

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 12 月 2 日 (02.12.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/103625 A1

(51) 国際特許分類: B23H 1/00
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/006287
(22) 国際出願日: 2003 年 5 月 20 日 (20.05.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).

(SASAKI,Rika) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 千代知子 (SENDAI,Tomoko) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 加藤木 英隆 (KATOUGI,Hidetaka) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 酒井 宏明 (SAKAI,Hiroaki); 〒100-0013 東京都千代田区霞が関三丁目2番6号 東京倶楽部ビルディング Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CH, CN, DE, JP, KR, US.

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐々木 里佳

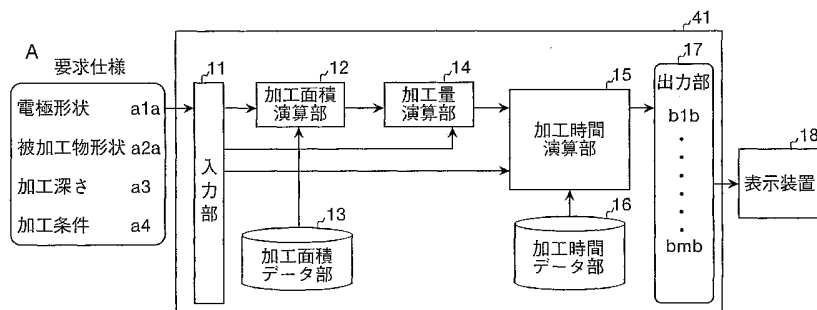
添付公開書類:

— 国際調査報告書

/ 続葉有 /

(54) Title: ELECTRIC DISCHARGE MACHINE

(54) 発明の名称: 放電加工装置



A...REQUESTED SPECIFICATIONS
a1a...SHAPE OF ELECTRODE
a2a...SHAPE OF WORK
a3...DEPTH OF MACHINING
a4...MACHINING CONDITIONS
11...INPUT SECTION
12...MACHINING AREA OPERATING SECTION
13...MACHINING AREA DATA SECTION
14...MACHINING QUANTITY OPERATING SECTION
15...MACHINING TIME OPERATING SECTION
16...MACHINING TIME DATA SECTION
17...OUTPUT SECTION
18...DISPLAY

(57) Abstract: An electric discharge machine in which variation in the machining volume is calculated using the shapes of an electrode and a work represented by a three-dimensional model and the data of machining conditions in order to estimate the electric discharge machining time accurately even when the electrode or the work has an intricate shape, and a machining time is calculated based on the variation in the machining volume and in conforming with the actual machining conditions.

(57) 要約: 電極や被加工物が複雑な形状を有する場合においても正確に放電加工における加工時間を見積もるために、3次元モデルで表現した電極の形状および被加工物の形状と加工条件データとを用いて加工体積の変化を算出し、これに基づいて加工状況の実態に即して加工時間を

/ 続葉有 /

WO 2004/103625 A1



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

放電加工装置

5 技術分野

本発明は、放電加工装置に関するものであり、詳細には、放電加工を行なうにあたり、より正確な予想加工時間を算出でき、加工条件の設定状態に応じてその都度予想された加工時間を算出および表示ができ、しかも複数電極、および予め加工が施された3次元モデルで表現された被加工物に対してもより正確な予想加工時間を算出および表示ができる放電加工装置に関するものである。

背景技術

放電加工装置においては、放電加工に要する加工時間を見積もる加工時間見積機能を備えたものが知られている。このような放電加工装置は、例えば電極および主軸を備える放電加工装置本体、放電加工における加工時間見積装置、電源、加工時間見積装置により設定した加工時間により放電加工装置を駆動制御する数値制御装置などを備えて構成される。

また、加工時間見積装置は、例えばユーザからの要求仕様を受け取る入力部、被加工物から除去する加工量を算出する加工量演算部、入力された要求仕様から加工時間を演算する加工時間演算部、加工時間算出に必要な加工速度データを記憶しておく加工時間データ部、算出された加工時間を出力する出力部などを備えて構成される。

このような放電加工装置においては、例えば以下のようにして加工時間を見積もる。まず、ユーザは被加工物に要求される仕様に基づいて、電極寸法、被加工物寸法、加工深さ、加工条件などの要求仕様を入力部から入力する。ここで、電極寸法や被加工物寸法とは、例えば、「x寸法：-5～5、y寸法：-10～10」というような表し方である。また、被加工物寸法は電極全面が被加工物内に

収まる場合は、見積もり時間に直接に関係しないため、省略される場合もある。

次に、加工量演算部では、入力部から要求仕様を受け取り、電極寸法と被加工物寸法より加工除去量を算出する。

次いで、要求仕様に対して予想される開始条件から仕上条件までの加工時間列
5 をこれらの算出データと加工時間データ部にあらかじめ記憶してある加工量あたりの加工速度データとから加工時間演算部において生成し、出力部に設定する。そして、出力部で設定されたデータをCRTなどの表示装置に表示する。

また、このような代表的な機能を有するものの他にも特開平6-297250号公報に示されているように、加工深さに応じて加工速度を補正して加工時間を見積る形態もある。
10

また、その他にも特開平2-100822号公報に示されているように、電極の形状を入力し、この入力された形状の特徴から、加工時間を補正する形態もある。

しかし、電極は3次的に複雑な形状であることが多く、加工が進行するにつれて電極の形状に応じて加工面積が変化する。このため、加工が進行するにつれて電極と被加工物との間に沈滞する加工屑によって放電状態が変化したり、加工面積が変化したりするなど加工条件が一定ではなくなる。その結果、前述した文献に記載されたように加工深さによって加工速度を変化させるだけでは、予想加工時間と実加工時間との差異が大きくなり、正確な加工時間を見積もることができないという問題がある。
15
20

一方、電極の形状を入力する方法は、電極の形状が角柱などの単純な形状である場合のみ対応可能であり、電極の形状情報を詳細に放電加工装置に認識させることはできない。このため、3次的に複雑な形状の電極を用いる場合には、加工進行に合わせた加工時間の見積りや、加工面積の把握ができないという問題がある。
25

また、単純な形状の電極の場合でも、電極の形状は入力者の主観が影響するた

め加工の均一性が保たれず、予め入力した形状特徴から少しでもはずれた場合には、加工時間に反映されない。

- さらに、通常、放電加工を行う被加工物は、切削加工などにより予め前加工が施されている場合が多い。また、1つの被加工物に対して複数本の異なる形状の電極で連続に加工を行って最終形態の形状を形成する場合も多い。例えば、携帯電話の場合は、切削で前加工を行ったあと、略20種類もの異なる形状の電極を用いて放電加工を行って最終形状を形成する。このため、単純な電極形状だけを認識しても加工量を把握することができないため、正確な加工時間を見積ることはできないという問題がある。
- 10 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、3次元的に複雑な形状を有する電極を用いた場合においても加工の進行状況に即して正確な加工時間を見積もることが可能な放電加工装置を提供することを目的としている。

発明の開示

- 15 本発明にかかる放電加工装置にあっては、電極の形状を3次元表現した電極形状データと被加工物の形状を3次元表現した被加工物形状データと加工条件データとが入力される入力手段と、電極形状データと被加工物形状データと加工条件データとに基づいて加工進行に伴って変化する加工体積を計算する加工体積演算手段と、計算した加工体積に基づいて加工時間を計算する加工時間演算手段と、
- 20 計算した加工時間を表示する表示手段とを備えることを特徴とする。

- この発明によれば、電極の形状および被加工物の形状を3次元モデルで表し、これらの情報と加工条件データとを用いて、加工進行に伴って変化する加工体積を算出して加工時間を算出する。これにより、放電加工が進行に伴って、電極の形状に応じて加工面積が変化する場合など加工状況が変化する場合においても、
- 25 加工状況に即して、すなわち加工体積の変化に即して加工時間を算出することができる。

また、電極の形状および被加工物の形状を上述したような3次元モデルで表す

ため、電極の形状、及び被加工物の形状を正確にデータとして把握することができ、且つこれを加工時間に反映させることができる。これにより、加工の進行に伴う加工体積の変化を加工状況の実態に即して把握することができ、加工状況の実態に即して考慮し、加工時間を算出することができる。

- 5 また、被加工物の形状を正確にデータとして把握することができ、これを加工時間に反映させることができるため、予め所定の加工が施された被加工物に対して放電加工を施す場合においても、当初の加工形状を考慮した加工時間の算出が可能である。

したがって、この発明によれば、電極や被加工物が複雑な形状を有する場合に
10 においても正確に放電加工における加工時間を見積もることが可能である。

図面の簡単な説明

- 第1図は、この発明による放電加工装置の実施の形態1を示す概略構成図であり、第2図は、実施の形態1で使用する加工時間見積装置の構成を示すブロック図であり、第3図は、加工面積データ部に保存される加工深さデータ及びそれ
15 に対応する加工面積データの一例を示す図であり、第4図は、加工時間データ部に保存される詳細な加工条件データ及び加工速度データの一例を示す図であり、第5図は、加工時間見積装置を用いて放電時間を見積もる場合の見積方法を説明するフローチャートであり、第6図は、電極形状の一例を示す斜視図であり、第
20 7図は、電極において加工進行方向のZ軸方向に所定の分割幅で横断面を抽出する状態を説明する図であり、第8図(a)、(b)、(c)は、メッシュ分割を説明する図であり、第9図は、放電加工の進行状態およびこれに伴った加工面積の変化を示した図であり、第10図は、加工面積を揺動半径分拡大した面積について説明する図であり、第11図は、この発明による放電加工装置の実施の形態
25 2を示す概略構成図であり、第12図は、実施の形態1で使用する加工時間見積装置の構成を示すブロック図であり、第13図は、加工時間見積装置を用いて

放電時間を見積もる場合の見積方法を説明するフローチャートであり、第14図は、この発明による放電加工装置の実施の形態3を示す概略構成図であり、第15図は、実施の形態3で使用される加工時間見積装置の構成を示すブロック図であり、第16図は、形状特徴データ部に保存される形状特徴および形状特徴係数の一例を示す図であり、第17図(a)、(b)、(c)、(d)は、電極形状の例を示した縦断面図であり、第18図は、電極の厚みと加工時間との関係を示した特性図であり、第19図は、加工時間見積装置を用いて放電時間を見積もる場合の見積方法を説明するフローチャートであり、第20図は、電極を横断面で分割した例を示す図であり、第21図は、電極の形状特徴の抽出方法を説明する図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明をより詳細に説術するために、添付の図面に従ってこれを説明する。なお、本発明は、以下の記述に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。また、添付の図面においては、理解の容易のため、各部材における縮尺が異なる場合がある。

実施の形態1

第1図は実施の形態1にかかる放電加工装置100の概略構成を示すブロック図である。放電加工装置100は、放電加工用の電極2、放電加工装置のヘッドである主軸3、加工時間見積装置41、加工時間見積装置41により設定した加工時間により主軸の動きを適宜駆動制御する制御装置5、および電源6とを備えて構成される。

このような放電加工装置100においては、電極2と被加工物8とを共に加工槽7内で加工液9中に浸漬した状態で対向させ、この電極2と被加工物8とに電源6から所定のパルス電流を通電する。そして、この通電によって、電極2と被加工物8との加工隙間には断続的な放電が起こり、被加工物8には放電による加工が施される。

第2図は加工時間見積装置41の構成を示すブロック図である。加工時間見積装置41は、ユーザからの要求仕様を受け取る入力部11、放電加工の進行に伴う加工面積の変化を演算する加工面積演算部12、要求仕様に沿った加工深さと加工面積とが対になった構成で保存される加工面積データ部13、加工面積演算部12において求めた加工面積の変化に基づいて被加工物8から放電加工により除去する加工量の変化である加工体積変化を算出する加工量演算部14、加工量演算部14で求めた加工体積変化と加工量あたりの加工速度データとに基づいて放電時間に要する加工時間を演算する加工時間演算部15、加工時間演算部15における加工時間算出に必要な加工量あたりの加工速度データを記憶しておく加工時間データ部16、および加工時間演算部15において算出された加工時間を出力する出力部17を備えて構成されている。また、出力部17には該出力部17から出力されたデータを表示する表示装置18が接続されている。

ここで、加工面積データ部13には、加工深さとそれに対応する加工面積とが例えば第3図に示すようなデータテーブルに保存される。また、加工時間データ部16には、あらかじめ要求仕様に沿った詳細な加工条件と加工速度とが対になった構成で、例えば第4図に示すようなデータテーブルに保存されている。ここで、加工条件としては、例えば第4図に示すように加工回路、放電電流、休止時間および揺動半径などがあげられる。

第5図は、放電加工装置100において、加工時間見積装置41を用いて放電時間を見積もる場合の見積方法を説明するフローチャートである。以下、上記のように構成された加工時間見積装置41による加工時間の見積方法について第5図に示すフローチャートを参照しながら説明する。

まず、入力部11において、ユーザからの放電加工における要求仕様を読み込む(S101)。入力部11においては、要求仕様として、電極2の形状を3次元表現、すなわち3次元モデルで表現した電極形状a1a、被加工物8の形状を3次元表現、すなわち3次元モデルで表現した被加工物形状a2a、加工深さa3、加工条件a4のデータを読み込む。

次に、入力部 11 において読み込んだ要求仕様に基づいて、加工面積演算部 12 において加工面積を算出する (S102)。以下、加工面積の算出方法を具体的に説明する。

ここで、電極 2 の 3 次元電極形状と被加工物 8 の 3 次元被加工物形状とは、X
YZ のメッシュで表されているとする。3 次元電極形状をメッシュで表す場合の
一例を、第 6 図に示すような形状を有する電極を例に説明する。

まず、第 7 図のように、電極において加工進行方向の Z 軸方向に所定の分割幅
で Z0 乃至 Zk に対応する K+1 個の横断面を抽出する。この横断面の算出は、
好ましくは要求寸法精度毎になるが、分割数が多くなると演算の遅延にもつなが
るため、電極の減寸量毎、または 1 mm 程度毎でも良い。

次に、加工方向毎の横断面形状を小さなメッシュで分割する。メッシュ分割幅
については、好ましくは要求寸法精度毎であるが、分割数が多くなると演算の遅
延にもつながるため、電極の減寸量毎、または 1 mm 程度毎でも良い。

例えば、第 8 図の (a) および (b) に示すように、X 軸方向に i+1 分割、
Y 軸方向に Y+1 分割し、分割したメッシュ形状内に、図形データの位置座標が
含まれる場合は、第 8 図の (c) のように、図形データの位置座標 (XD、YD、
ZD) を、メッシュデータの位置座標 (XM、YM、ZM) に変更し、中実であ
ることを示すために、例えば “1” という情報を与える。また、中空の場合には、
分割したメッシュ形状内に、図形データの位置座標が含まれない場合であり、こ
の場合には、中空であることを示すために、例えば “0” という情報を与える。

このように、 (X_n, Y_m, Z_l) ($0 \leq n \leq i, 0 \leq m \leq j, 0 \leq l \leq k$ 、
n、m、l は整数) の各分割要素のメッシュデータを得ることができる。

これにより、3 次元形状である電極 2 の電極形状 a1a 及び 3 次元形状である
被加工物 8 の被加工物形状 a2a を、メッシュデータを用いて表すことができ、
電極 2 及び被加工物 8 の形状を 3 次元モデルで表すことができる。

次に、このようなメッシュデータを用いて加工面積を求める方法について説明
する。第 9 図は、放電加工の進行と、これに伴う加工面積の変化を示したイメー

ジ図である。第9図においては、電極2は、被加工物8の中に掘り進む形態で放電加工が進行する。そして、電極2と被加工物8との位置関係は、同図(a)→(b)→(c)の順序で変化していく。これに伴い、第9図においては加工面積25が同図(a)→(b)→(c)の順序で拡大する。

5 ここで、加工面積データ部13において第3図に示すような加工面積データを以下のようにして算出する。

 まず、上記のようなメッシュで表された電極形状a1a及び被加工物形状a2aのデータにおいて、データが詰まっているところを1、データがないところを0とする。そして、加工の進行に伴う各段階における加工量変化を得るために、
10 加工深さまで、電極形状a1aを少しずつ、例えば1mmずつ被加工物8の方向に移動し、電極2と被加工物8との重なり部分の断面のメッシュ数を数える。そして、所定の加工深さまで、この動作を繰り返す。

 ここで、加工面積は以下のような関係式により求めることができる。

 加工面積＝有効なメッシュ数×メッシュ一辺の大きさ×メッシュ一辺の大きさ
15 以上のようにして、第3図に示すような加工深さとそれに対応する加工面積を算出することができる。

 次に、加工量演算部14において、上記のようにして求めた加工面積、加工深さ、及び放電加工における揺動半径とから放電加工の開始加工量を算出する（S103）。開始加工量は、以下の関係式により求めることができる。

20 開始加工量＝ Σ （1ステップ分の加工深さ×加工面積を揺動半径分拡大した面積）

 ここで、「加工面積を揺動半径分拡大した面積」について説明する。電極2の底面、すなわち被加工物8に対する加工面が、例えば第10図に示すように一辺が10mmの略正方形の寸法を有する場合について説明する。このような電極2
25 を用いて被加工面が平面である被加工物8を加工する場合を考える。この場合には、電極2の底面の全面が加工面積となり、該加工面積30は、10mm×1

0 mm (= 1 0 0 mm²) となる。

そして、この場合の「加工面積を揺動半径分拡大した面積 3 2」は、一辺の 1 0 mm に揺動半径 3 1、例えば 0. 1 mm を加えて面積を計算する。すなわち、この場合の「加工面積を揺動半径分拡大した面積 3 2」は、1 0. 2 mm × 1

5 0. 2 mm (= 1 0 4. 0 4 mm²) となる。

次に、加工時間演算部 1 5 において、各加工条件に適合する加工速度データとして、加工時間データ部 1 6 にあらかじめ記憶されている加工量あたりの加工速度を読み出す (S 1 0 4)。

そして、上記において求めた開始加工量と加工時間データ部 1 6 から読み出し
10 た加工速度とから所定の加工開始条件における加工時間を算出する (S 1 0 5)。
加工時間は、以下の関係式により求めることができる。

$$\text{加工時間} = \text{開始加工量} / \text{加工速度}$$

以上により、要求仕様に沿った加工を行う際に予想される加工開始条件の加工時間を算出することができる。

15 次に、仕上加工時における仕上加工条件に関して、上記と同様にして加工量演算部 1 4 において加工条件毎に仕上加工量を算出する (S 1 0 6)。次に、加工時間演算部 1 5 において、各仕上加工条件に適合する加工速度データとして、加工時間データ部 1 6 にあらかじめ記憶されている加工量あたりの加工速度を読み出す (S 1 0 7)。そして、上記において求めた仕上加工量と加工時間データ部
20 1 6 から読み出した加工速度とから所定の仕上条件における加工時間を求める (S 1 0 8)。

以上により、要求仕様に沿った加工を行う際に予想される仕上加工条件の加工時間を算出することができる。

最後に、以上の結果をもとに加工開始条件から仕上加工条件までの加工時間列
25 b 1 b ~ b m b を出力部 1 7 に設定する。出力部 1 7 では、これらの加工時間列 b 1 b ~ b m b を表示装置 1 8 に出力することにより上記において求めた各条件

毎の加工時間およびその総計を表示することができる。

以上説明したように、この放電加工装置 100 においては、電極 2 の形状および被加工物 8 の形状を 3 次元モデルで表し、これを用いて各加工深さにおける加工面積を算出して加工時間を算出する。

- 5 これにより、放電加工が進行に伴って、電極 2 の形状に応じて加工面積が変化する場合においても、加工状況に即して、すなわち加工面積の変化に即して加工時間を算出することができる。

- 10 また、電極 2 の形状および被加工物 8 の形状を上述したような 3 次元モデルで表すため、電極 2 の形状、及び被加工物 8 の形状を正確にデータとして把握することができ、且つこれを加工時間に反映させることができる。これにより、加工の進行に伴う加工面積変化を加工状況の実態に即して正確に把握することができ、さらに、この加工面積変化に基づいて加工体積を求めるため、加工状況の実態に即して考慮し、加工時間を算出することができる。

- 15 また、被加工物 8 の形状を正確にデータとして把握することができ、これを加工時間に反映させることができるため、予め所定の加工が施された被加工物 8 に対して放電加工を施す場合においても、当初の加工形状を考慮した加工時間の算出が可能である。

したがって、この放電加工装置 100 では、電極 2 や被加工物 8 が複雑な形状を有する場合においても、正確に加工時間を見積もることが可能である。

- 20 次に、上記の放電加工装置 100 の変形例について説明する。上記においては、要求仕様として加工時間見積装置に電極 2 の形状データと被加工物 8 の形状データが入力され、加工時間見積装置内において加工面積と加工深さを計算する構成としているが、加工時間見積装置にデータとして予め上記と同様にして求めた加工の進行に伴う加工面積変化のデータと加工深さのデータを入力する構成とする
25 ことも可能である。

すなわち、加工時間見積装置を、ユーザからの要求仕様、加工の進行に伴う加

工面積変化のデータおよび加工深さのデータを受け取る入力部、被加工物から放電加工により除去する加工量を算出する加工量演算部、入力部において入力された要求仕様、加工の進行に伴う加工面積変化データおよび加工深さデータから放電時間に要する加工時間を演算する加工時間演算部、加工時間演算部における加工時間算出に必要な加工量あたりの加工速度データを記憶しておく加工時間データ部、および加工時間演算部において算出された加工時間を出力する出力部を備えた構成とすることもできる。

このような構成とした場合においても、上述した放電加工装置 100 と同様に電極や被加工物が複雑な形状を有する場合においても、正確に加工時間を見積もることが可能である。

さらに、加工時間見積装置に入力するデータとしては加工面積と加工深さ以外にも、加工量を表現可能なデータであれば用いることが可能である。

また、本発明においては、加工時間見積り装置は、放電加工機本体にあってもよく、また、放電加工機本体とは独立した形で、例えば、パソコンなどの上にあってもよい。

また、上記においては、加工量を求める際に、まず加工面積を求め、該加工面積を揺動半径分拡大しているが、加工面積ではなく 3 次元モデル形状の状態での加工断面形状を揺動半径分拡大し、該揺動半径分拡大した加工断面形状の面積を求めることも可能である。これにより、より一層正確な加工時間を見積もることができる。この場合には、加工面積は加工条件毎に存在することになる。また、揺動半径の代わりに縮小代と寄せ量を用いることも可能である。さらに、加工深さを入力する代わりに、NC プログラムを入力することも可能である。

また、上記においては、放電ギャップは考慮していないが、放電ギャップも考慮することにより、より一層、正確に加工時間を見積もることが可能である。

実施の形態 2.

第 11 図は実施の形態 2 にかかる放電加工装置 200 の概略構成を示すブロッ

ク図である。第 1 1 図においては、理解の容易のため、第 1 図の場合と同一部材については同一符号を付することにより詳細な説明を省略する。

放電加工装置 2 0 0 は、放電加工用の電極 2、放電加工装置のヘッドである主軸 3、加工時間見積装置 4 2、加工時間見積装置 4 2 により設定した加工時間により主軸の動きを適宜駆動制御する制御装置 5、および電源 6 とを備えて構成される。なお、この放電加工装置 2 0 0 においては、電極として、後述するように電極形状が a 1 a で 3 次元モデルで表された電極と、電極形状が a 1 a a で 3 次元モデルで表された電極との 2 種類の電極を備え、この 2 種類の電極を用いて放電加工を行うものである。

このような放電加工装置 2 0 0 においては、電極 2 と被加工物 8 とを共に加工槽 7 内で加工液 9 中に浸漬した状態で対向させ、この電極 2 と被加工物 8 とに電源 6 から所定のパルス電流を通電する。この通電によって、電極 2 と被加工物 8 との加工隙間には断続的な放電が起こり、被加工物 8 には放電による加工が施される。

第 1 2 図は加工時間見積装置 4 の構成を示すブロック図である。加工時間見積装置 4 2 は、ユーザからの要求仕様を受け取る入力部 1 1、放電加工の進行に伴う加工面積の変化を演算する加工面積演算部 1 2、要求仕様に沿った加工深さと加工面積とが対になった構成で保存される加工面積データ部 1 3、加工面積演算部 1 2 において求めた加工面積の変化に基づいて被加工物 8 から放電加工により除去する加工量の変化である加工体積変化を算出する加工量演算部 1 4、加工量演算部 1 4 で求めた加工体積変化と加工量あたりの加工速度データとに基づいて放電時間に要する加工時間を演算する加工時間演算部 1 5、加工時間演算部 1 5 における加工時間算出に必要な加工量あたりの加工速度データを記憶しておく加工時間データ部 1 6、および加工時間演算部 1 5 において算出された加工時間を出力する出力部 1 7 を備えて構成されている。また、出力部 1 7 には該出力部 1 7 から出力されたデータを表示する表示装置 1 8 が接続されている。

ここで、加工面積データ部 1 3 には、加工深さとそれに対応する加工面積とが例えば上述した第 3 図に示すようなデータテーブルに保存される。また、加工時間データ部 1 6 には、あらかじめ要求仕様に沿った詳細な加工条件と加工速度とが対になった構成で例えば上述した第 4 図に示すようなデータテーブルに保存されている。

第 1 3 図は、放電加工装置 2 0 0 において、加工時間見積装置 4 2 を用いて放電時間を見積もる場合の見積方法を説明するフローチャートである。以下、上記のように構成された加工時間見積装置 4 2 による加工時間の見積方法について第 1 3 図に示すフローチャートを参照しながら説明する。

まず、入力部 1 1 において、ユーザからの放電加工における要求仕様 1 を読み込む (S 2 0 1)。入力部 1 1 においては、要求仕様 1 として、電極 2 の形状を 3 次元モデルで表現した電極形状 a 1 a、被加工物 8 の形状を 3 次元モデルで表現した被加工物形状 a 2 a、加工深さ a 3、加工条件 a 4 を読み込む。

次に、第 1 の実施の形態と同様にして入力部 1 1 において読み込んだ要求仕様 1 に基づいて、加工面積演算部 1 2 において加工面積を算出する (S 2 0 2)。

次に、加工量演算部 1 4 において、上記のようにして求めた加工面積、加工深さ、および放電加工における揺動半径から第 1 の実施の形態と同様にして放電加工の開始加工量を算出する (S 2 0 3)。

次に、加工時間演算部 1 5 において、各加工条件に適合する加工速度データとして、加工時間データ部 1 6 にあらかじめ記憶されている加工量あたりの加工速度を読み出す (S 2 0 4)。

そして、上記において求めた開始加工量と加工時間データ部 1 6 から読み出した加工速度とから所定の加工開始条件における加工時間を求める (S 2 0 5)。

次に、仕上加工時における仕上加工条件に関して、上記と同様にして加工量演算部 1 4 において加工条件毎に仕上加工量を算出する (S 2 0 6)。次に、加工時間演算部 1 5 において、各仕上加工条件に適合する加工速度データとして、加

工時間データ部 16 にあらかじめ記憶されている加工量あたりの加工速度を読み出す (S 207)。そして、上記において求めた仕上加工量と加工時間データ部 16 から読み出した加工速度とから所定の仕上条件における加工時間を求める (S 208)。

- 5 以上により、要求仕様 1 に沿った加工を行う際に予想される仕上加工条件の加工時間を算出することができる。

次に、以上の結果をもとに加工開始条件から仕上条件までの加工時間列 b 1 b ~ b m b を出力部 17 に設定する。また、電極形状が a 1 a である電極での加工後の被加工物 8 の形状を a 2 a a として出力部 17 内に設けられたメモリに記憶する。

10

次に、入力部 11 において、ユーザからの放電加工における他の要求仕様 2 を読み込む (S 201)。入力部 11 においては、要求仕様 2 として、電極 2 の形状を 3 次元モデルで表現した電極形状 a 1 a a、被加工物 8 の形状を 3 次元モデルで表現した被加工物形状 a 2 a、加工深さ a 3 a a、加工条件 a 4 a a を読み込む。そして、上記手順 (S 201) ~ (S 209) を繰り返して加工開始条件から仕上条件までの加工時間を算出する。

15

以上により、2 種類の異なる要求仕様 2 に沿った加工、すなわち 2 種類の異なる電極 2 を用いて加工を実施する際に予想される仕上加工条件の加工時間を算出することができる。

最後に、以上の結果をもとに加工開始条件から仕上加工条件までの加工時間列 b 1 b b ~ b m b b を算出して出力部 17 に設定する。出力部 17 では、これらの加工時間列 b 1 b b ~ b m b b と、最初に算出した加工時間列 b 1 b ~ b m b とを表示装置 18 に出力することにより条件毎の加工時間およびその総計を表示することができる。

20

以上説明したように、この放電加工装置 200 においては、電極 2 の形状および被加工物 8 の形状を 3 次元モデルで表し、これを用いて各加工深さにおける加

25

工面積を算出して加工時間を算出する。

これにより、放電加工が進行に伴って、電極 2 の形状に応じて加工面積が変化する場合においても、加工状況に即して、すなわち加工面積の変化に即して加工時間を算出することができる。

- 5 また、電極 2 の形状および被加工物 8 の形状を上述したような 3 次元モデルで表すため、電極 2 の形状、及び被加工物 8 の形状を正確にデータとして把握することができ、且つこれを加工時間に反映させることができる。これにより、加工の進行に伴う加工面積変化を加工状況の実態に即して正確に把握することができ、さらに、この加工面積変化に基づいて加工体積を求めるため、加工状況の実態に
10 即して考慮し、加工時間を算出することができる。

また、被加工物 8 の形状を正確にデータとして把握することができ、これを加工時間に反映させることができるため、予め所定の加工が施された被加工物 8 に対して放電加工を施す場合においても、当初の加工形状を考慮した加工時間の算出が可能である。

- 15 したがって、この放電加工装置 200 では、電極 2 や被加工物 8 が複雑な形状を有する場合においても、正確に加工時間を見積もることが可能である。

- さらに、この放電加工装置 200 においては、2 種類の異なる要求仕様を読み込み、これに基づいて加工時間を算出することにより、2 種類の異なる電極を用いて加工する場合においても加工時間を算出することができる。したがって、この放電加工装置 200 では、複雑な形状を有する異なる電極 2 を使用して放電加工を行う場合においても、正確に加工時間を見積もることが可能である。
20

- また、上記においては、要求仕様を 2 種類設けた場合について説明したが、本発明においては、要求仕様は 2 種類に限定されるものではなく、3 種類以上の要求仕様を設けた設定とすることも可能である。すなわち、放電加工に使用する電極数は 2 種類に限定されるものではなく、3 種類以上の多くの電極を使用する場合においても加工時間を算出することができる。この場合においても、上記と同
25

様にして、加工の進行状況に即した加工時間の見積を行うことができ、正確な加工時間を見積もることが可能である。したがって、複数本の異なる形状の電極で連続して放電加工を行い、最終形状を形成する場合においても正確な加工時間を見積もることが可能である。

- 5 なお、上記においては、放電ギャップは考慮していないが、放電ギャップも考慮することにより、より一層、正確に加工時間を見積もることが可能である。

実施の形態 3.

- 第 1 4 図は実施の形態 3 にかかる放電加工装置 3 0 0 の概略構成を示すブロック図である。第 1 4 図においては、理解の容易のため、第 1 図の場合と同一部材
10 については同一符号を付することにより詳細な説明を省略する。

放電加工装置 3 0 0 は、放電加工用の電極 2、放電加工装置のヘッドである主軸 3、加工時間見積装置 4 3、加工時間見積装置 4 3 により設定した加工時間により主軸の動きを適宜駆動制御する制御装置 5、および電源 6 とを備えて構成される。

- 15 このような放電加工装置 3 0 0 においては、電極 2 と被加工物 8 とを共に加工槽 7 内で加工液 9 中に浸漬した状態で対向させ、この電極 2 と被加工物 8 とに電源 6 から所定のパルス電流を通電する。この通電によって、電極 2 と被加工物 8 との加工隙間には断続的な放電が起こり、被加工物 8 には放電による加工が施される。

- 20 第 1 5 図は加工時間見積装置 4 3 の構成を示すブロック図である。加工時間見積装置 4 3 は、ユーザからの要求仕様を受け取る入力部 1 1、放電加工の進行に伴う加工面積の変化を演算する加工面積演算部 1 2、要求仕様に沿った加工深さと加工面積とが対になった構成で保存される加工面積データ部 1 3、加工面積演算部 1 2 において求めた加工面積の変化に基づいて被加工物 8 から放電加工により
25 除去する加工量の変化である加工体積変化を算出する加工量演算部 1 4、加工量演算部 1 4 で求めた加工体積変化と加工量あたりの加工速度データと後述する

形状特徴係数とを用いて放電時間に要する加工時間を演算するとともに電極形状の特徴に応じて加工時間を補正する加工時間演算部 15、加工時間演算部 15 における加工時間算出に必要な加工量あたりの加工速度データを記憶しておく加工時間データ部 16、加工時間演算部 15 において算出された加工時間を出力する出力部 17、および表示装置 18 を備えて構成されている。

ここで、加工面積データ部 13 には、加工深さとそれに対応する加工面積とが例えば上述した第 3 図に示すようなデータテーブルに保存される。また、加工時間データ部 16 には、あらかじめ要求仕様に沿った詳細な加工条件と加工速度とが対になった構成で例えば上述した第 4 図に示すようなデータテーブルに保存されている。

また、この加工時間見積装置 43 は、形状特徴データ部 52 および形状特徴演算部 51 を備えている。形状特徴演算部 51 では、電極 2 の形状特徴を算出する。また、形状特徴データ部 52 には、あらかじめ要求仕様にある形状特徴と、それに対応した形状特徴係数とが対となった構成で、例えば上述した第 16 図に示すようなデータテーブルに保存される。

ここで、形状特徴とは、加工速度に影響を与える形状の特徴を表すものである。第 17 図 (a) ~ 第 17 図 (d) は、電極 2 の形状の例を縦断面図により示したものである。同図に示すように、電極 2 の形状としては、縦断面が略正方形である形状 (同図 (a))、縦断面が縦長の略長方形である形状 (同図 (b))、縦断面が略長方形であり、加工面に凹部が形成された形状 (同図 (c))、縦断面が横長の略長方形である形状 (同図 (d)) など種々の形状がある。また、第 17 図 (a) ~ 第 17 図 (d) に示すように、電極 2 の形状によって電極 2 と被加工物 8 との間における加工屑 61 の溜まり具合が異なり、これも加工速度に影響を与える要因となる。

そして、この電極形状は加工速度に影響を及ぼす。第 18 図に電極の厚みと加工時間との関係の一例を示す。なお、第 18 図においては、電極の厚み以外の加工条件は全て同一としている。第 18 図に示すように、電極の厚みの違いによっ

て、他の加工条件が同一である場合においても、加工速度に差が生じる。

そこで、形状特徴データ部 5 2 では、例えば「電極の厚みが 2 mm 以下で加工深さが 5 mm 以上」という形状であれば形状特徴係数は「C 1」、「電極の真中に穴があいている」形状であれば形状特徴係数は「C 2」というように、加工速度に影響を与える形状の特徴毎に形状特徴が定義されて保存されている。そして、形状特徴に対応し、加工時間を補正する補正係数として形状特徴係数が定義されて保存されている。すなわち、この形状特徴係数を用いて加工時間を計算することにより、電極形状が加工速度に及ぼす影響を考慮、補正して加工時間を求めることができる。これにより、加工速度に影響を及ぼす特徴的な電極形状を有する電極を用いて加工を行う場合においても、より正確な加工時間を得ることが可能である。

第 1 9 図は、放電加工装置 3 0 0 において、加工時間見積装置 4 3 を用いて放電時間を見積もる場合の見積方法を説明するフローチャートである。以下、上記のように構成された加工時間見積装置 4 3 による加工時間の見積方法について第 1 8 図に示すフローチャートを参照しながら説明する。

まず、入力部 1 1 において、ユーザからの放電加工における要求仕様を読み込む (S 3 0 1)。入力部 1 1 においては、要求仕様として、電極 2 の形状を 3 次元モデルで表現した電極形状 a 1 a、被加工物 8 の形状を 3 次元モデルで表現した被加工物形状 a 2 a、加工深さ a 3、加工条件 a 4 を読み込む。

次に、第 1 の実施の形態と同様にして入力部 1 1 において読み込んだ要求仕様に基づいて、加工面積演算部 1 2 において加工面積を算出する (S 3 0 2)。

次に、加工量演算部 1 4 において、上記のようにして求めた加工面積、加工深さ、および放電加工における揺動半径から第 1 の実施の形態と同様にして放電加工の開始加工量を算出する (S 3 0 3)。

次に、加工時間演算部 1 5 において、各加工条件に適合する加工速度データとして、加工時間データ部 1 6 にあらかじめ記憶されている加工量あたりの加工速度を読み出す (S 3 0 4)。

次に、加工時間演算部 15 において、形状特徴演算部 51 で求められ形状特徴データ部 52 に記憶された形状特徴係数データを読み出す (S 305)。ここで、あらかじめ入力部に入力されたデータに基づいて電極 2 の形状の特徴が抽出されている。そして、該形状の特徴に該当する形状特徴、及びこれに対応する補正係数、すなわち形状特徴係数が抽出されている。

次に、要求仕様に対して予想される、加工開始条件における加工時間を、加工時間演算部 15 において上記開始加工量、加工速度、および形状特徴係数から算出する (S 306)。加工時間演算部 15 は、上記開始加工量および加工速度に基づいた仮加工時間を算出するとともに形状特徴係数を用いて仮加工時間に補正を施して正確な加工時間を算出する。形状特徴係数を用いることにより特徴的な電極形状が加工速度に及ぼす影響を考慮、補正して加工時間を求めることができる。ここで、加工開始条件の加工時間は、以下の関係式により求めることができる。

$$\text{開始加工時間} = \text{仮開始加工時間} * \text{形状特徴係数}$$

次に、仕上加工時における仕上加工条件に関して、上記と同様にして加工量演算部 14 において加工条件毎に仕上加工量を算出する (S 307)。次に、加工時間演算部 15 において、各仕上加工条件に適合する加工速度データとして、加工時間データ部 16 にあらかじめ記憶されている加工量あたりの加工速度を読み出す (S 308)。

次に、加工時間演算部 15 において、形状特徴演算部 51 で求められ形状特徴データ部 52 にあらかじめ記憶されている形状特徴係数データを読み出す (S 309)。ここで、あらかじめ入力部に入力されたデータに基づいて電極 2 の形状の特徴が抽出されている。そして、該形状の特徴に該当する形状特徴、及びこれに対応する補正係数、すなわち形状特徴係数が抽出されている。

そして、要求仕様に対して予想される、仕上加工条件における加工時間を、上記において求めた仕上加工量、加工速度、および形状特徴係数から加工時間演算

部 1 5 により算出する (S 3 0 6)。加工時間演算部 1 5 は、上記開始加工量および加工速度に基づいた仮加工時間を算出するとともに形状特徴係数を用いて仮加工時間に補正を施して正確な加工時間を算出する。形状特徴係数を用いることにより電極形状が加工速度に及ぼす影響を考慮、補正して加工時間を求めることができる。ここで、仕上加工条件の加工時間は、上記の加工開始条件の加工時間を求める際に用いた関係式により求めることができる。

以上により、要求仕様に沿った加工を行う際に予想される仕上加工条件の加工時間を算出することができる。

そして、最後に以上の結果をもとに加工開始条件から仕上加工条件までの加工時間列 $b_{1b} \sim b_{mb}$ を算出して出力部 1 7 に設定する。出力部 1 7 では、表示装置 1 8 にこれらの加工時間列 $b_{1b} \sim b_{mb}$ を出力することにより上記において求めた条件毎の加工時間およびその総計を表示することができる。

なお、第 1 5 図においては、要求仕様を 1 種類だけ設けたものを示したが、要求仕様は実施の形態 2 と同様に 2 種類設けてもよく、また、3 種類以上設けても良い。

また、電極の形状特徴は次のような方法により抽出することができる。以下、電極の形状特徴の抽出方法について説明する。電極の形状特徴を抽出するには、まず、電極 2 を加工進行方向と垂直な方向の横断面を抽出する。例えば第 2 0 図に示すように電極 2 を加工進行方向における所定の加工深さで 1 0 分割した横断面を抽出し、断面形状を実施の形態 1 と同様に X Y Z のメッシュで表して電極形状を認識する。電極形状を認識した後は、次のようにして電極の形状特徴を抽出する。

(輪郭抽出)

輪郭の抽出は以下のようにして行うことができる。

(1) 第 2 1 図 (a) に示すように、断面形状を表すメッシュにおいて、データが詰まっている部分を「1」、データがない部分を「0」とする。この例は、中

心に穴がひとつあいている断面形状例である。

(2) 端から順に 0 から 1 に変化する個所を探索し、輪郭抽出のスタート点とする。そして、スタート点の 1 を輪郭番号 2 に変更する。

5 (3) 隣り合う輪郭を探し (0 から 1 に変化する個所)、当該箇所のデータ「1」を「2」に変更する。

(4) 前記の (3) の手順を次の輪郭がなくなり 2 が出るまで繰り返すことにより輪郭が抽出できる。

(5) 輪郭番号を 3 にインプリメントして、前記の (2) ~ (4) の手順を繰り返して行う。

10 (6) 上記 (1) ~ (5) の手順を輪郭抽出のスタート点が存在しなくなるまで繰り返す。そして、「最終的な輪郭番号 - 1」が、輪郭数となる。

(穴の識別)

次に、抽出した輪郭が外輪郭であるか穴であるかを判別する必要がある。外輪郭が多数個な場合とは、例えば多連リブのような形状である。また、「輪郭数 = 15 外輪郭数 + 穴数」である。抽出した輪郭が外輪郭であるか穴であるかの判別は以下のようにして行うことができる。

(1) [i, 識別する輪郭の中心 Y 座標] ($i = 0, 1, 2, \dots$) で、識別する輪郭番号になる i を探す。「i + 1」が 0 である場合は「外輪郭」、0 である場合は、「穴」と判別する。この例では、第 21 図 (b) に示すように輪郭番号 20 2 は外輪郭、輪郭番号 3 は穴となる。

(厚みの識別)

厚みは以下の方法により求めることができる。

(1) 第 21 図 (c) に示すように厚みを計算したい輪郭番号を 0 にして、再度輪郭を抽出する。

25 (2) 上記 (1) の手順を繰り返し、輪郭が抽出できなくなった時点で、下記の関係式により厚みを算出することができる。

厚み＝繰り返し数×2×メッシュ一辺の大きさ

以上の方法により電極2の形状特徴を抽出することができる。

以上説明したように、この放電加工装置300においては、電極2の形状および被加工物8の形状を3次元モデルで表し、これを用いて各加工深さにおける加工面積を算出して加工時間を算出する。

これにより、放電加工が進行に伴って、電極2の形状に応じて加工面積が変化する場合においても、加工状況に即して、すなわち加工面積の変化に即して加工時間を算出することができる。

また、電極2の形状および被加工物8の形状を上述したような3次元モデルで表すため、電極2の形状、及び被加工物8の形状を正確にデータとして把握することができ、且つこれを加工時間に反映させることができる。これにより、加工の進行に伴う加工面積変化を加工状況の実態に即して正確に把握することができ、さらに、この加工面積変化に基づいて加工体積を求めるため、加工状況の実態に即して考慮し、加工時間を算出することができる。

また、被加工物8の形状を正確にデータとして把握することができ、これを加工時間に反映させることができるため、予め所定の加工が施された被加工物8に対して放電加工を施す場合においても、当初の加工形状を考慮した加工時間の算出が可能である。

したがって、この放電加工装置300では、電極2や被加工物8が複雑な形状を有する場合においても、正確に加工時間を見積もることが可能である。

さらに、この放電加工装置300においては、電極2によって加工をした場合に該電極の形状の特徴を正確に抽出し、かつ抽出した形状の特徴に応じた補正を行って加工時間を算出する。これにより、例えば放電加工中に第16図に示すような加工屑が溜まりやすい、加工が不安定になりやすいなどの電極形状の特徴に応じてより正確な加工時間を算出することができる。

したがって、この放電加工装置300では、電極2の形状により加工条件が変

化しやすい場合においても正確に加工時間を見積もることが可能である。

5 なお、上記においては加工進行に伴って変化する加工面積を計算し、計算した加工面積の変化に基づいて加工体積を計算して加工時間を算出する場合について説明したが、加工体積を求める方法は加工面積を用いる方法に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

産業上の利用可能性

10 以上のように、本発明にかかる放電加工装置においては、放電加工が進行するにつれて電極の形状に応じて加工面積が変化する場合においても、加工状況に即して加工時間を算出することができる。

すなわち、本発明に係る放電加工装置は、3次元的に複雑な形状を有する電極を用いる加工の加工時間を見積もる場合に有用であり、特に、電極のみならず被加工物に予め前加工が施され、双方が複雑な形状を有することに起因して加工中に放電状態が変化しやすい条件の加工時間の見積を行う場合に適している。

請求の範囲

1. 電極の形状を3次元表現した電極形状データと被加工物の形状を3次元表現した被加工物形状データと加工条件データとが入力される入力手段と、
- 5 前記電極形状データと被加工物形状データと加工条件データとに基づいて加工進行に伴って変化する加工体積を計算する加工体積演算手段と、
- 前記計算した加工体積に基づいて加工時間を計算する加工時間演算手段と、
- 前記計算した加工時間を表示する表示手段と
- を備えることを特徴とする放電加工装置。
- 10
2. 電極の形状を3次元表現した電極形状データと被加工物の形状を三次元表現した被加工物形状データと加工深さデータと加工条件データとが入力される入力手段と、
- 前記電極形状データと被加工物形状データと加工深さデータと加工条件データ
- 15 とに基づいて加工進行に伴って変化する加工面積を計算する加工面積演算手段と、
- 前記計算した加工面積の変化に基づいて加工体積を計算する加工体積演算手段と、
- 前記計算した加工体積に基づいて加工時間を計算する加工時間演算手段と、
- 前記計算した加工時間を表示する表示手段と
- 20 を備えることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の放電加工装置。
3. 前記入力手段に前記電極形状データとして複数の異なる電極形状データが入力されること
- を特徴とする請求の範囲第1項に記載の放電加工装置。
- 25
4. 加工速度に影響を与える電極形状の特徴を抽出する抽出手段と、
- 前記電極形状の特徴に応じて加工時間を補正する補正手段と

を備えることを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の放電加工装置。

5. 前記補正手段は、前記加工速度に影響を与える電極形状の特徴に応じて加工時間を補正する補正係数を用いて前記加工時間を補正すること

5 を特徴とする請求の範囲第 4 項に記載の放電加工装置。

6. 前記抽出手段は、前記電極形状データの複数の断面を抽出し、これらの断面をメッシュ分割し、各分割要素に中実または中空のメッシュデータを付与し、該メッシュデータから電極形状の特徴を抽出すること

10 を特徴とする請求の範囲第 4 項に記載の放電加工装置。

7. 加工進行に伴って変化する加工面積と加工条件データとが入力される入力手段と、

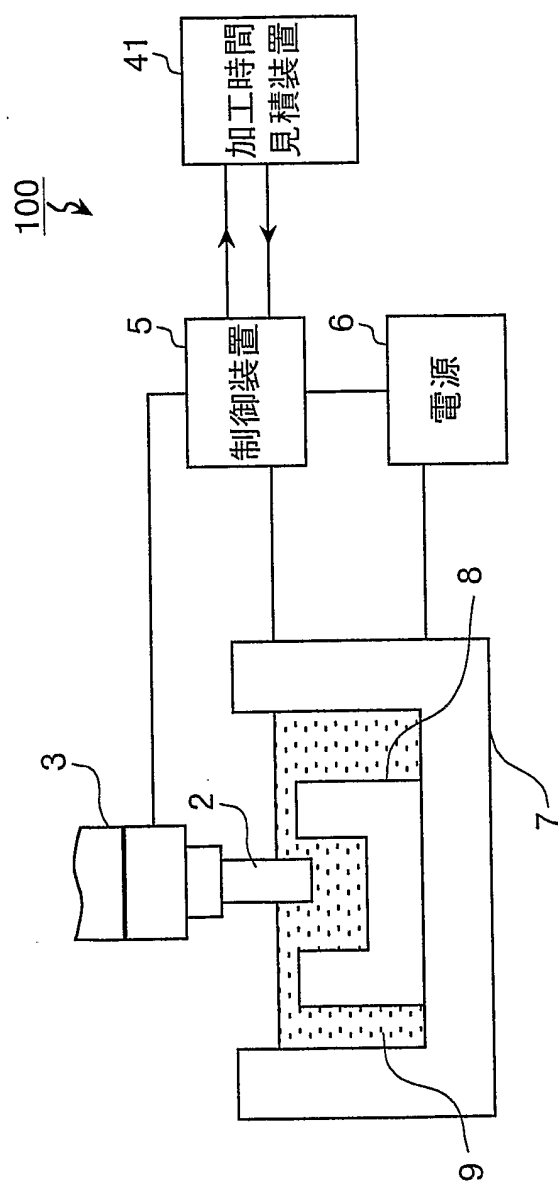
前記加工面積に基づいて加工体積を計算する加工体積演算手段と、

15 前記計算した加工体積に基づいて加工時間を計算する加工時間演算手段と、

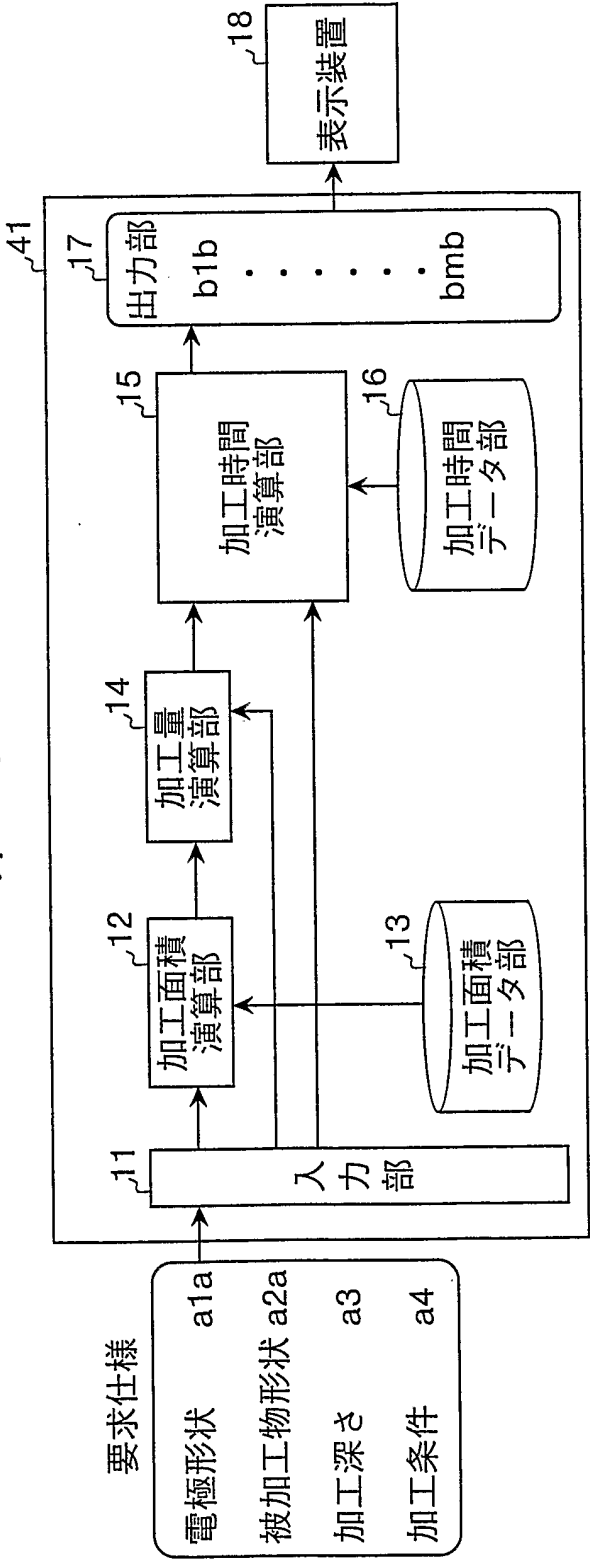
前記計算した加工時間を表示する表示手段と

を備えることを特徴とする放電加工装置。

圖
一
錄



第2図



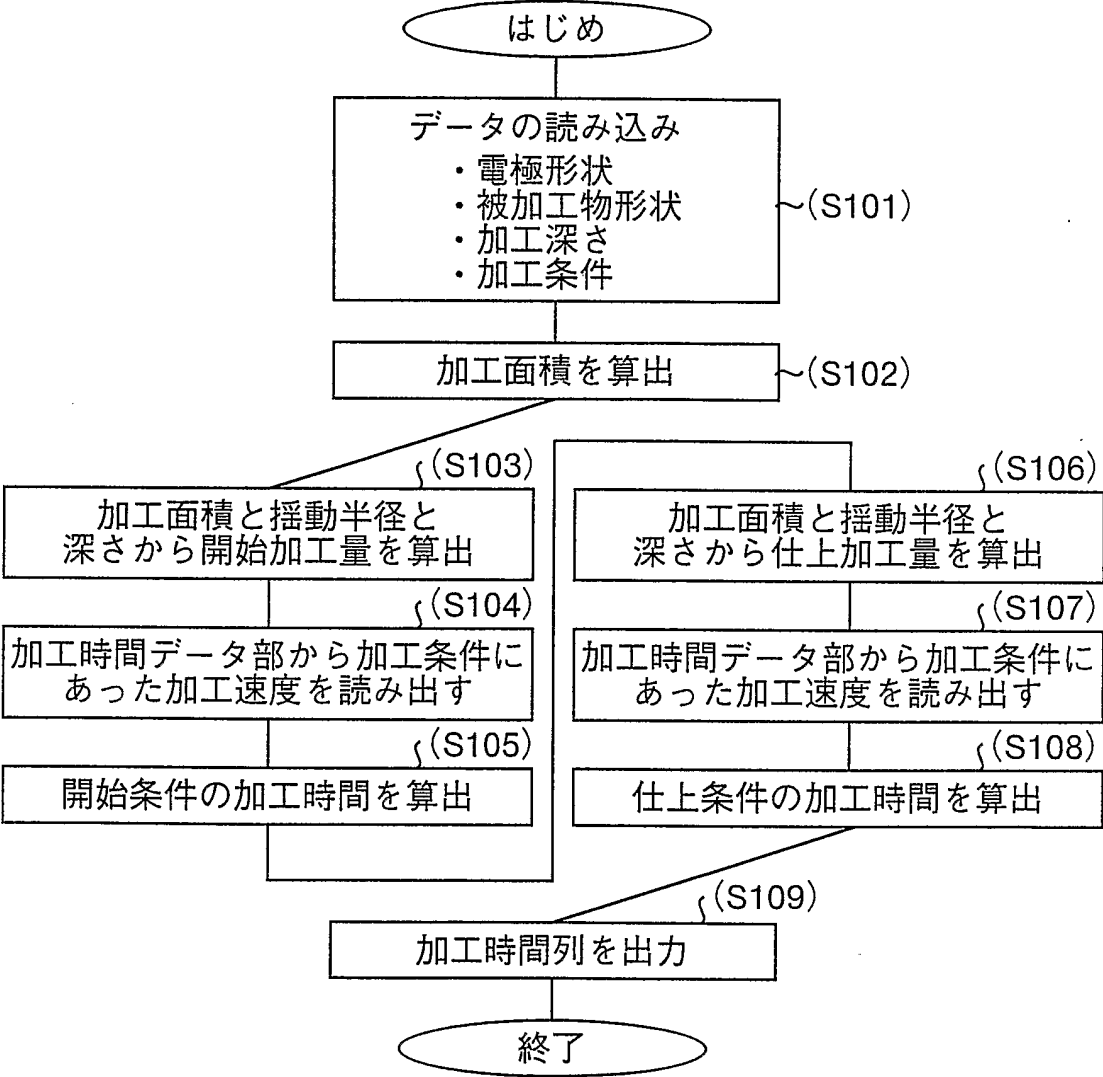
第 3 図

加工深さ	加工面積
-0.25	30.48522
-0.5	32.76448
-0.75	35.36936
-1	37.97424
-1.25	40.25351
-1.5	42.69558
-1.75	45.46327
-2	48.88217
-2.25	51.48705
-2.5	55.06876

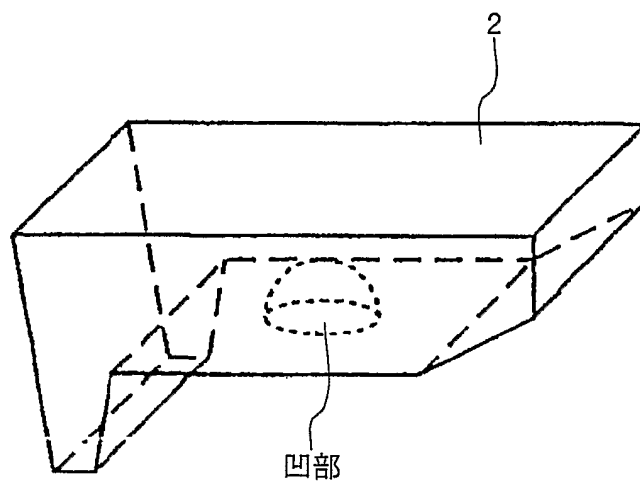
第 4 図

加工条件	加工条件				加工速度
	加工回路	放電電流	休止時間	揺動半径...	
1	SIR1	IP1	OFF1	R1 ...	K1
2	SIR2	IP2	OFF2	R2 ...	K2
3	SIR3	IP3	OFF3	R3 ...	K3
4	SIR4	IP4	OFF4	R4 ...	K4
5	SIR5	IP5	OFF5	R5 ...	K5
6	SIR6	IP6	OFF6	R6 ...	K6

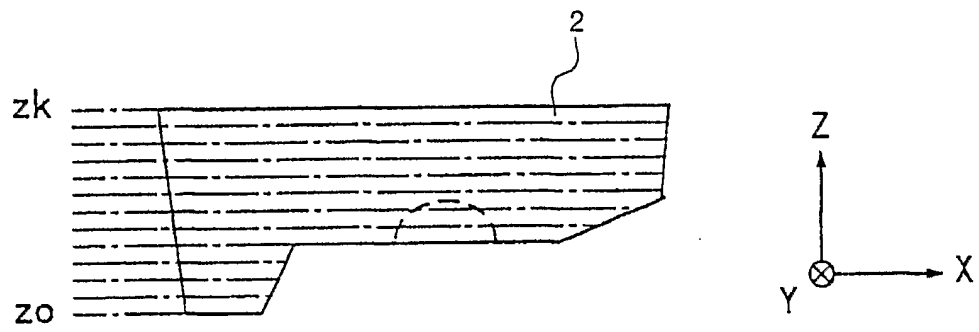
第 5 図



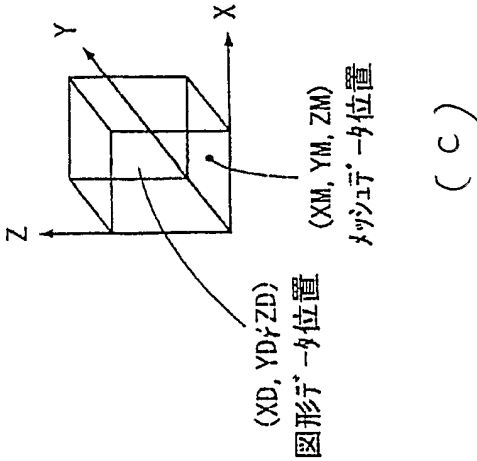
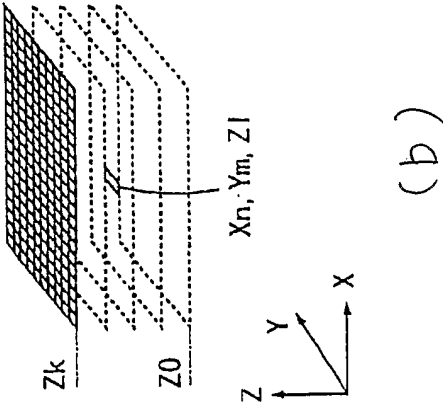
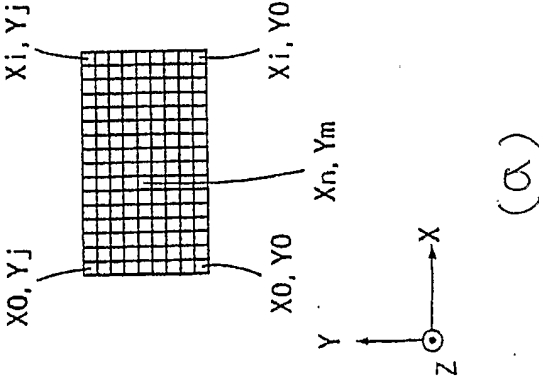
第 6 図



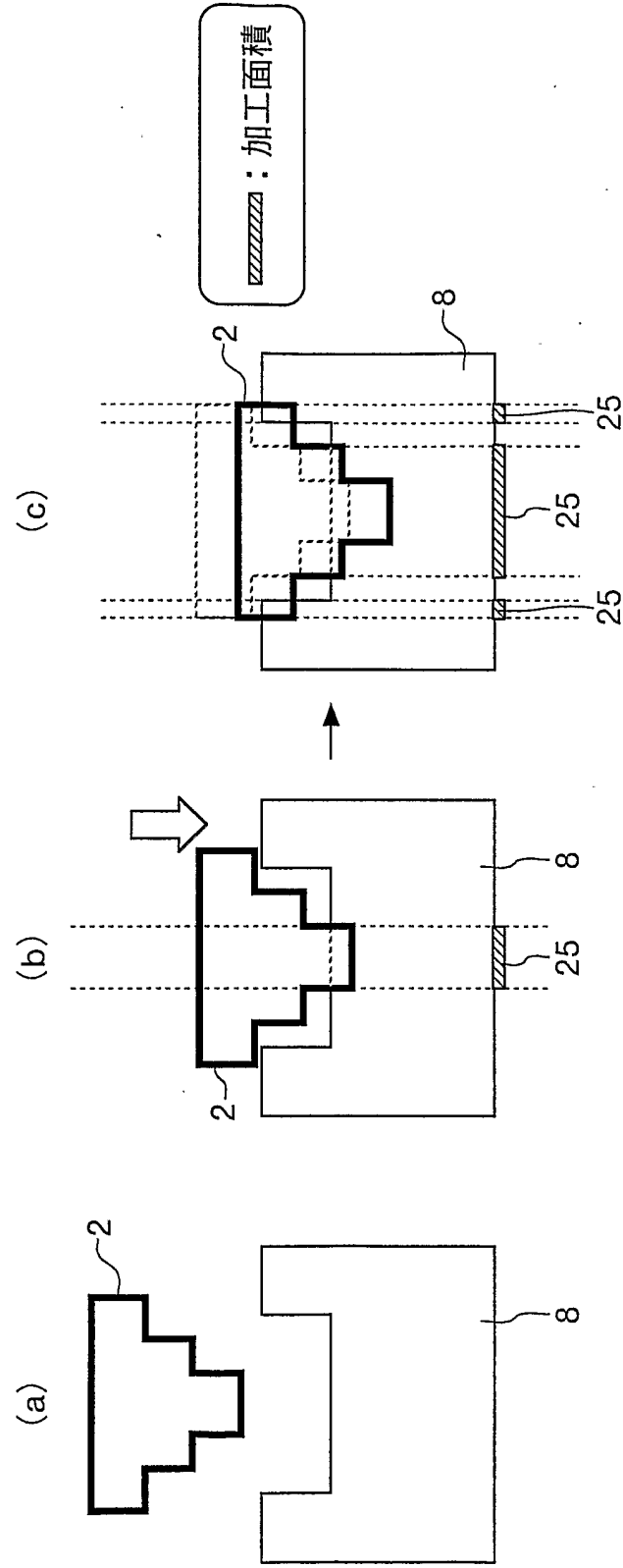
第 7 図



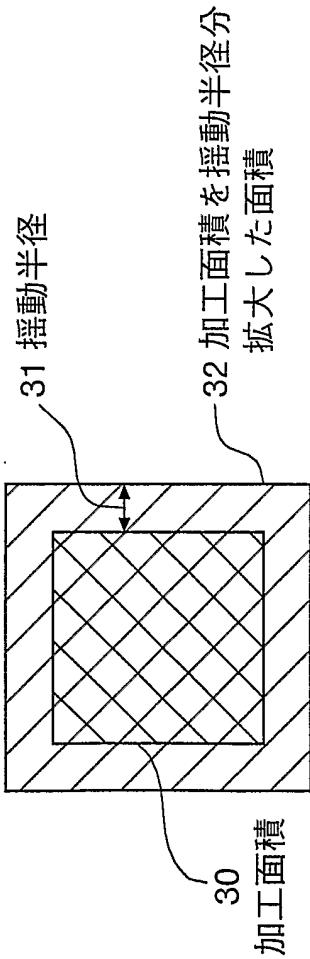
第8図



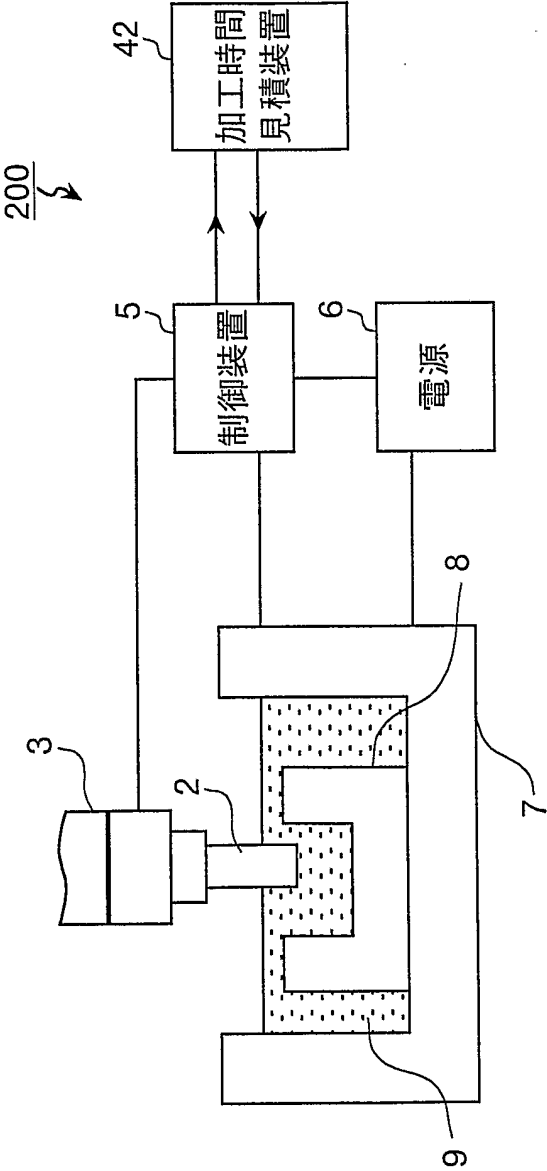
第9図



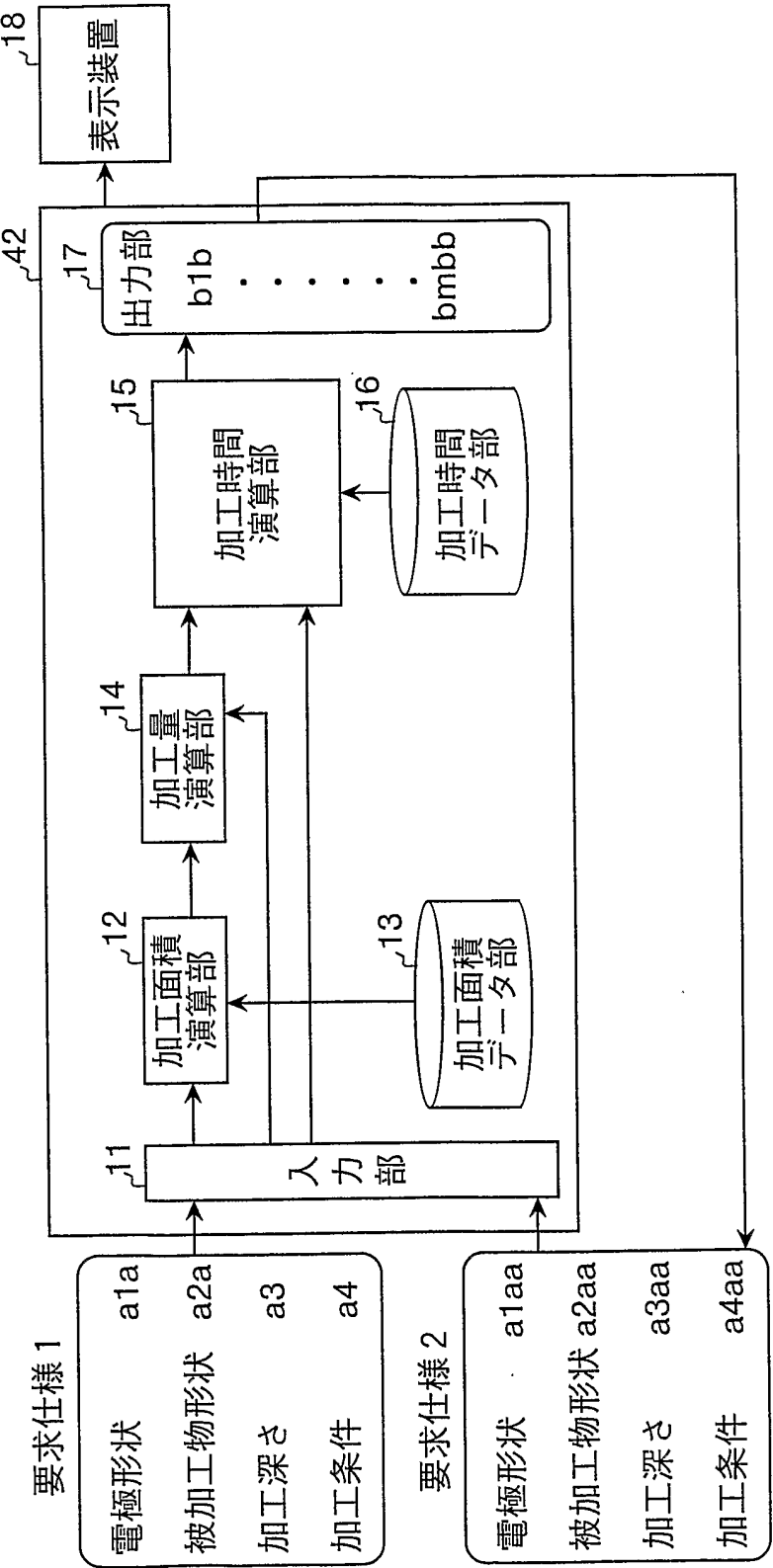
第10図



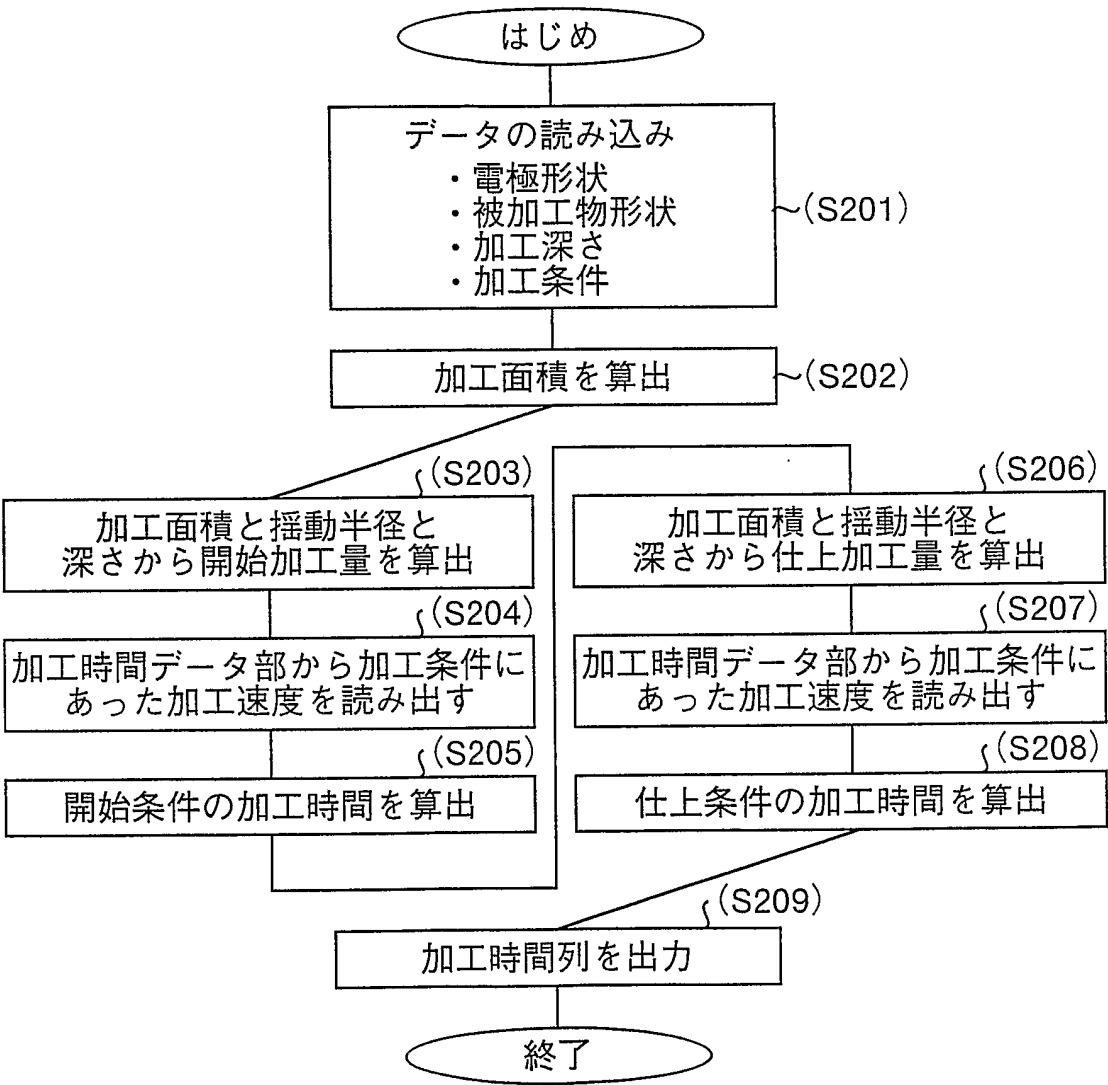
第11図



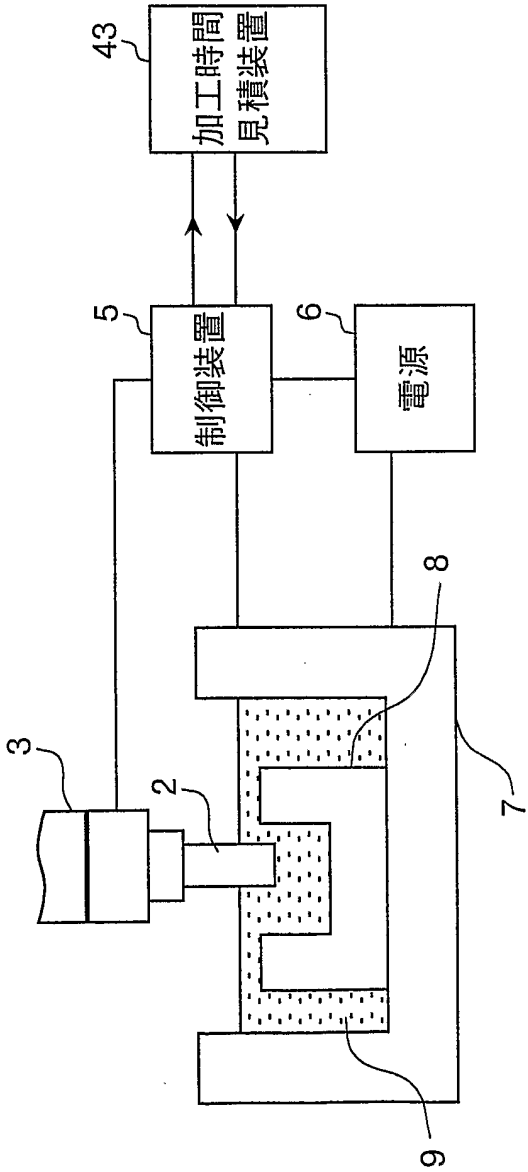
第12図



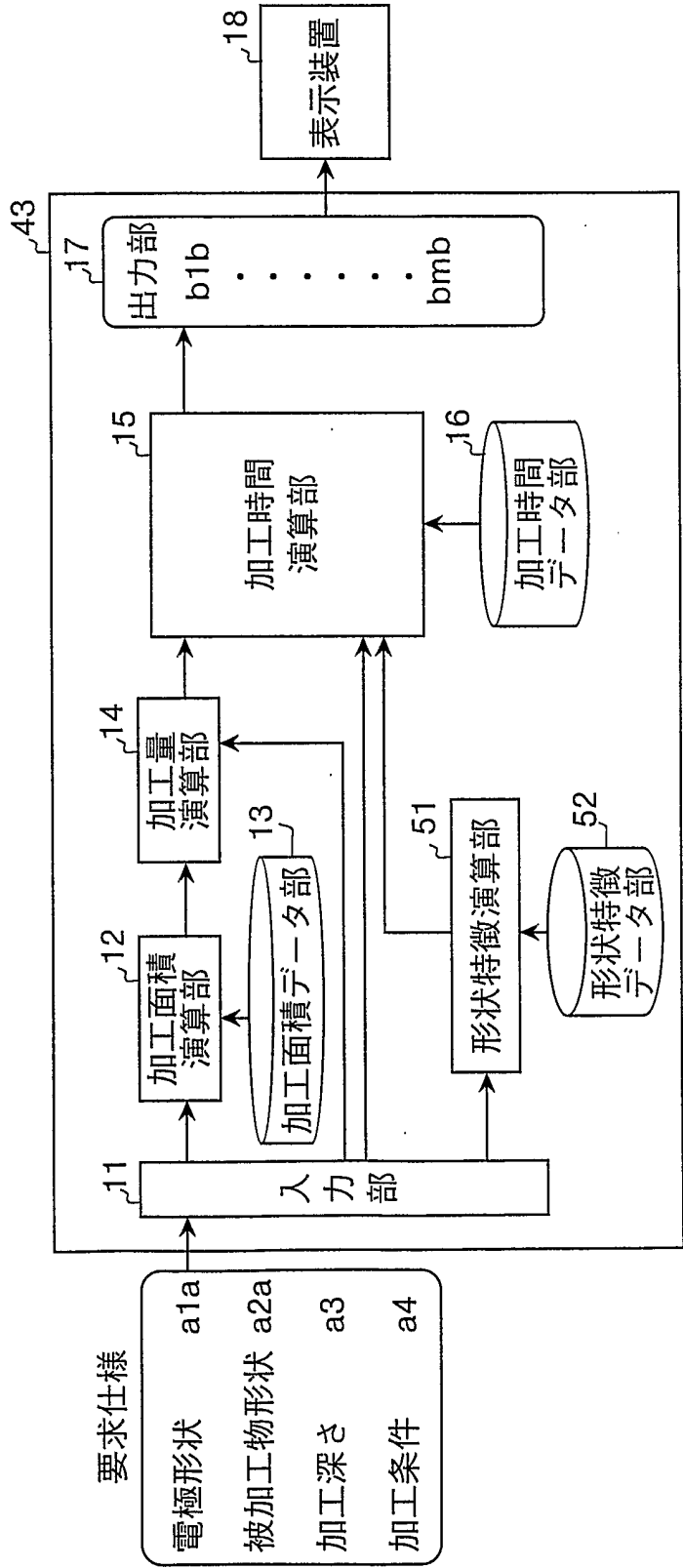
第13図



第14図



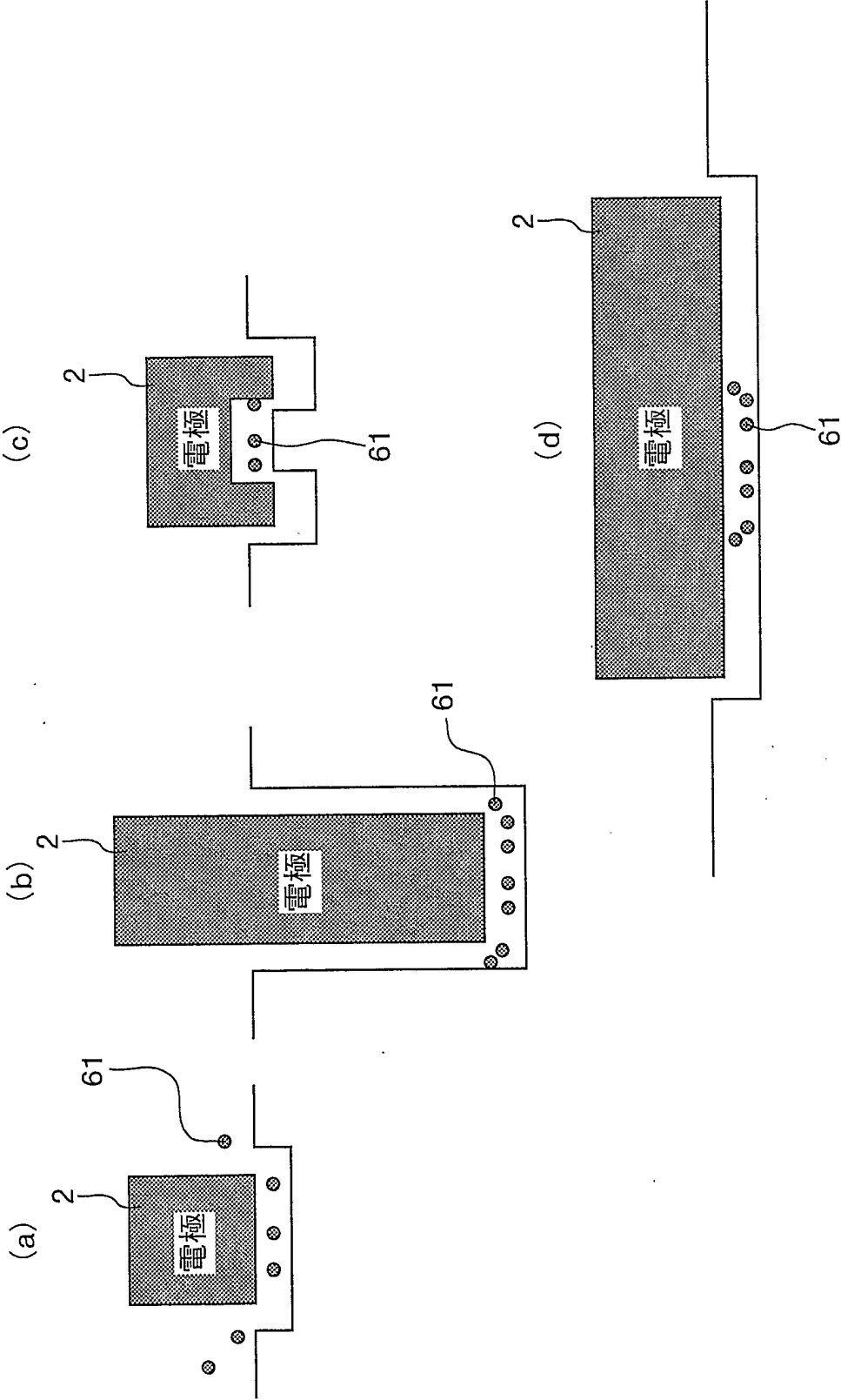
第15図



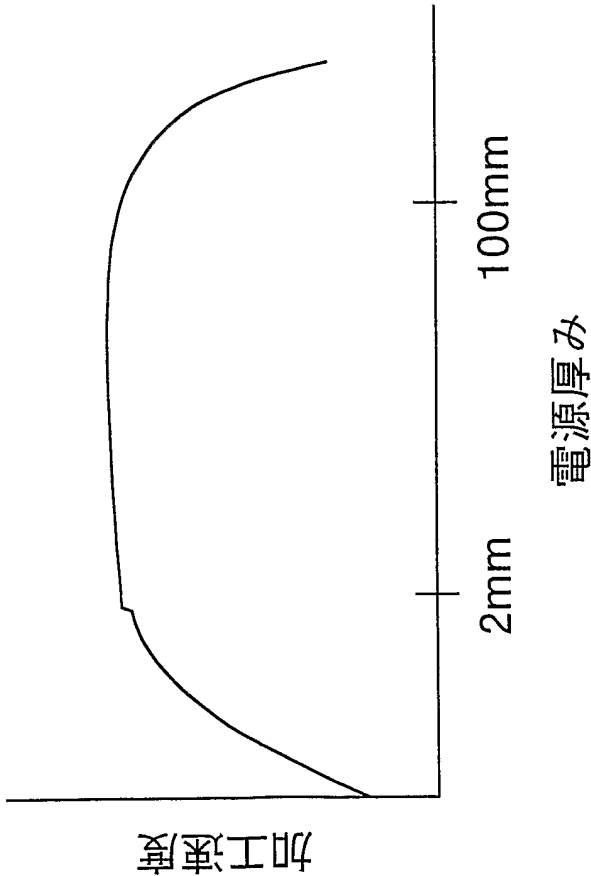
第16図

形状特徴	形状特徴係数
C1	Cm1
C2	Cm2
C3	Cm3
C4	Cm4
C5	Cm5
C6	Cm6

第17図

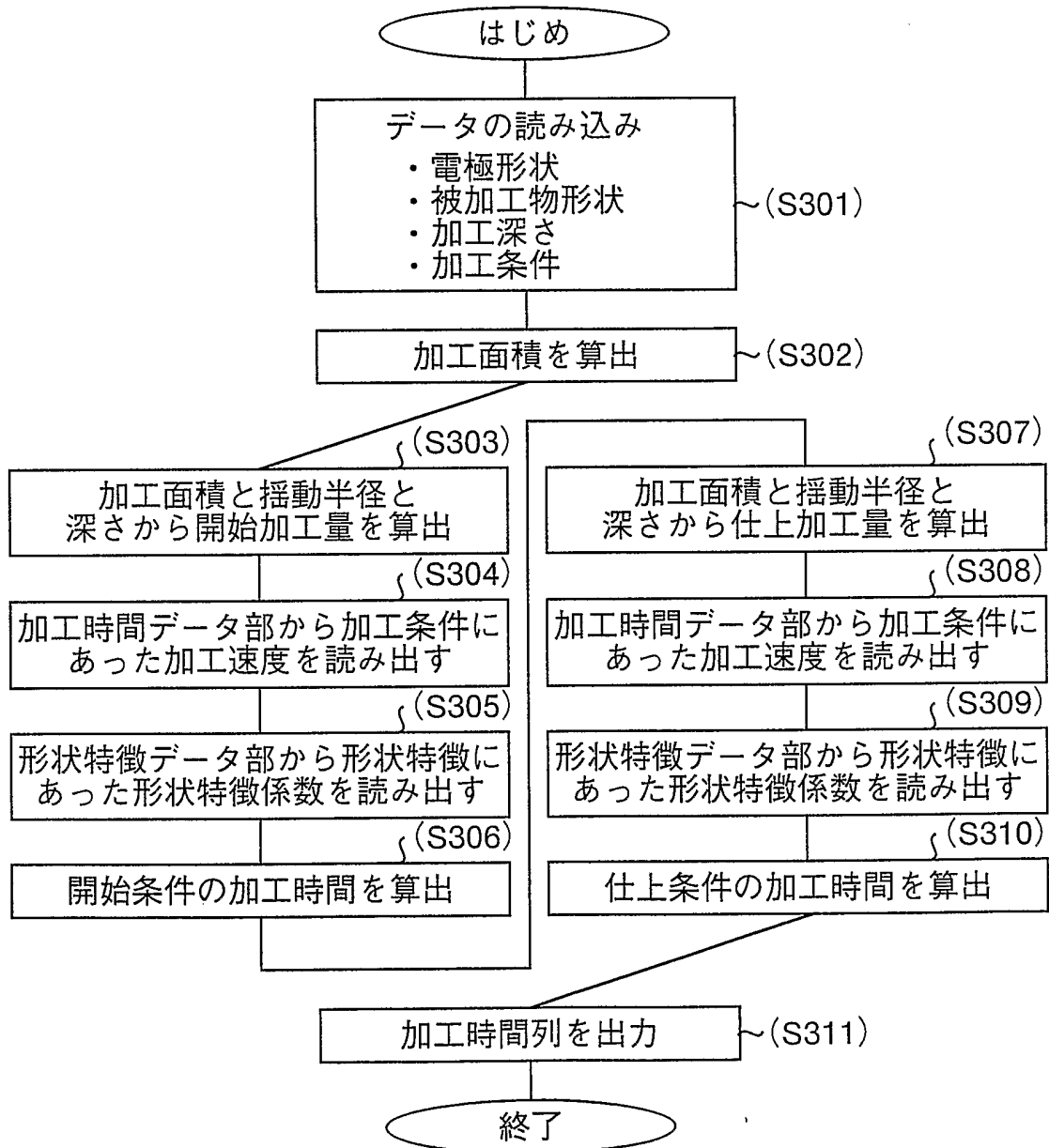


第18図



19/21

第19図



第20図

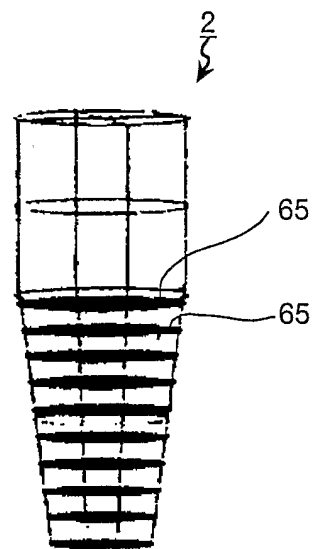
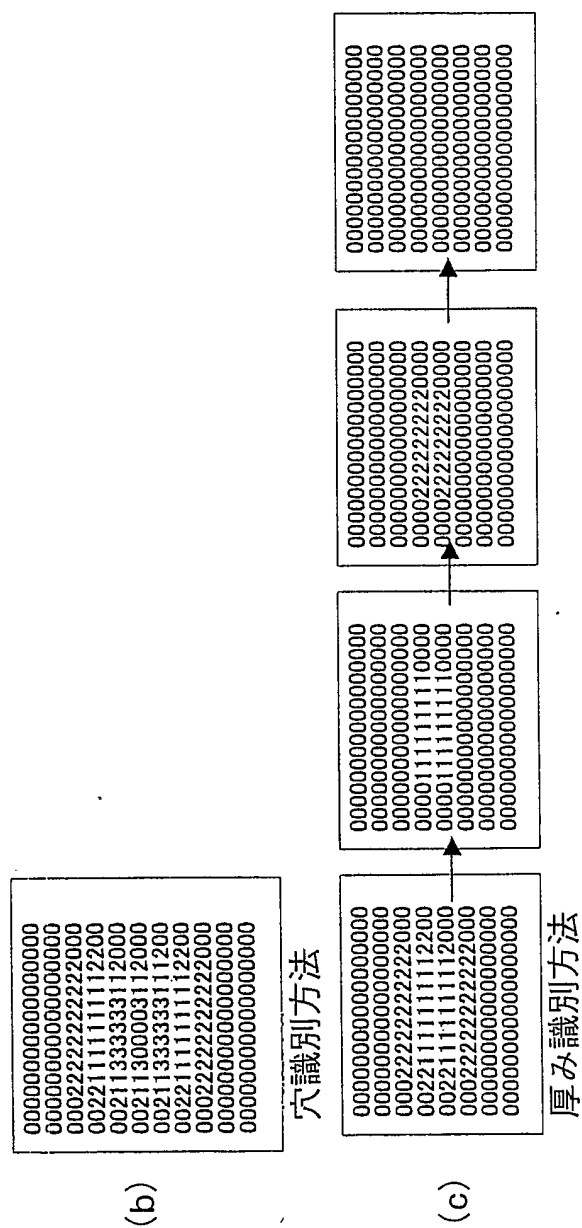
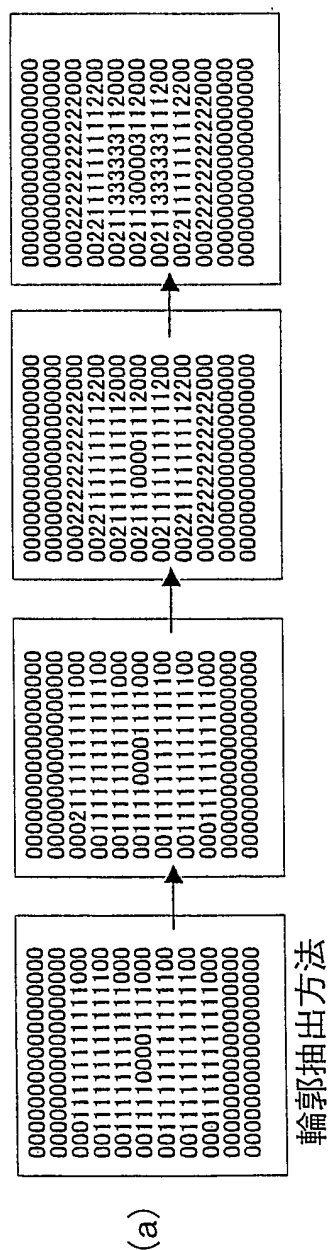


图 21



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/06287

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁷ B23H1/00		
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.Cl ⁷ B23H1/00, B23H7/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003		
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.
X A	JP 9-253943 A (Hitachi Seiko, Ltd.), 30 September, 1997 (30.09.97), Column 2, line 18 to column 3, line 6 (Family: none)	7 1-6
A	US 4980532 A (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA), 25 December, 1990 (25.12.90), Full text; Figs. 1 to 7 & JP 2-100822 A Full text; Figs. 1 to 7 & DE 3933152 A1	1-7
A	JP 8-25148 A (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA), 30 January, 1996 (30.01.96), Column 10, line 18 to column 11, line 11 (Family: none)	1-7
☒ 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		"I" 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 18 August, 2003 (18.08.03)		Date of mailing of the international search report 02 September, 2003 (02.09.03)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/06287

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 01/081035 A1 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA), 01 November, 2001 (01.11.01), Page 5, line 28 to page 6, line 8; Figs. 1 to 7 (Family: none)	6
A	JP 58-114828 A (Inoue Japax Research Inc.), 08 July, 1983 (08.07.83), Page 4, lower left column, line 15 to lower right column, line 16 (Family: none)	1-2
A	JP 62-173142 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 30 July, 1987 (30.07.87), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C1⁷ B23H1/00

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. C1⁷ B23H1/00 B23H7/00

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 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003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
X A	JP 9-253943 A (日立精工株式会社), 1997. 09. 30, 第2欄第18行-第3欄第6行 (ファミリーなし)	7 1-6
A	US 4980532 A (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA), 1990. 12. 25, 全文, 第1-7図 & JP 2-100822 A, 全文, 第1-7図 & DE 3933152 A1	1-7
A	JP 8-25148 A (三菱電機株式会社), 1996. 01. 30, 第10欄第18行-第11欄第11行 (ファミリーなし)	1-7

☒ 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」 国際出願日前の出願または特許であるが、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

18. 08. 03

国際調査報告の発送日

02.09.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

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)

金澤 俊郎

3P

3117

電話番号 03-3581-1101 内線 3362

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
	し)	
A	WO 01/081035 A1 (三菱電機株式会社), 2001. 11. 01, 第5頁第28行-第6頁第8行, 図1-7 (ファミリーなし)	6
A	JP 58-114828 A (株式会社井上ジャパックス研究所), 1983. 07. 08, 第4頁左下欄第15行-右下欄第16行 (ファミリーなし)	1-2
A	JP 62-173142 A (松下電工株式会社), 1987. 07. 30, 全文, 第1-7図 (ファミリーなし)	1-7