械が使用する工具に関する使用工具データ・ファイル、複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機使用工具データ・ファイル、特定の工具について、上記特定の工具の経路

方式に関する工具経路方式データ・ファイルおよび工具について加工条件に関する加工条件データ・ファイルを登録したデータ・ベースを設け、

入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報とに基づいて、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を、上記データ・ベースに登録された使用工具データ・ファイルを参照して決定し、

決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースに登録された工作機械使用データ・ファイルを参照して、決定された使用工具について、上記工作機械使用工具データ・ファイルに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定し、

決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、上記データ・ベースに登録された工具経路方式データ・ファイルを参照して、上記特定の使用工具の経路方式を決定し、

入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基

づいて、上記データ・ベースに登録された加工条件データ・ファイルを参照して、上記使用工具に関する加工条件を決定し、

上記使用工具、上記工具経路方式および上記加工条件を最適加工情報とする、

請求項32に記載の加工情報決定方法。

35. 複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機械使用工具データを登録したデータ・ベース、

被加工材の加工前の形状に関する加工前形状情報、上記被加工材の加工後の形状に関する加工後形状情報、上記被加工材の材質を表す材質情報および上記被加工材の加工を施す段階を表す加工段階情報を入力する入力手段、

上記入力手段から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報とに基づいて、あらかじめ設定された使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を決定する使用工具決定手段、

上記使用工具決定手段によって決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作

機械である場合、上記データ・ベースを参照して、上記使用工具決定手段によって決定された使用工具について、上記データ・ベースに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定する最適工具決定手段、

上記使用工具決定手段が決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、上記入力手段から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、あらかじめ設定された工具経路方式決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記特定の使用工具の経路方式を決定する工具経路方式決定手段、ならびに

上記入力装置から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、あらかじめ設定された加工条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記使用工具に関する加工条件を決定する加工条件決定手段、

を備えた加工情報決定装置。

36. 複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機械使用工具データを登録した

データ・ベースを設け、

入力される上記被加工材の加工前の形状に関する加工前形状情報、上記被加工材の加工後の形状に関する加工後形状情報、上記被加工材の材質を表す材質情報および上記被加工材の加工を施す段階を表す加工段階情報を受け、

入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報とに基づいて、あらかじめ設定された使用工具決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を決定し、

決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースを参照して決定された使用工具について、上記データ・ベースに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定し、

決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、あらかじめ設定された工具経路方式決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記特定の使用工具の経路方式を決定

し、

入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、あらかじめ設定された加工条件決定規則およびメンバーシップ関数にしたがって、上記使用工具に関する加工条件を決定する、

加工情報決定方法。

37. 工作機械が使用する工具に関する使用工具データ・ファイル、複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機使用工具データ・ファイル、特定の工具について、上記特定の工具の経路方式に関する工具経路方式データ・ファイルおよび工具について加工条件に関する加工条件データ・ファイルを登録したデータ・ベース、

上記被加工材の加工前の形状に関する加工前形状情報、上記被加工材の加工後の形状に関する加工後形状情報、上記被加工材の材質を表す材質情報および上記被加工材の加工を施す段階を表す加工段階情報を入力する入力手段、

上記入力手段から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報とに基づいて、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を、

上記データ・ベースに登録された使用工具データ・ファイルを参照して、決定する使用工具決定手段、

上記使用工具決定手段によって決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースに登録された工作機械使用データ・ファイルを参照して、上記使用工具決定手段によって決定された使用工具について、上記工作機械使用工具データ・ファイルに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定する最適工具決定手段、

上記使用工具決定手段が決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、上記入力手段から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、上記データ・ベースに登録された工具経路方式データ・ファイルを参照して、上記特定の使用工具の経路方式を決定する工具経路方式決定手段、ならびに

上記入力手段から入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、上記データ・ベースに登録された加工条件データ・ファイルを参照して、上記使用工具に関する加工条件を決定する加工条件決定手段、

を備えた加工情報決定装置。

38. 工作機械が使用する工具に関する使用工具データ・ファイル、複数の交換可能な工具を用いて被加工材に加工を施す工作機械について、あらかじめ用意された複数種類の工具に関する工作機使用工具データ・ファイル、特定の工具について、上記特定の工具の経路方式に関する工具経路方式データ・ファイルおよび工具について加工条件に関する加工条件データ・ファイルを登録したデータ・ベースを設け、

入力される上記被加工材の加工前の形状に関する加工前形状情報、上記被加工材の加工後の形状に関する加工後形状情報、上記被加工材の材質を表す材質情報および上記被加工材の加工を施す段階を表す加工段階情報を受け、

入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報とに基づいて、上記被加工材を加工する最適な工作機械を決定するとともに、決定した工作機械が使用する使用工具を、上記データ・ベースに登録された使用工具データ・ファイルを参照して決定し、

決定された工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械である場合、上記データ・ベースに登録された工作機械使用データ・ファイルを参照して、決定された使用工具について、上記工作機

械使用工具データ・ファイルに登録された工具の中から上記工作機械が使用する最適な使用工具を決定し、

決定した工作機械が上記データ・ベースに登録された工具を用いる工作機械であり、かつ、上記工作機械が使用する上記使用工具が特定の使用工具である場合、入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報に基づいて、上記データ・ベースに登録された工具経路方式データ・ファイルを参照して、上記特定の使用工具の経路方式を決定し、

入力された加工前形状情報、加工後形状情報、材質情報および加工段階情報、ならびに上記使用工具に基づいて、上記データ・ベースに登録された加工条件データ・ファイルを参照して、上記使用工具に関する加工条件を決定する、

加工情報決定方法。

39. 被加工材に加工を施す前の形状を表す加工前形状モデルを作成する加工前形状モデル作成手段、

上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後形状モデルを作成する加工後形状モデル作成手段、

上記被加工材の加工後の表面のなめらかさを表す面精度および上記被加工材の加工後のコーナの形状を表すコーナ部半径を入力するCAD入力手段、

上記加工前形状モデル作成手段によって作成された加工前形状モデルと、上記加工後形状モデル作成手段

によって作成された加工後形状モデルとに基づいて、
上記被加工材の切削すべき切削領域を表すデータを作成する切削領域作成手段、ならびに

上記切削領域作成手段によって作成された切削領域データに基づいて上記加工前形状情報を作成するとともに、上記加工後形状情報の一部の情報を作成し、作成した情報と、上記CAD入力手段から入力された面精度およびコーナ部半径とをあわせて上記加工前形状情報を作成する加工前形状情報、加工後形状情報作成手段、

を備えたCAD装置。

40. 被加工材に加工を施す前の形状を表す加工前形状モデルを作成し、

上記被加工材に加工を施した後の形状を表す加工後形状モデルを作成し、

入力される上記被加工材の加工後の表面のなめらかさを表す面精度および上記被加工材の加工後のコーナの形状を表すコーナ部半径を受付け、

作成された加工前形状モデルと、作成された加工後形状モデルとに基づいて、上記被加工材の切削すべき切削領域を表すデータを作成し、

作成された切削領域データに基づいて上記加工前形状情報を作成するとともに、上記加工後形状情報の一部の情報を作成し、作成した情報と、入力された面精

度およびコーナ部半径とをあわせて上記加工前形状情報を作成する、

C A D 装置の動作方法。

41. 被加工材の加工を施す前の形状を表す標準図面情報、ならびに標準マクロパターンに対応して、そのパラメータ、加工工程、加工工具および加工方法に関する標準加工情報を記憶したデータ・ベース、

上記被加工材に加工を施した後の形状に関する製品図面情報を作成する製品図面情報作成手段、

上記データ・ベースに記憶された標準図面情報と、上記製品図面情報作成手段によって作成された製品図面情報との差分情報を抽出する差分情報抽出手段、

上記差分情報手段によって抽出された差分情報に基づいて、加工によって上記被加工材に形成すべき形状の輪郭を表す加工マクロパターンを作成するとともにそのパラメータを抽出するマクロパターン展開手段、

上記データ・ベースに記憶された標準加工情報から、上記マクロパターン展開手段によって作成された加工マクロパターンに相当する標準マクロパターンの加工方法および加工工程を読み出し、上記マクロパターン展開手段によって抽出されたマクロパターンのパラメータに基づいて、読み出した加工方法にしたがって上記被加工材に加工を施す加工工程とその順序を決定し、決定した加工工程とその順序を設計工程情報として作

成する加工順序決定手段、

上記データ・ベースに記憶された標準加工情報から、
上記マクロパターン展開手段によって作成された加工
マクロパターンに相当する標準マクロパターンの加工
工具を読み出し、読み出した加工工具に関する最適な
加工条件情報を決定する加工条件決定手段、ならびに

上記製品図面情報作成手段によって作成された製品
図面情報、上記標準加工情報データ・ベースに記憶さ
れた情報図面情報、上記加工順序決定手段によって決
定された工程設計情報および上記加工条件決定手段に
よって決定された加工条件情報に基づいて、工作機械
が上記被加工材に加工を施すための制御データを生成
する制御データ作成手段、

を備えた加工工程情報決定システム。

42. 被加工材の加工を施す前の形状を表す標準図面情
報、ならびに標準マクロパターンに対応して、そのパ
ラメータ、加工工程、加工工具および加工方法に関す
る標準加工情報を記憶したデータ・ベースを設け、

上記被加工材に加工を施した後の形状に関する製品
図面情報を作成し、

上記データ・ベースに記憶された標準図面情報と、
作成された製品図面情報との差分情報を抽出し、

抽出された差分情報に基づいて、加工によって上記
被加工材に形成すべき形状の輪郭を表す加工マクロパ

ターンを作成するとともにそのパラメータを抽出し、

上記データ・ベースに記憶された標準加工情報から、作成された加工マクロパターンに相当する標準マクロパターンの加工方法および加工工程を読み出し、抽出されたマクロパターンのパラメータに基づいて、読み出した加工方法にしたがって上記被加工材に加工を施す加工工程とその順序を決定し、決定した加工工程とその順序を設計工程情報として作成し、

上記データ・ベースに記憶された標準加工情報から、作成された加工マクロパターンに相当する標準マクロパターンの加工工具を読み出し、読み出した加工工具に関する最適な加工条件情報を決定し、

作成された製品図面情報、上記標準加工情報データ・ベースに記憶された情報図面情報、決定された工程設計情報および決定された加工条件情報に基づいて、工作機械が上記被加工材に加工を施すための制御データを生成する、

加工工程情報決定方法。

43. 標準マクロパターンに対応して、そのパラメータ、加工工程、加工工具および加工方法に関する標準加工情報を記憶したデータ・ベース、

与えられる被加工材に加工を施した後の形状に関する製品図面情報と、与えられる被加工材の加工を施す前の形状を表す標準図面情報との差分情報を抽出する

差分情報抽出手段、

上記差分情報手段によって抽出された差分情報に基づいて、加工によって上記被加工材に形成すべき形状の輪郭を表す加工マクロパターンを作成するとともにそのパラメータを抽出するマクロパターン展開手段、ならびに

上記データ・ベースに記憶された標準加工情報から、上記マクロパターン展開手段によって作成された加工マクロパターンに相当する標準マクロパターンの加工方法および加工工程を読み出し、上記マクロパターン展開手段によって抽出されたマクロパターンのパラメータに基づいて、読み出した加工方法にしたがって上記被加工材に加工を施す加工工程とその順序を決定し、決定した加工工程とその順序を設計工程情報として作成する加工順序決定手段、

を備えた加工工程情報決定装置。

44. 標準マクロパターンに対応して、そのパラメータ、加工工程、加工工具および加工方法に関する標準加工情報を記憶したデータ・ベースを設け、

与えられる被加工材に加工を施した後の形状に関する製品図面情報と、与えられる被加工材の加工を施す前の形状を表す標準図面情報との差分情報を抽出し、

抽出された差分情報に基づいて、加工によって上記被加工材に形成すべき形状の輪郭を表す加工マクロパ

ターンを作成するとともにそのパラメータを抽出し、

上記データ・ベースに記憶された標準加工情報から、作成された加工マクロパターンに相当する標準マクロパターンの加工方法および加工工程を読み出し、抽出されたマクロパターンのパラメータに基づいて、読み出した加工方法にしたがって上記被加工材に加工を施す加工工程とその順序を決定し、決定した加工工程とその順序を設計工程情報として作成する、

加工工程情報決定方法。

45. 標準マクロパターンに対応して、そのパラメータ、加工工程、加工工具および加工方法に関する標準加工情報を記憶したデータ・ベース、

与えられる被加工材に加工を施した後の形状に関する製品図面情報と、与えられる被加工材の加工を施す前の形状を表す標準図面情報との差分情報を抽出する差分情報抽出手段、

上記差分情報手段によって抽出された差分情報に基づいて、加工によって上記被加工材に形成すべき形状の輪郭を表す加工マクロパターンを作成するとともにそのパラメータを抽出するマクロパターン展開手段、ならびに

上記データ・ベースに記憶された標準加工情報から、上記マクロパターン展開手段によって作成された加工マクロパターンに相当する標準マクロパターンの加工

工具を読み出し、読み出した加工工具に関する最適な加工条件情報を決定する加工条件決定手段、

を備えた加工工程情報決定装置。

46. 標準マクロパターンに対応して、そのパラメータ、加工工程、加工工具および加工方法に関する標準加工情報を記憶したデータ・ベースを設け、

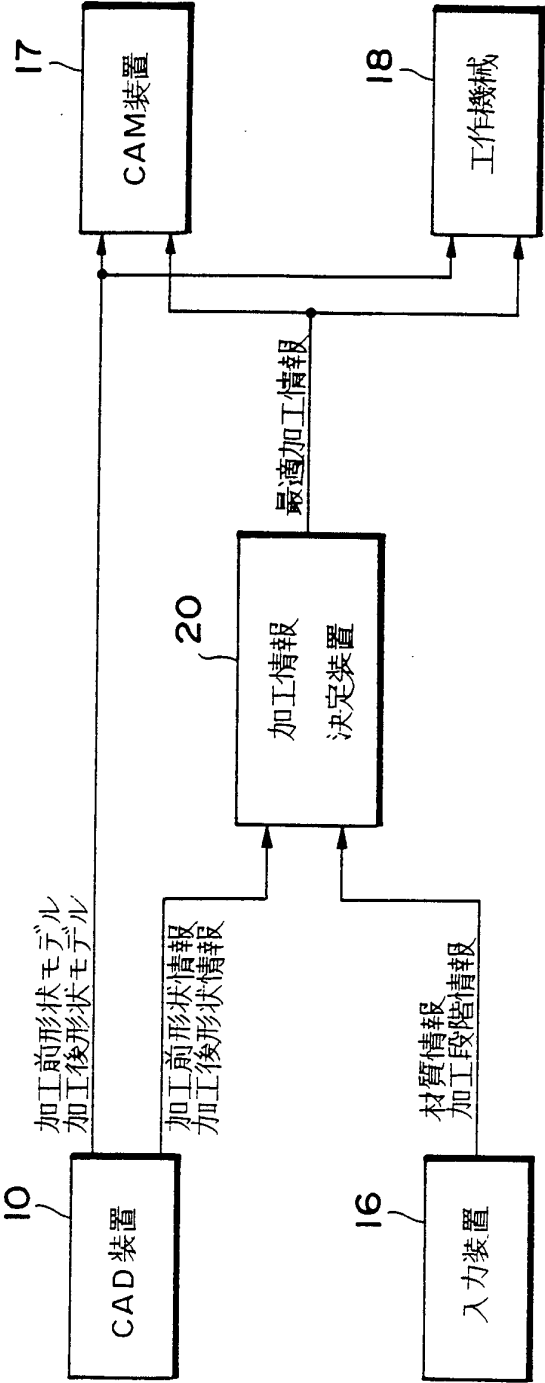
与えられる被加工材に加工を施した後の形状に関する製品図面情報と、与えられる被加工材の加工を施す前の形状を表す標準図面情報との差分情報を抽出し、

抽出された差分情報に基づいて、加工によって上記被加工材に形成すべき形状の輪郭を表す加工マクロパターンを作成するとともにそのパラメータを抽出し、

上記データ・ベースに記憶された標準加工情報から、作成された加工マクロパターンに相当する標準マクロパターンの加工工具を読み出し、読み出した加工工具に関する最適な加工条件情報を決定する、

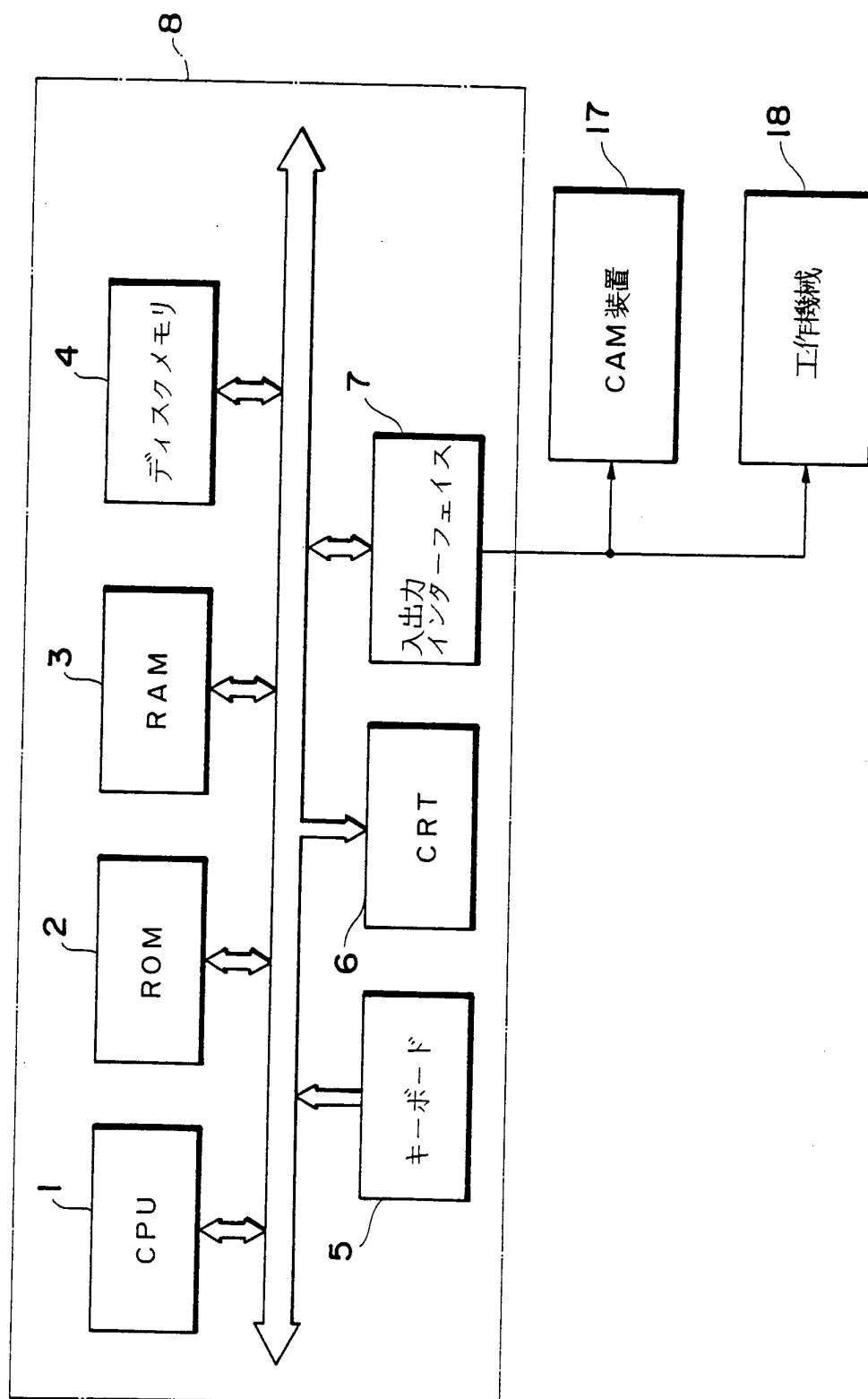
加工工程情報決定方法。

第 1 図

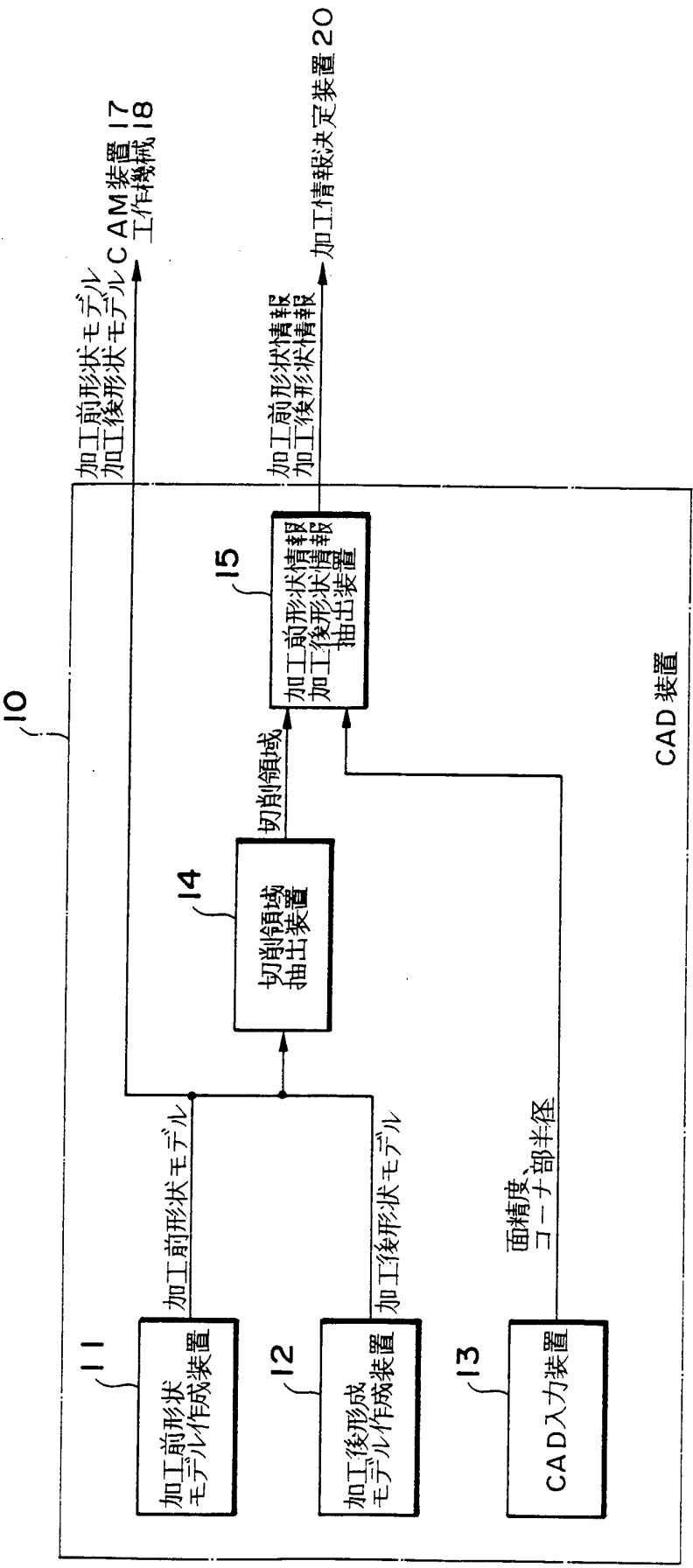


2/126

第 2 図

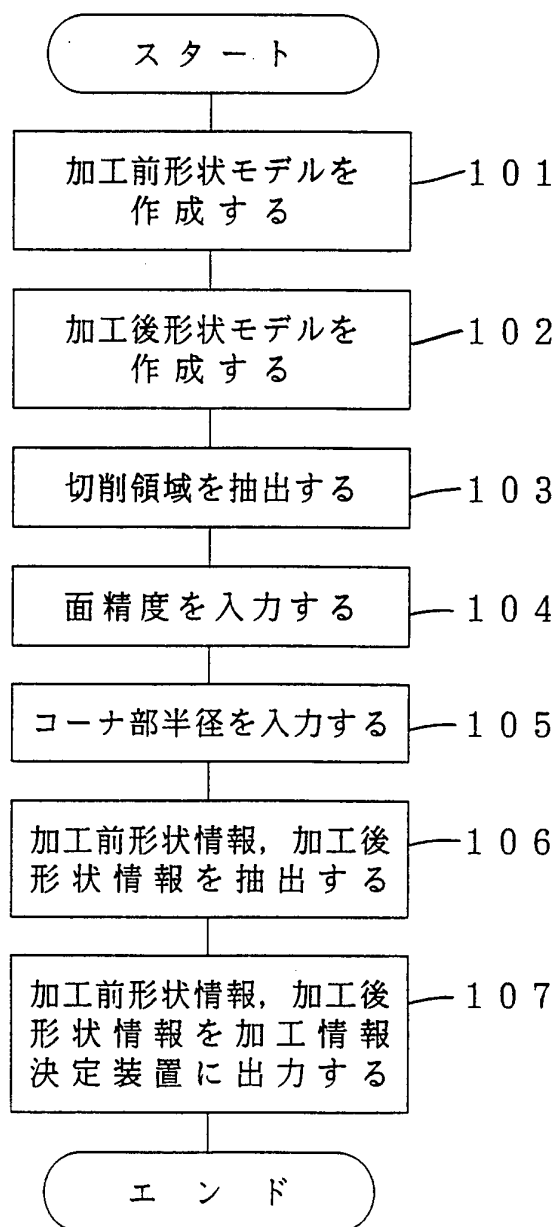


第 3 図



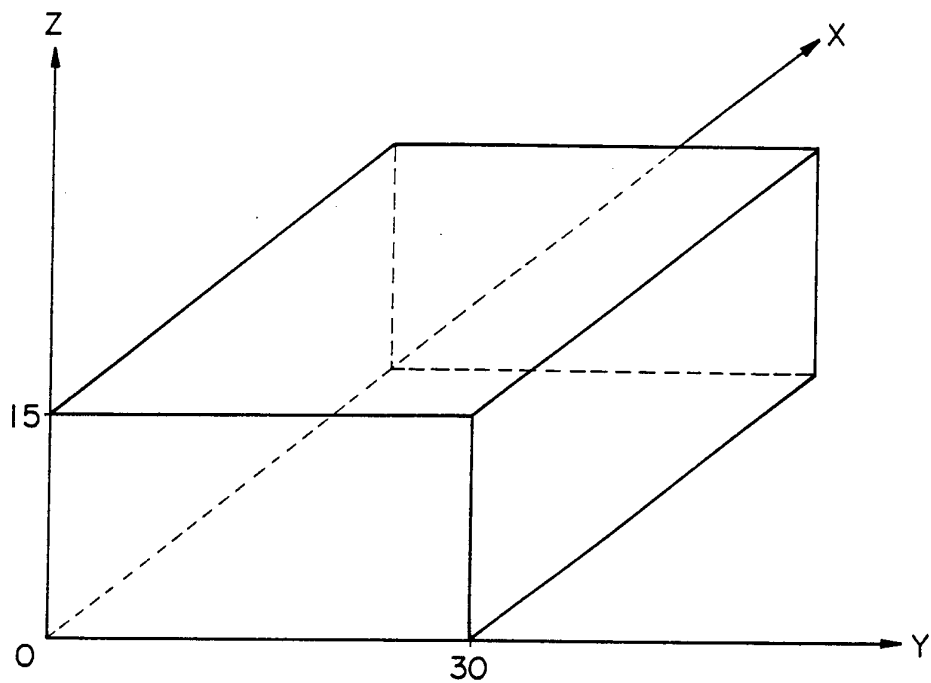
4 / 1 2 6

第 4 図

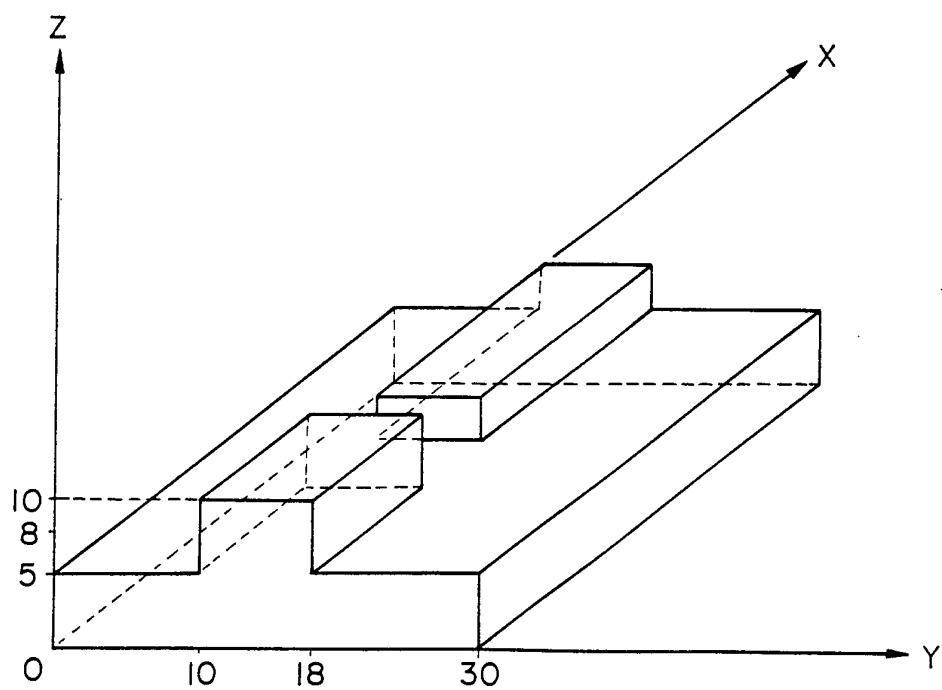


5/126

第 5 図

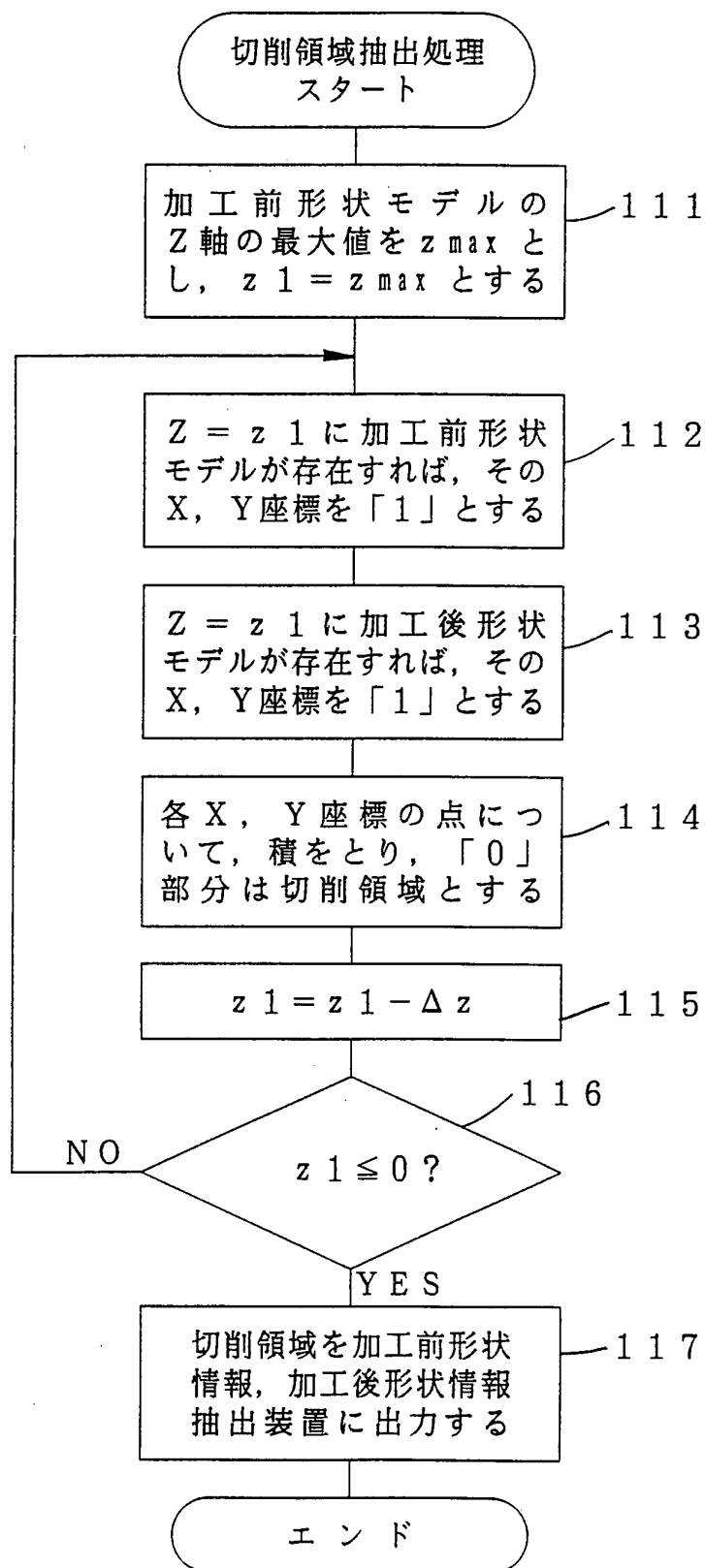


第 6 図



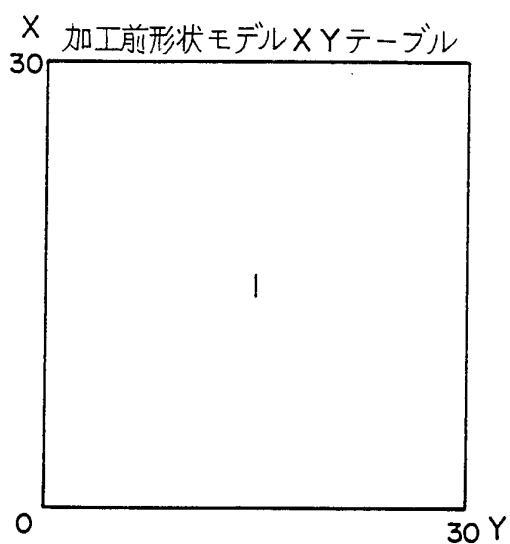
6 / 1 2 6

第 7 図

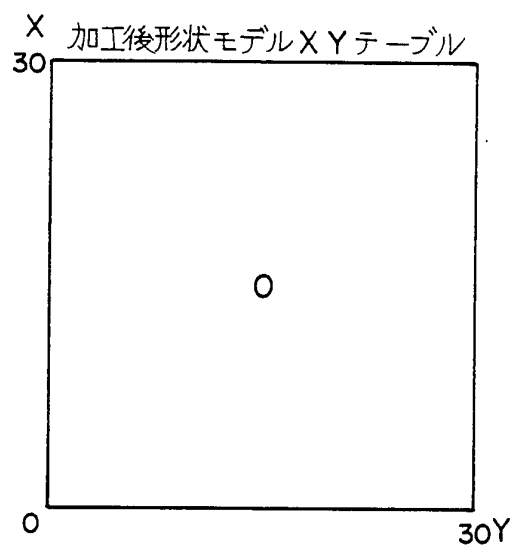


7/126

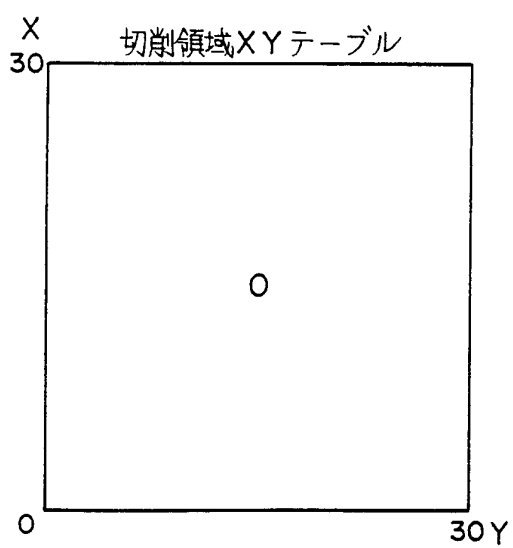
第 8a 図



第 8b 図

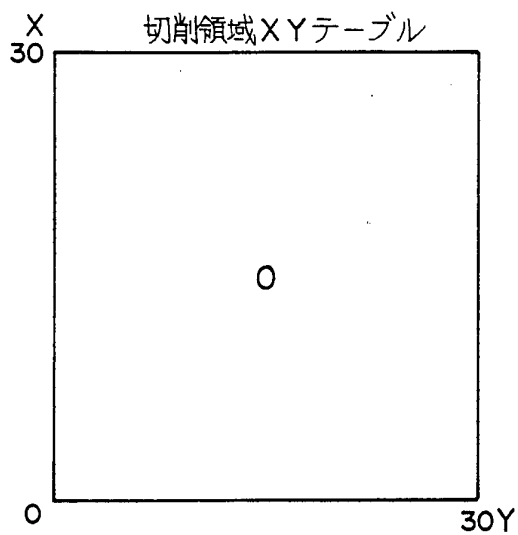


第 8c 図



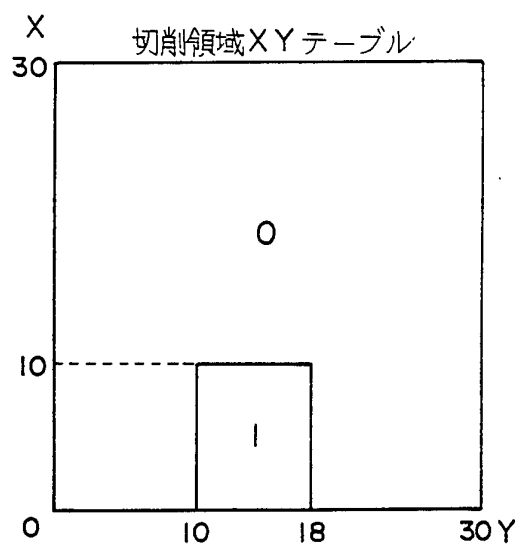
第9a図

$$15 \geq Z > 10$$



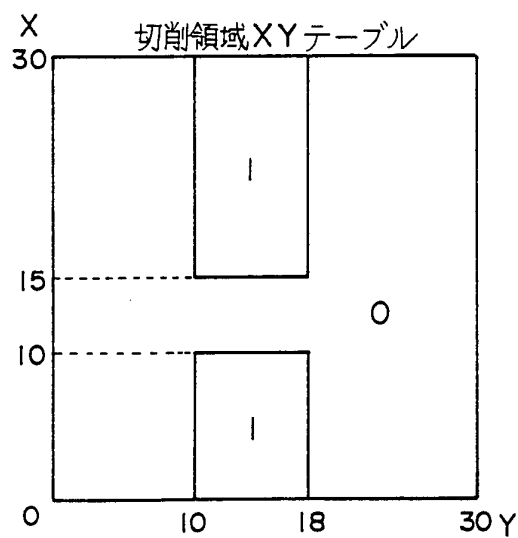
第9b図

$$10 \geq Z > 8$$



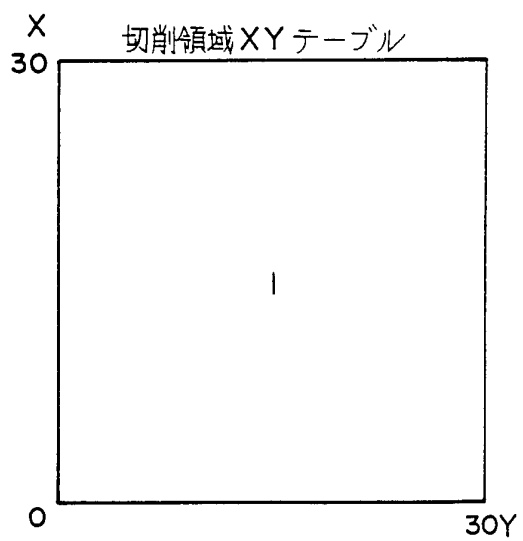
第9c図

$$8 \geq Z > 5$$



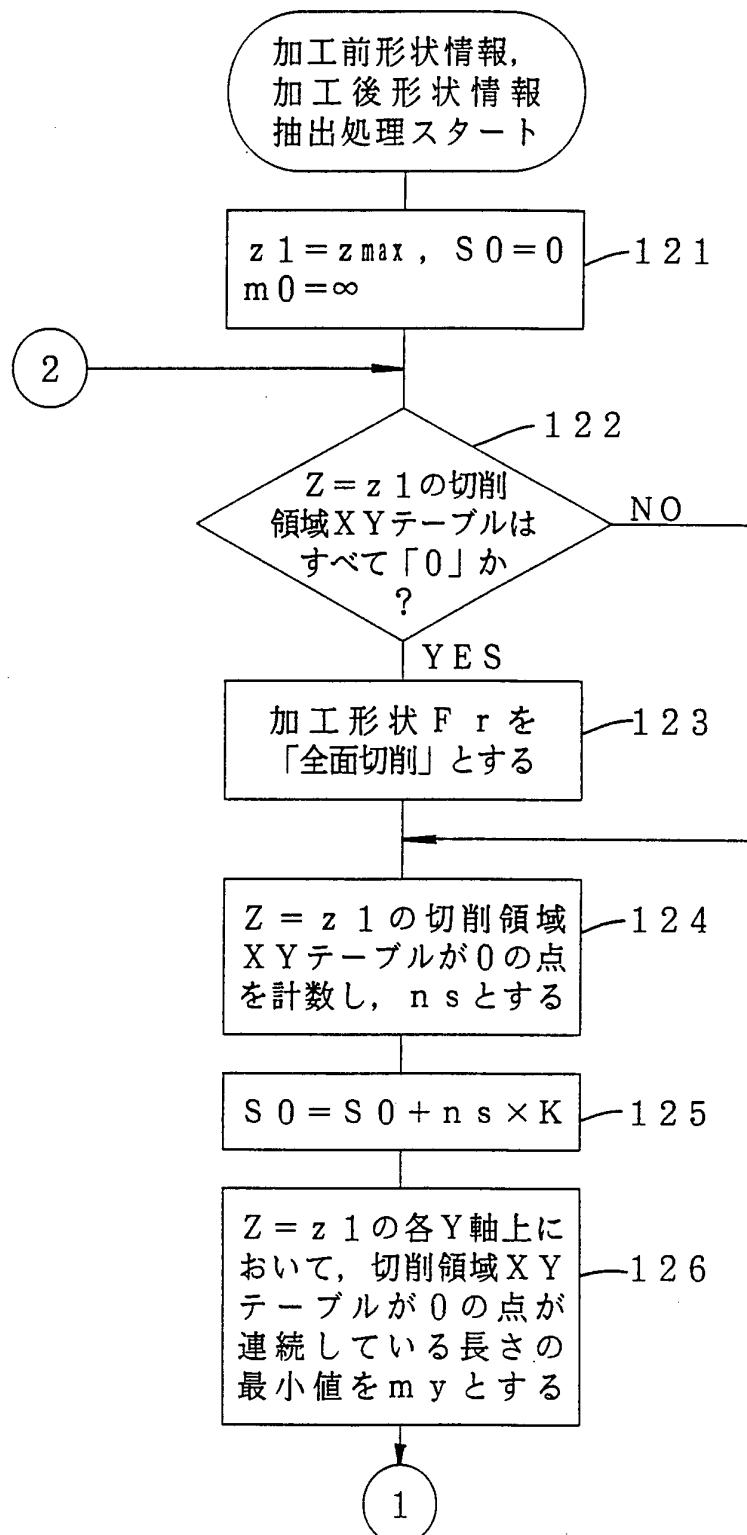
第9d図

$$5 \geq Z > 0$$



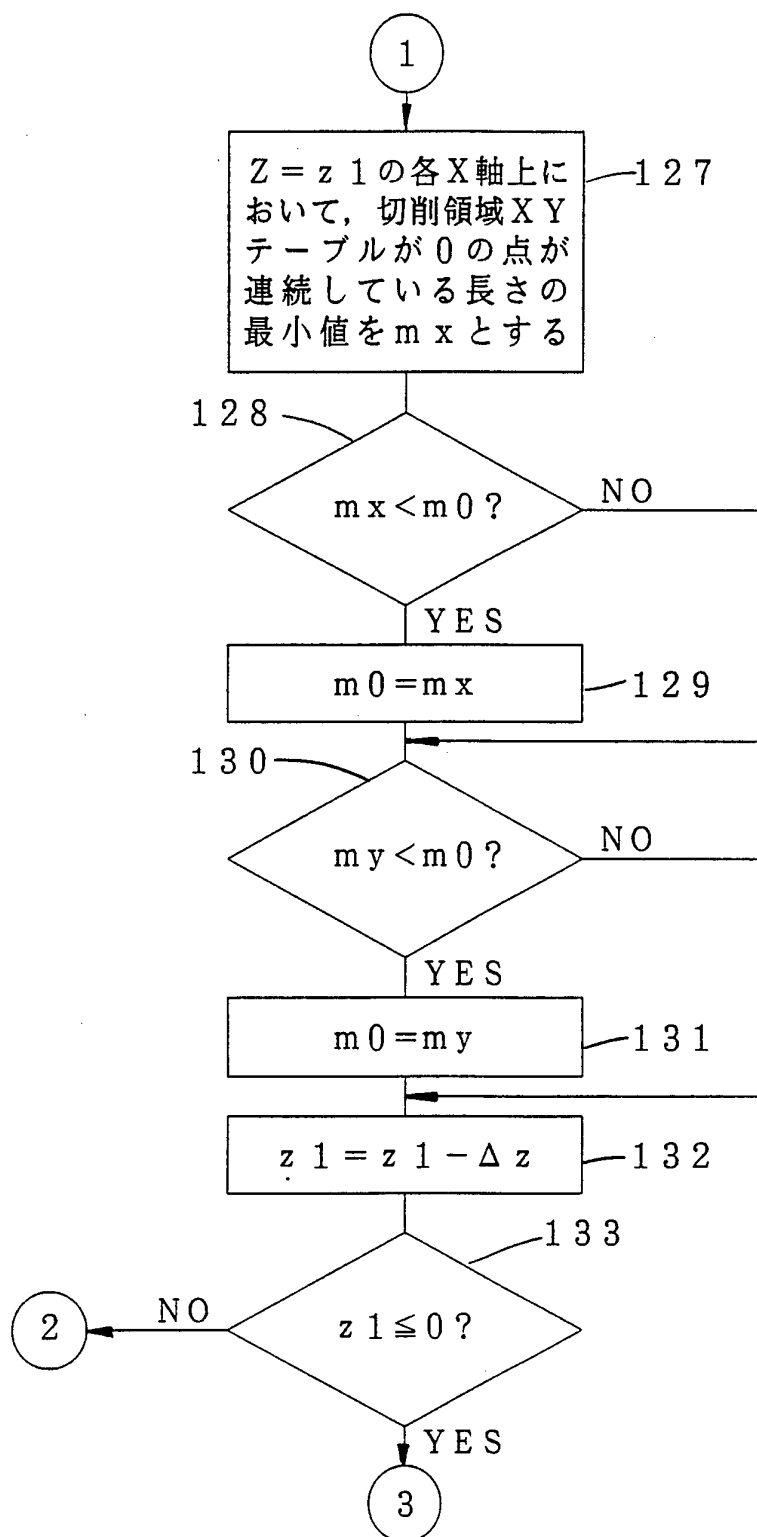
9 / 1 2 6

第 1 0 a 図



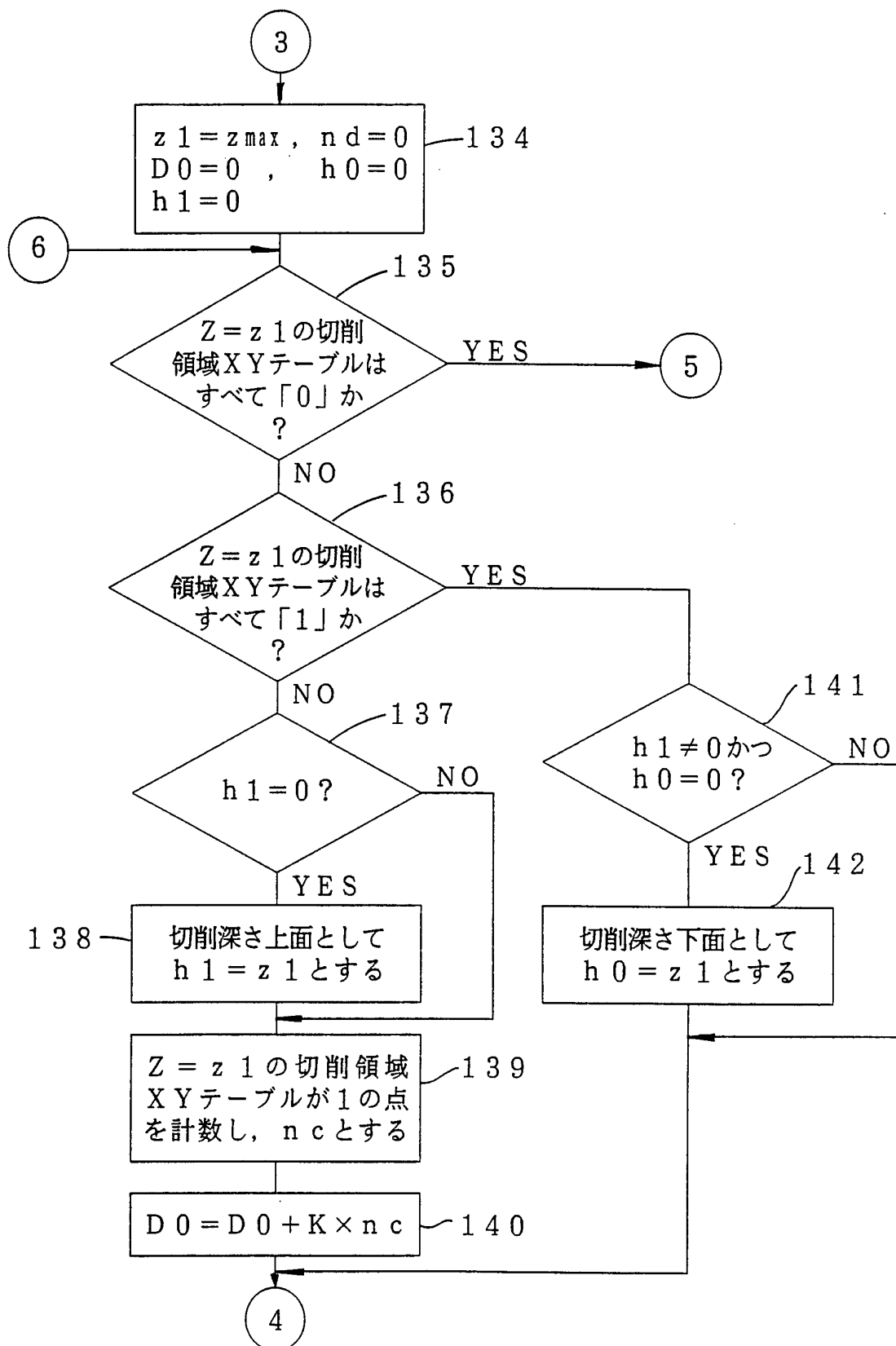
1 0 / 1 2 6

第 1 0 b 図



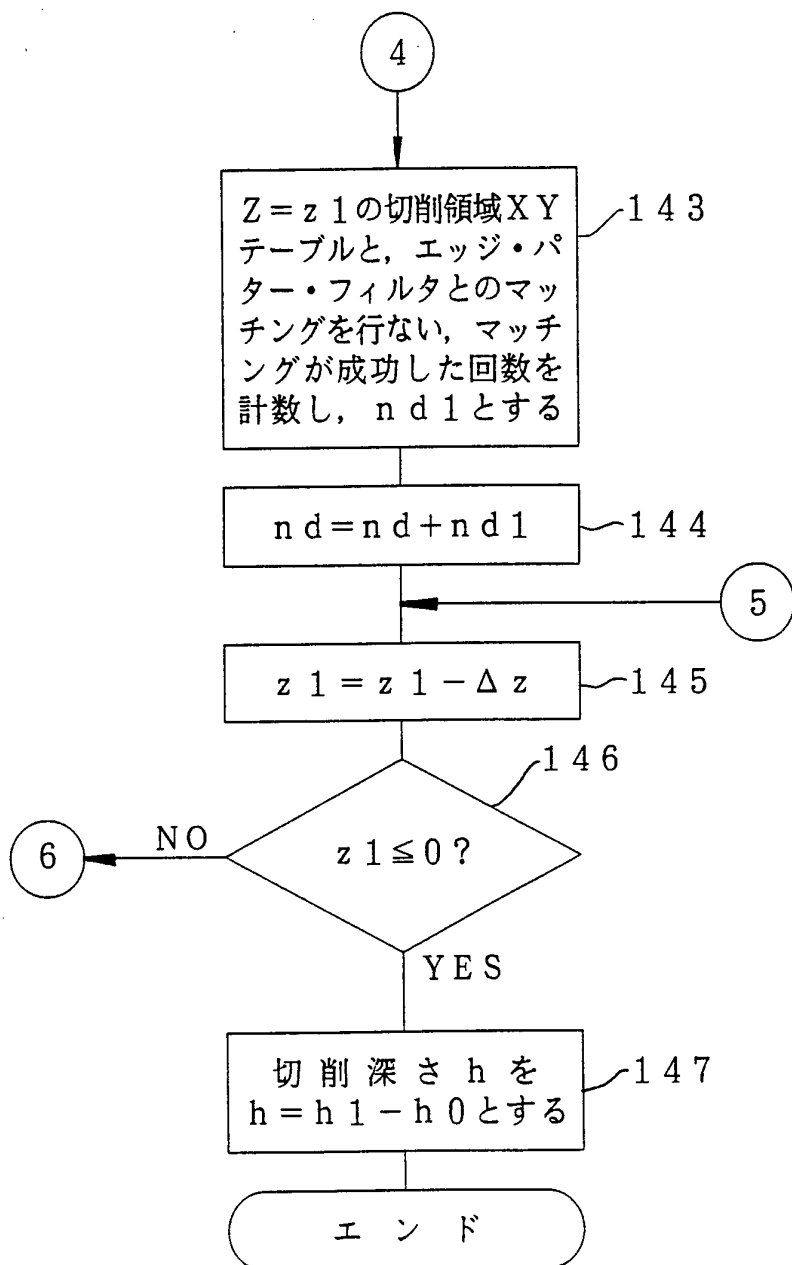
1 1 / 1 2 6

第 1 0 c 図



1 2 / 1 2 6

第 1 0 d 図



1 3 / 1 2 6

第 11 a 図

0	1	1
0	1	1
0	1	1

第 11 e 図

0	0	1
0	1	1
1	1	1

第 11 b 図

1	1	0
1	1	0
1	1	0

第 11 f 図

1	1	1
0	1	1
0	0	1

第 11 c 図

0	0	0
1	1	1
1	1	1

第 11 g 図

1	1	1
1	1	0
1	0	0

第 11 d 図

1	1	1
1	1	1
0	0	0

第 11 h 図

1	0	0
1	1	0
1	1	1

1 4 / 1 2 6

第 1 2 図

加工前形状情報

切削面積 S_0 [mm ²]	4 0 0
加工形状 F_r	全 面 切 削
切削幅 m_0 [mm]	5
切削深さ h [mm]	5

第 1 3 図

加工後形状情報

面 精 度	(なめらか, 3.8)
加工後形状複雑度 n_d	5 0
凸形状 D_0	3 0
コーナ部半径 R [mm]	0

1 5 / 1 2 6

第 1 4 図

材 質 情 報

材料材質	鉄

第 1 5 図

加工段階情報

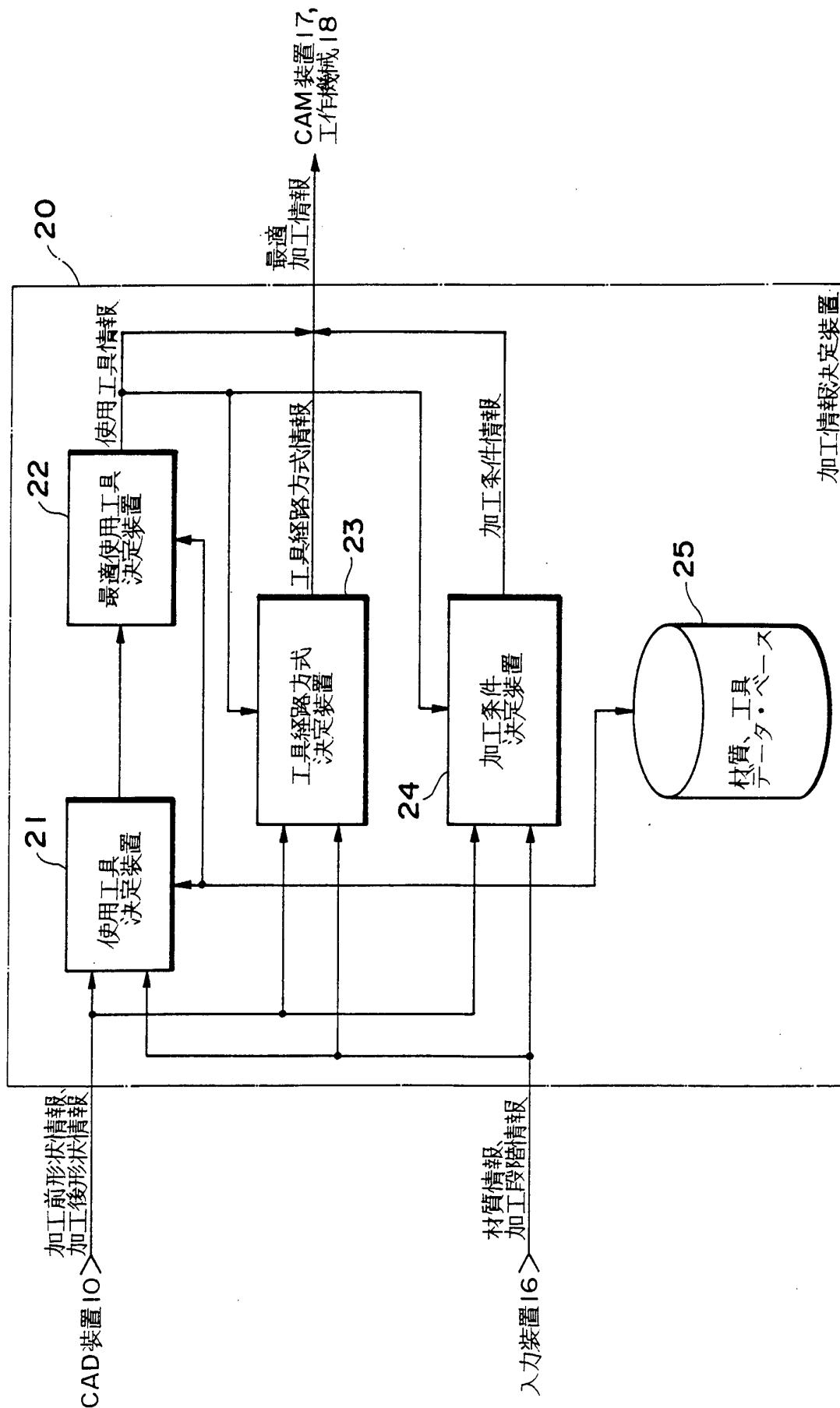
加工段階	荒取り

第 1 8 図

材 質 デ ー タ ・ フ ァ イ ル

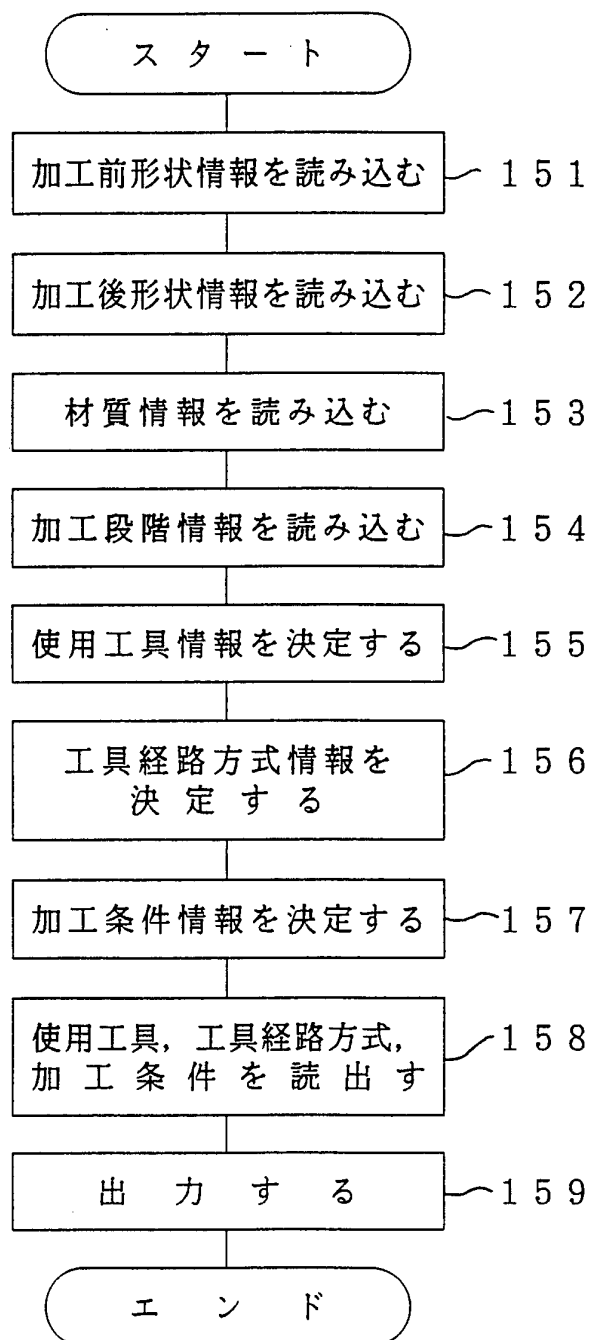
材 質 名	硬 度
S K D	8 0
鉄	5 0
ベークライト	2 0
⋮	⋮

目錄 16



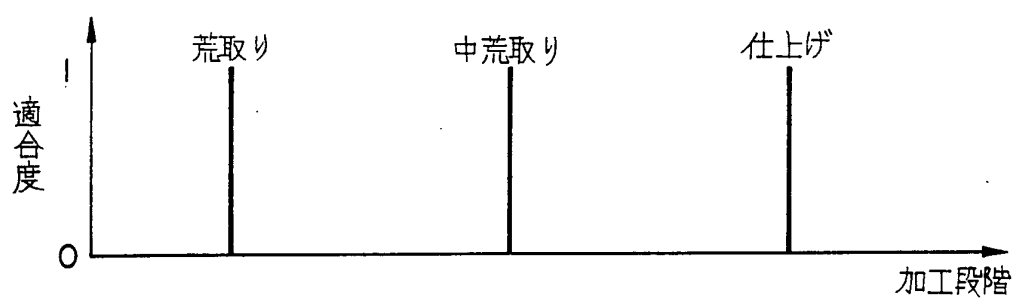
1 7 / 1 2 6

第 1 7 図

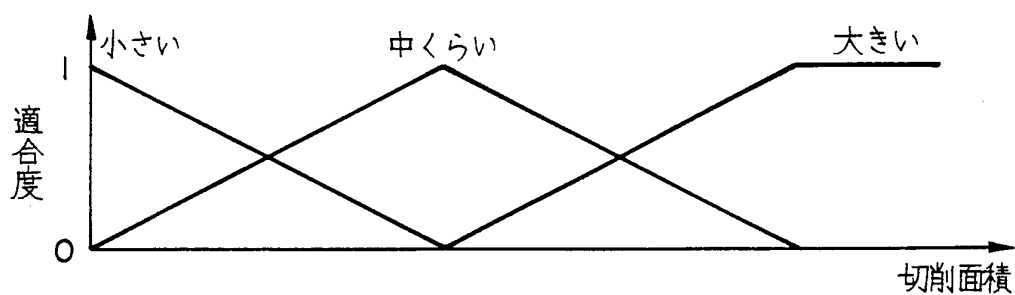


18/126

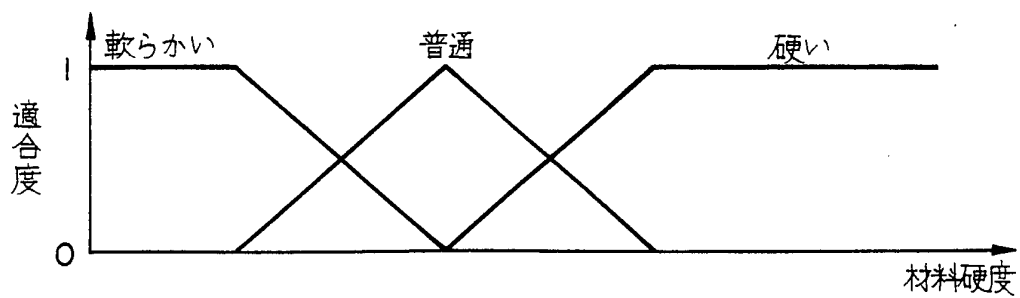
第19a 図



第19b 図

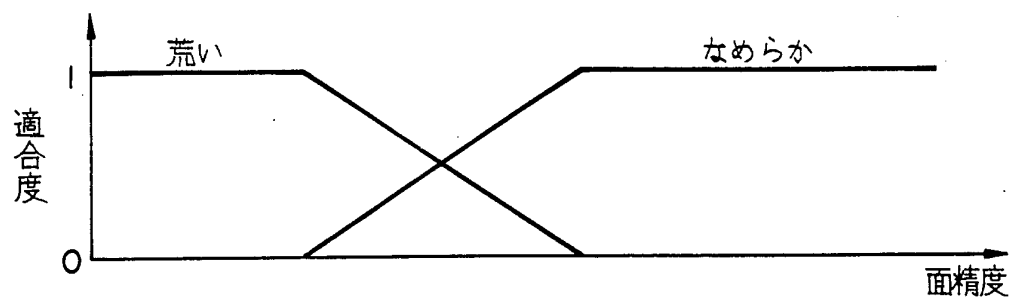


第19c 図

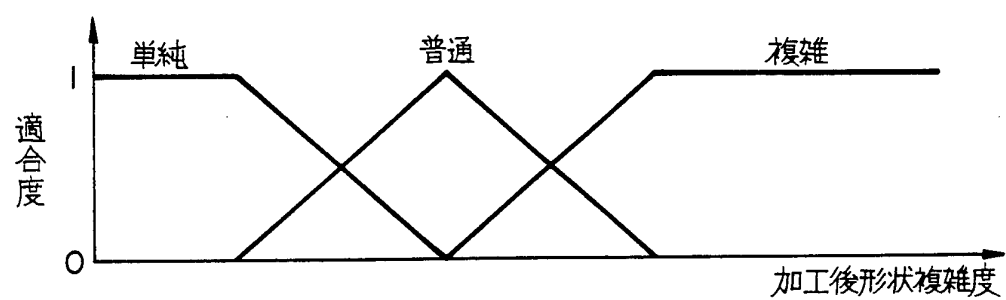


19/126

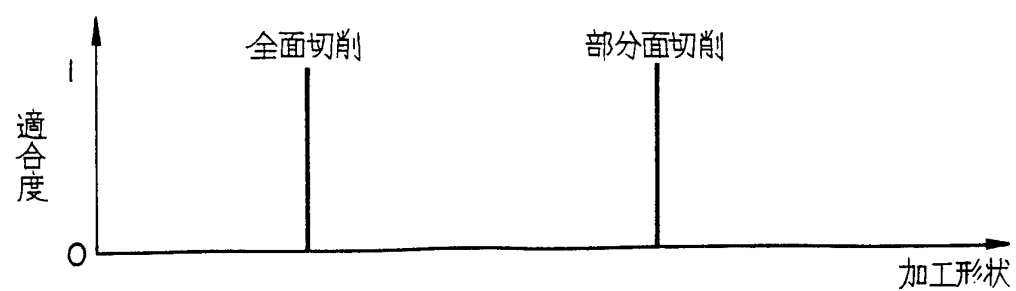
第19d図



第19e図

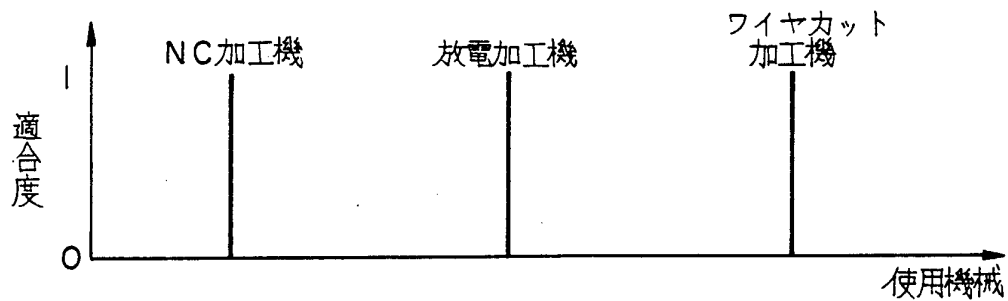


第19f図

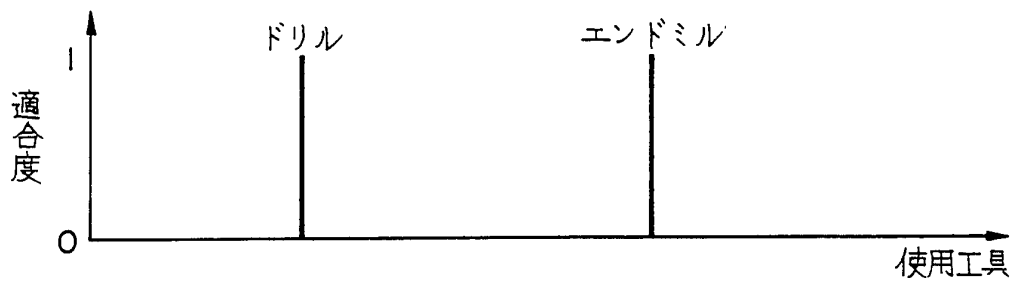


20/126

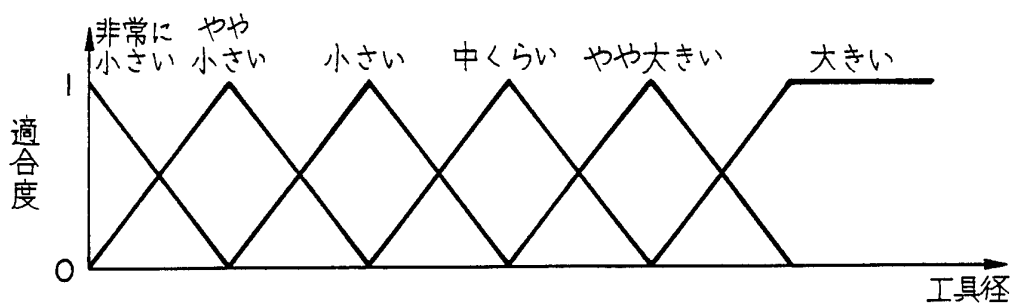
第19g 図



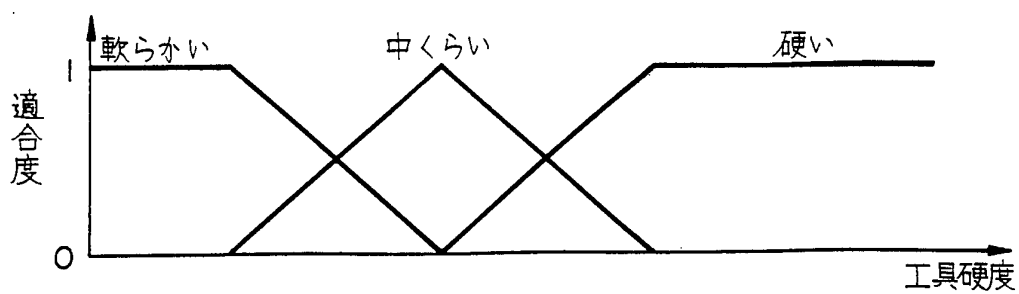
第19h 図



第19i 図

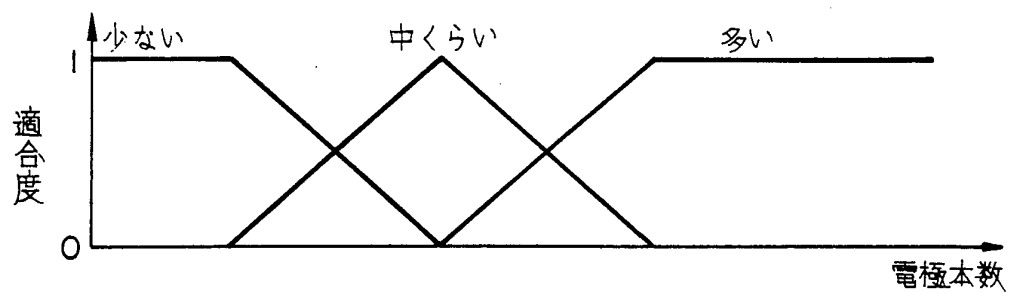


第19j 図

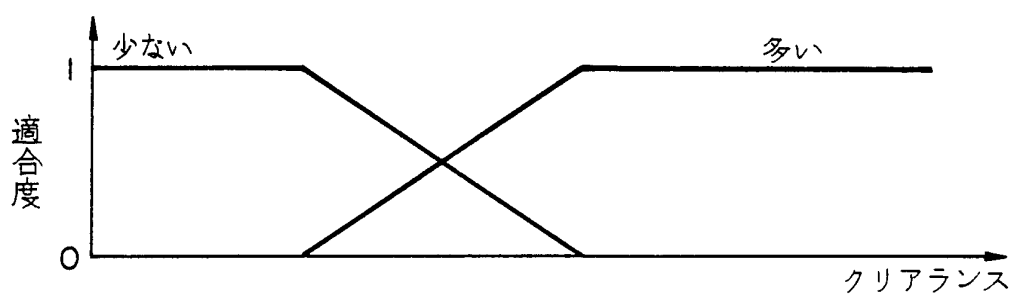


21/126

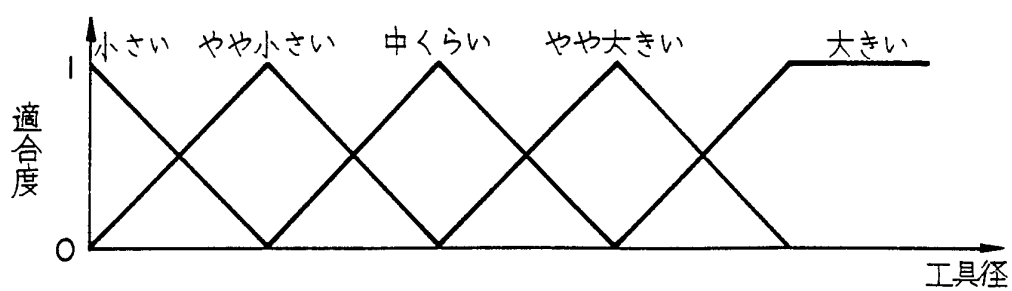
第19k図



第19l図



第19m図



2 2 / 1 2 6

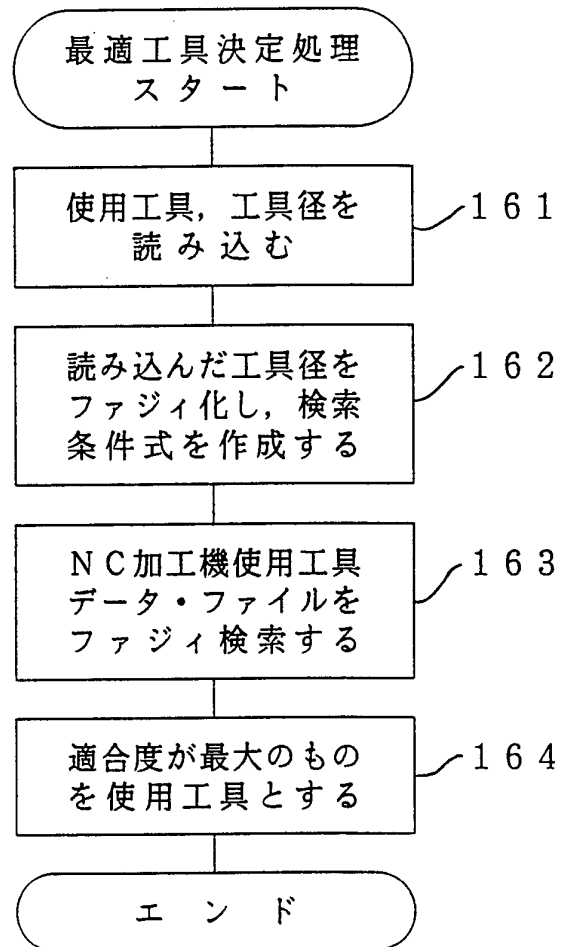
第 2 0 図

N C 加工機使用工具データ・ファイル

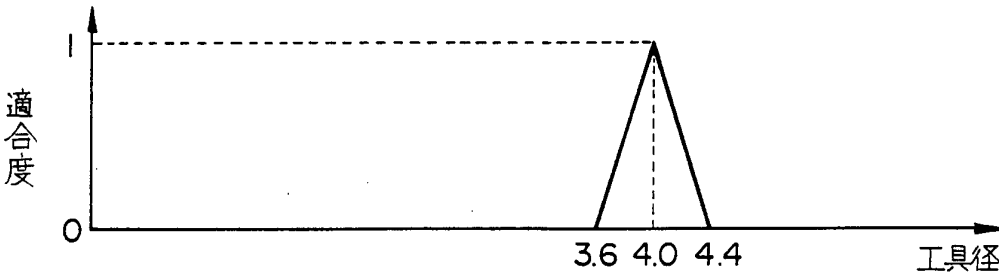
エ ン ド ミ ル					
工具名	工具番号	工 具 径 [mm]	工 具 長 [cm]	工具寿命 [時間]	工 具 値 段 [円]
エ ン ド ミ ル A	1	4	18	1500	6000
	2	4	12	200	4000
	3	4. 1	18	550	9000
	4	4. 2	22	850	15000
エ ン ド ミ ル B	1	4	19	500	8000
	2	6	21	1000	4000
	3	8	30	1200	3000
	4	9	32	3000	1000
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

2 3 / 1 2 6

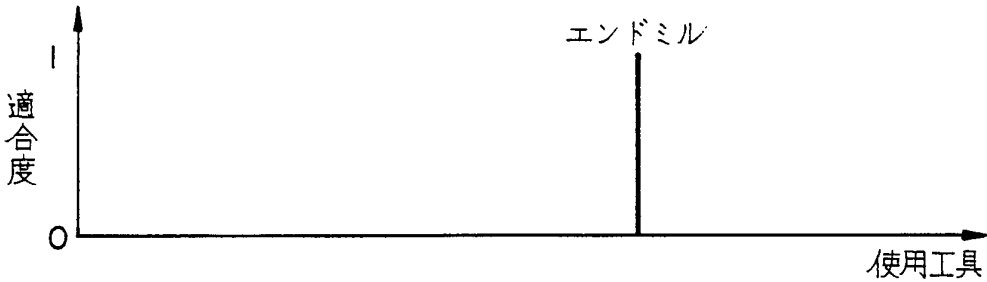
第 2 1 図



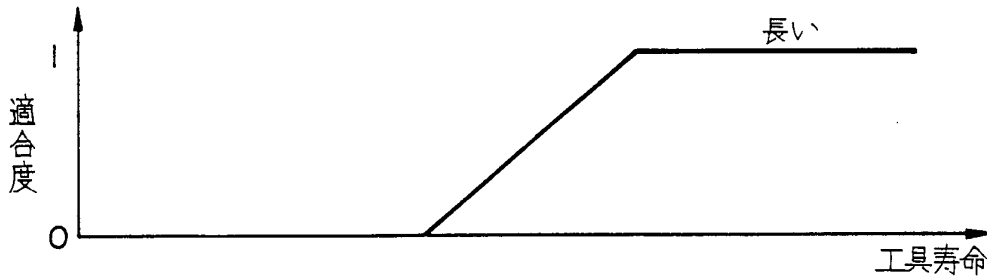
第22a図



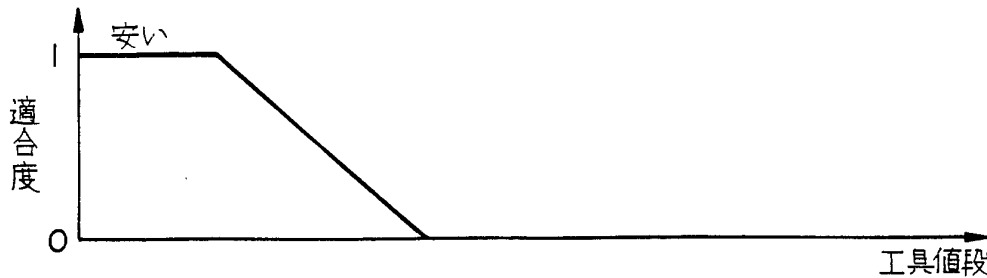
第22b図



第22c図



第22d図



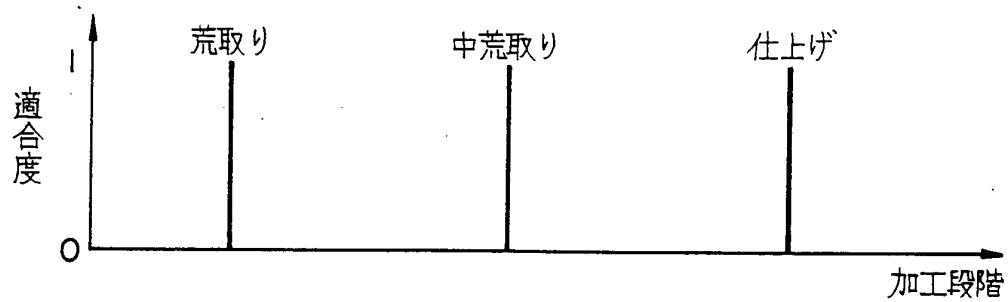
2 5 / 1 2 6

第 2 3 図

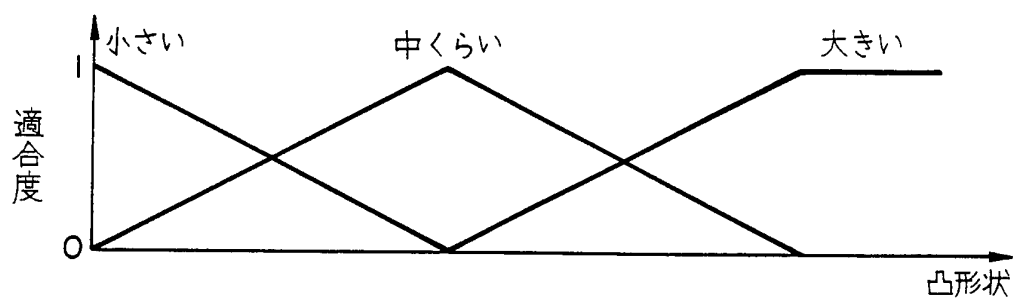
検 索 条 件 毎 の 適 合 度					適 合 度
工具名	工具番号	工 具 径	工具寿命	工具値段	
エンドミル A	1	1. 0	0. 9	0. 8	0. 9
	2	1. 0	0. 0	1. 0	0. 0
	3	0. 7 5	0. 2	0. 5	0. 4 8
	4	0. 5	0. 5	0. 1	0. 3 7
エンドミル B	1	1. 0	0. 0	0. 4	0. 0
	2	0. 0	0. 6	1. 0	0. 0
	3	0. 0	0. 8	1. 0	0. 0
	4	0. 0	1. 0	1. 0	0. 0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

26/126

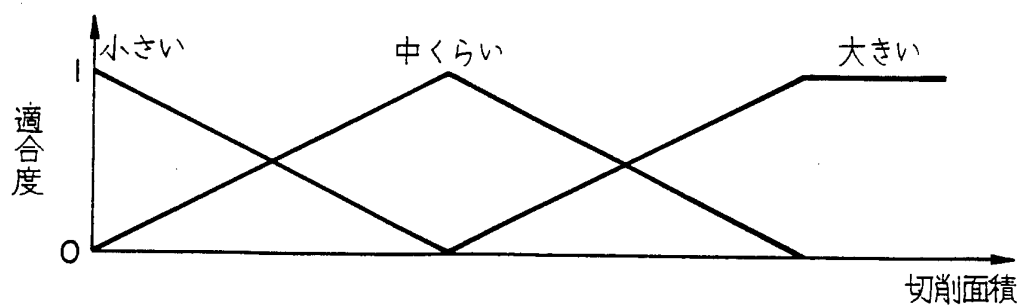
第24a図



第24b図

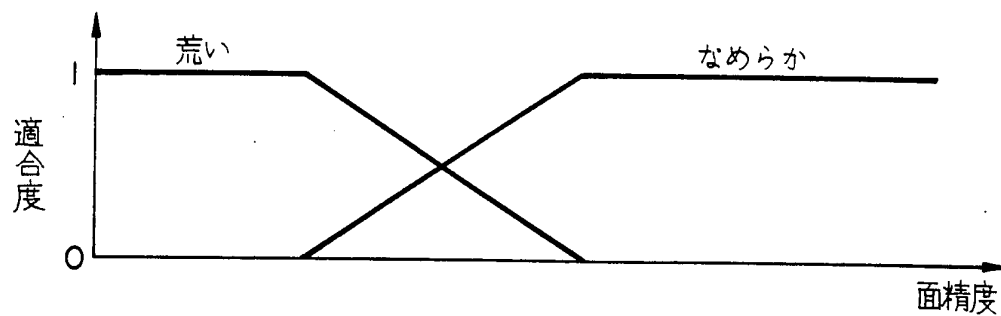


第24c図

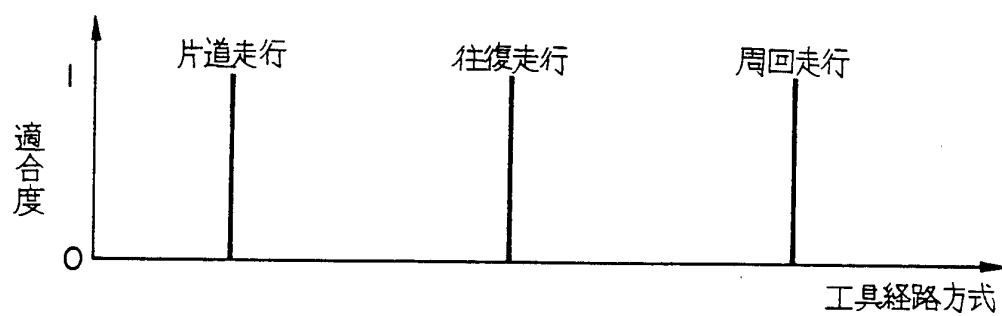


27/126

第24d図

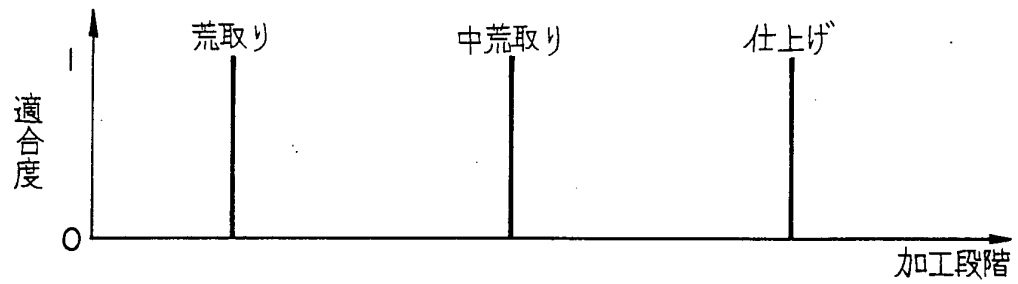


第24e図

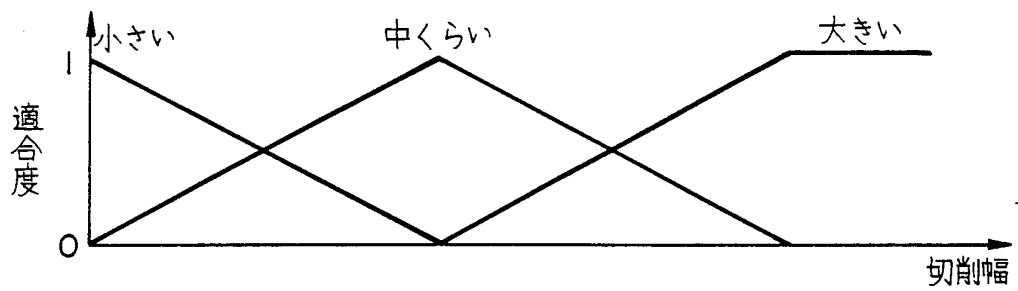


28/126

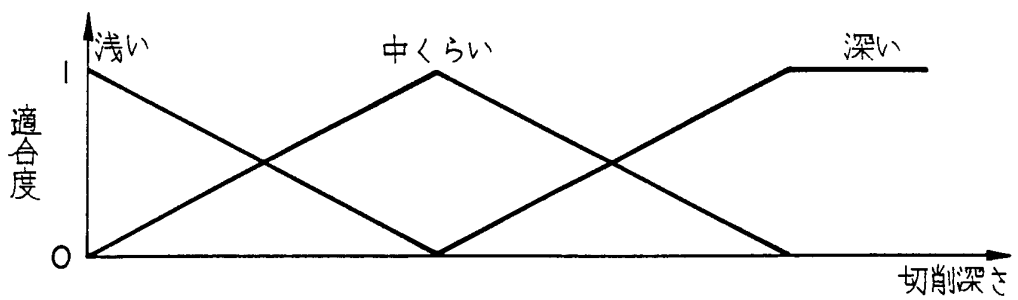
第25a図



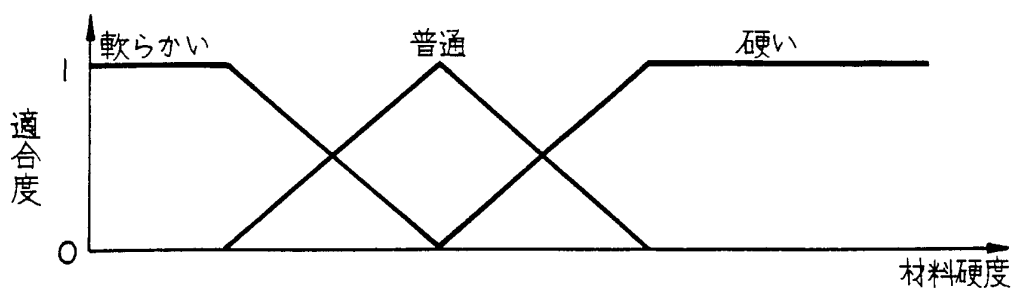
第25b図



第25c図

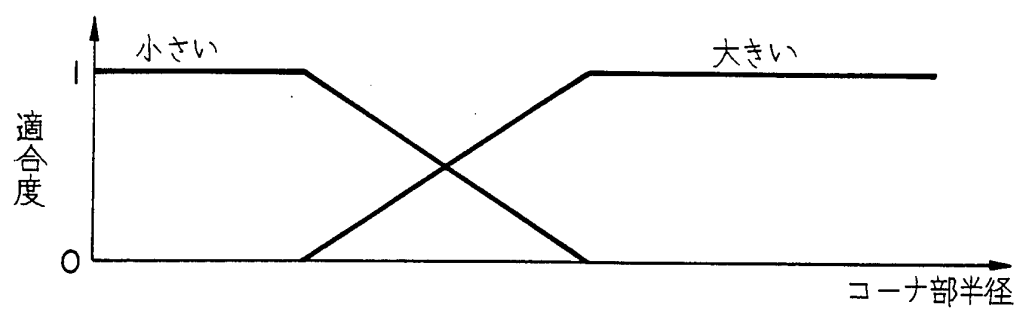


第25d図

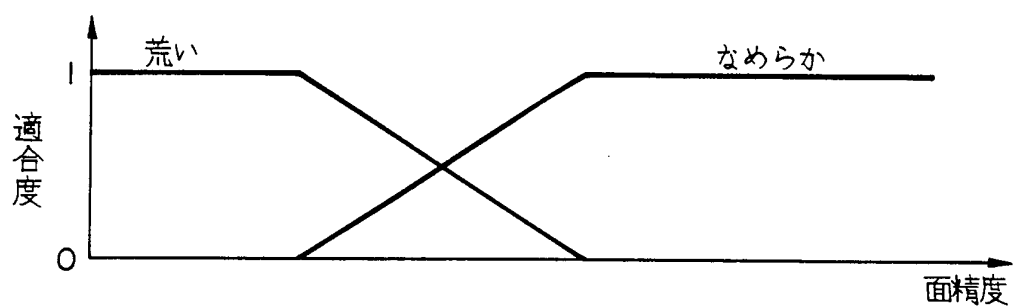


29/126

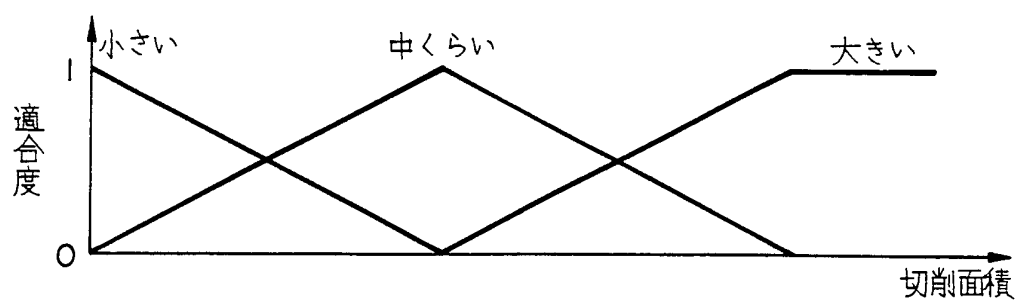
第25e図



第25f図

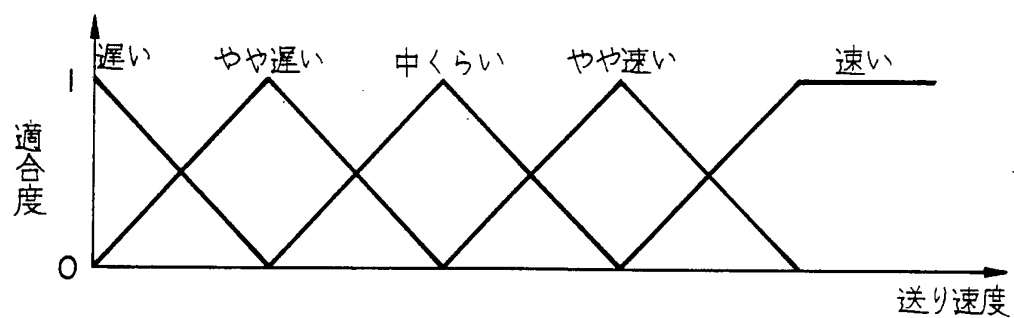


第25g図

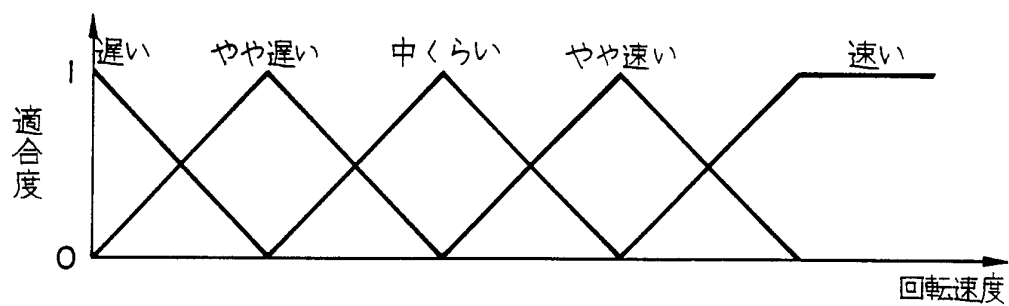


30/126

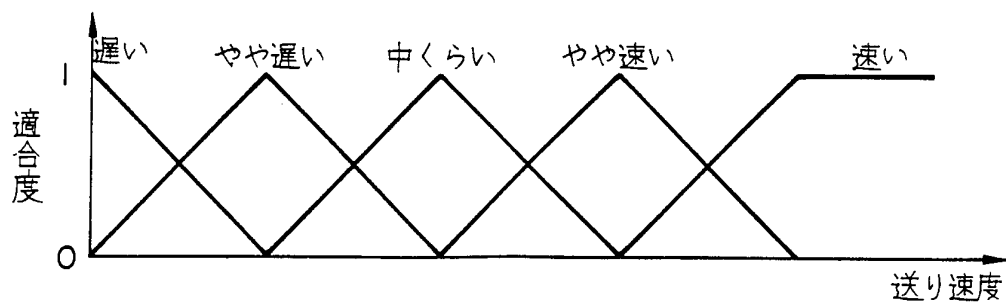
第25h図



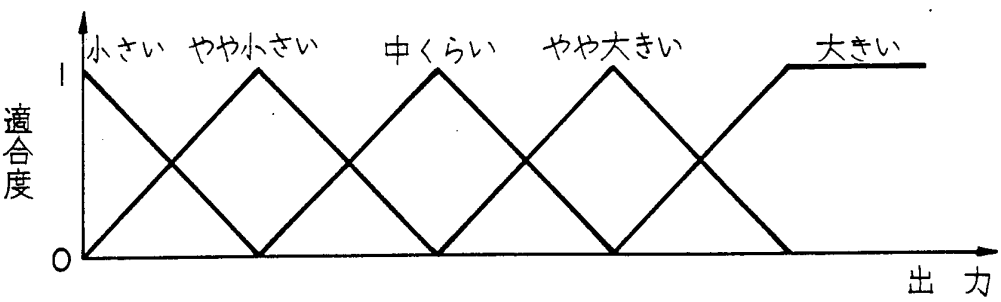
第25i図



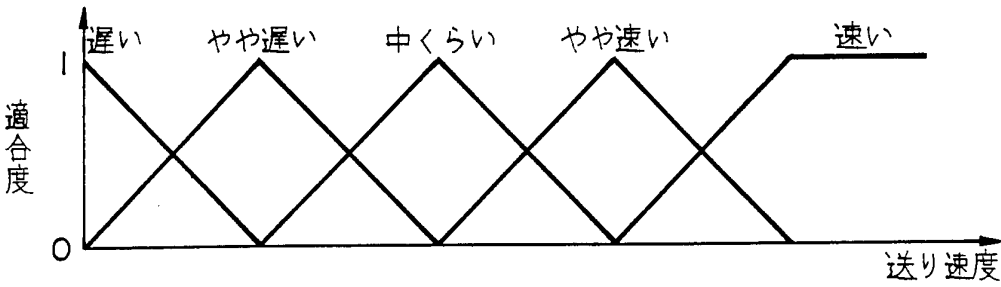
第25j図



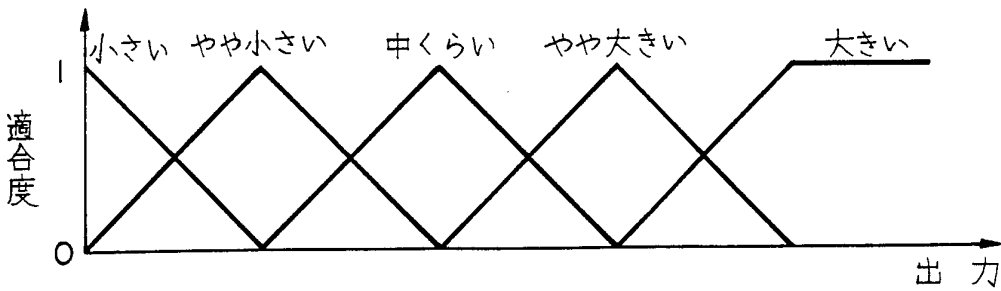
第25k図



第25l図



第25m図



3 2 / 1 2 6

第 26 図

最適加工情報

使用工具情報	工 具 名	エンドミル A 1
	工具径 [mm]	4
	工具長 [cm]	1 8
工具経路方式情報	片 道 走 行	
加工条件情報	送り速度 [mm/sec]	1 0
	回転速度 [rpm]	3 0 0 0

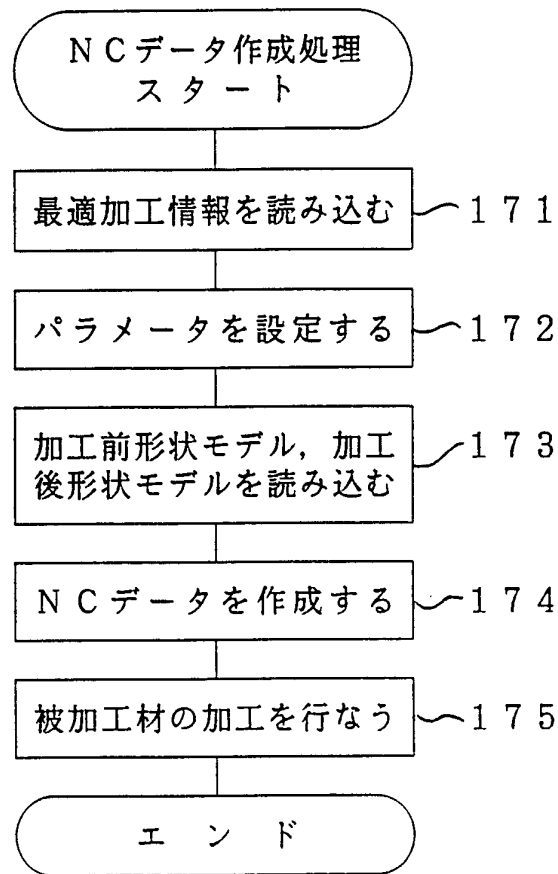
第 28 図

工作機械パラメータ

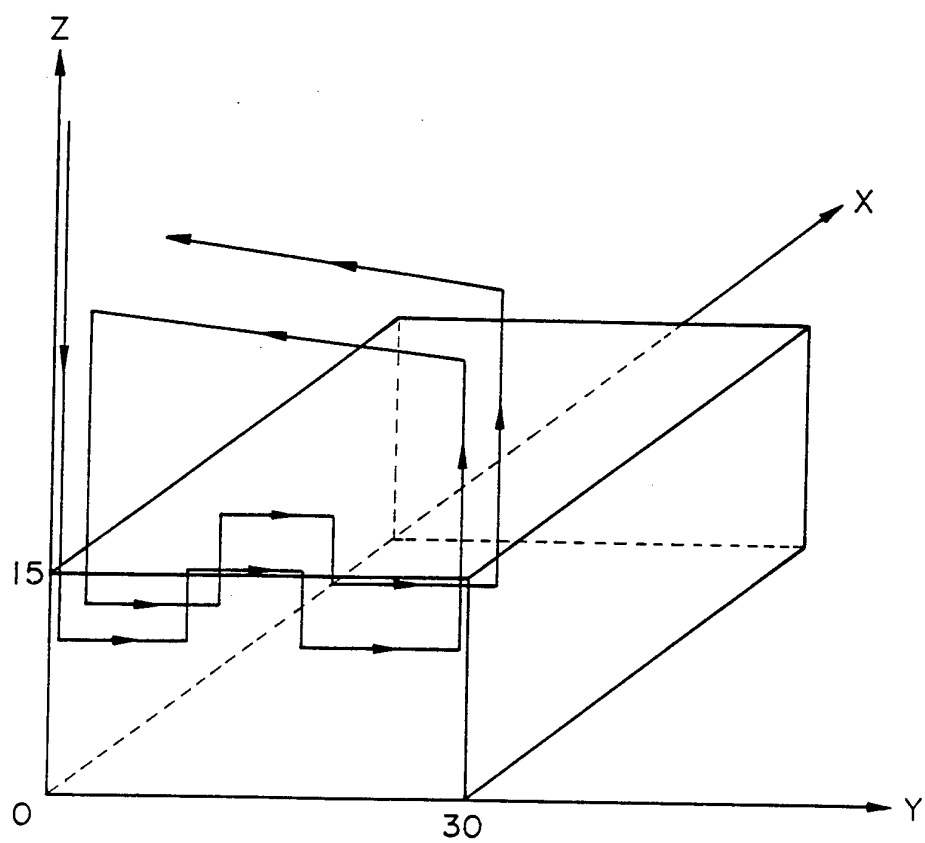
初 期 工 具 位 置	X = 0, Y = 0, Z = 1 0 0
工具移動高さ (逃げ)	Z = 9 0
工 具 移 動 距 離	$\Delta x = 5, \Delta y = 5, \Delta z = 5$
加工前形状モデル	b k. d a t
加工後形状モデル	a k. d a t
加 工 機 名	OM1

3 3 / 1 2 6

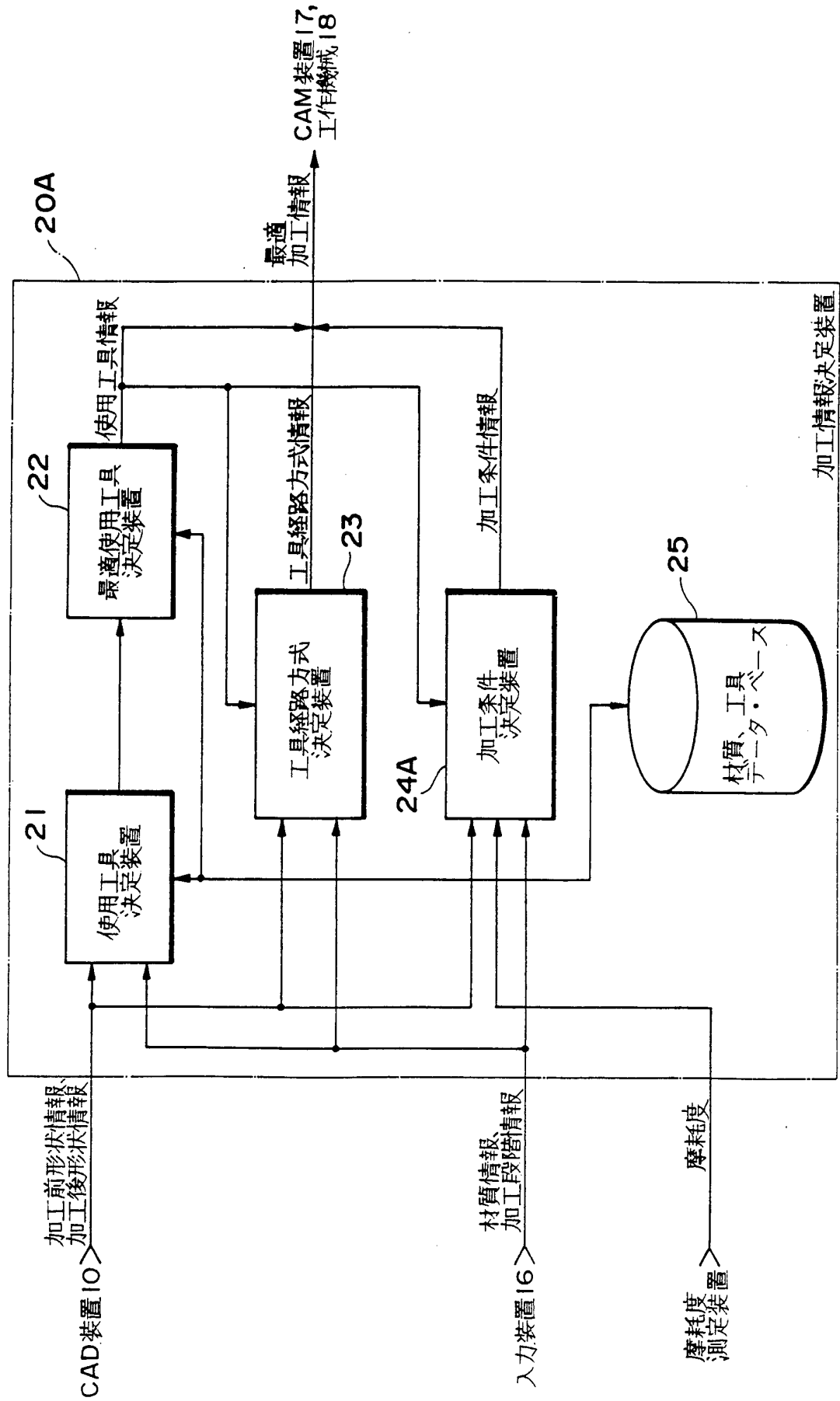
第 2 7 図



第 29 図

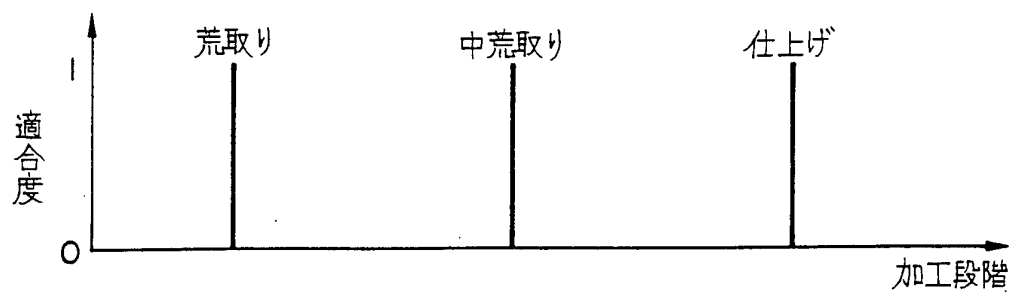


第 30 図

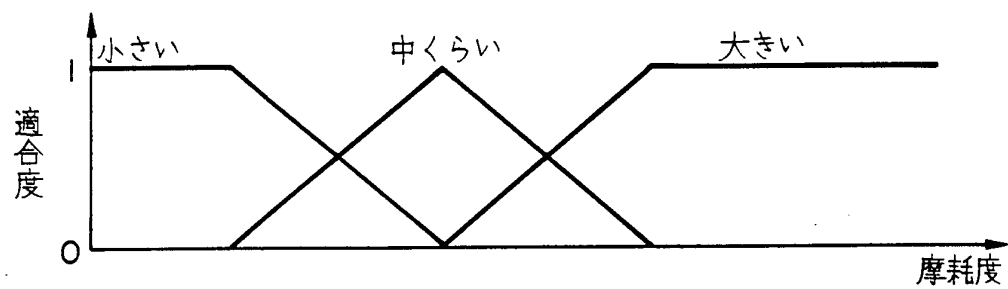


36/126

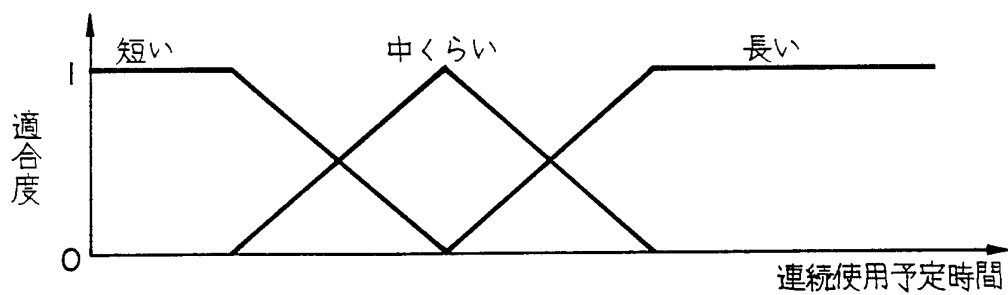
第31a図



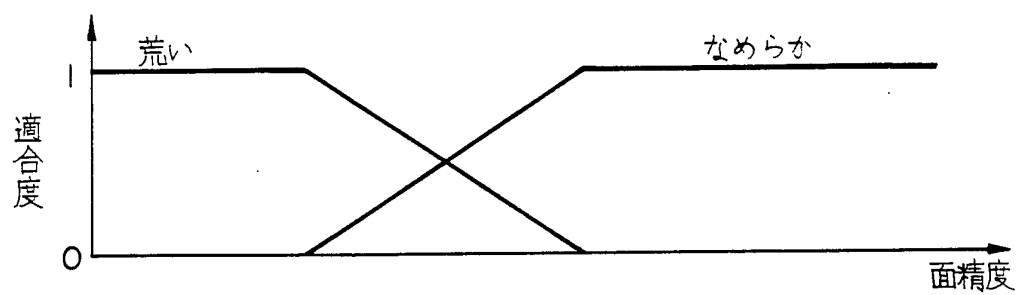
第31b図



第31c図

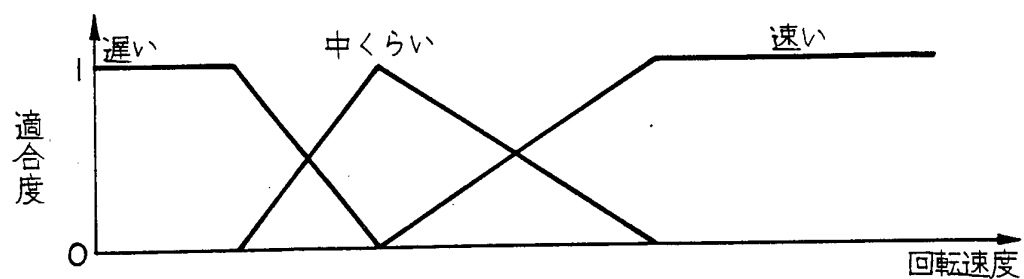


第31d図

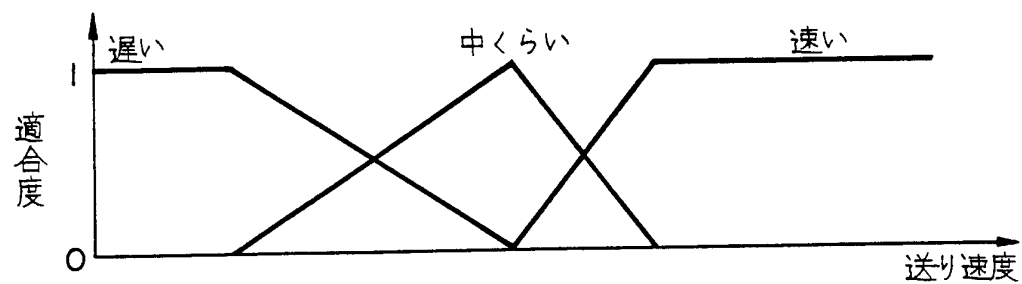


37/126

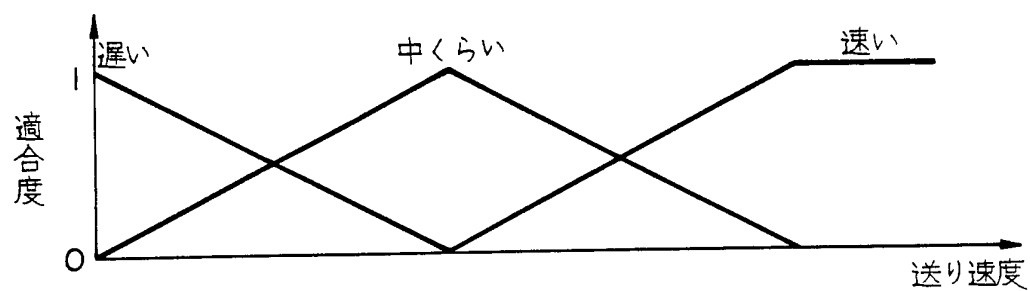
第31e図



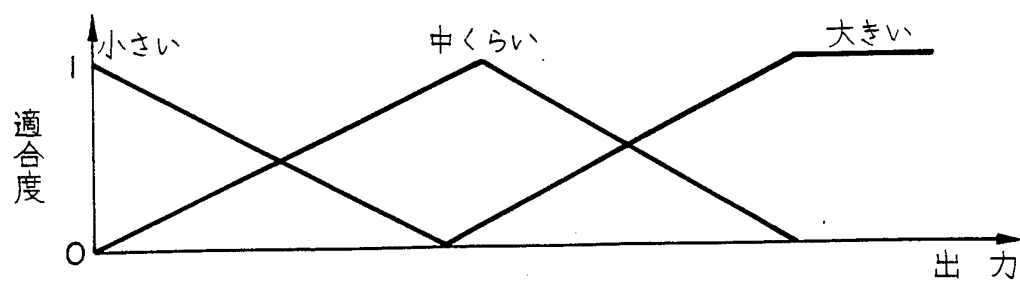
第31f図



第31g図

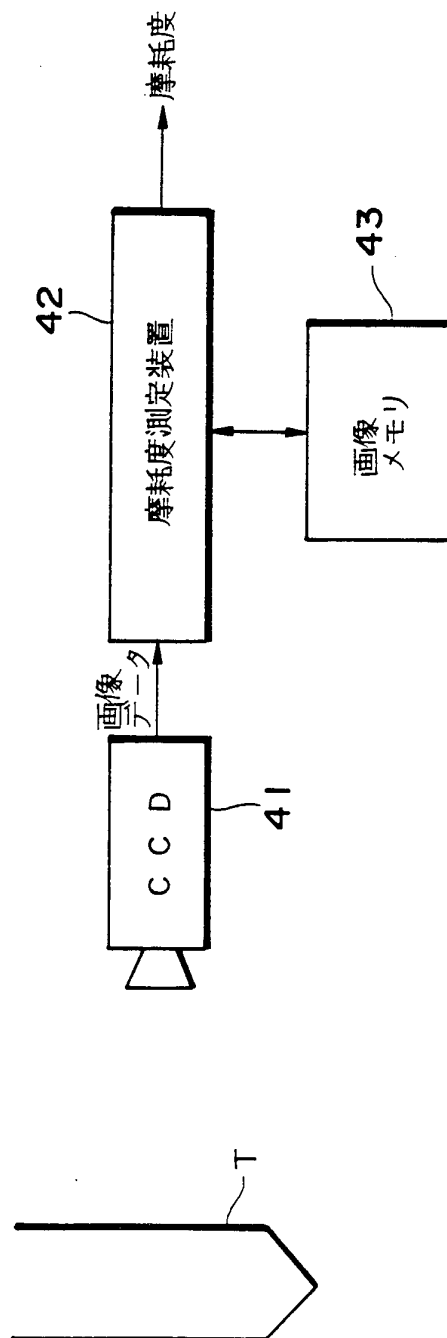


第31h図



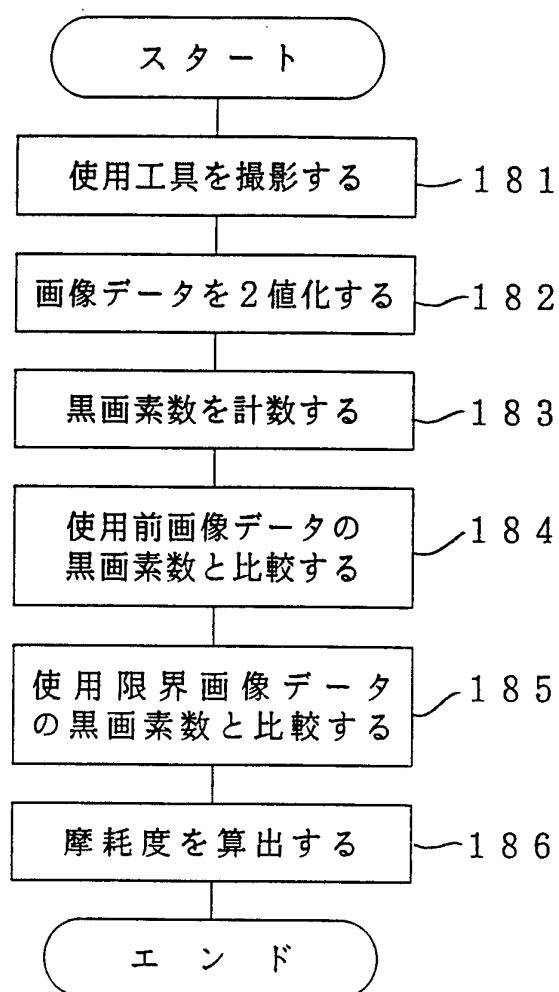
38/126

第 32 図



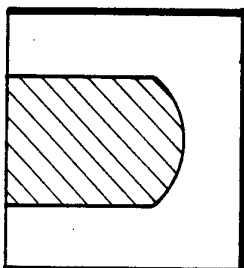
39 / 126

第 33 図

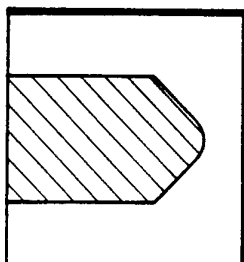


40/126

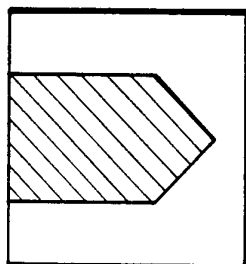
第34c図



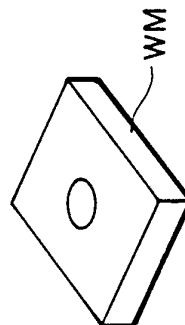
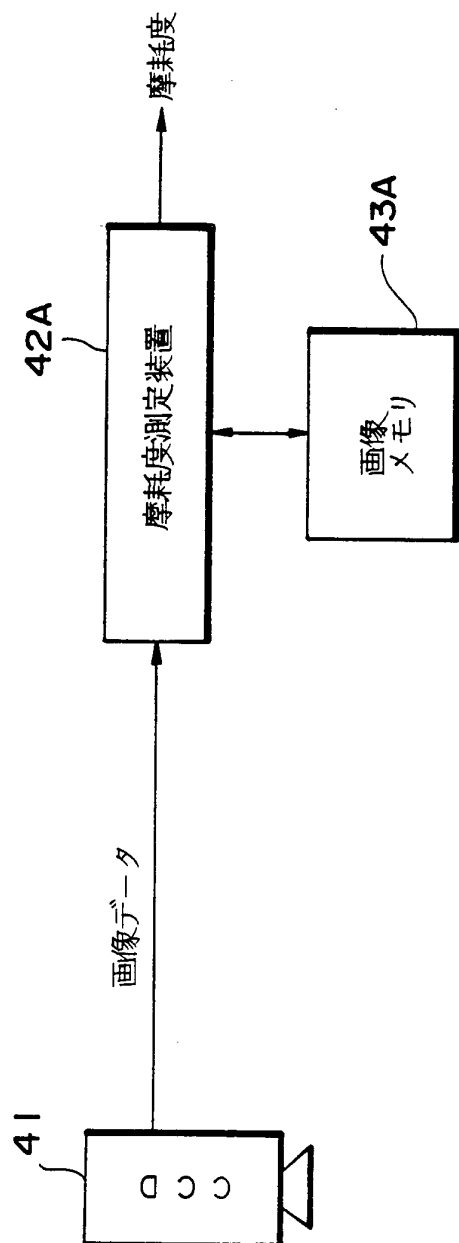
第34b図



第34a図

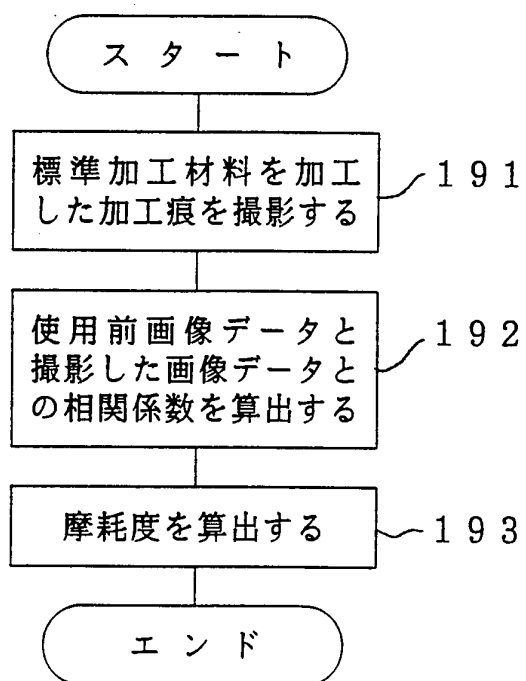


第 35 図



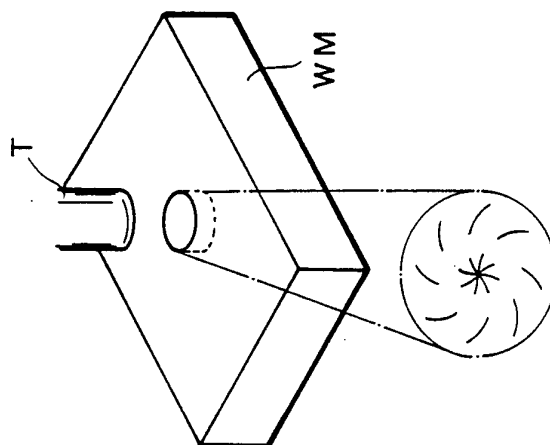
42 / 126

第 36 図

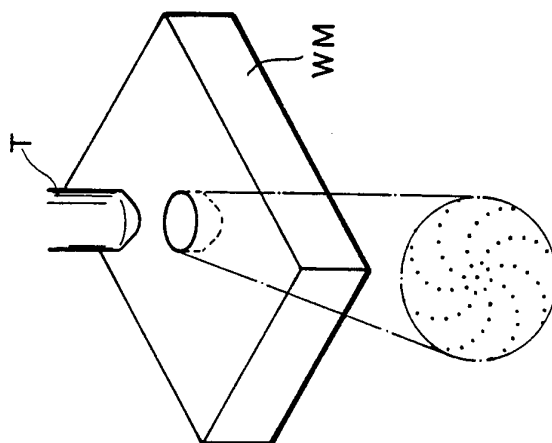


43/126

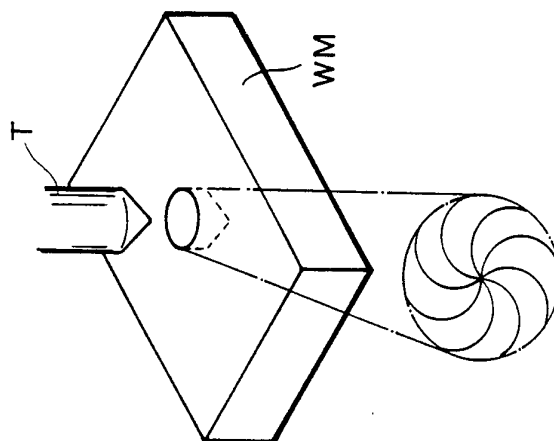
第37c図



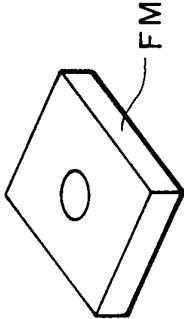
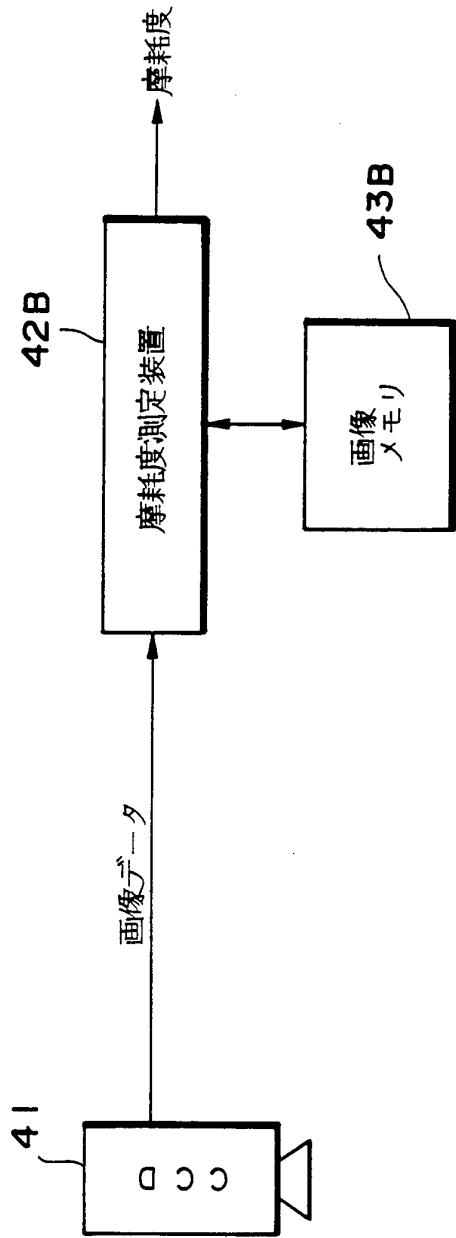
第37b図



第37a図

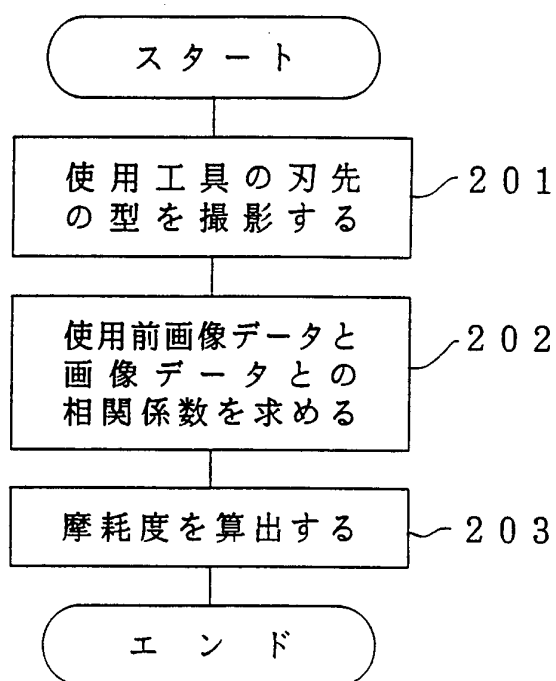


第 38 図



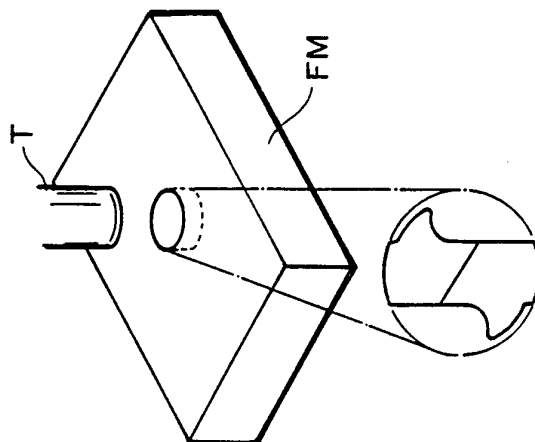
45 / 126

第 39 図

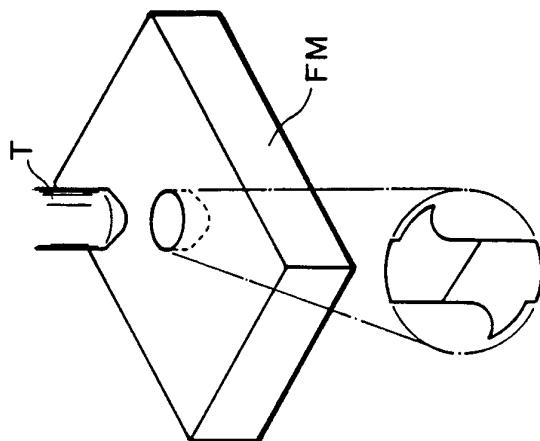


46/126

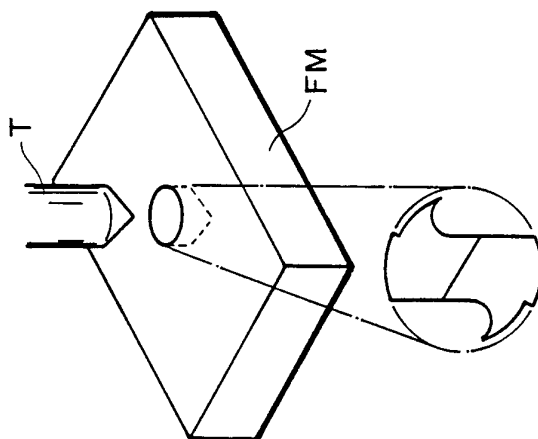
第40c図



第40b図

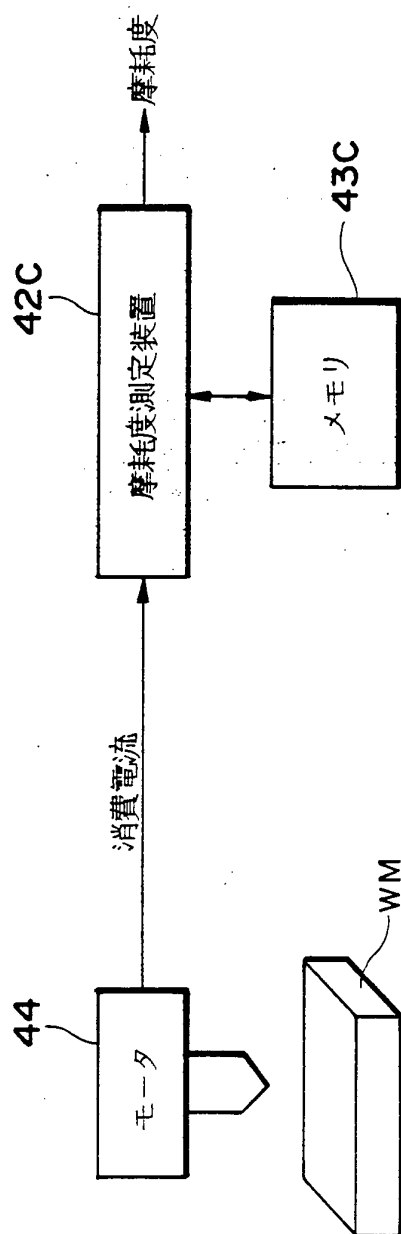


第40a図



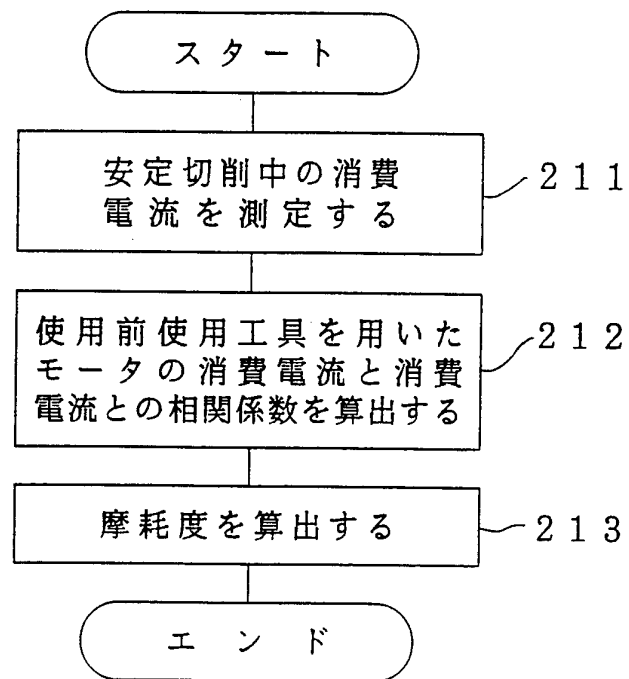
47/126

第41図

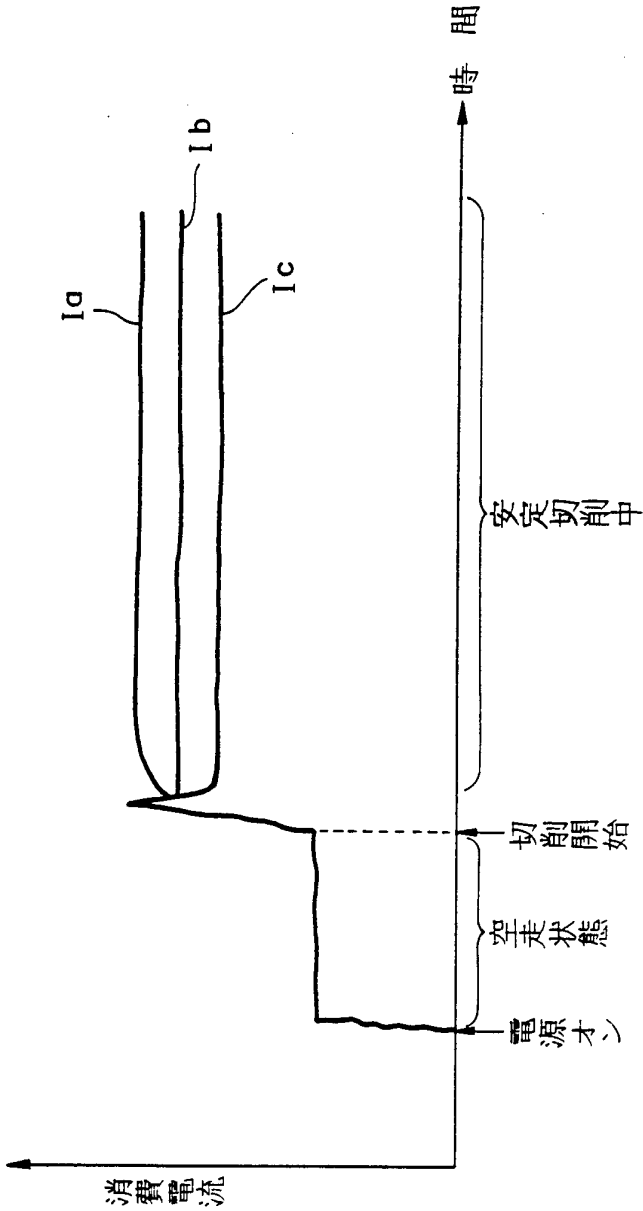


48 / 126

第 42 図

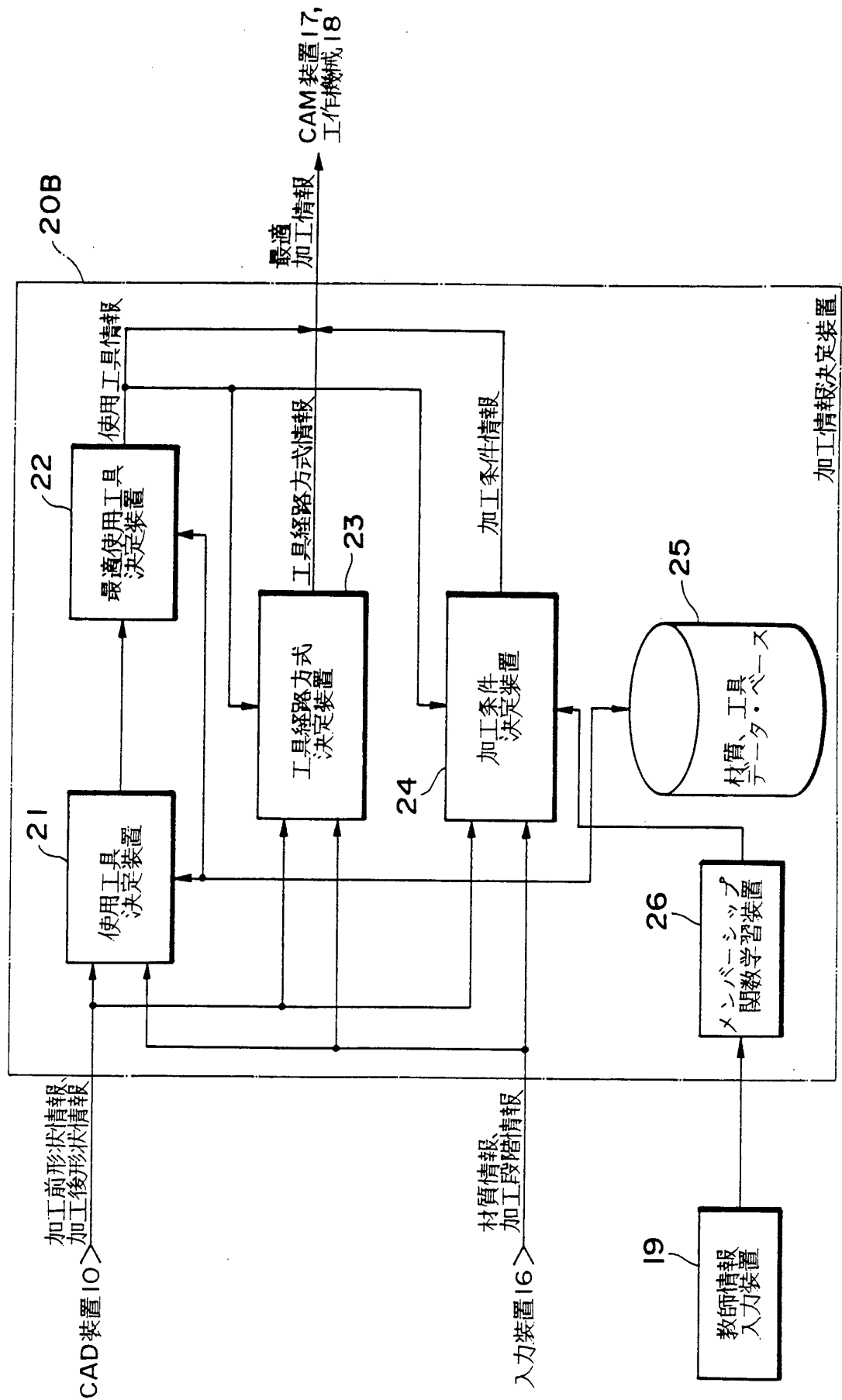


第 43 図



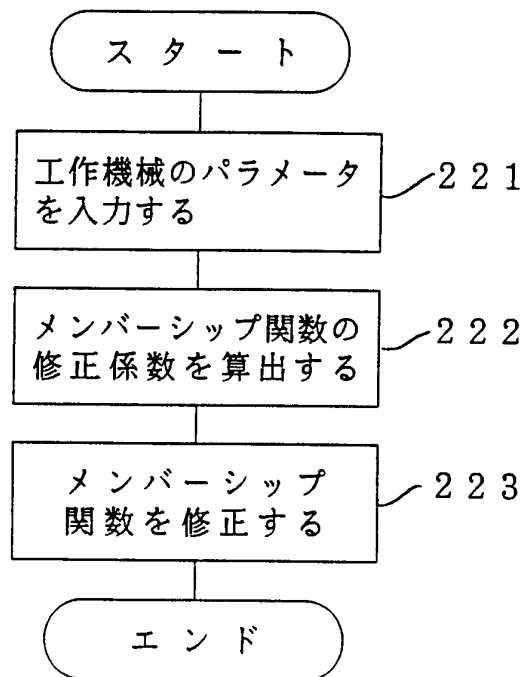
50/126

第 44 図



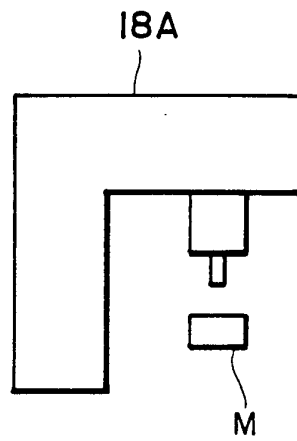
5 1 / 1 2 6

第 4 5 図

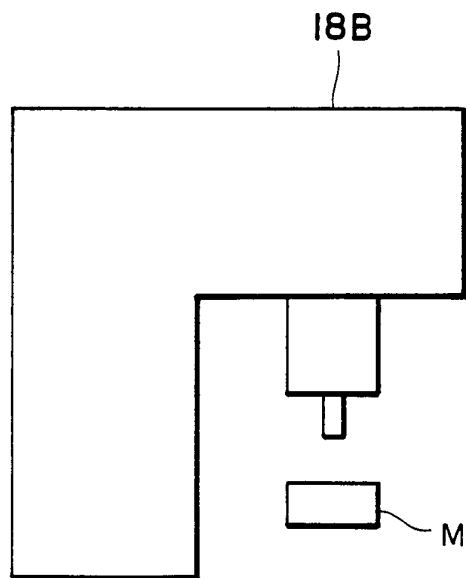


52/126

第46a図

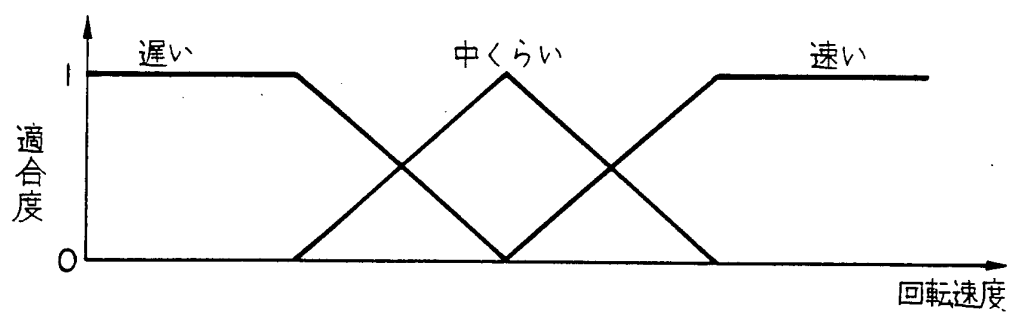


第46b図

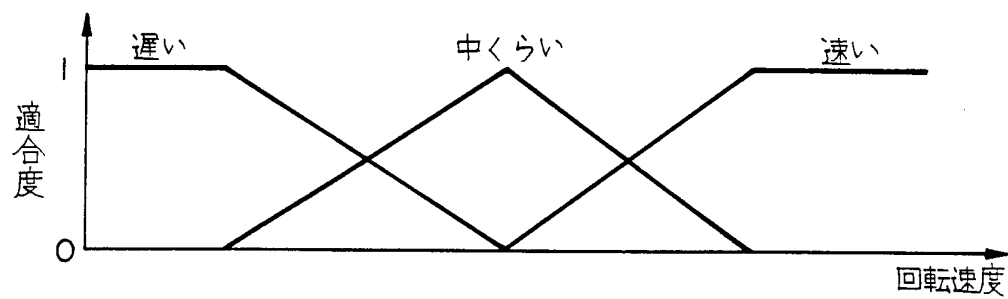


53/126

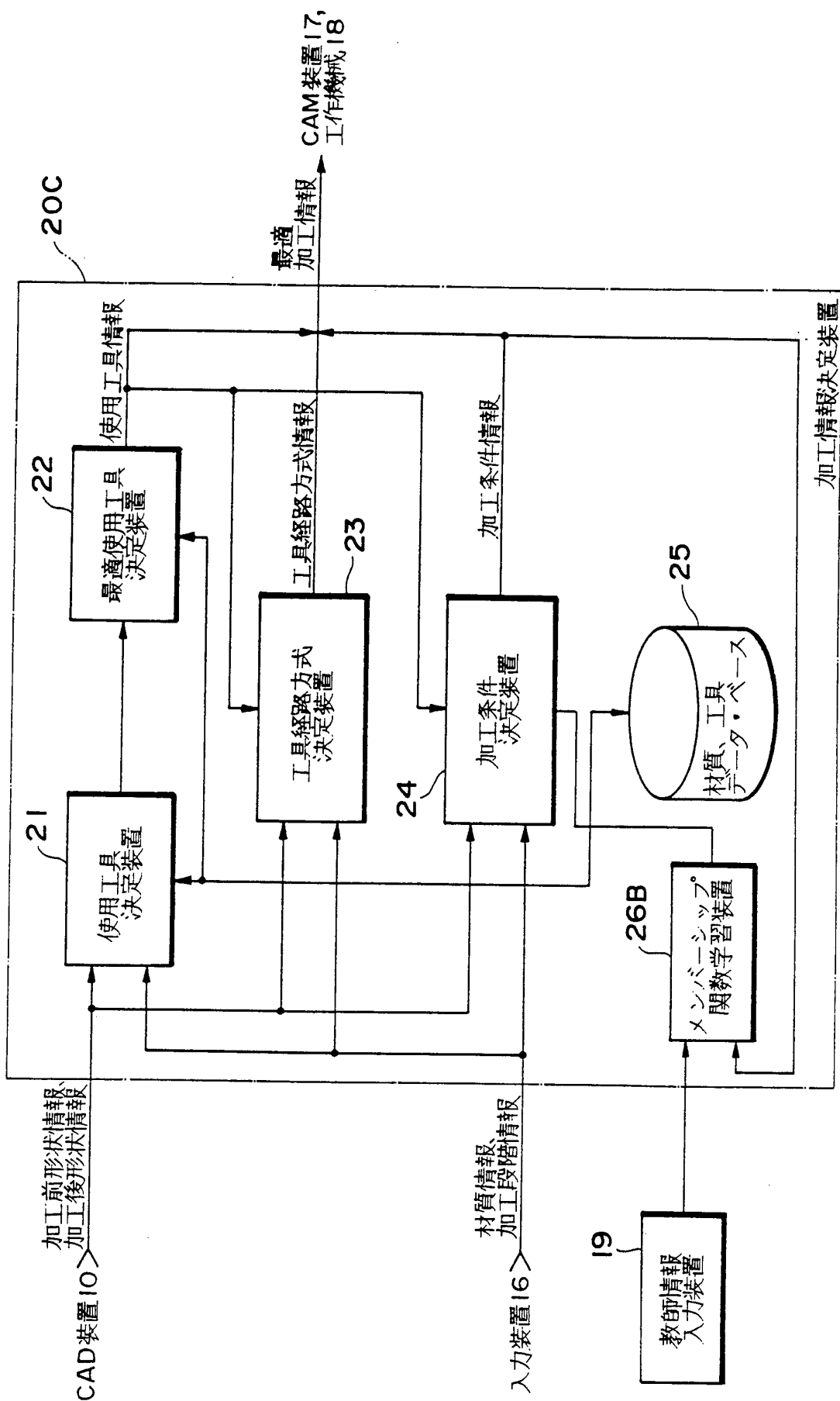
第 47a 図



第 47b 図

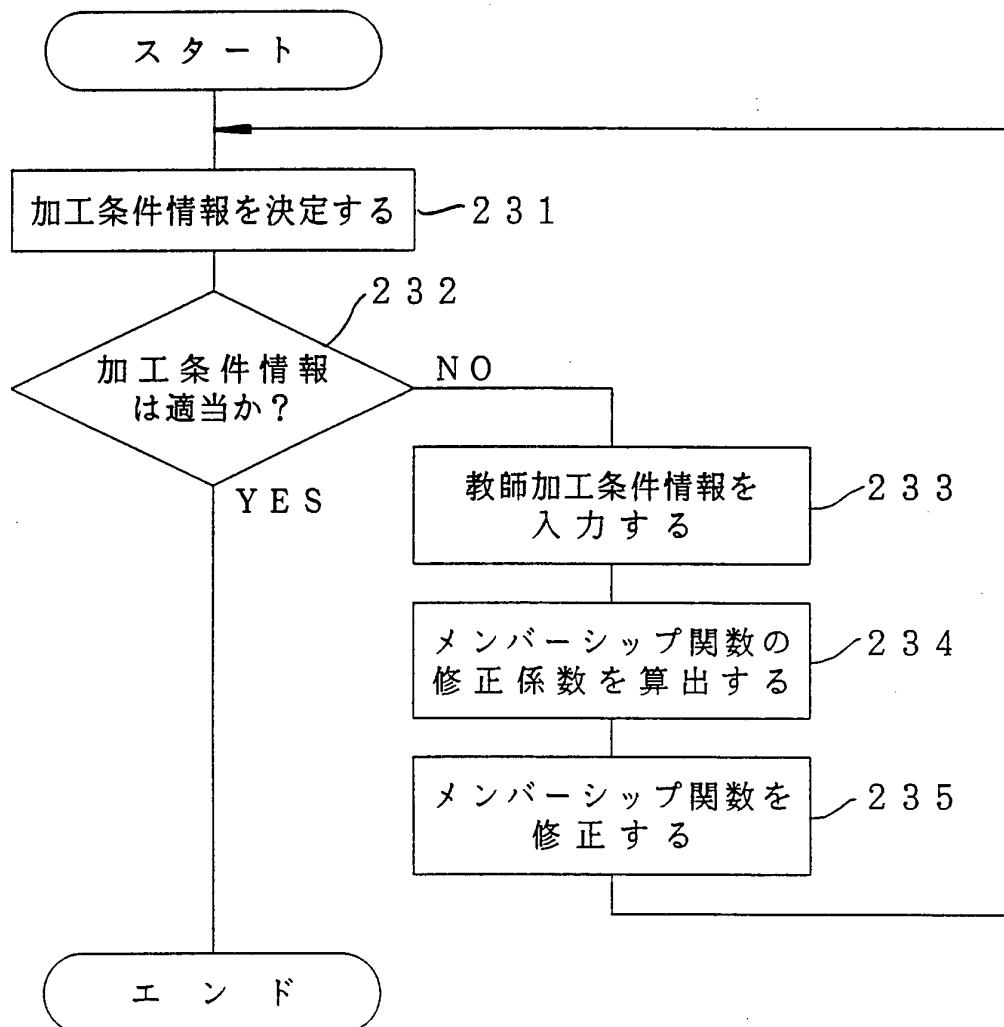


第 48 図



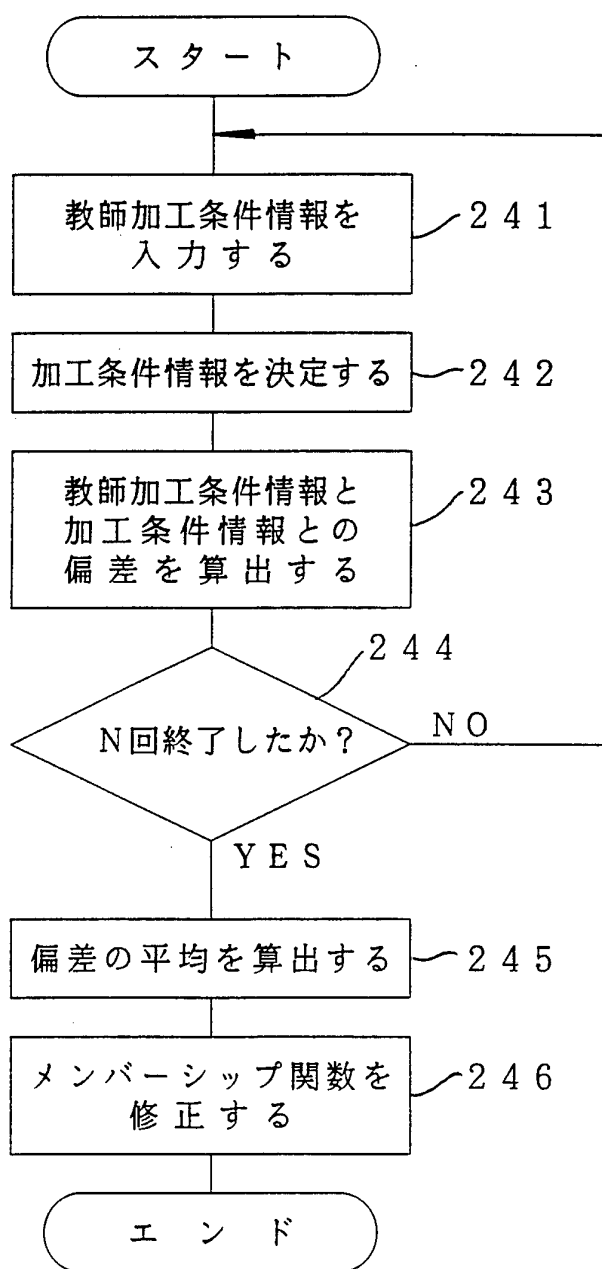
5 5 / 1 2 6

第 4 9 図

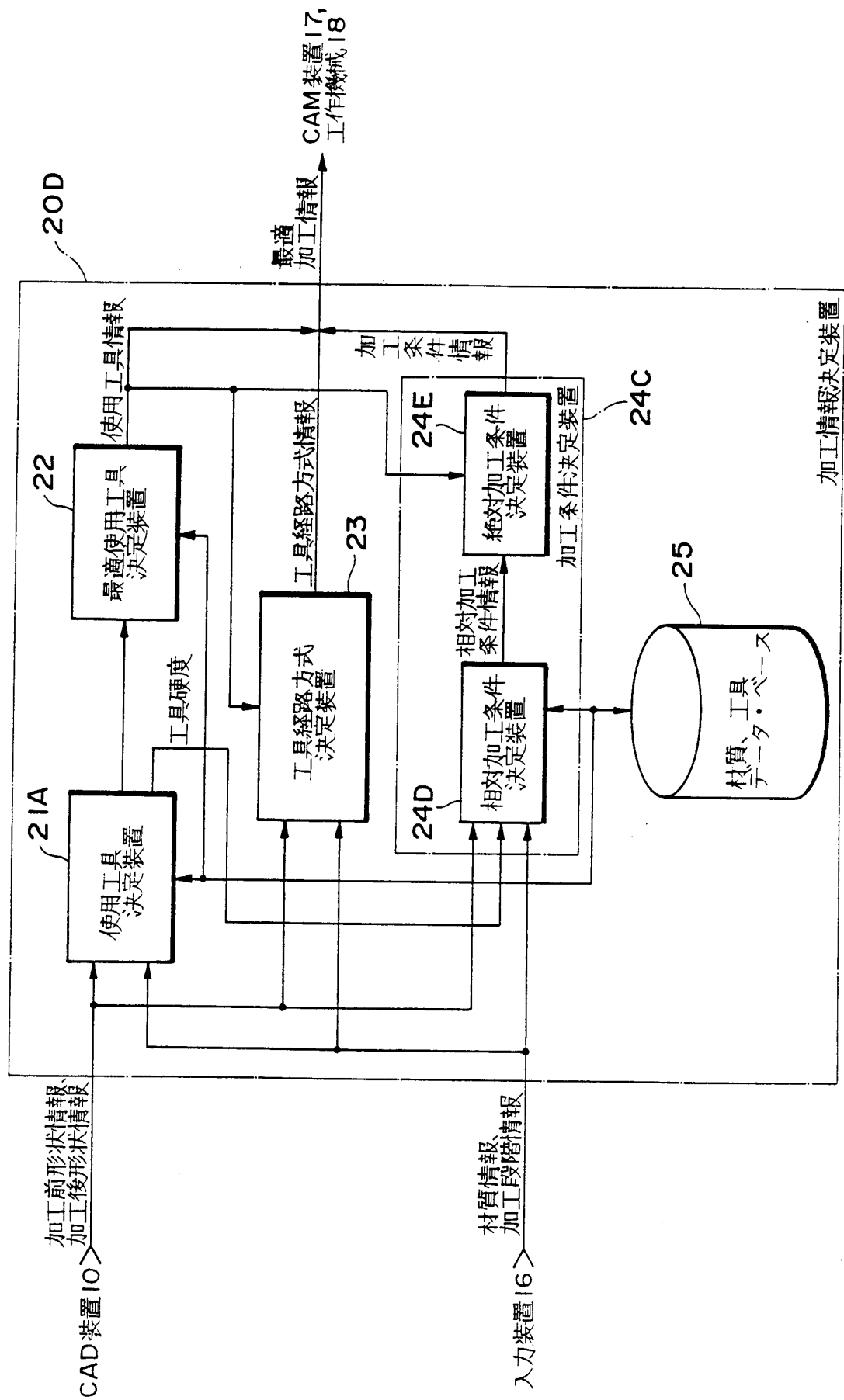


5 6 / 1 2 6

第 5 0 図

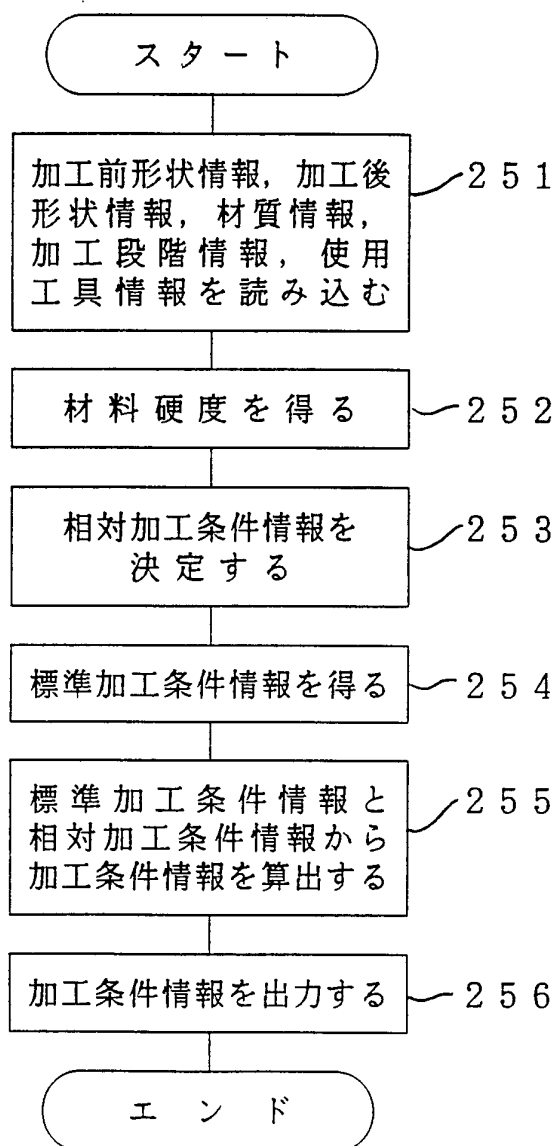


第 51 図



5 8 / 1 2 6

第 5 2 図



59 / 126

第 53 a 図

標準加工条件情報

工 具 径 〔mm〕	材料材質	加工段階	送り速度標準値 〔mm／sec〕	回転速度標準値 〔rpm〕
4	鉄	荒 取 り	10	3000
1.5	アルミニウム	中荒取り	8	3000
6	ベークライト	中荒取り	20	6000
8	鉄	荒 取 り	10	3000
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

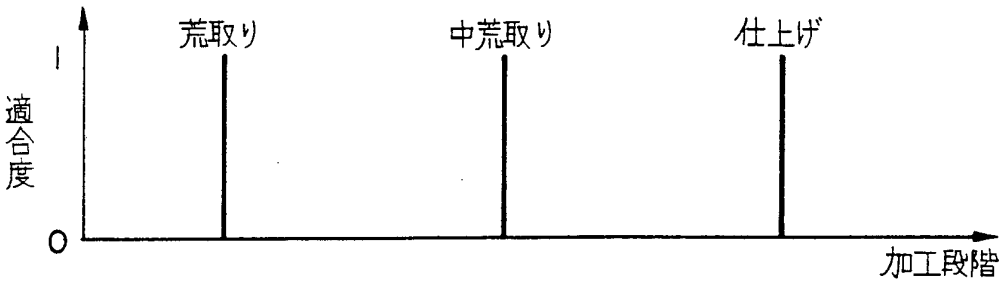
60/126

第 53b 図

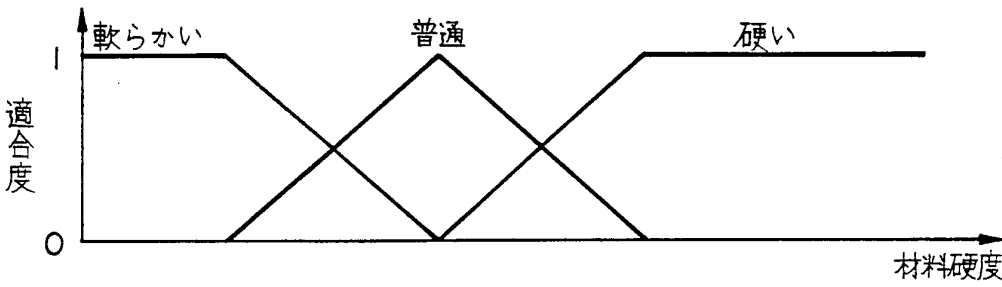
標準加工条件情報

工 具 径 (mm)	材料材質	面 精 度	送り速度標準値 (mm/sec)	回転速度標準値 (rpm)
4	鉄	荒い	5	1000
1.5	アルミニウム	なめらか	8	3000
6	ベークライト	荒い	20	6000
8	鉄	なめらか	10	3000
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

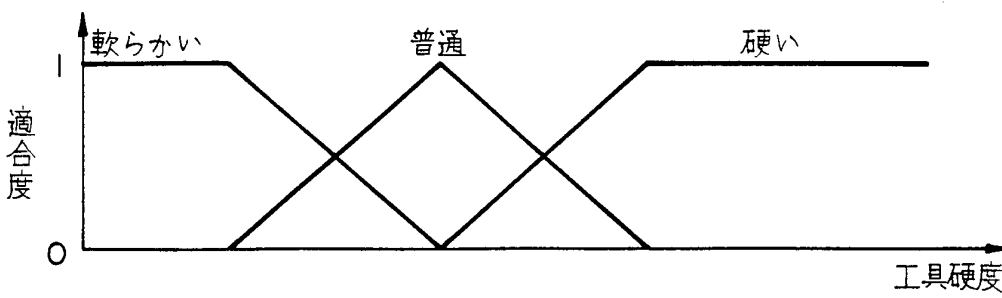
第54a図



第54b図

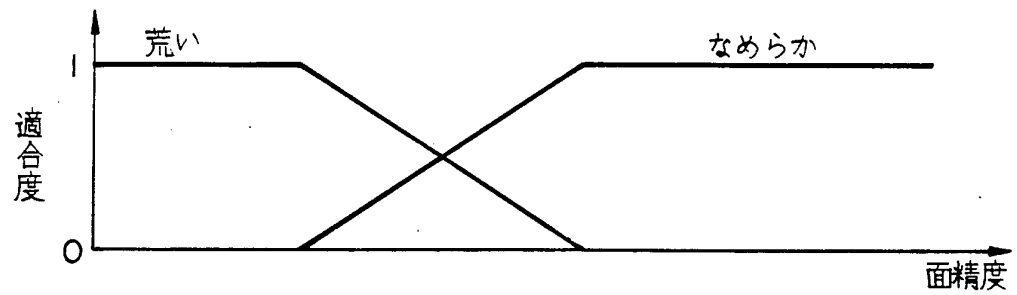


第54c図

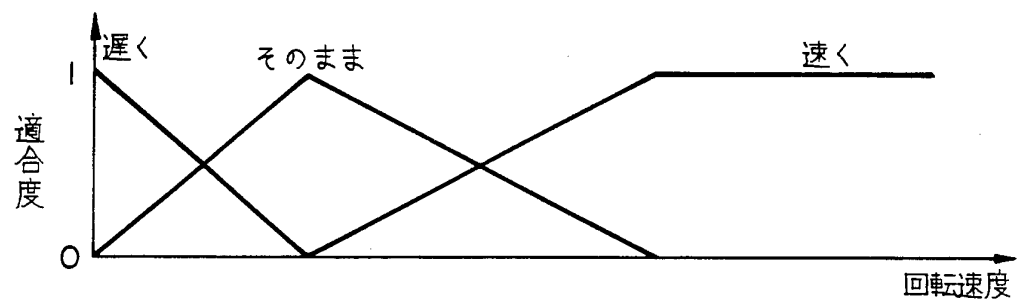


62/126

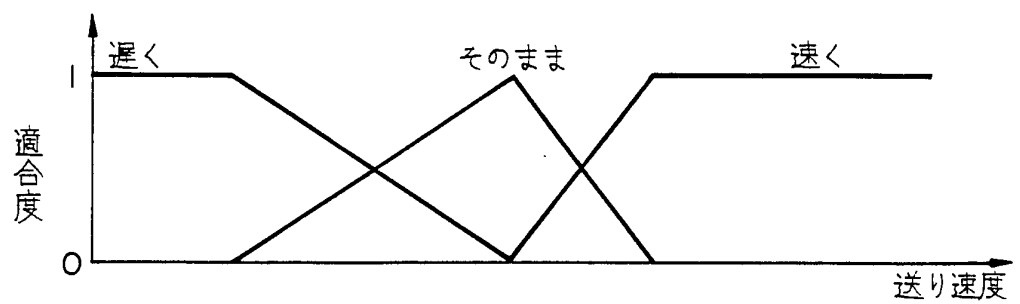
第54d図



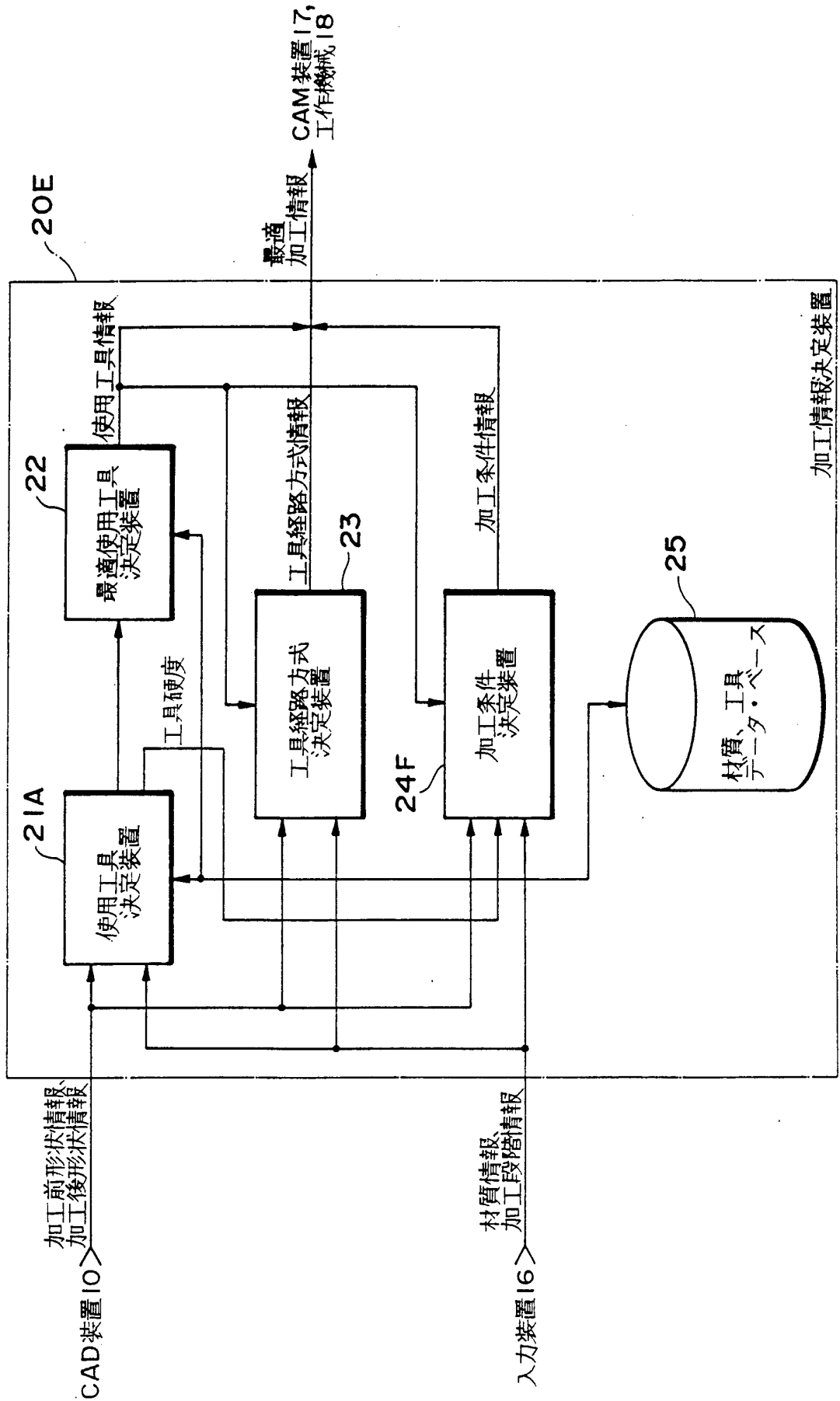
第54e図



第54f図

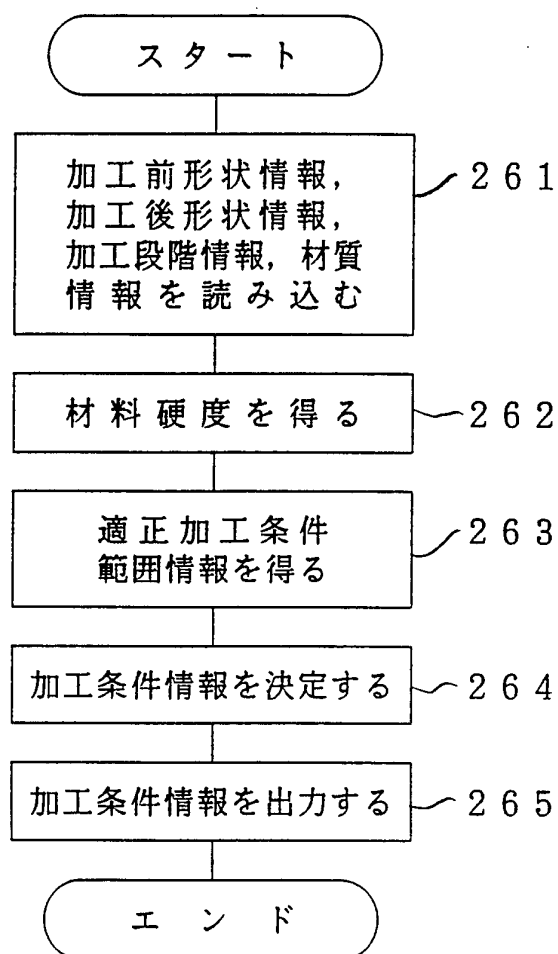


第 55 図



6 4 / 1 2 6

第 5 6 図



6 5 / 1 2 6

第 5 7 a 図

適正加工条件範囲情報

工具径 (mm)	材料材質	加工段階	送り速度 (mm/sec)		回転速度 (rpm)	
			最小値	最大値	最小値	最大値
4	鉄	荒取り	8	13	2500	3500
1. 5	アルミニウム	中荒取り	5	11	2500	3500
6	ベークライト	中荒取り	15	25	5000	7000
8	鉄	荒取り	8	13	2500	3500
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

6 6 / 1 2 6

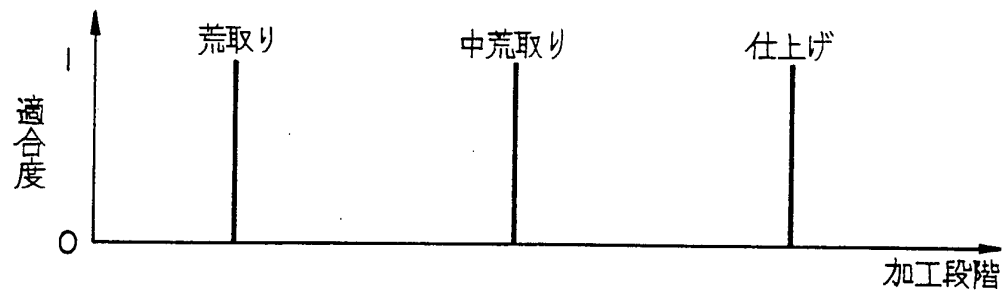
第 5 7 b 図

適正加工条件範囲情報報

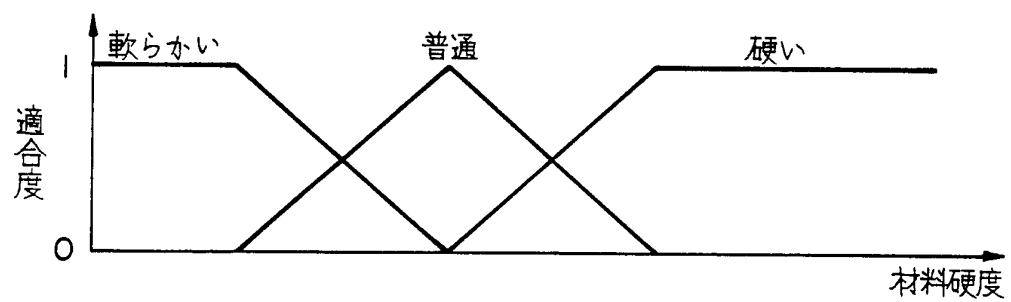
工具径 〔mm〕	材料材質	面 精 度	送り速度〔mm/sec〕		回転速度〔rpm〕	
			最 小 値	最 大 値	最 小 値	最 大 値
1	鉄	荒い	3	7	700	1300
1.5	アルミニウム	なめらか	5	11	2500	3500
6	ペークライト	荒い	15	25	5000	7000
8	鉄	なめらか	8	13	2500	3500
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴

67/126

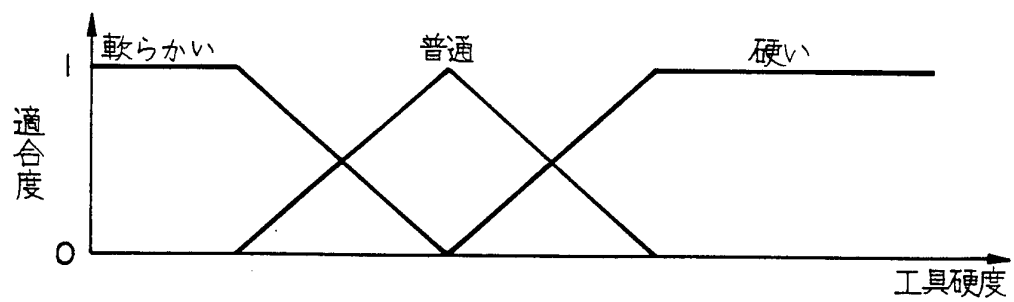
第58a図



第58b図

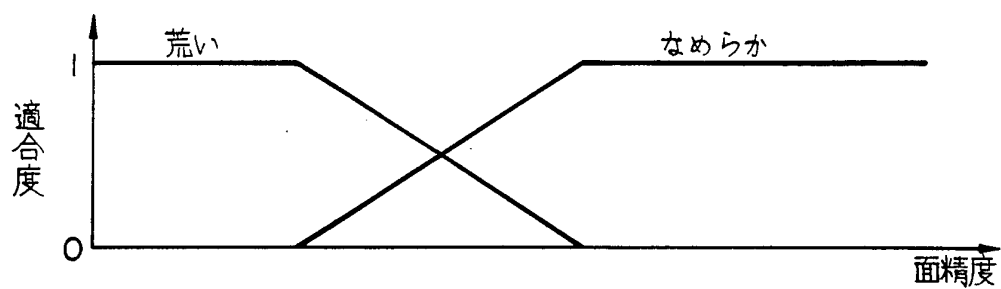


第58c図

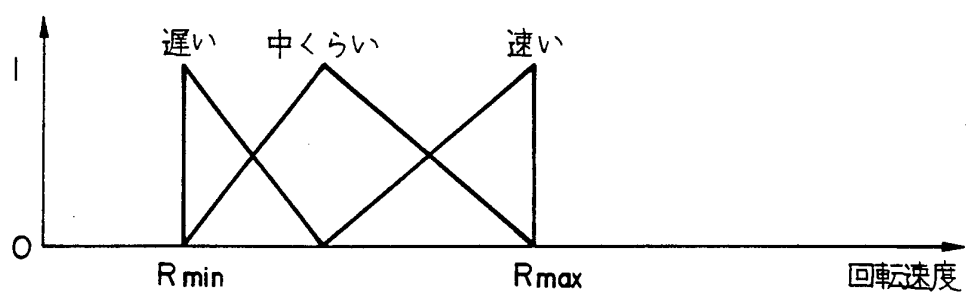


68/126

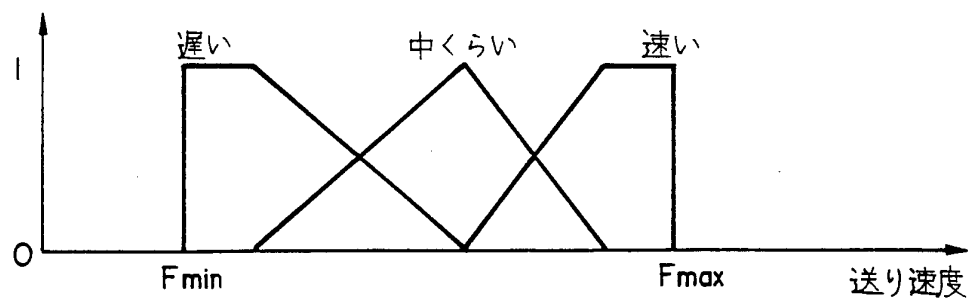
第58d図



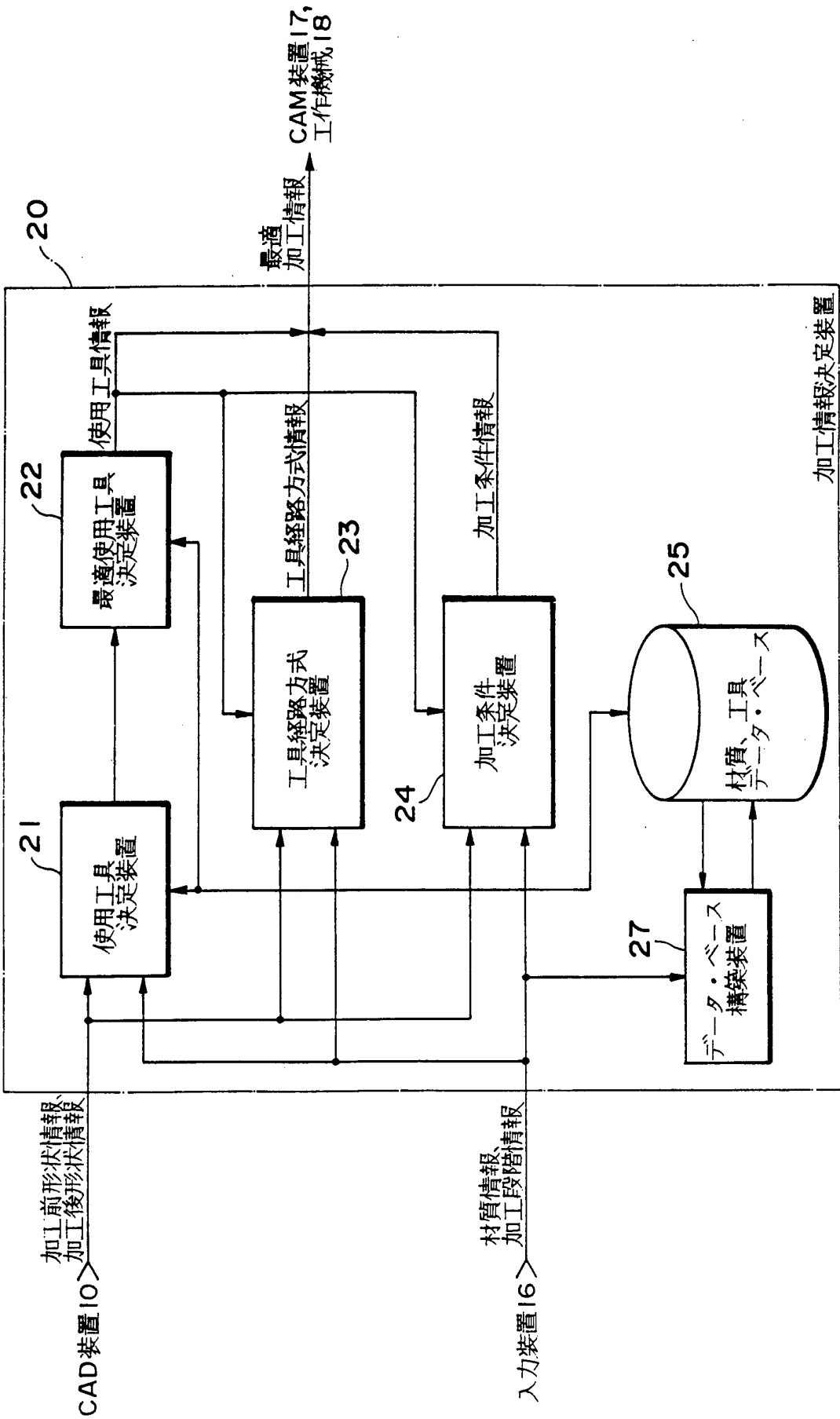
第58e図



第58f図

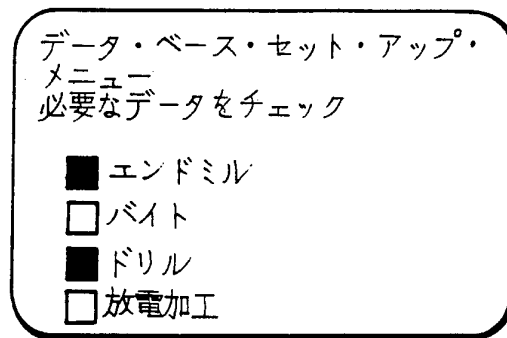


第 59 図

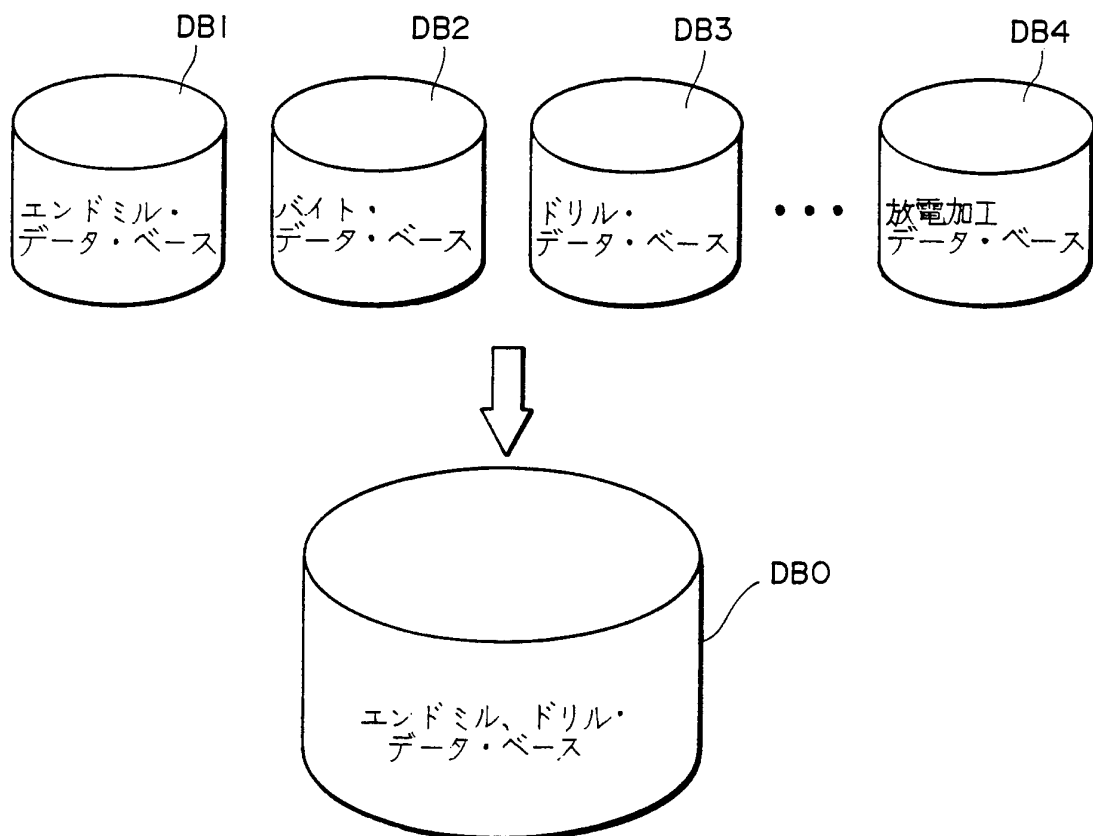


70/126

第60a図



第60b図



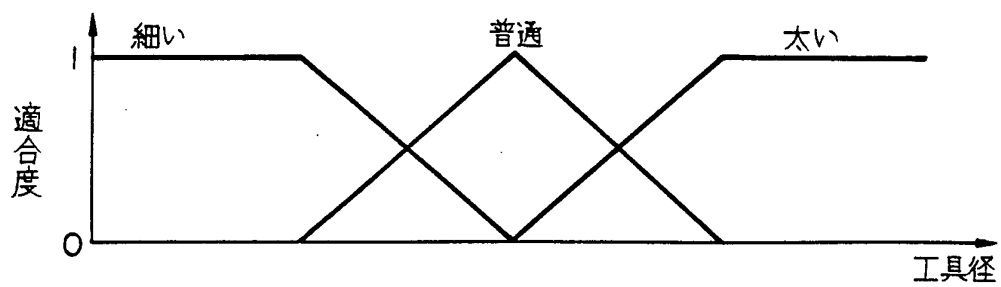
7 1 / 1 2 6

第 6 1 a 図

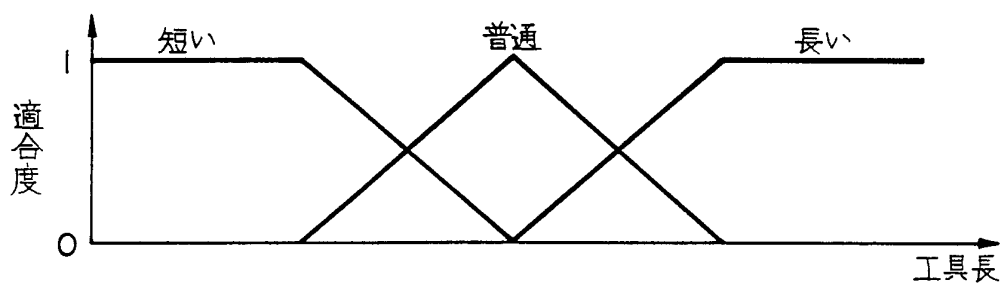
工 具 径 〔mm〕	工 具 長 〔mm〕	工具硬度	送り速度 〔mm / s e c〕	回 転 速 度 〔 r p m〕
細い	長い	軟らかい	遅く	速く
普通	短い	硬い	速く	中くらい
太い	普通	硬い	速く	遅く
太い	長い	普通	中くらい	遅く
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

72/126

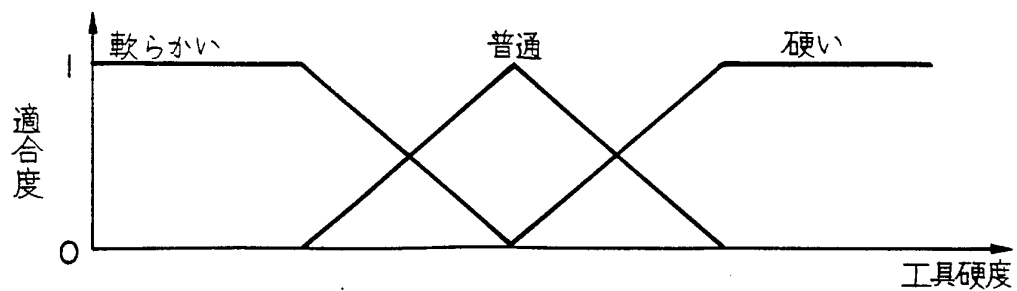
第61b図



第61c図

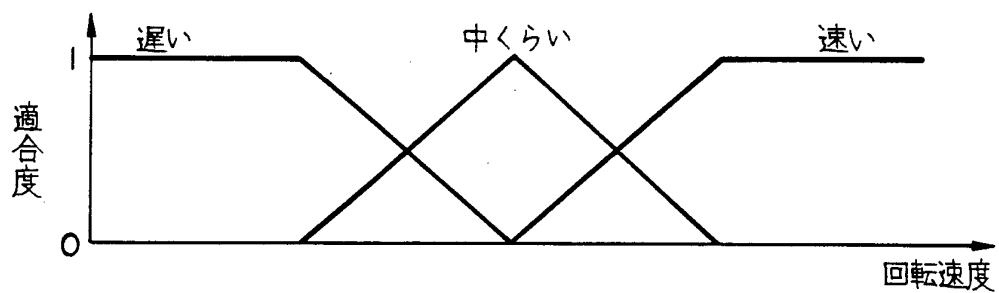


第61d図

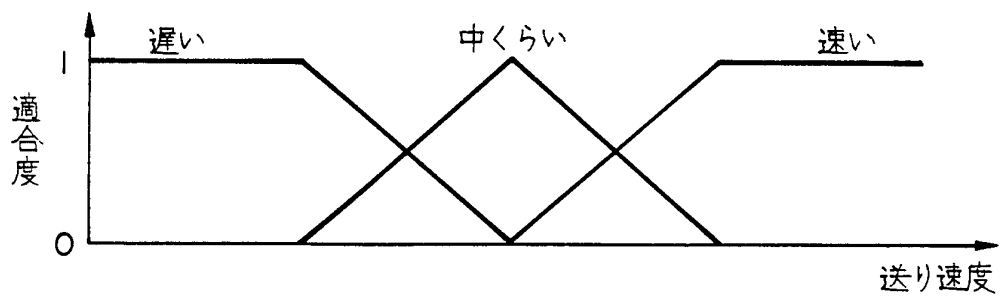


73/126

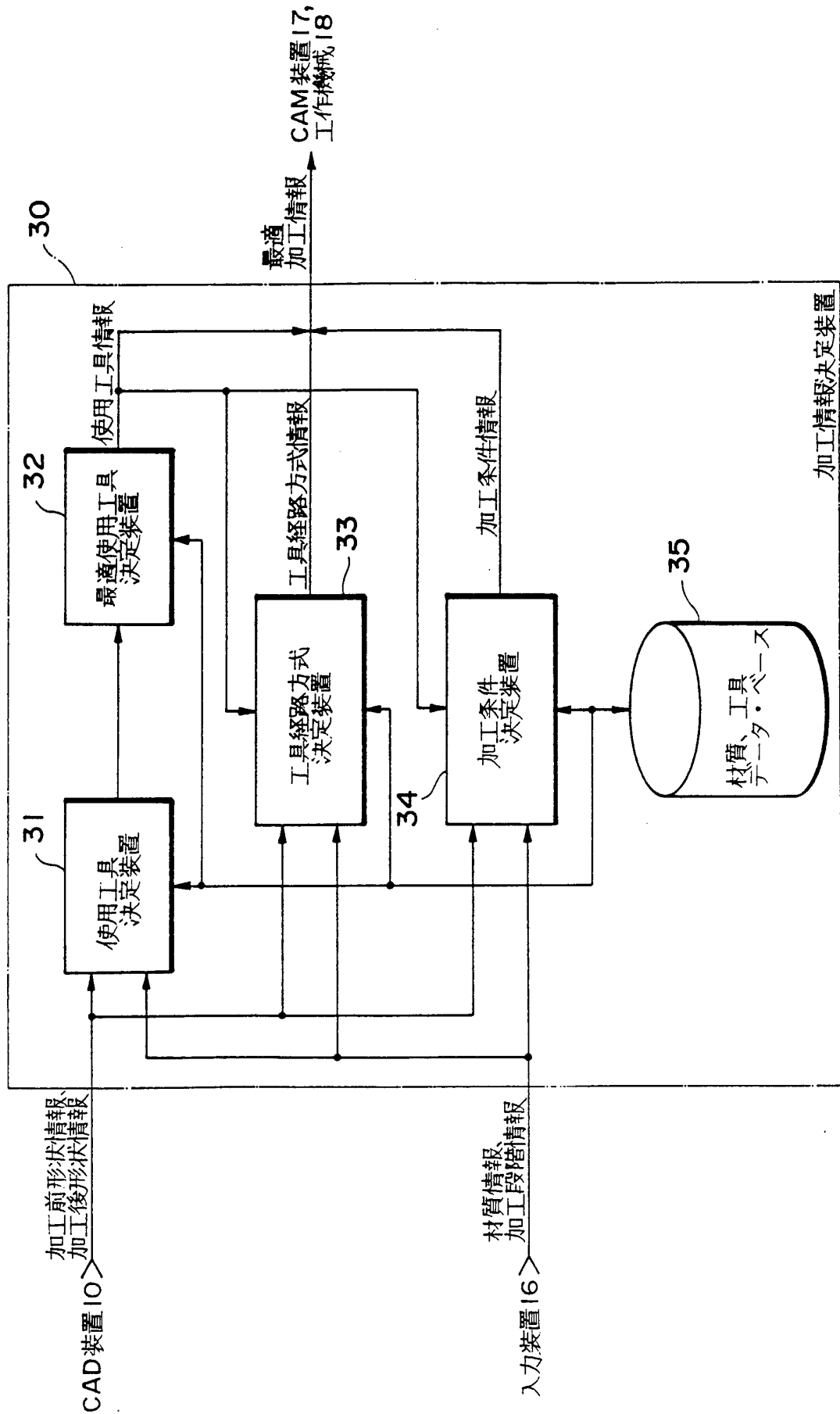
第61e図



第61f図

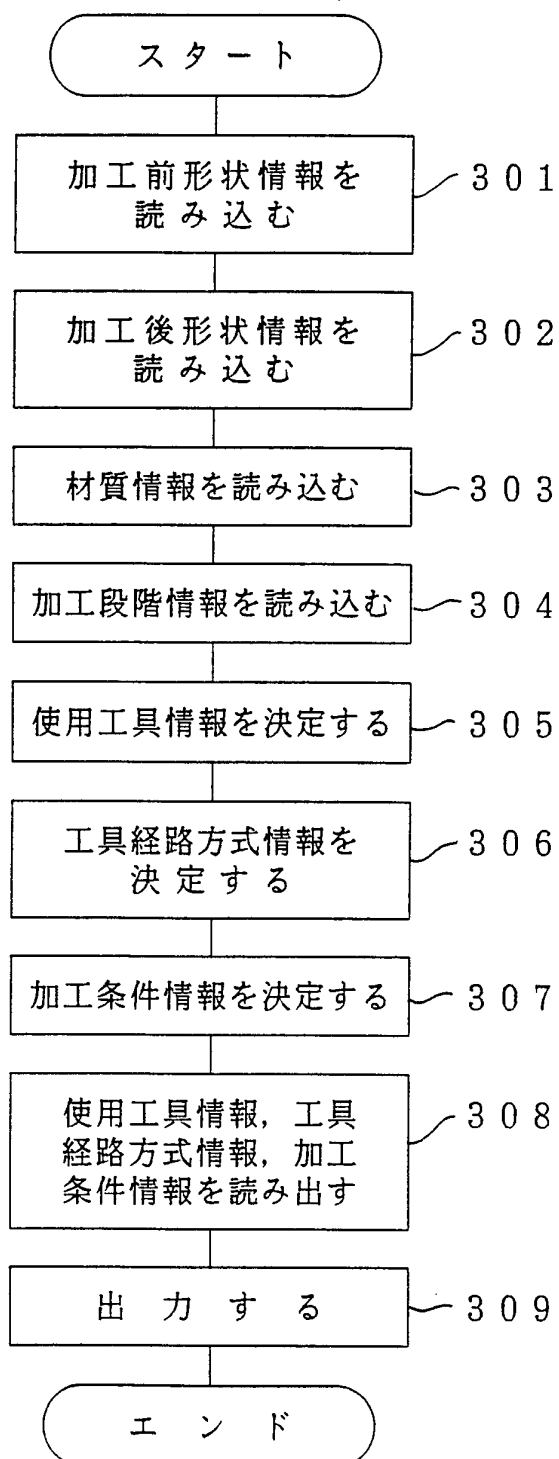


第 62 図



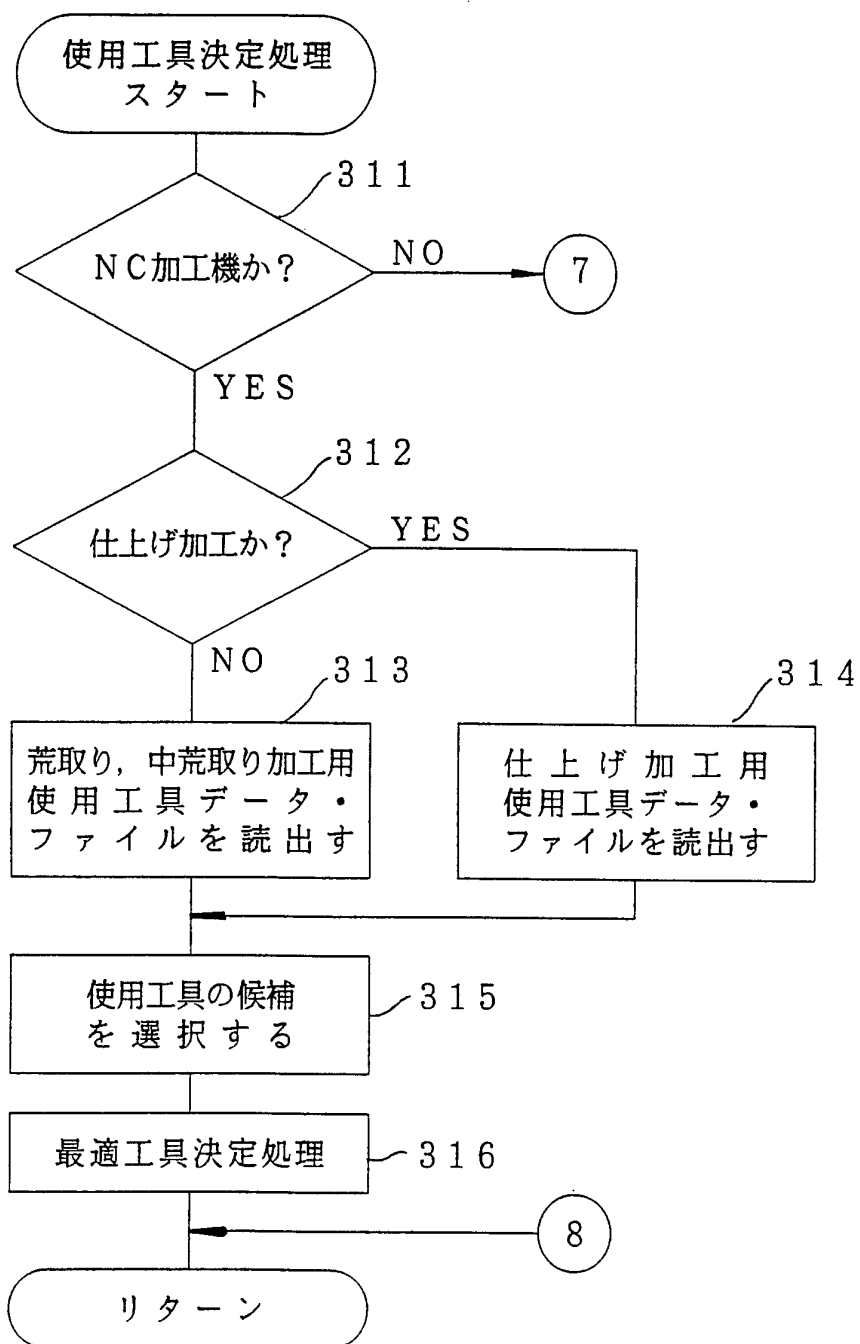
7 5 / 1 2 6

第 6 3 図



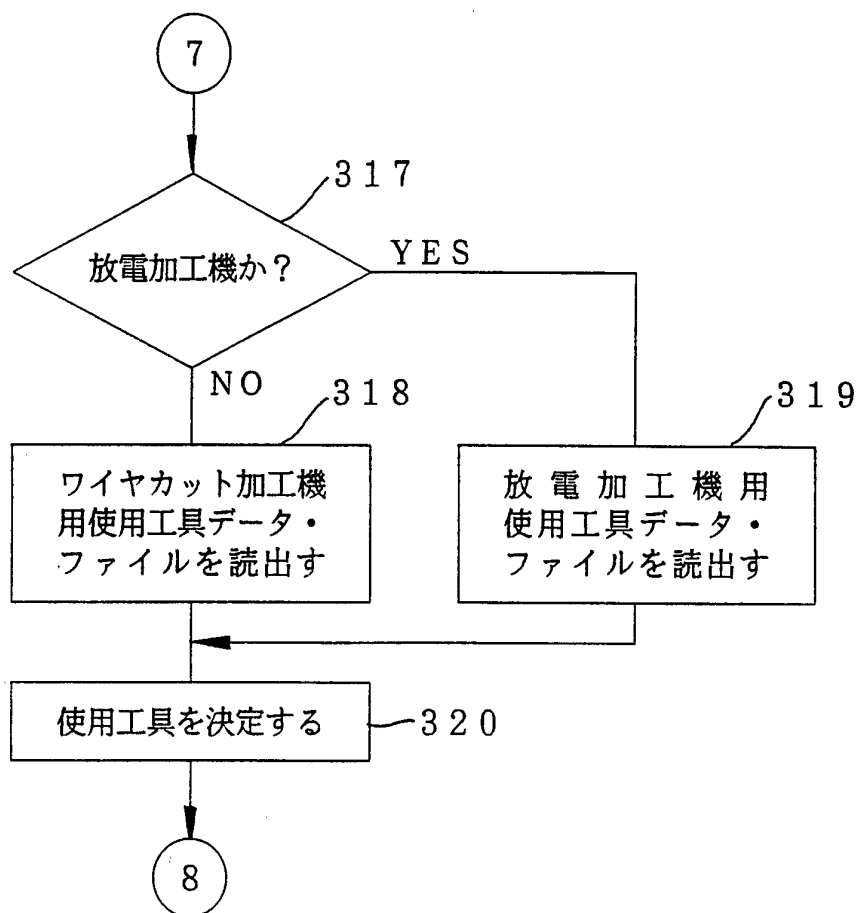
7 6 / 1 2 6

第 6 4 a 図



77 / 126

第 64 b 図



7 8 / 1 2 6

第 6 5 図

N C加工機；荒取り，中荒取り加工用使用工具データ・ファイル

材料材質	加工段階	切 削 〔mm〕	切削深さ 〔mm〕	工 具 名	工具径 〔mm〕
鉄	荒 取 り	1 0 以上	3 0 以下	エンドミル A	1 0 ～ 3 0
	中荒取り	5 以上	5 以下	エンドミル A	4 ～ 8
アルミニウム	荒 取 り	2 0 以上	3 0 以下	ドリル B	2 0 ～ 3 0
	中荒取り	5 以上	3 以下	ドリル B	8 ～ 1 0
ベークライイト	荒 取 り	1 5 以上	4 0 以下	ドリル C	1 4 ～ 3 5
	中荒取り	7 以上	5 以下	エンドミル C	7 ～ 1 4
∴	∴	∴	∴	∴	∴

7 9 / 1 2 6

第 6 6 図

N C 加工機；仕上げ加工用使用工具データ・ファイル

材料材質	面 精 度	切 削 幅 (mm)	切削深さ (mm)	工 具 名	工 具 径 (mm)
鉄	荒い	10以上	30以下	エンドミルA	5～8
	なめらか	5以上	5以下	エンドミルA	1～3
アルミニウム	荒い	20以上	30以下	ドリルB	19～19.5
	なめらか	5以上	3以下	ドリルB	4.5～4.8
ベークライト	荒い	15以上	40以下	ドリルC	13～14.5
	なめらか	7以上	5以下	エンドミルC	2～4
∴	∴	∴	∴	∴	∴

80 / 126

第 67 図

ワイヤカット加工機用使用工具データ・ファイル

材料材質	加工段階	切削幅 (mm)	加工形状	工具径 (mm)
鉄	荒取り	10以上	全面切削	0.5
	中荒取り	5以上	全面切削	1
アルミニウム	荒取り	20以上	全面切削	0.3
	中荒取り	5以上	全面切削	0.25
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

8 1 / 1 2 6

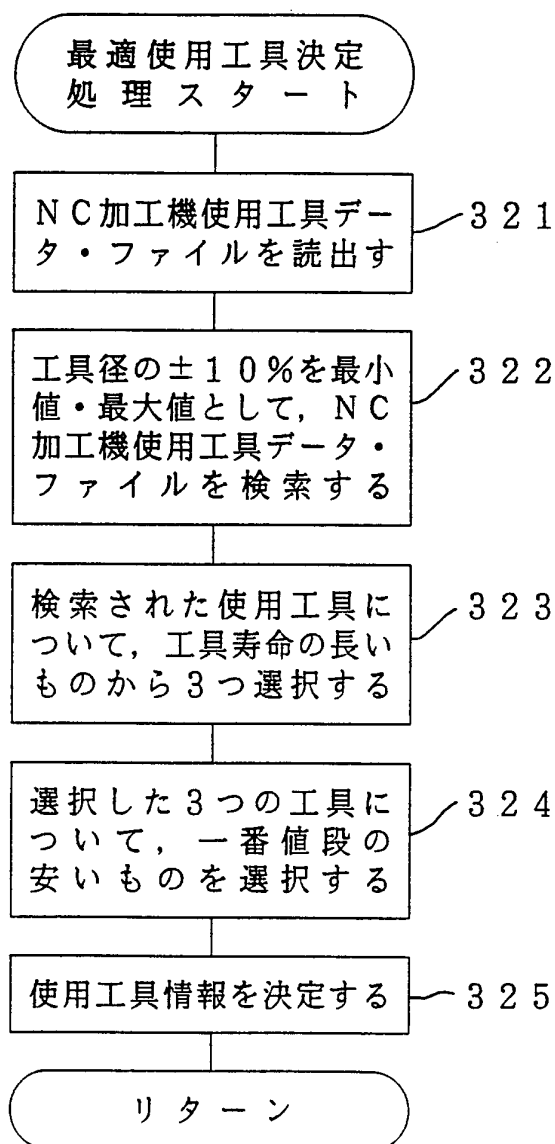
第 6 8 図

放電加工機用使用工具データ・ファイル

材料材質	面 精 度	切 削 幅 [mm]	切削深さ [mm]	電極本数
鉄	荒い	1 以上	2 5 以下	1
	なめらか	2 以上	3 0 以下	2
アルミニウム	荒い	3 以上	2 5 以下	1
	なめらか	3 以上	3 0 以下	2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

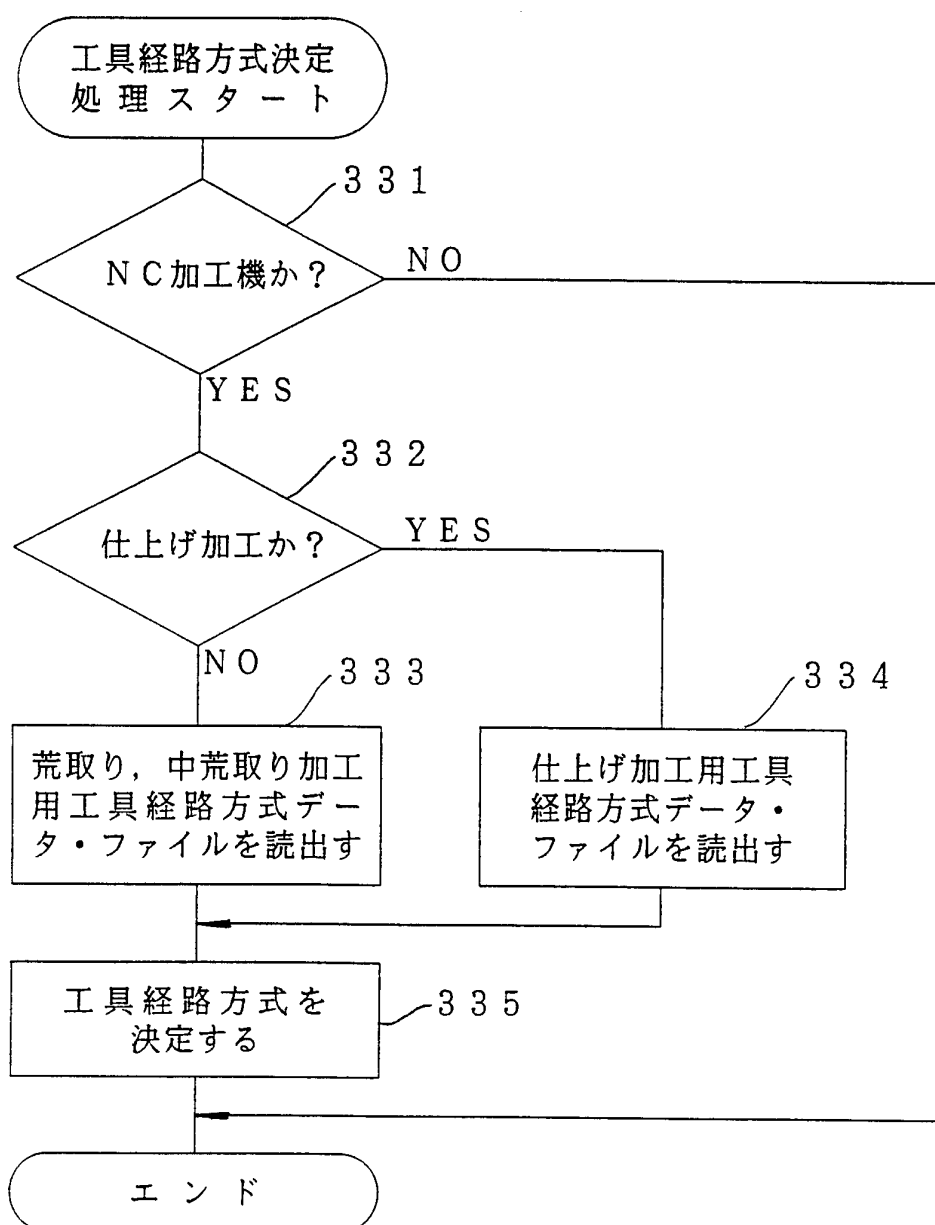
8 2 / 1 2 6

第 6 9 図



8 3 / 1 2 6

第 7 0 図



8 4 / 1 2 6

第 7 1 図

N C 加工機 ; 荒取り, 中荒取り加工用工具経路方式データ・ファイル

工具経路方式	加工段階	切削面積 [mm ²]	切削幅 [mm]	切削深さ [mm]	凸形状
片道走行	荒取り	400以上	40以下	5以下	25以上
	中荒取り	100以上	10以下	10以下	25以上
往復走行	荒取り	300以上	30以下	3以下	25未満
	中荒取り	50以上	5以下	6以下	25未満
周回走行	荒取り	400以上	40以下	10以下	25未満
	中荒取り	200以上	20以下	15以下	25未満
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

8 5 / 1 2 6

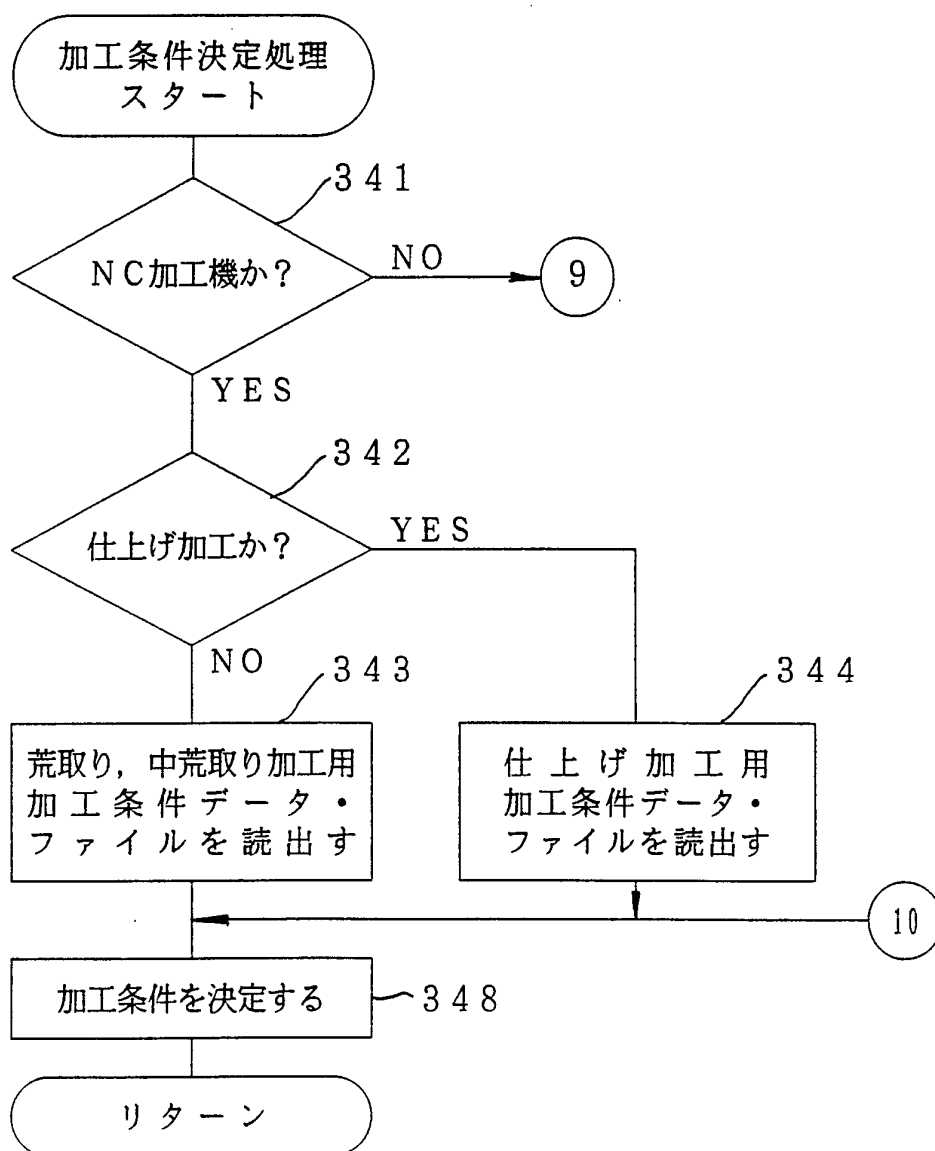
第 7 2 図

N C 加工機 ; 仕上げ加工用工具経路方式データ・ファイル

工具経路方式	面 精 度	切 削 面 積 [mm ²]	切 削 幅 [mm]	切削深さ [mm]	凸 形 状
片道走行	荒い	4 0 0 以上	4 0 以下	5 以下	2 5 以上
	なめらか	1 0 0 以上	1 0 以下	1 0 以下	2 5 以上
往復走行	荒い	3 0 0 以上	3 0 以下	3 以下	2 5 未満
	なめらか	5 0 以上	5 以下	6 以下	2 5 未満
周回走行	荒い	4 0 0 以上	4 0 以下	1 0 以下	2 5 未満
	なめらか	2 0 0 以上	2 0 以下	1 5 以下	2 5 未満
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

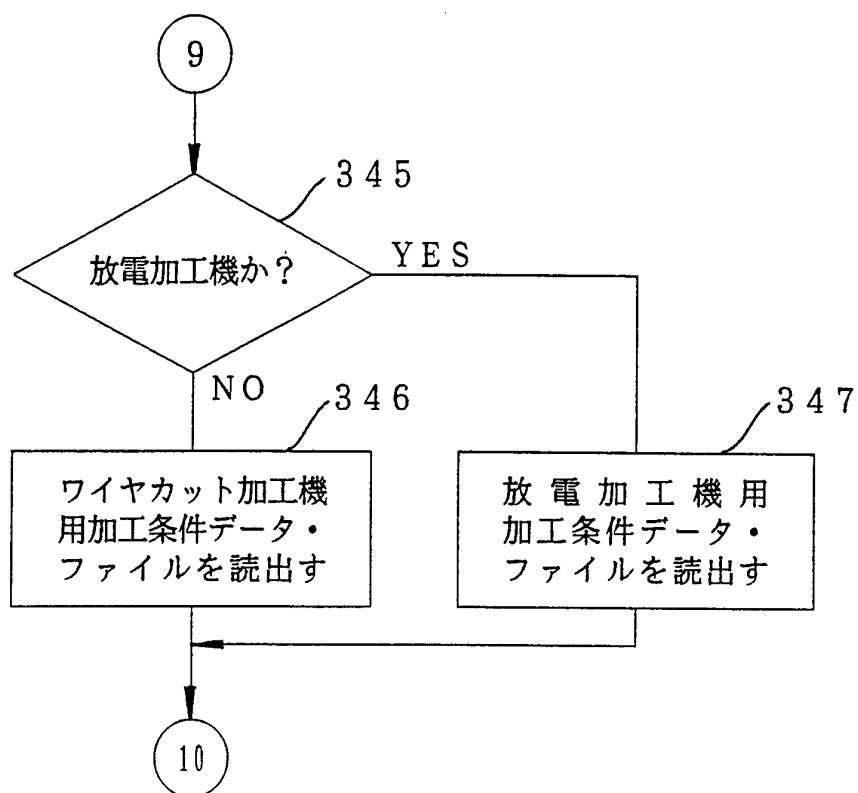
8 6 / 1 2 6

第 7 3 a 図



8 7 / 1 2 6

第 7 3 b 図



88 / 126

第 74 図

N C加工機；荒取り，中荒取り加工用加工条件データ・ファイル

工 具 径 [mm]	材料材質	加工段階	送り速度 [mm/sec]	回 転 速 度 [rpm]
4	鉄	荒 取 り	10	3000
1.5	アルミニウム	中荒取り	8	3000
6	ベークライト	中荒取り	20	6000
8	鉄	荒 取 り	10	3000
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

8 9 / 1 2 . 6

第 7 5 図

N C 加工機 ; 仕上げ加工用加工条件データ・ファイル

工 具 径 [mm]	材料材質	面 精 度	送り速度 [mm/sec]	回 転 速 度 [rpm]
4	鉄	荒い	5	1 0 0 0
1 . 5	アルミニウム	なめらか	8	3 0 0 0
6	ベークライト	荒い	2 0	6 0 0 0
8	鉄	なめらか	1 0	3 0 0 0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

9 0 / 1 2 6

第 7 6 図

ワイヤカット加工機用加工条件データ・ファイル

工 具 径 [mm]	材料材質	加工段階	送り速度 [mm / s e c]	出力
0. 5	鉄	荒 取 り	5	5
1. 0	アルミニウム	中荒取り	8	8
0. 5	アルミニウム	中荒取り	2 0	1 0
1. 0	鉄	荒 取 り	1 0	5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

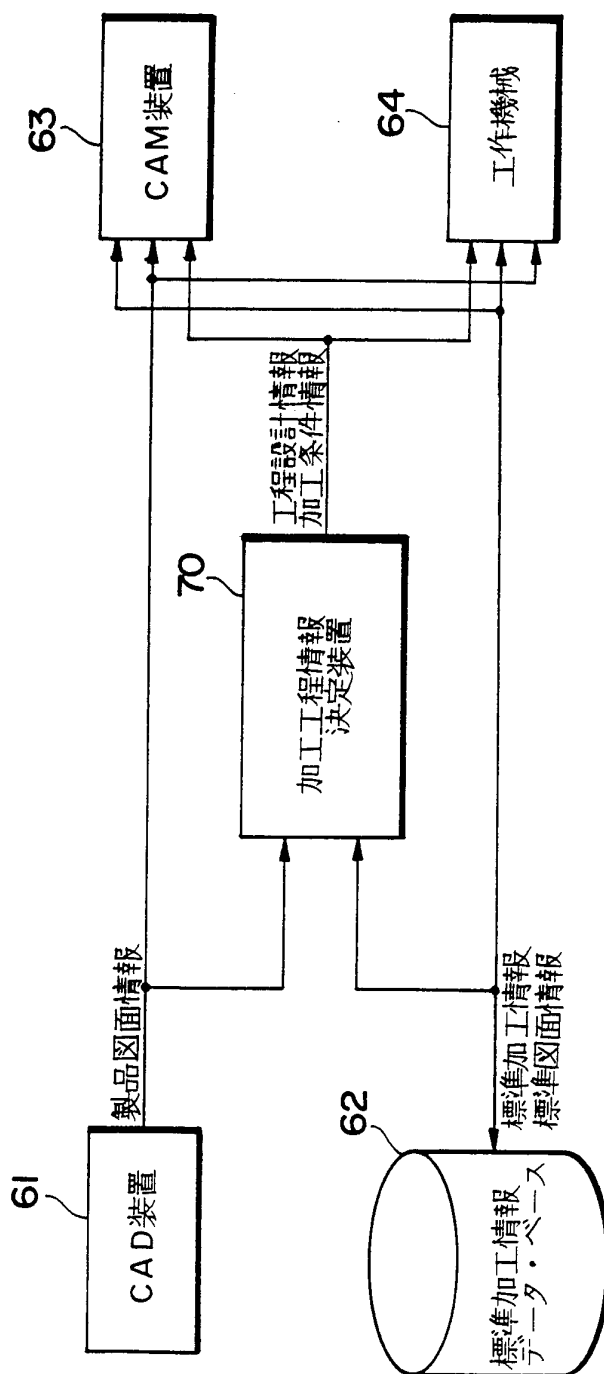
9 1 / 1 2 6

第 7 7 図

放電加工機用加工条件データ・ファイル

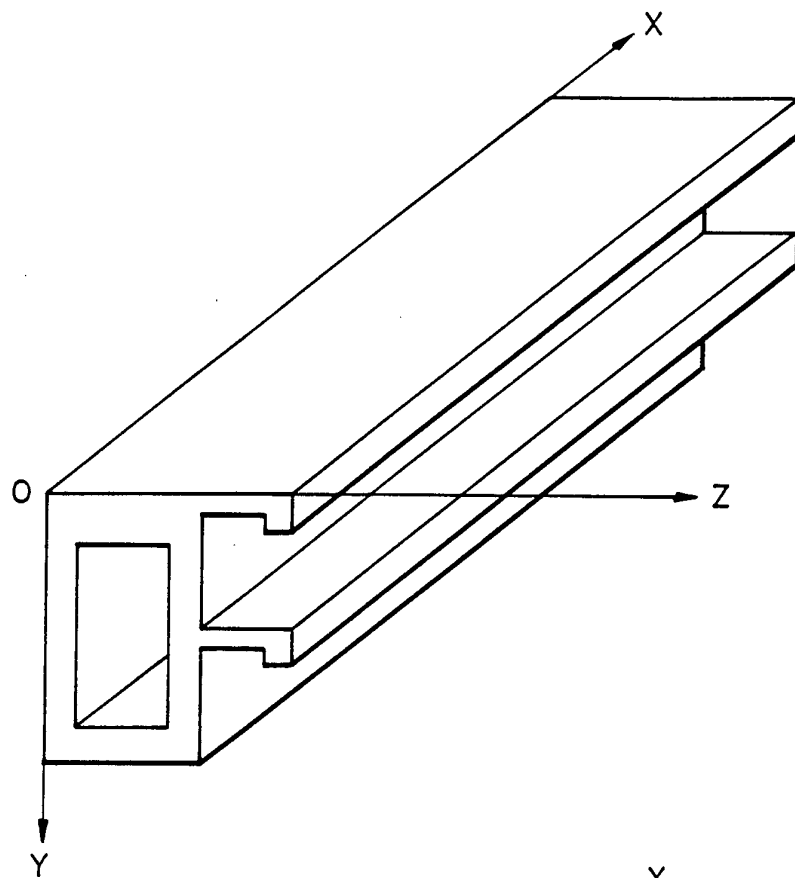
電極本数	材料材質	面 精 度	送り速度 [mm/sec]	出力
1	鉄	荒い	10	6
2	鉄	なめらか	6	3
1	アルミニウム	荒い	20	10
3	アルミニウム	なめらか	15	8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

第 78 図

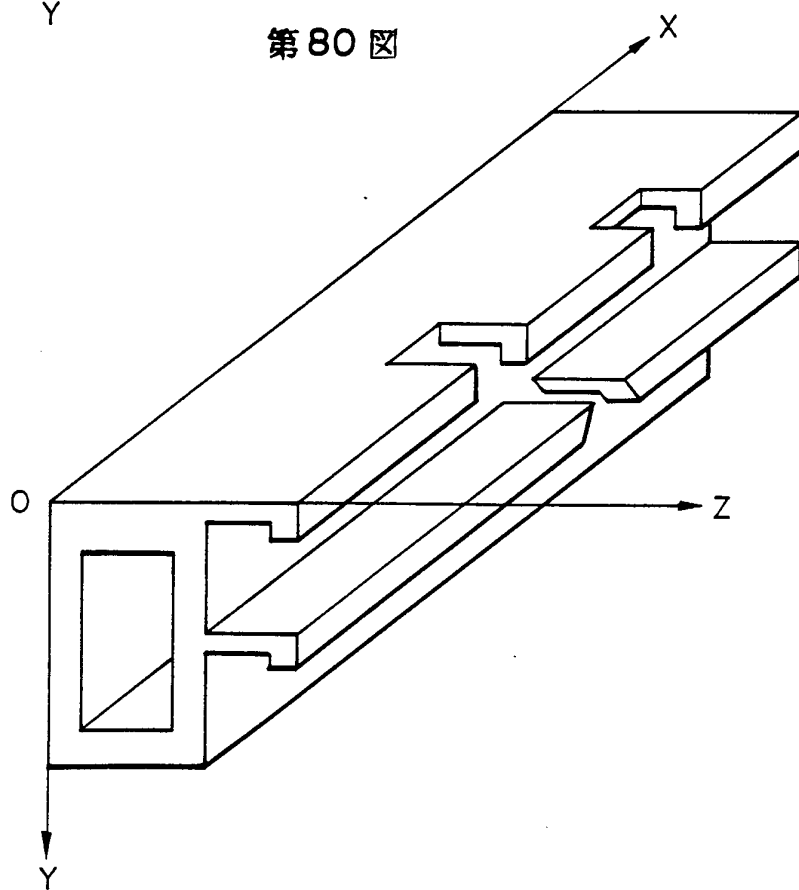


93/126

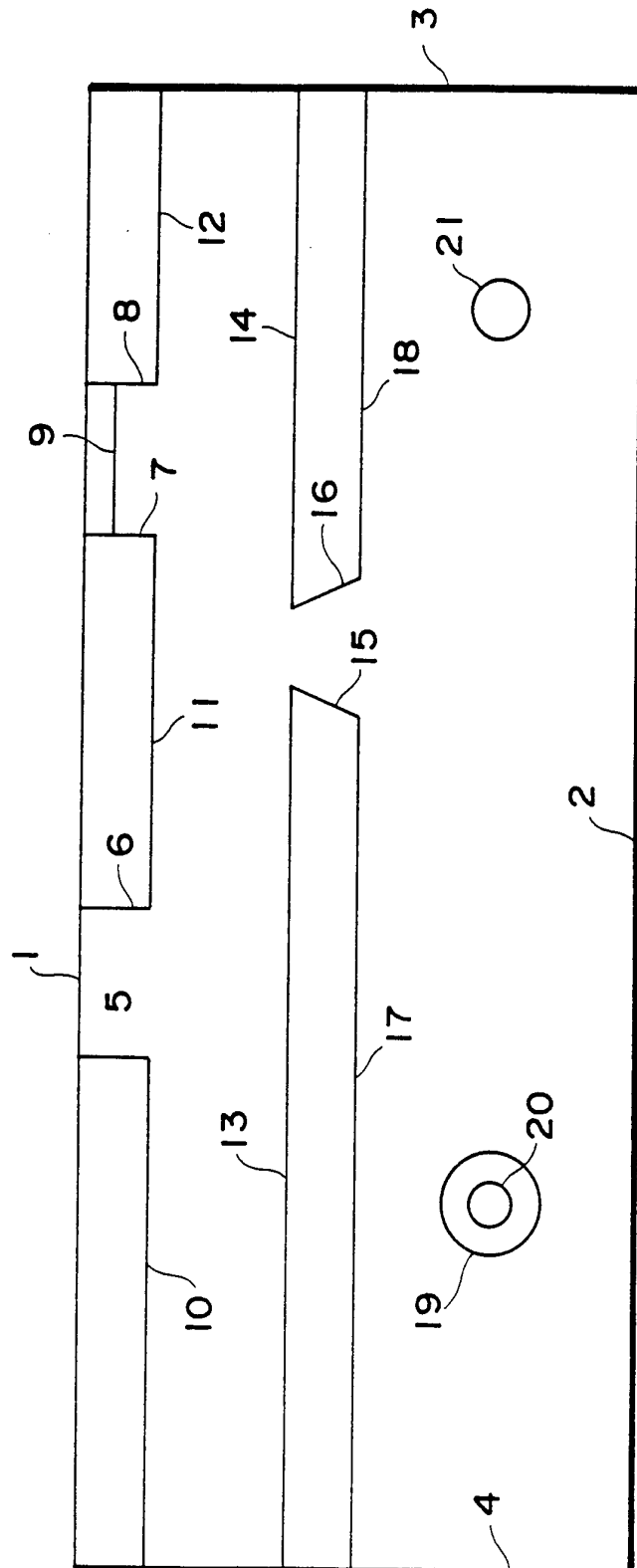
第79 図



第80 図



第 81 図



9 5 / 1 2 6

第 8 2 a 図

図 面 要 素 情 報

図面要素	種類	始点座標 (X, Y)	終点座標 (X, Y)	中心点座標 (X, Y)	半径 R	加工深さ ΔZ
1	線分	(0 , 0)	(100, 0)	—	—	0
2	線分	(0 , 40)	(100, 40)	—	—	0
3	線分	(100, 0)	(100, 40)	—	—	0
4	線分	(0 , 0)	(0 , 40)	—	—	0
5	線分	(35, 0)	(35, 5)	—	—	15
6	線分	(45, 0)	(45, 5)	—	—	15
7	線分	(70, 0)	(70, 5)	—	—	10
8	線分	(80, 0)	(80, 5)	—	—	10
9	線分	(70, 2. 5)	(80, 2. 5)	—	—	10
10	線分	(0 , 5)	(35, 5)	—	—	0

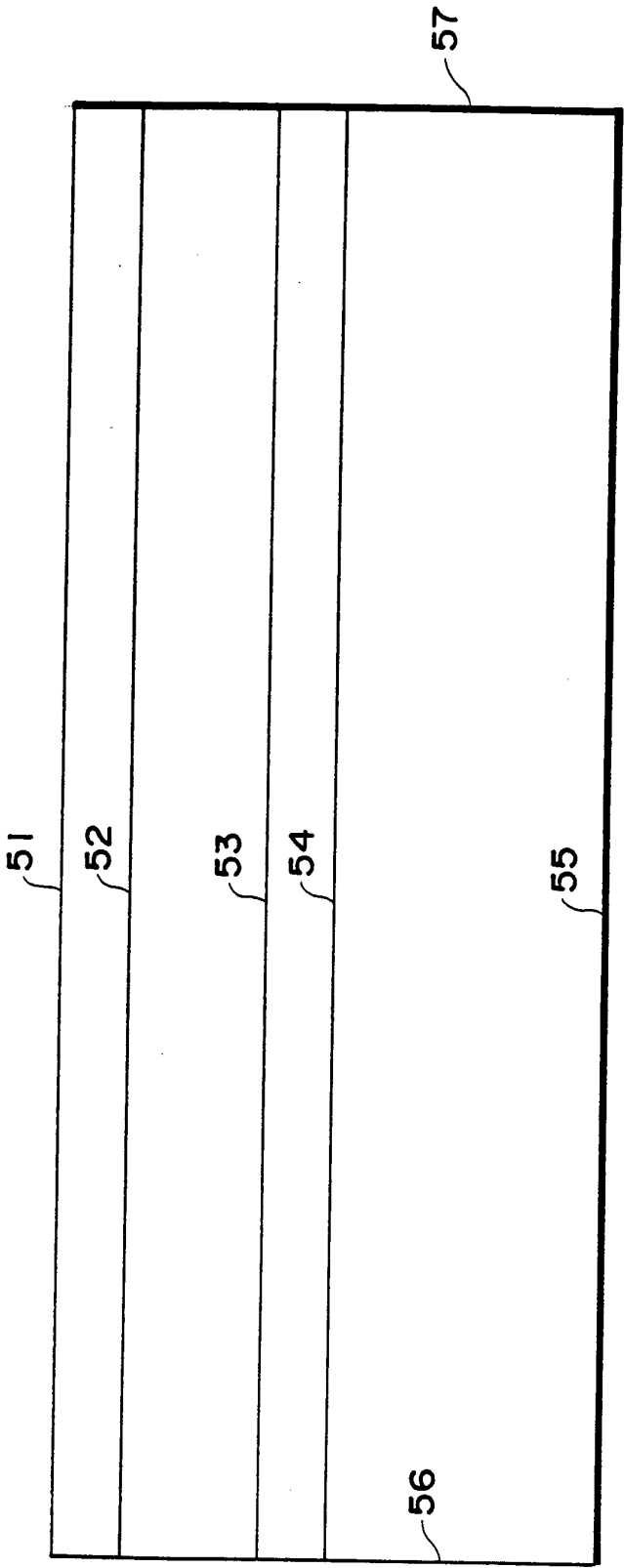
9 6 / 1 2 6

第 8 2 b 図

図 面 要 素 情 報

図面要素	種類	始点座標 (X, Y)	終点座標 (X, Y)	中心点座標 (X, Y)	半径 R	加工深さ Δ Z
1 1	線分	(4 5, 5)	(7 0, 5)	—	—	0
1 2	線分	(8 0, 5)	(1 0 0, 5)	—	—	0
1 3	線分	(0 , 1 5)	(6 0, 1 5)	—	—	0
1 4	線分	(6 0, 1 5)	(1 0 0, 1 5)	—	—	0
1 5	線分	(6 0, 1 5)	(5 8, 2 0)	—	—	1 5
1 6	線分	(6 5, 1 5)	(6 7, 2 0)	—	—	1 5
1 7	線分	(0 , 2 0)	(5 8, 2 0)	—	—	0
1 8	線分	(6 7, 2 0)	(1 0 0, 2 0)	—	—	0
1 9	円	—	—	(2 5, 3 0)	7	5
2 0	円	—	—	(2 5, 3 0)	3	5
2 1	円	—	—	(8 5, 3 0)	4	5

第 83 図

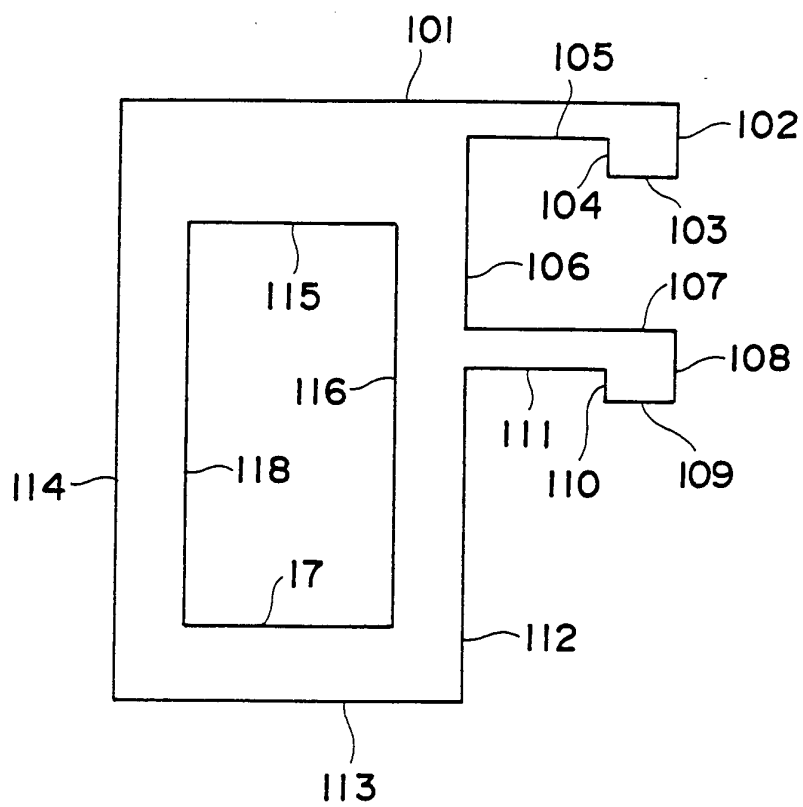


9 8 / 1 2 6

第 8 4 図
図 面 要 素 情 報

図面要素	種類	始点座標 (X, Y)	終点座標 (X, Y)	中心点座標 (X, Y)	半径 R
5 1	線分	(0 , 0)	(100, 0)	—	—
5 2	線分	(0 , 5)	(100, 5)	—	—
5 3	線分	(0 , 15)	(100, 15)	—	—
5 4	線分	(0 , 20)	(100, 20)	—	—
5 5	線分	(0 , 40)	(100, 40)	—	—
5 6	線分	(0 , 0)	(0 , 40)	—	—
5 7	線分	(100, 0)	(100, 40)	—	—

第 85 図



1 0 0 / 1 2 6

第 86 a 図

図 面 要 素 情 報

図面要素	種類	始点座標 (Z, Y)	終点座標 (Z, Y)	中心点座標 (Z, Y)	半径R
101	線分	(0 , 0)	(40, 0)	—	—
102	線分	(40, 0)	(40, 5)	—	—
103	線分	(40, 5)	(35, 5)	—	—
104	線分	(35, 5)	(35, 2. 5)	—	—
105	線分	(35, 2. 5)	(25, 2. 5)	—	—
106	線分	(25, 2. 5)	(25, 15)	—	—
107	線分	(25, 15)	(40, 15)	—	—
108	線分	(40, 15)	(40, 20)	—	—
109	線分	(40, 20)	(35, 20)	—	—
110	線分	(35, 20)	(35, 7. 5)	—	—

1 0 1 / 1 2 6

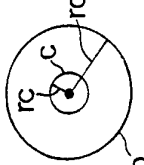
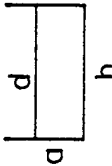
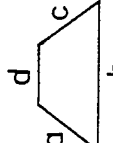
第 8 6 b 図

図 面 要 素 情 報

図面要素	種類	始点座標 (Z, Y)	終点座標 (Z, Y)	中心点座標 (Z, Y)	半径 R
1 1 1	線分	(3 5 , 7 . 5)	(2 5 , 1 7 . 5)	—	—
1 1 2	線分	(2 5 , 1 7 . 5)	(2 5 , 4 0)	—	—
1 1 3	線分	(2 5 , 4 0)	(0 , 4 0)	—	—
1 1 4	線分	(0 , 4 0)	(0 , 0)	—	—
1 1 5	線分	(5 , 8)	(2 0 , 8)	—	—
1 1 6	線分	(2 0 , 8)	(2 0 , 3 5)	—	—
1 1 7	線分	(2 0 , 3 5)	(5 , 3 5)	—	—
1 1 8	線分	(5 , 3 5)	(5 , 8)	—	—

102/126

第 87a 図

No.	加工 マクロパターン	パラメータ	加工工程		加工工具
1		$a (ra)$	r11	穴加工	センタドリル, ドリル
			r12	穴加工	センタドリル, ドリル1, ドリル2
2		$b (rb), c (ra)$ $(ra > rc)$	r21	穴加工→ フライス加工	センタドリル, ドリル, エンドミル
			r22	フライス加工	エンドミル1, エンドミル2
			r23	フライス加工	エンドミル
3		$\begin{matrix} \text{┌} & \text{┐} \\ \text{a} & \rightarrow \text{b} \rightarrow \text{c}, \text{d} \end{matrix}$	r31	フライス加工	エンドミル
			r32	フライス加工	エンドミル
4		$\begin{matrix} \angle & \triangle & \text{┐} & \text{┐} \\ \text{a} & \rightarrow \text{b} \rightarrow \text{c} \rightarrow \text{d} \rightarrow \text{a} \end{matrix}$	r41	フライス加工	エンドミル
			r42	フライス加工	エンドミル
			r42	フライス加工	エンドミル1, エンドミル2

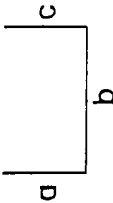
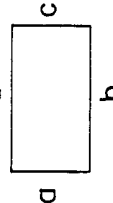
103/126

第 87b 図

No.	加工方法
1	r11 r aが小さい⇒センタドリル→ドリル (工具径 r a)
	r12 r aが大きい⇒センタドリル→ドリル (工具径 r a/2程度) →ドリル (工具径 r a)
2	r21 r aが大きい⇒センタドリル→ドリル (工具径 r a) →フライス加工 (工具径大)
	r22 r cが小さい, かつ, r bが大きい⇒フライス加工 (工具径大→小)
	r23 r cが小さい, かつ, r bが小さい⇒フライス加工 (工具径小)
3	r31 a, b, c および d で囲まれる 長方形の面積が小さい ⇒ フライス加工 (工具径小)
	r32 a, b, c および d で囲まれる 長方形の面積が大きい ⇒ フライス加工 (工具径大)
4	r41 d が大きい ⇒ フライス加工 (工具径大)
	r42 d が小さい, かつ, b が小さい ⇒ フライス加工 (工具径小)
	r43 d が小さい, かつ, b が大きい ⇒ フライス加工 (工具径大→小)

104/126

第 87c 図

No.	加工 マクロパターン	パラメータ	加工工程	加工工具
5		$\begin{array}{c} \text{┌ ─┐} \\ a \rightarrow b \rightarrow c \end{array}$	r 51 切断加工	—
			r 52 切断加工	—
			r 53 フライス加工	エンドミル
6		a, b	r 61 切断加工 → フライス加工	エンドミル
7		$\begin{array}{c} \text{┌ ─┐} \quad \text{┐ ─┐} \\ a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a \end{array}$	r 71 フライス加工	エンドミル
			r 72 フライス加工	エンドミル1, エンドミル2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

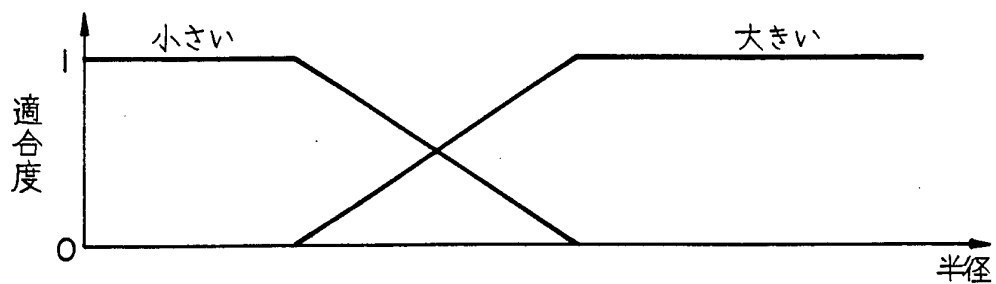
1 0 5 / 1 2 6

第 87d 図

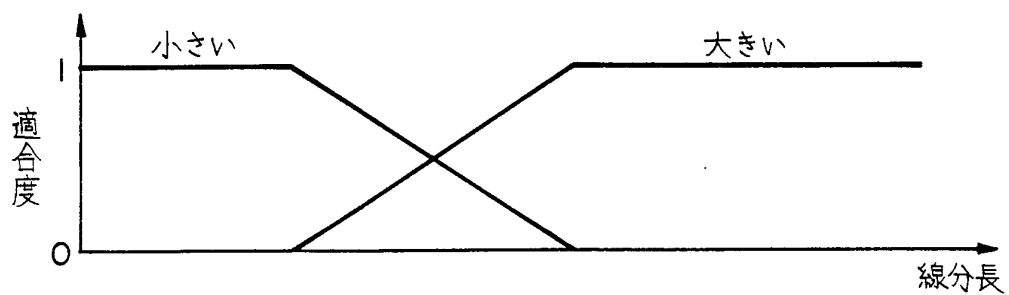
No.	加工方法
5	r 51 a (または c) が大きい⇒切断加工
	r 52 a が小さい, かつ, b が大きい⇒切断加工
	r 53 a が小さい, かつ, b が小さい⇒フライス加工 (工具径小)
6	r 61 切断加工→フライス加工
7	r 71 a, b, c および d で囲まれる ⇒ フライス加工 (工具径小) 長方形の面積が小さい
	r 72 a, b, c および d で囲まれる ⇒ フライス加工 (工具径大→小) 長方形の面積が大きい
∴	∴

106/126

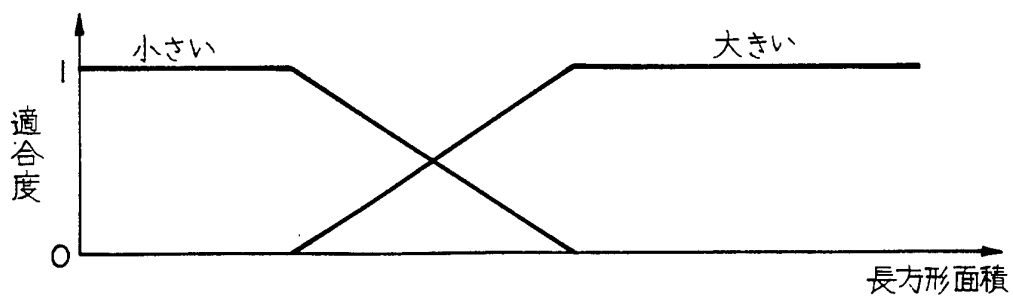
第88a図



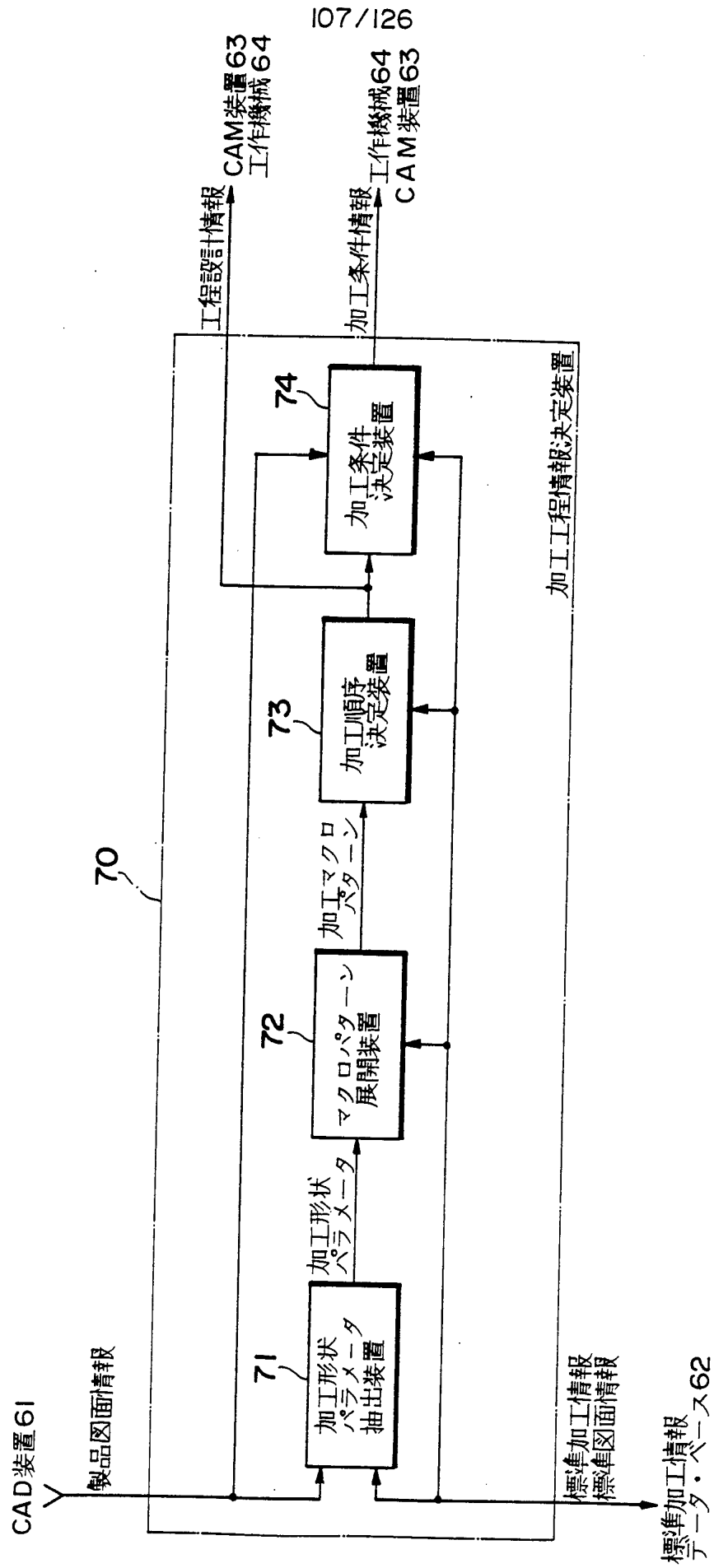
第88b図



第88c図

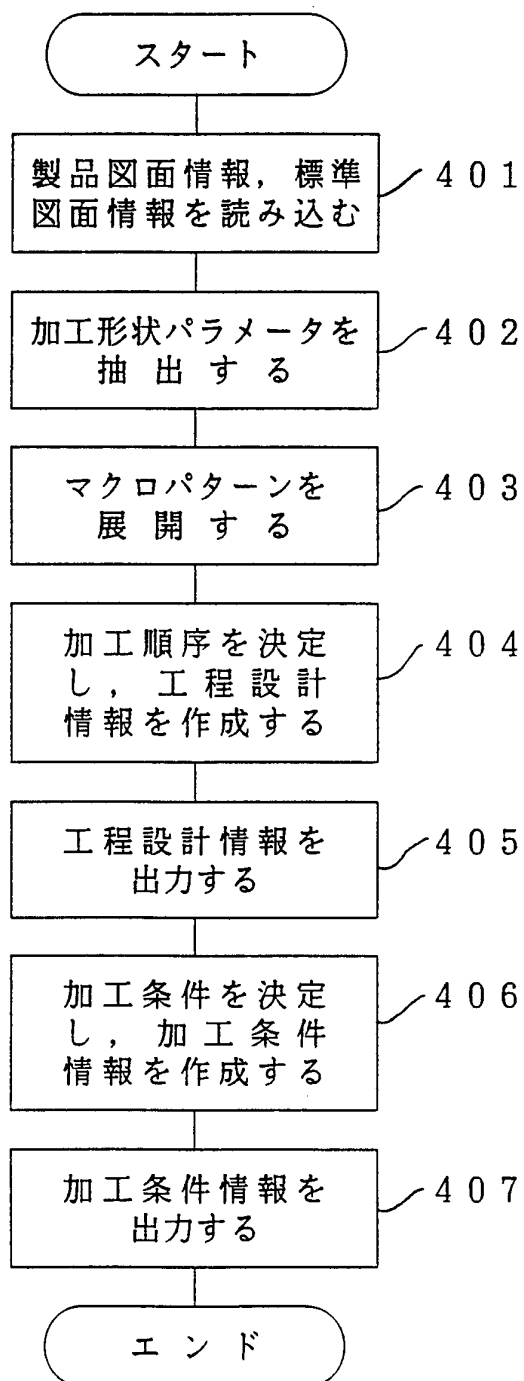


第 89 図



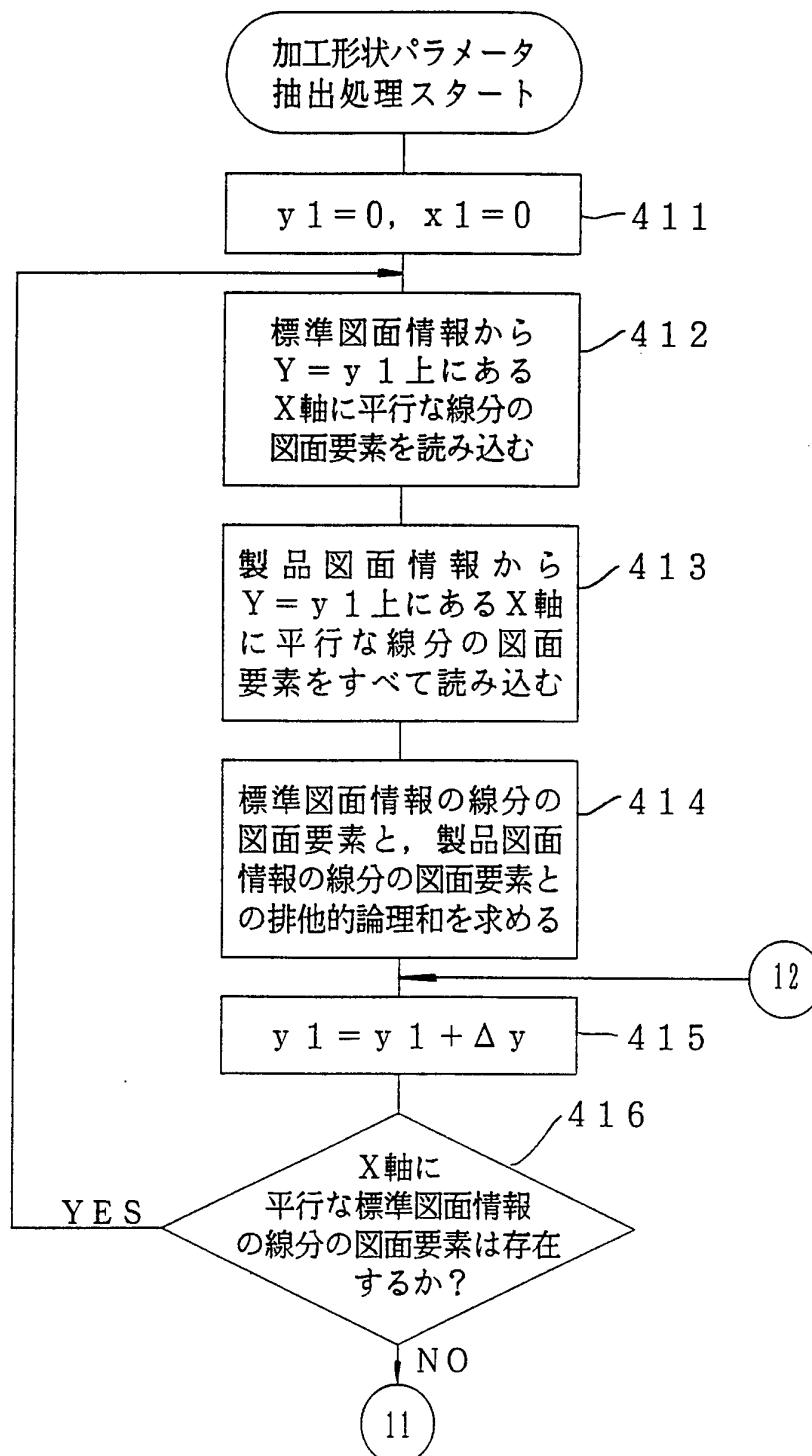
108/126

第 90 図



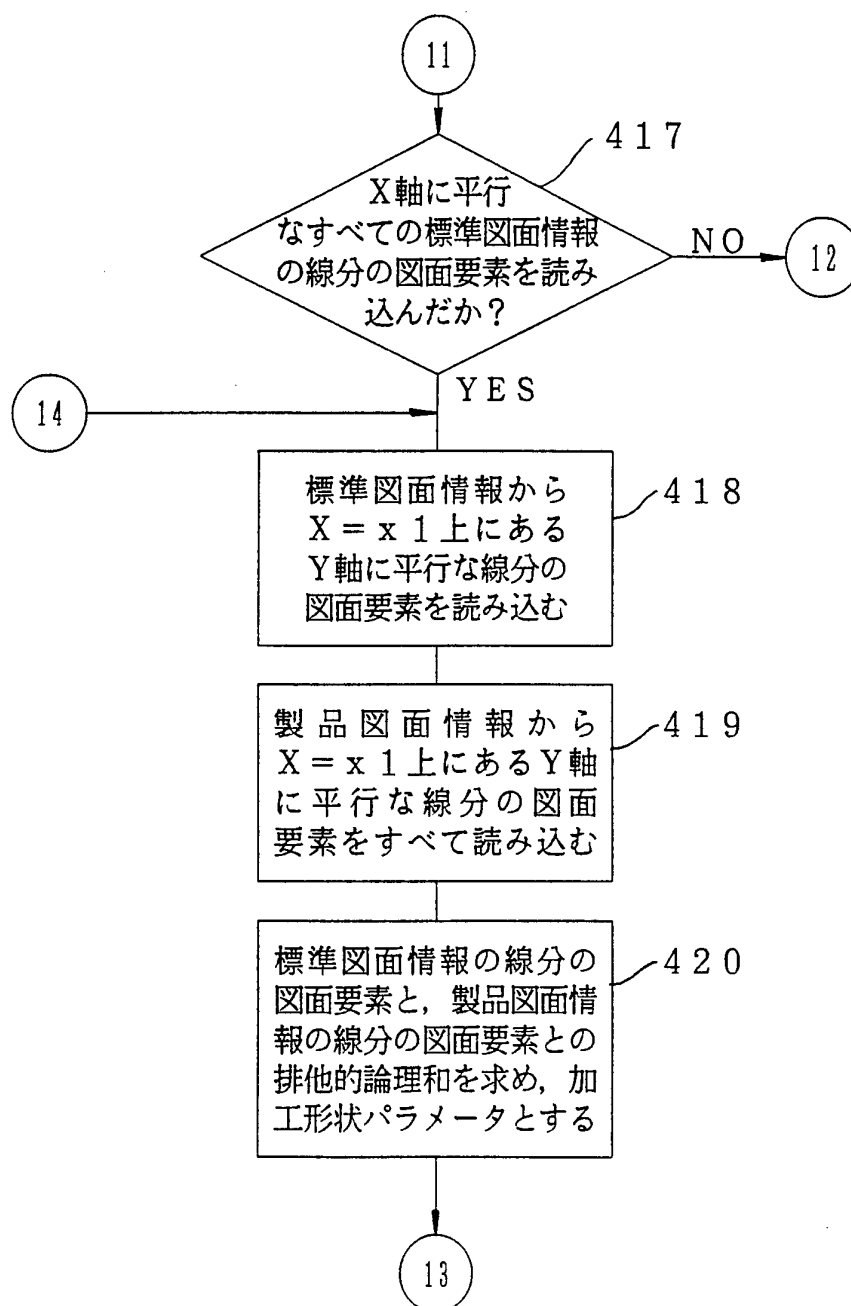
109/126

第 91 a 図



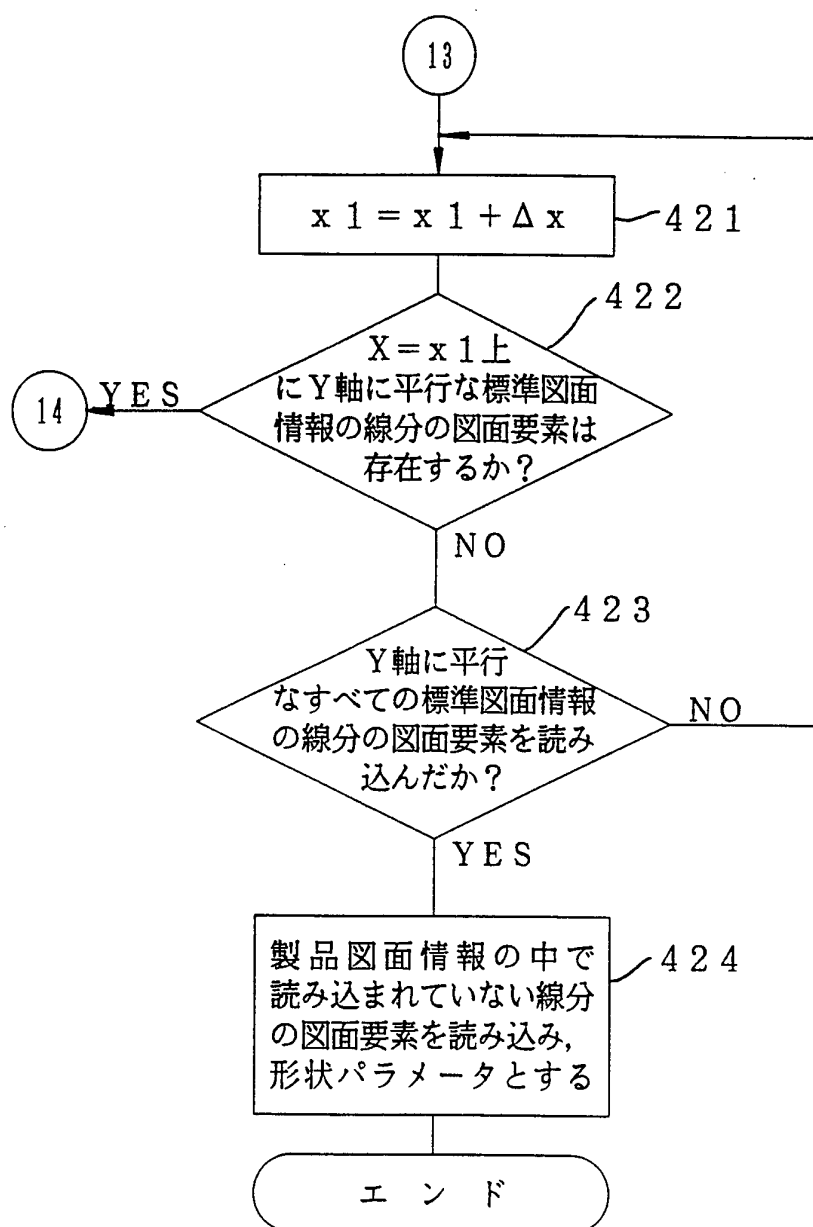
110/126

第 91b 図

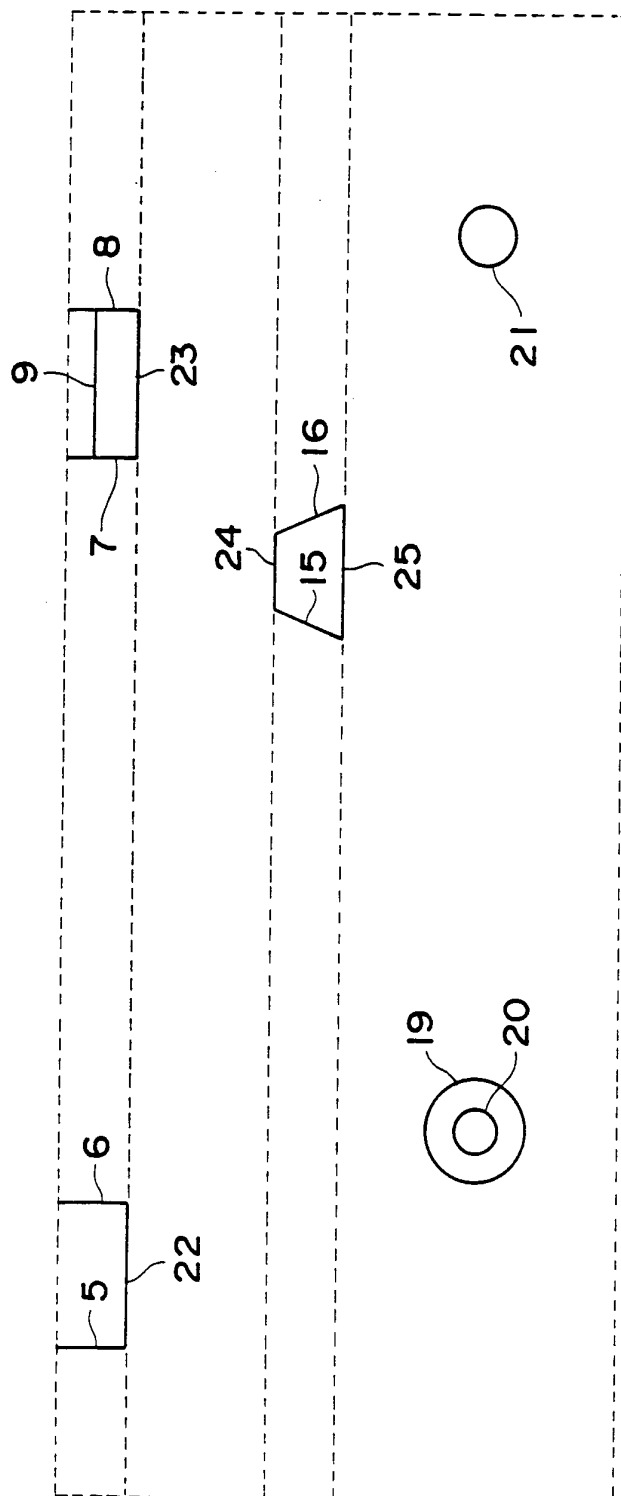


1 1 1 / 1 2 6

第 91 c 図



第 92 図



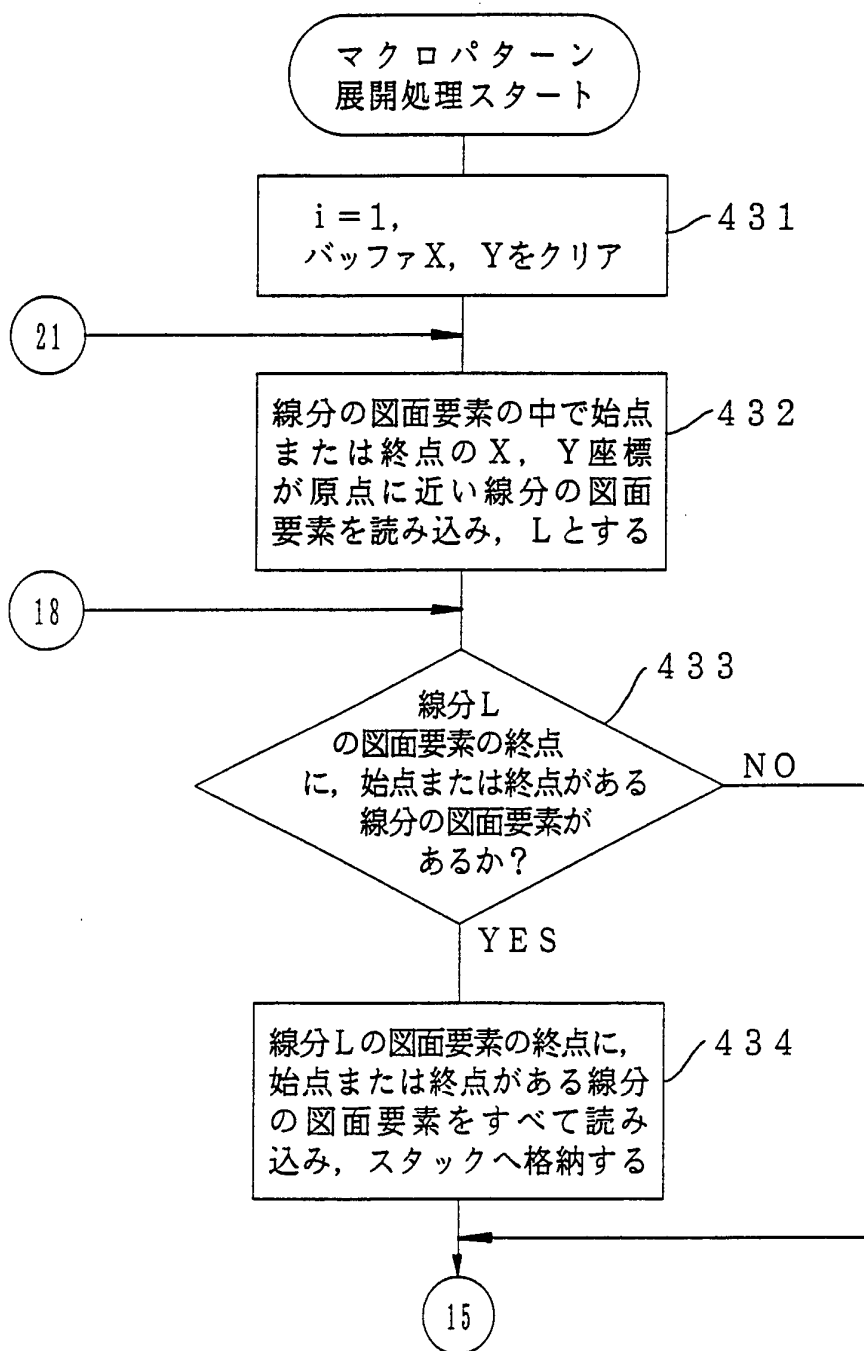
1 1 3 / 1 2 6

第 93 図
図 面 要 素 情 報

図面要素	種類	始点座標 (X, Y)	終点座標 (X, Y)	中心点座標 (X, Y)	半径 R	加工深さ Δ Z
5	線分	(35, 0)	(35, 5)	—	—	15
6	線分	(45, 0)	(45, 5)	—	—	15
7	線分	(70, 0)	(70, 5)	—	—	10
8	線分	(80, 0)	(80, 5)	—	—	10
9	線分	(70, 2. 5)	(80, 2. 5)	—	—	10
15	線分	(60, 15)	(58, 20)	—	—	15
16	線分	(65, 15)	(67, 20)	—	—	15
19	円	—	—	(25, 30)	7	5
20	円	—	—	(25, 30)	3	5
21	円	—	—	(85, 30)	4	5
22	線分	(35, 5)	(45, 5)	—	—	15
23	線分	(70, 5)	(80, 5)	—	—	10
24	線分	(60, 15)	(65, 15)	—	—	15
25	線分	(58, 20)	(67, 20)	—	—	15

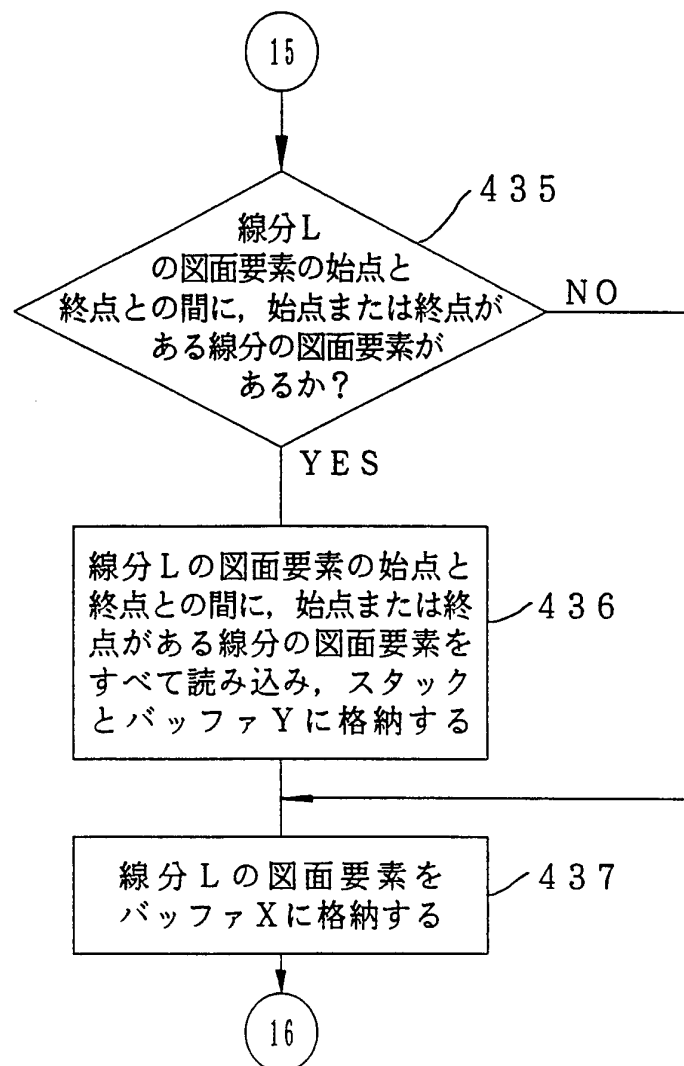
1.14 / 126

第 94 a 図



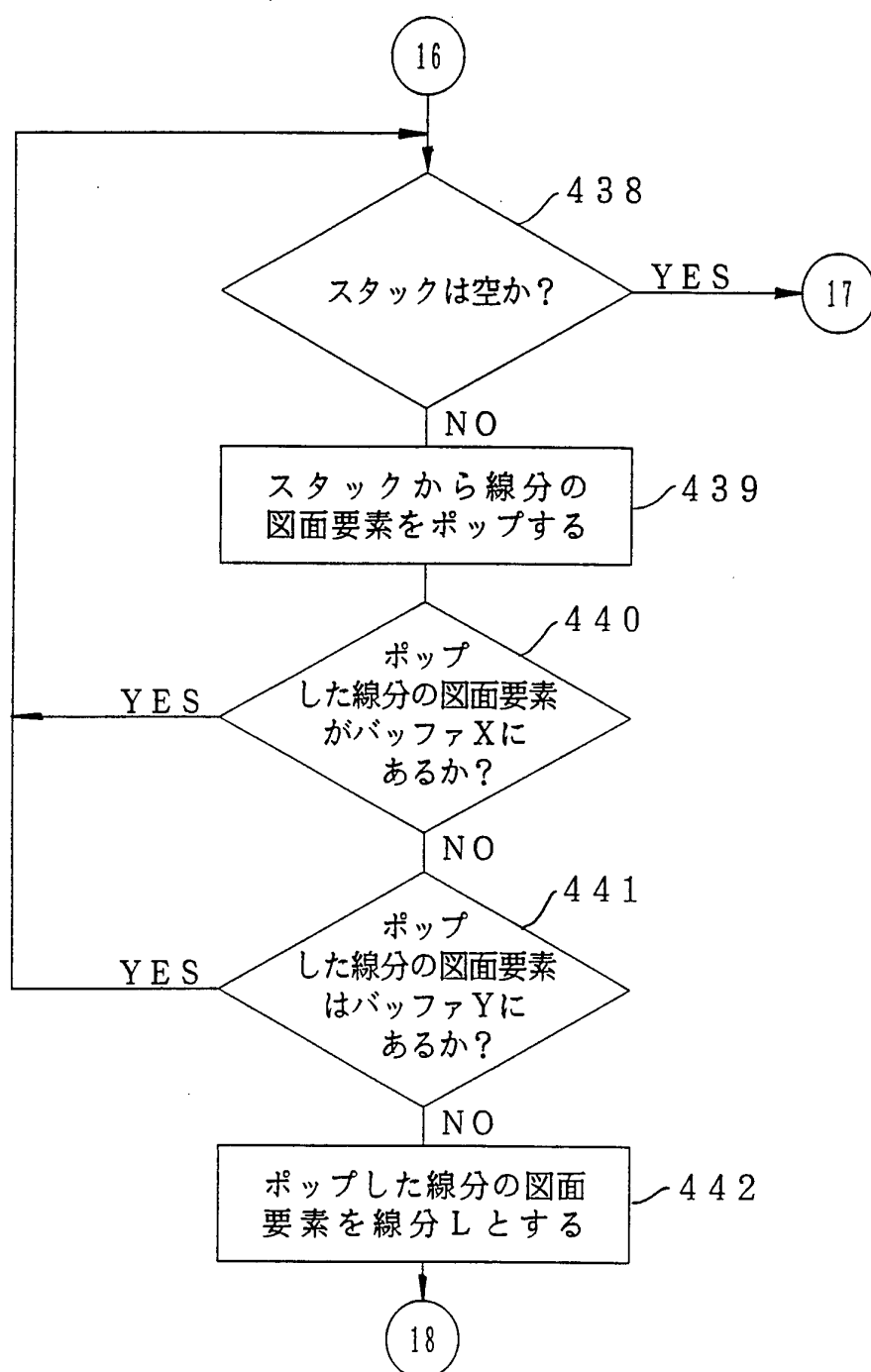
115/126

第 94b 図



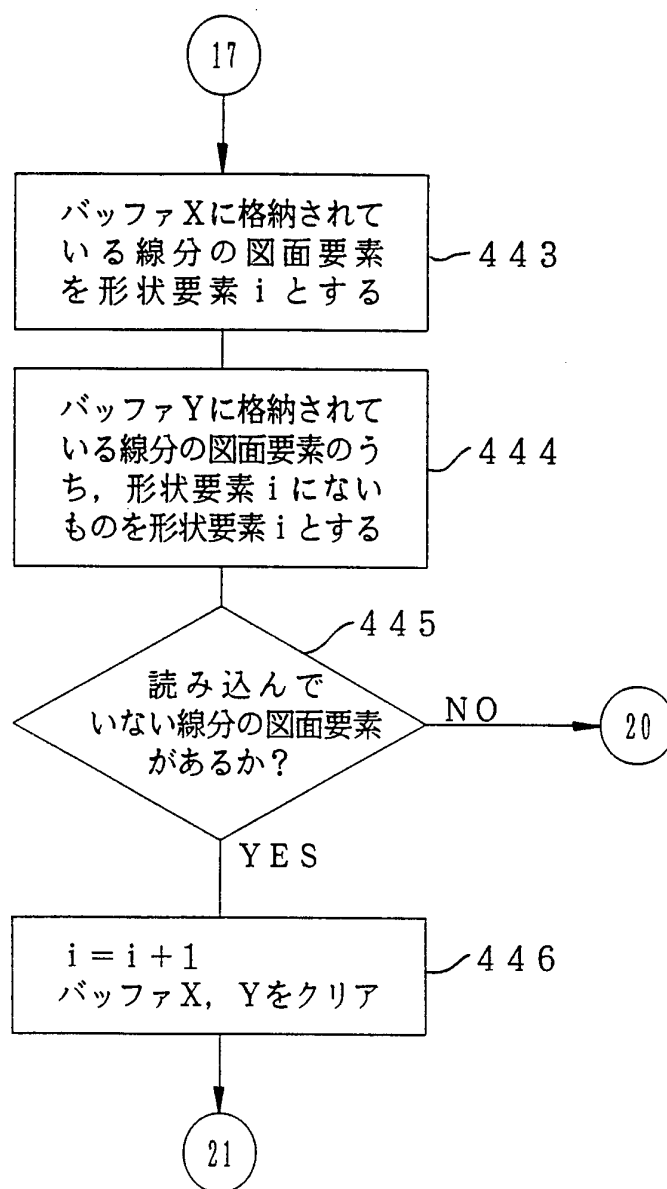
116/126

第 94 c 図



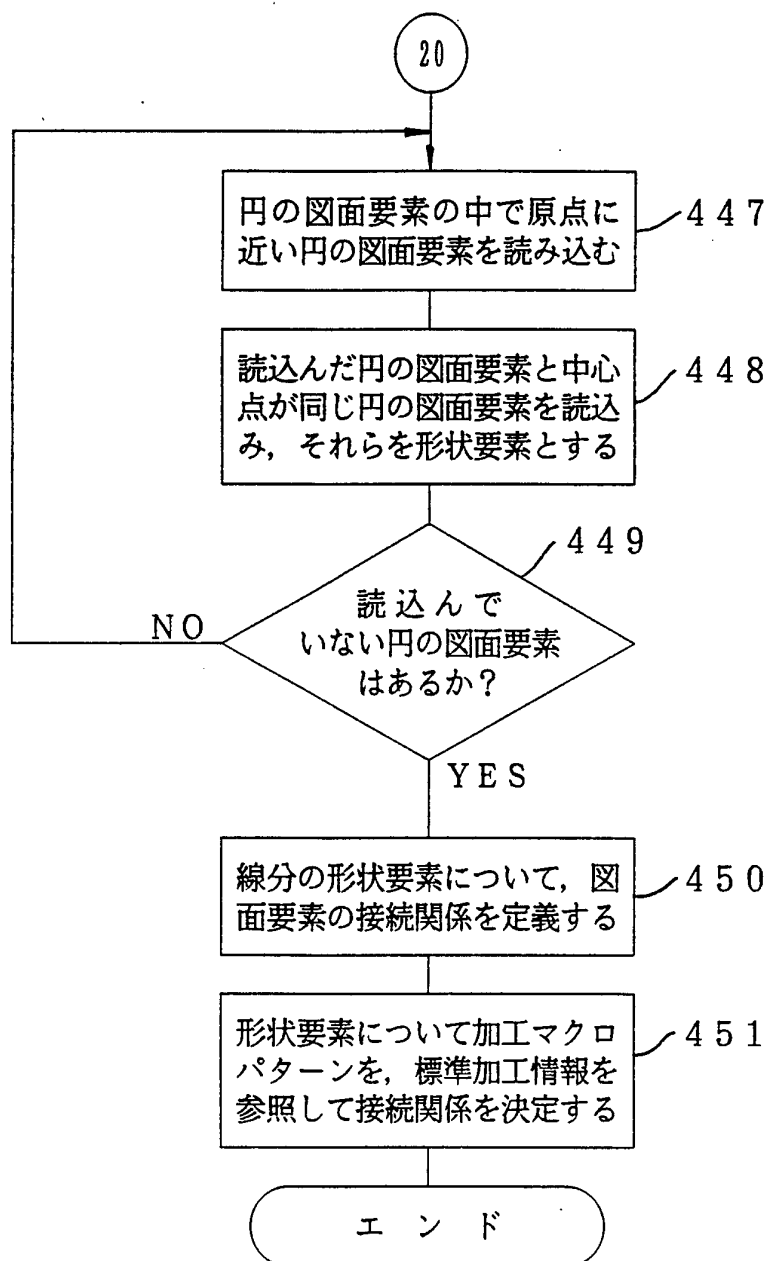
117/126

第 94 d 図



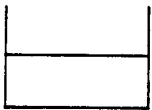
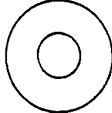
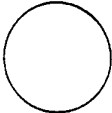
118/126

第 94 e 図



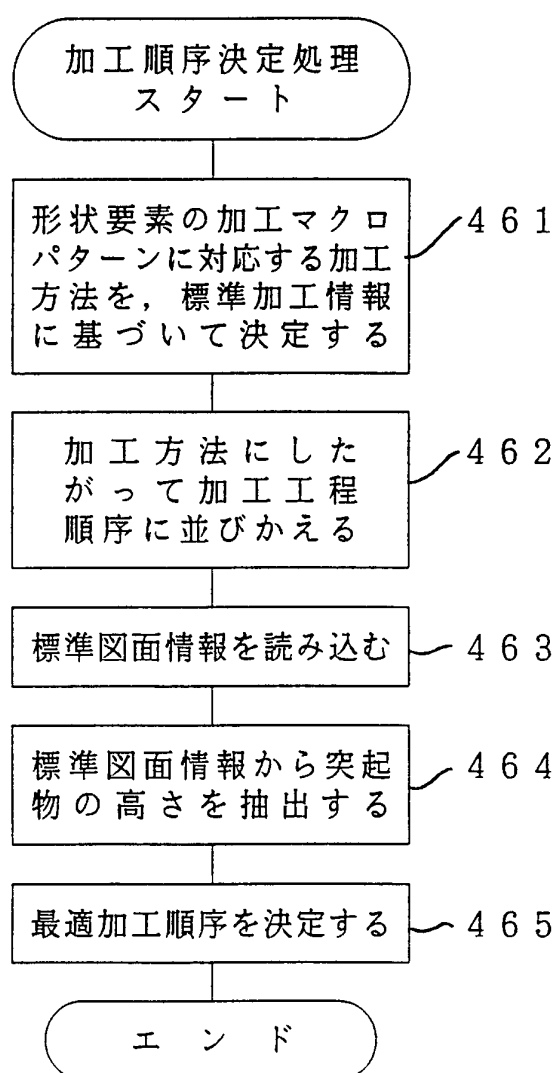
1 1 9 / 1 2 6

第 9 5 図

形状要素	パ ラ メ ー タ	加 工 マ ク ロ パ タ ー ン
1	$\begin{array}{cc} \text{┐} & \text{┐} \\ 5 \rightarrow 2 & 2 \rightarrow 6 \end{array}$	
2	$\begin{array}{cc} \text{┐} & \text{┐} \\ 7 \rightarrow 2 & 3 \rightarrow 8, 9 \end{array}$	
3	$\begin{array}{cccc} \angle & \angle & \text{┐} & \text{┐} \\ 1 \ 5 \rightarrow 2 & 5 \rightarrow 1 & 6 \rightarrow 2 & 4 \rightarrow 1 \ 5 \end{array}$	
4	1 9 (7) , 2 0 (3)	
5	2 1 (4)	

120/126

第 96 図



1 2 1 / 1 2 6

第 97 図

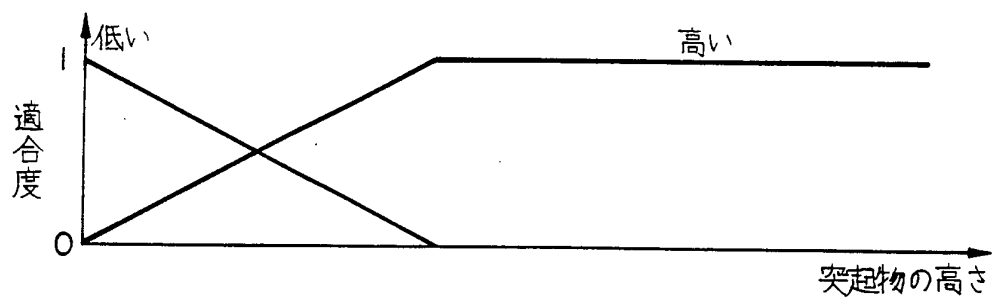
形状要素	加工方法
1	切断加工
2	フライス加工 (工具径大)
3	フライス加工 (工具径大→小)
4	センタ・ドリル→ドリル (工具径 r c) →フライス加工 (工具径大)
5	センタ・ドリル→ドリル (工具径 r a)

第 98 図

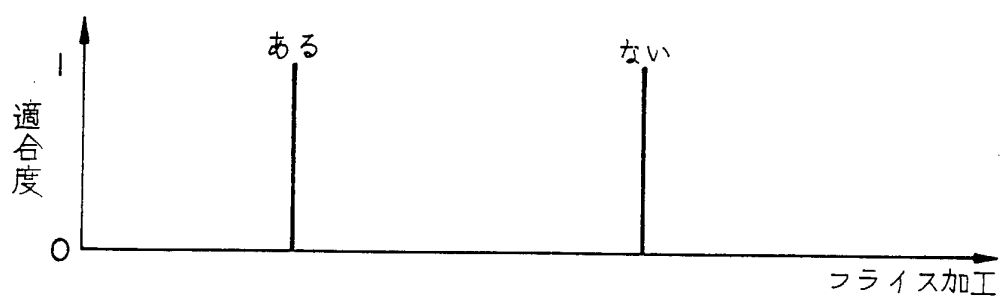
加工順序	加工工程	形状要素
1	切断加工	1
2	穴加工	4, 5
3	フライス加工 (工具径大)	4, 3, 2
4	フライス加工 (工具径小)	3

122/126

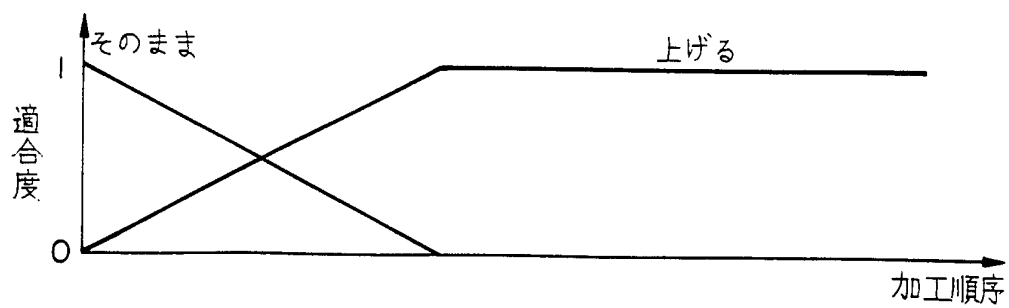
第99a図



第99b図



第99c図



1 2 3 / 1 2 6

第 100 図

設計工程情報

加工順序	加工工程	形状要素
1	切断加工	1
2	フライス加工 (工具径大)	2, 3
3	フライス加工 (工具径小)	3
4	穴加工	4, 5
5	フライス加工 (工具径大)	4

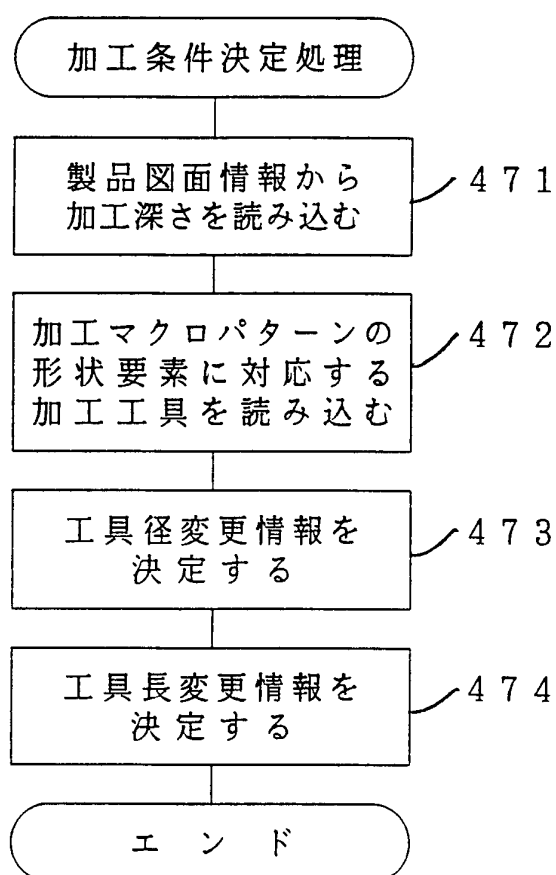
第 104 図

加工条件情報

工具径変更情報	0.9
工具長変更情報	1.4

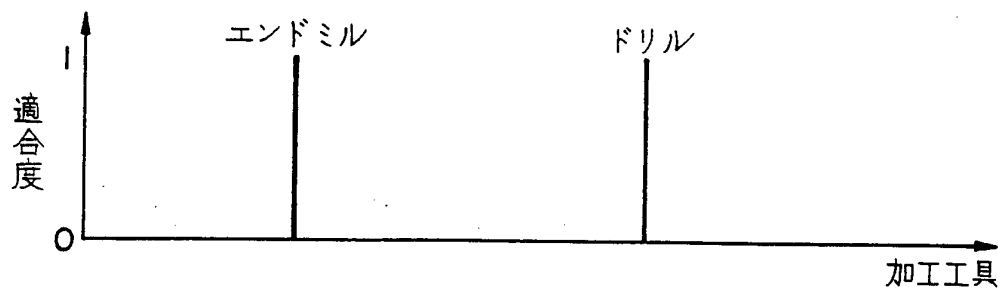
1 2 4 / 1 2 6

第 1 0 1 図

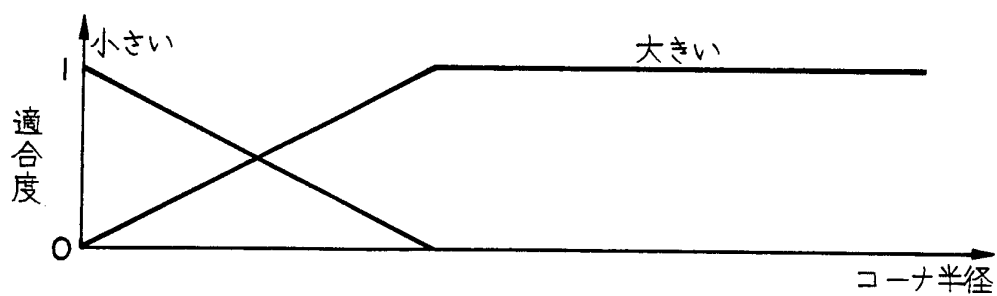


125/126

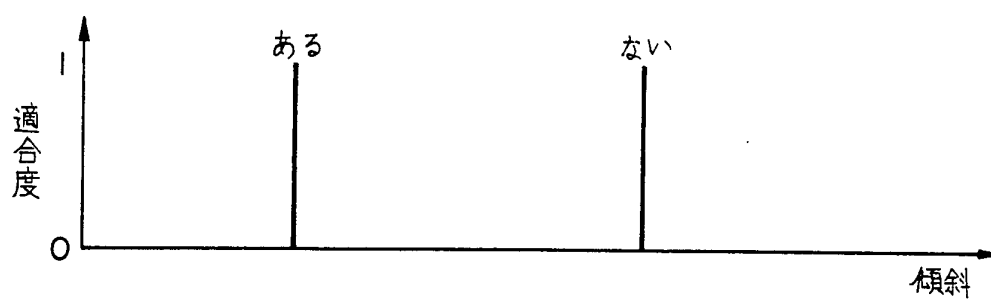
第102a図



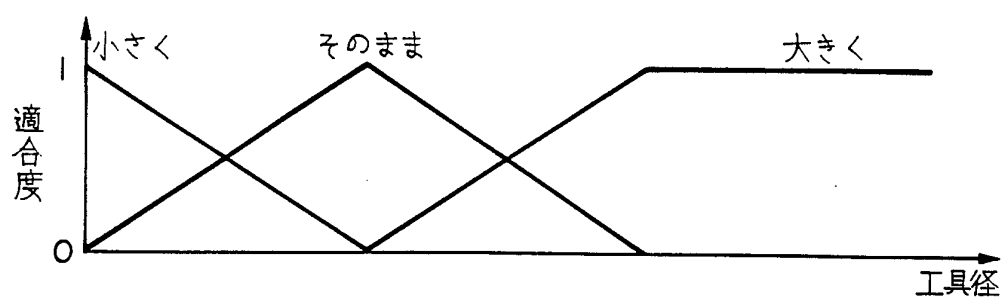
第102b図



第102c図

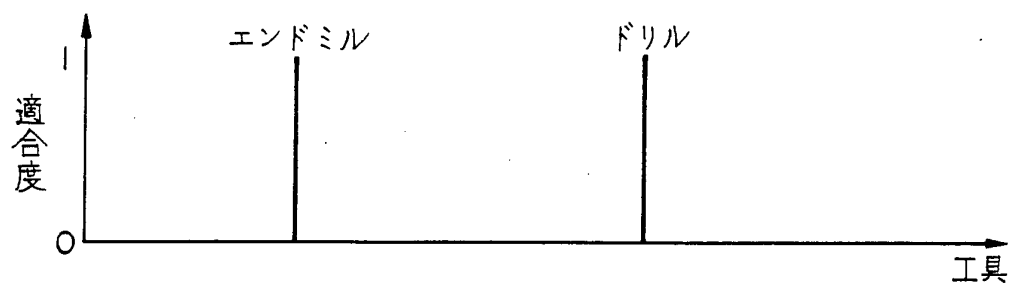


第102d図

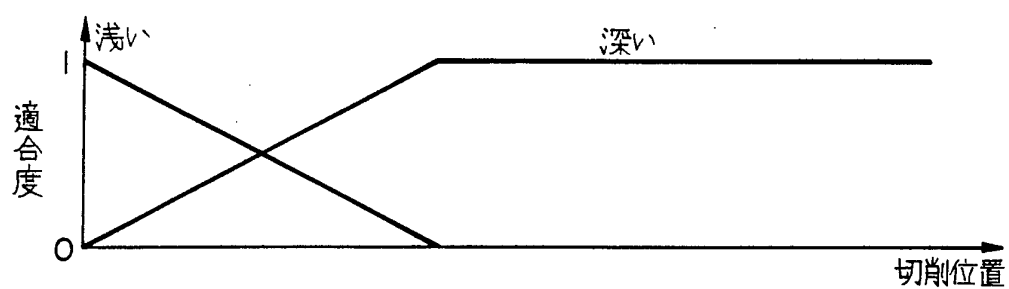


126/126

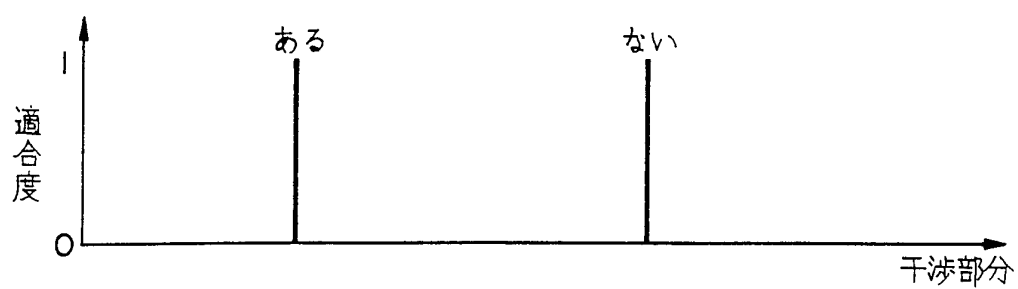
第103a図



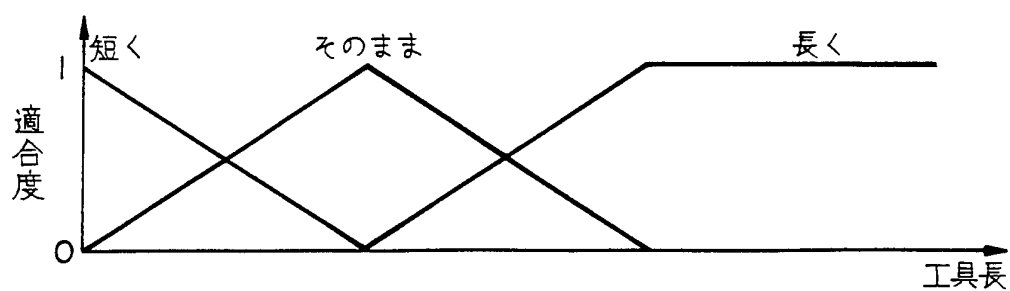
第103b図



第103c図



第103d図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP93/01461

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁵ B23Q15/00, G05B19/18, G05B19/403

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl⁵ B23Q15/00, G05B19/18, G05B19/403

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1950 - 1993

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1992

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, A, 62-127907 (Hitachi Seiki, Ltd.), June 10, 1987 (10. 06. 87), (Family: none) Claim, Figs. 1, 7	1-2, 16-18, 20-22, 24-26, 28-29, 31-32, 34, 37-46
A		3-15, 19, 23, 27, 30, 33, 35-36
Y	JP, A, 62-208859 (Hitachi Seiki, Ltd.), September 14, 1987 (14. 09. 87), (Family: none) Claim	1-2, 16-18, 20-22, 24-26, 28-29, 31, 32, 34, 37-38
A		3-15, 19, 23, 27, 30, 33, 35-36
Y	JP, A, 62-140745 (Hitachi Seiki, Ltd.), June 24, 1987 (24. 06. 87), (Family: none) Claim, Fig. 11	2, 18, 22, 26, 39-40

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

December 10, 1993 (10. 12. 93)

Date of mailing of the international search report

January 6, 1994 (06. 01. 94)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP93/01461

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, A, 62-218050 (Hitachi Seiki, Ltd.), September 25, 1987 (25. 09. 87), (Family: none) Claim	16, 20, 24, 28, 31, 34, 37-38
Y	JP, A, 62-140747 (Hitachi Seiki, Ltd.), June 24, 1987 (24. 06. 87), (Family: none) Claim	16, 20, 24, 28, 31, 34, 37-38
Y	JP, A, 62-241008 (Hitachi Seiki, Ltd.), October 21, 1987 (21. 10. 87), (Family: none) Claim	16, 20, 24, 28, 31, 34, 37-38
Y	JP, A, 58-82648 (Yamazaki Tekkosho Co., Ltd.), May 18, 1983 (18. 05. 83), & IT, A, 1,156,230 & FR, B1, 2,522,293 & US, A, 4,547,854 & GB, B2, 2,109,129 & DE, A1, 3,240,974 Claim, Fig. 8	41-46
A	JP, A, 3-294147 (Toshiba Machine Co., Ltd.), December 25, 1991 (25. 12. 91), (Family: none) Claim, Figs. 13 to 20	3-15, 19, 23, 27, 30, 33, 35-36
A	JP, A, 2-116449 (Daishowa Seiki K.K.), May 1, 1990 (01. 05. 90), (Family: none) Claim, Fig. 1	3-15, 19, 23, 27, 30, 33, 35-36
A	JP, A, 1-188249 (Fanuc Ltd.), July 27, 1989 (27. 07. 89), (Family: none) Claim, Fig. 3	3-15, 19, 23, 27, 30, 33, 35-36
A	JP, A, 4-135204 (Toyoda Machine Works, Ltd.), May 8, 1992 (08. 05. 92), (Family: none) Claim	3-15, 9, 23, 27, 30, 33, 35-36
A	JP, A, 1-205954 (Toyoda Machine Works, Ltd.), August 18, 1989 (18. 08. 89), (Family: none) Claim, Figs. 1 to 5	3-15, 9, 23, 27, 30, 33, 35-36

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. B 23 Q 15 / 00 , G 05 B 19 / 18 , G 05 B 19 / 403		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. B 23 Q 15 / 00 , G 05 B 19 / 18 , G 05 B 19 / 403		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1950-1993年 日本国公開実用新案公報 1971-1992年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) 		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP, A, 62-127907 (日立精機株式会社), 10. 6月. 1987 (10. 06. 87) (ファミリーなし) 特許請求の範囲, 第1図, 第7図	1-2, 16-18, 20-22, 24-26 28-29, 31-32 34, 37-46 3-15, 19, 23, 27, 30, 33, 35-36
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 10. 12. 93	国際調査報告の発送日 06. 01. 94	
名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 佐 藤 洋	3 C 9 1 3 6
電話番号 03-3581-1101 内線 3325		

C (続き). 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP, A, 62-208859 (日立精機株式会社), 14. 9月. 1987 (14. 09. 87) (ファミリーなし) 特許請求の範囲, 第 1 図	1-2, 16-18, 20-22, 24-26 28-29, 31, 32 34, 37-38 3-15, 19, 23 27, 30, 33, 35-36
Y	JP, A, 62-140745 (日立精機株式会社), 24. 6月. 1987 (24. 06. 87) (ファミリーなし) 特許請求の範囲, 第 11 図	2, 18, 22, 26, 39-40
Y	JP, A, 62-218050 (日立精機株式会社), 25. 9月. 1987 (25. 09. 87) (ファミリーなし) 特許請求の範囲	16, 20, 24, 28 31, 34, 37-38
Y	JP, A, 62-140747 (日立精機株式会社), 24. 6月. 1987 (24. 06. 87) (ファミリーなし) 特許請求の範囲	16, 20, 24, 28 31, 34, 37-38
Y	JP, A, 62-241008 (日立精機株式会社), 21. 10月. 1987 (21. 10. 87) (ファミリーなし) 特許請求の範囲	16, 20, 24, 28 31, 34, 37-38
Y	JP, A, 58-82648 (株式会社 山崎鉄工所), 18. 5月. 1983 (18. 5月. 83) & IT, A, 1,156,230 & FR, B1, 2,522,293 & US, A, 4,547,854 & GB, B2, 2,109,129 & DE, A1, 3,240,974 特許請求の範囲, 第 8 図	41-46
A	JP, A, 3-294147 (東芝機械株式会社), 25. 12月. 1991 (25. 12. 91) (ファミリーなし) 特許請求の範囲, 第 13-20 図	3-15, 19, 23, 27, 30, 33, 35-36
A	JP, A, 2-116449 (大昭和精機株式会社), 1. 5月. 1990 (01. 05. 90) (ファミリーなし) 特許請求の範囲, 第 1 図	3-15, 19, 23, 27, 30, 33, 35-36
A	JP, A, 1-188249 (ファナック株式会社), 27. 7月. 1989 (27. 07. 89) (ファミリーなし) 特許請求の範囲, 第 3 図	3-15, 19, 23, 27, 30, 33, 35-36

C (続き). 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, A, 4-135204 (豊田工機株式会社), 8. 5月. 1992 (08. 05. 92) (ファミリーなし) 特許請求の範囲	3-15, 9, 23, 27, 30, 33, 35-36
A	JP, A, 1-205954 (豊田工機株式会社), 18. 8月. 1989 (18. 08. 89) (ファミリーなし) 特許請求の範囲, 第 1 - 5 図	3-15, 9, 23, 27, 30, 33, 35-36