(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2005 年3 月3 日 (03.03.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/018872 A1

(51) 国際特許分類[7]: B23Q 15/00, G05B 19/409

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/012111

(22) 国際出願日: 2004 年8 月24 日 (24.08.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2003-299656 2003 年8 月25 日 (25.08.2003) JP

(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]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目２番３号 Tokyo (JP). 石川島播磨重工業株式会社 (ISHIKAWAJIMA-HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008182 東京都千代田区大手町二丁目２番１号 Tokyo (JP).

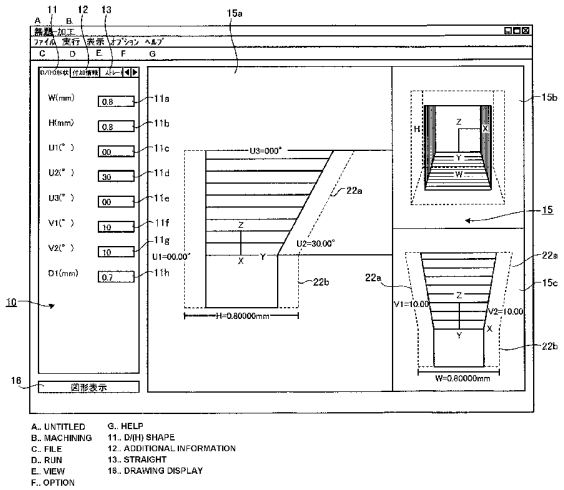
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 千代 知子 (SENDAI, Tomoko) [JP/JP]; 〒1008310 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). 今城 昭彦 (IMAGI, Akihiko) [JP/JP]; 〒1008310 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). 後藤 昭弘 (GOTO, Akihiro) [JP/JP]; 〒1008310 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). 鈴木 智 (SUZUKI, Satoshi) [JP/JP]; 〒1020073 東京都千代田区九段北一丁目１３番５号 三菱電機エンジニアリング株式会社内 Tokyo (JP). 石井 国吉 (ISHI, Kuniyoshi) [JP/JP];

[続葉有]

(54) Title: NC PROGRAM CREATING DEVICE FOR ELECTRIC DISCHARGE MACHINING

(54) 発明の名称: 放電加工用ＮＣプログラム作成装置



(57) Abstract: An NC program creating device for creating and outputting an NC program for electric discharge machining to make an irregular-shape small hole by using a rotating electrode of simple shape. The device comprises a shape input section for inputting shape information including the dimensions of an irregular-shape small hole and the angle of inclination of a work, a scan machining information input section for inputting scan machining information including the diameter of the electrode for multilayer scanning machining, the step pitch of one scanning, and the electric discharge gap, a drawing making/displaying section for determining the outline of the irregular small hole and the electrode path on the basis of the information inputted into both the shape input section and the scan machining section and an NC program creating section for creating an NC program on the basis of the determined electrode path. With this, by defining the machining shape on the CAM of an electric discharge machining apparatus without using general-purpose CAD, it is possible to create shape data easily.

(57) 要約: 回転する単純形状の電極を用いて異型細穴加工を行う放電加工のためのＮＣプログラムを作成出力するＮＣプログラム作成装置において、異型細穴の各寸法および被加工物の傾斜角度を含む形状情報を入力する形状入力部と、多層スキャニング加工用の電極径、１スキャニングの刻みピッチ、放電ギャップを含む加工情報を入力するスキャン加工情報入力部と、形状入力部およびスキャン加工情報入力部に入力された情報に基

[続葉有]

WO 2005/018872 A1

〒4620823 愛知県名古屋市北区東大曽根町上五丁目１０７１番地 菱電工機エンジニアリング株式会社内 Aichi (JP). 横井 岩男 **(YOKOI, Iwao)** [JP/JP]; 〒1020073 東京都千代田区九段北一丁目１３番５号 三菱電機エンジニアリング株式会社内 Tokyo (JP). 岡根 正裕 **(OKANE, Masahiro)** [JP/JP]; 〒1008310 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). 矢作 寛之 **(YAHAGI, Hiroyuki)** [JP/JP]; 〒4620823 愛知県名古屋市北区東大曽根町上五丁目１０７１番地 菱電工機エンジニアリング株式会社内 Aichi (JP). 渡辺 光敏 **(WATANABE, Mitsutoshi)** [JP/JP]; 〒1008182 東京都千代田区大手町二丁目２番１号 石川島播磨重工業株式会社内 Tokyo (JP). 広川 義雄 **(HIROKAWA, Yoshio)** [JP/JP]; 〒1008182 東京都千代田区大手町二丁目２番１号 石川島播磨重工業株式会社内 Tokyo (JP). 佐伯 信行 **(SAEKI, Nobuyuki)** [JP/JP]; 〒1008182 東京都千代田区大手町二丁目２番１号 石川島播磨重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 酒井 宏明 **(SAKAI, Hiroaki)**; 〒1000013 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 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 *(*表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能*)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 *(*表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能*)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

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。

づき異型細穴の輪郭及び電極経路を求めてこれを表示する図形作成表示部と、上記求めた電極経路に基づいてＮＣプログラムを作成するＮＣプログラム作成部とを備え、汎用ＣＡＤを用いずとも放電加工装置のＣＡＭ上で加工形状を定義することにより容易に形状データを作成することができるようにする。

明 細 書

放電加工用NCプログラム作成装置

技術分野

[0001] 本発明は、穴入口と出口の形状または大きさが違う異型細穴を加工するための放電加工用NCプログラム作成装置に関するものである。

背景技術

[0002] 特許文献1には、回転する単純形状の電極を用いて、加工物の加工領域を加工方向に所定の加工深さで多層に分割して多層スキャニング加工を行う放電加工装置が開示されている。

[0003] 特許文献1:特開平08−300223号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記した単純形状電極で多層スキャニング加工を実現する従来の放電加工装置は、金型加工を想定しており、汎用CADで形状データを作成している。このため、部品加工で採用される単純形状電極を用いた異型状細穴は、単純なパターン化された形状をしているが、上記従来技術を用いて異型状細穴を加工する場合は、いちいち汎用CADを用いて形状データを作成しなければならず、作業性が悪い。

[0005] また、金型加工におけるスキャン加工では、通常、単純形状の電極面積に対し100倍以上の加工面積を持つため、各層に対し数回に渡ってXY方向の送り込み量を少しずつ変化させたオフセットパスに沿って加工をする必要があるため、上述した汎用CADを用いて細穴加工用の形状データを作成すると、空加工が増え、加工時間が無駄に長くなるという問題があった。

[0006] また、従来技術では、層厚みを入力する際に、各層の厚みが目視確認できないため、桁数を間違たり、傾斜部に対し適切な層厚みを設定しにくいという問題がある。また、従来技術では、スキャン加工を行う際には、全ての加工部分をスキャン加工するしくみになっており、無駄があった。さらに、通常、異型状細穴は、多数個穴であることが多く、穴の加工位置や加工姿勢により板厚が異なるため加工深さが異なるが、従

来技術では、それぞれの加工部位を違う形状として定義する必要があった。

[0007] 本発明は、上述の課題を解決するためになされたもので、汎用CADを用いずとも放電加工装置のCAM(computer aided manufacturing)上で加工形状を定義することにより容易に形状データを作成することができる放電加工用NCプログラム作成装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、回転する単純形状の電極を用いて異型細穴加工を行う放電加工のためのNCプログラムを作成出力するNCプログラム作成装置において、異型細穴の各寸法および被加工物の傾斜角度を含む形状情報を入力する形状入力部と、多層スキャニング加工用の電極径、1スキャニングの刻みピッチ、放電ギャップを含む加工情報を入力するスキャン加工情報入力部と、前記形状入力部およびスキャン加工情報入力部に入力された情報に基づき異型細穴の輪郭及び電極経路を求めてこれを表示する図形作成表示部と、上記求めた電極経路に基づいてNCプログラムを作成するNCプログラム作成部と備えることを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明にかかる放電加工用NCプログラム作成装置は、形状入力部、スキャン加工情報入力部および図形作成表示部を備えるようにしたので、汎用CADを用いずとも放電加工装置のCAM上で加工形状を定義することにより容易に形状データを作成することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、放電加工用NCプログラム作成装置が含まれる放電加工装置の構成例を示す図である。

[図2]図2は、異型状細穴(ディフューザホール)用のNCプログラム作成の画面例を示す図である。

[図3]図3は、放電加工条件等を入力するための入力タグを示した図である。

[図4]図4は、ストレート穴加工方法を説明したイメージ図である。

[図5]図5は、スキャン加工方法を説明したイメージ図である。

[図6]図6は、形状表示エリアの表示を更新するまでの処理を示したフローチャートである。

[図7]図7は、荒加工時の表示例を示す図である。

[図8]図8は、荒加工とストレート加工と仕上げ加工の入力がある場合の表示例を示す図である。

[図9]図9は、NCプログラムの作成手順を示すフローチャートである。

[図10]図10は、被加工物の板厚が変化する場合の状態図である。

[図11]図11は、メインプログラム101とNCプログラム100の関係を示す図である。

[図12]図12は、板厚に応じて刻みピッチを変化させたNCプログラムを作成するためのフローチャートである。

[図13]図13は、被加工物の板厚が変化する場合の状態図である。

[図14]図14は、板厚に応じてスキャニング段数を変化させたNCプログラムを作成するためのフローチャートである。

符号の説明

[0011] 1 放電加工用NCプログラム作成装置(NCプログラム作成装置)

2 放電加工装置

3 電源

4 数値制御装置

5 加工槽

6 被加工物

7 加工液

10 入力タグ

11 D/H形状入力タグ

12 付加情報入力タグ

12a 電極径入力ボックス

12b 刻みピッチ入力ボックス

13 ストレート穴入力タグ

14 加工情報入力タグ

15 形状表示エリア

16 後図形表示ボタン。

発明を実施するための最良の形態

[0012] 以下に、本発明にかかる放電加工用NCプログラム作成装置の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。

[0013] 実施の形態1.

図1に放電加工用NCプログラム作成装置が含まれる放電加工装置の構成例を示す。図1に示す放電加工装置は、放電加工における放電加工用NCプログラムを作成する放電加工用NCプログラム作成装置1と、放電加工装置2と、電源3と、放電加工用NCプログラム作成装置1から出力されたNCプログラムにより放電加工装置2を駆動制御する数値制御装置4と、加工液7中に浸漬された被加工物6を載置する加工槽5とを備えている。

[0014] 図2は、この発明に関わる放電加工用NCプログラム作成装置1によって、穴入口と出口の形状または大きさが違う異型状細穴(ディフューザホール)加工用のNCプログラムを作成する際に表示される画面の一例である。図2において、放電加工条件等を入力するための入力タグ10は、図3にも示すように、異型状細穴の形状の寸法を入力するD/H形状入力タグ11と、スキャン加工用荒加工情報を入力する付加情報入力タグ12と、ストレート穴加工情報を入力するストレート穴入力タグ13と、スキャン加工用仕上げ加工情報を入力する仕上げ加工情報入力タグ14とを有し、これらの入力タグを用いてNCプログラム作成に必要な情報を入力する。また、入力タグ10の横には、形状入力タグ11を介して入力された加工形状を表示する形状表示エリア15が配置されている。形状表示エリア15には、加工形状の正面図を表示する表面図表示エリア15a、平面図を表示する平面図表示エリア15b、側面図を表示する側面図表示エリア15cが備えられている。16は図形を表示するための図形表示ボタンである。

[0015] 本実施の形態で説明するディフューザホールは、図2に示すように、テーパ部22aとストレート部22bとを有している。このようなディフューザホールを加工する際には、

下から上へ(Z方向の負側からZ方向の正側へ)冷却空気を流し，テーパ部分で拡大流れとして滑らかに流速を下げ，流れの剥離を抑制しながら被加工物の上面へ滑らかに冷却空気を拡散して被加工物の上面を冷却する。この冷却方法はタービンブレードの冷却に広く用いられている。

[0016] 図2に示されたD／H形状入力タグ11には、冷却空気の入口に相当するストレート部分22bの長方形状のX方向の長さW(mm)を入力するW入力ボックス11aと、同Y方向の長さH(mm)を入力するH入力ボックス11bと、テーパ部分22aのY方向への広がり角度U1(°)，U2(°)を入力するU1入力ボックス11c，U2入力ボックス11dと、テーパ部分22aのX方向への広がり角度V1(°)，V2(°)を入力するV1入力ボックス11f，V2入力ボックス11gと、被加工物の傾斜角度U3(°)を入力する傾斜角度入力ボックス11eと、テーパ部分22aのZ方向の深さD1(mm)を入力するD1入力ボックス11hとが備えられ、これらの各入力ボックス11aー11hにユーザが所要の数値を入力することにより異型状細穴の形状が入力される。なお、形状表示エリア15には、あらかじめ設定された初期値に基づいた形状が表示されている。

[0017] 図3に示される付加情報入力タグ12には、電極径φ(mm)を入力する電極径入力ボックス12aと、スキャン加工時の一層分の厚さを示す刻みピッチ(mm)を入力する刻みピッチ入力ボックス12bと、出力するNCプログラム番号を示すラベル番号を入力するラベル番号入力ボックス12cと、ストレート加工時の電極の揺動半径(mm)を入力する揺動半径入力ボックス12dと、ストレート加工時の電極の消耗度(%)を入力する消耗度入力ボックス12eと、スキャン荒加工時の放電ギャップ(mm)を入力する荒加工放電ギャップ入力ボックス12fと、スキャン荒加工時のZ方向への電極消耗補正量を示す第1の補正データ(mm)を入力する補正データ入力ボックス12gと、同第2の補正データ(mm)を入力する補正データ入力ボックス12hと、同第3の補正データ(mm)を入力する補正データ入力ボックス12iと、スキャン荒加工時の加工条件を入力する加工条件入力ボックス12jと、電極交換時の基準を得るための電極接触検知を行う場所のX、Y、Zの位置決め座標を入力する位置決め座標入力ボックス12lと、位置決め座標入力ボックス12lへの入力が有効か無効かを入力する手動チェックボックス12kとが配置されている。これらの各入力ボックス12aー12kにユーザが所要

の数値などを入力することにより、電極径、刻みピッチ、スキャン加工用荒加工情報などが入力される。

[0018] 図3に示されるストレート穴入力タグ13には、ストレート穴加工を行うか否かを入力する手動チェックボックス13cと、複数組のX座標入力ボックス13a、Y座標入力ボックス13bおよびチェックボックス13dとが配置されている。X座標入力ボックス13a，Y座標入力ボックス13bには、ストレート加工を行う電極中心のXY座標が入力され、チェックボックス13dには、当該組のX座標入力ボックス13a，Y座標入力ボックス13bで設定した入力座標を有効とするか無効とするかが入力される。これらの各入力ボックス13aー13dにユーザが所望の数値などを入力することにより、ストレート穴加工情報が入力される。チェックボックス13dにチェックが入っていない座標では、ストレート穴加工は行われない。図3の場合、チェックが付けられていないチェックボックス「3」以降の座標(X、Y)＝(0、0)には、ストレート加工が行われないが、チェックボックス「3」に、チェックが付けられている場合には、(X、Y)＝(0、0)に、ストレート加工を行うと判断される。

[0019] また、仕上げ加工情報入力タグ14には、スキャン仕上げ加工時の放電ギャップ(mm)を入力する仕上げ加工時放電ギャップ入力ボックス14aと、Z方向への電極消耗補正量を示す第1の補正データ(mm)を入力する補正データ入力ボックス14bと、同第2の補正データ(mm)を入力する補正データ入力ボックス14cと、同第3の補正データ(mm)を入力する補正データ入力ボックス14dと、スキャン仕上げ加工時の加工条件を入力する加工条件入力ボックス14eと、出力するNCプログラムへのコメントを入力するコメント入力ボックス14fと、仕上げ加工個所の表示を行うか否かをチェックする仕上げ加工表示用チェックボックス14gとが配置され、これらの各入力ボックス14aー14fにユーザが所要の数値などを入力することにより、スキャン加工用仕上げ加工情報が入力される。

[0020] ここで、ストレート穴加工とスキャン加工について説明する。図4はストレート穴加工を説明するためのイメージ図であり、図5はスキャン加工を説明するためのイメージ図である。図4，図5において、20は電極、21は加工穴である。ストレート穴加工は、電極20を図4(a)から図4(b)に示すように、Z軸方向に移動させながら放電加工を行う

加工方法である。なお、電極20を一次元方向に揺動させながら、Z方向に移動させる場合も、ストレート穴加工と定義する。一方、スキャン加工は、図5に示すように、所望の加工形状をZ方向に多層に分割し、電極の消耗補正を施しながら、XY方向に電極をスキャンし、一層ずつ創成加工を行う加工方法である。なお、図5では、わかりやすさのために、便宜上、放電ギャップを0としている。

[0021] ストレート加工は加工が安定しているため、加工量が少なく加工が不安定になりやすいスキャン加工に比べて加工時間が早い。また、電極20や被加工物の材質、形状のばらつきなどの加工条件の変化に対して、ストレート加工で形成した下穴は一定の形状が確保できる。一方、スキャン加工は、電極20をスキャニングすることで加工する体積を小さくできるため、加工条件の変化に対して加工形状の変動を抑制できる。また、新たな材料、形状に対して、精度良く加工することができる。

[0022] ユーザが、図2に示したD／H形状入力タグ11、付加情報入力タグ12、ストレート穴入力タグ13、および仕上げ加工情報入力タグ14の各入力ボックスに対し所要のデータを入力し、その後図形表示ボタン16を押したとすると、放電加工用NCプログラム作成装置1は、入力内容に基づいて形状表示エリア15の表示内容を変化させる。図6は放電加工用NCプログラム作成装置1に内蔵されるコントローラによって行われる形状表示エリア15の表示更新までの処理手順を示すフローチャートである。

[0023] 放電加工用NCプログラム作成装置1に内蔵されているコントローラは、図形表示ボタン16が押されたことを検出すると、D／H形状入力タグ11の各入力ボックス11a～11hに入力されたデータに基づいてディフューザホールの形状を計算する(ステップS100)。つぎに、コントローラは、入力された形状に矛盾があるか否かを判定し(ステップS101)、形状に矛盾が生じるデータが入力されている場合は、アラームを鳴らし(ステップS120)、これで処理を終了する。形状に矛盾が生じる場合とは、例えば、テーパ部分22aのY方向への広がり角度U2を入力するU2入力ボックス11dに入力された数値が90(°)よりも大きい場合などである。

[0024] コントローラは、各入力データに基づく形状に矛盾がないと判定した場合、まず、付加情報入力タグ12に入力されたデータに基づいてスキャン荒加工時の電極経路を求める。すなわち、形状の輪郭部分を、電極径入力ボックス12aへ入力された電極径

に荒加工放電ギャップ入力ボックス12fへ入力された荒加工放電ギャップを加算した長さ分だけXY平面の中心側にオフセットする(ステップS102)。次に、該オフセットさせた形状をZ方向に刻みピッチ入力ボックス12bに入力された刻みピッチで分割した時の輪郭をスキャン荒加工時の電極経路として求める(ステップS103)。このようにして求めた電極経路から画面表示を行うための荒加工時の電極経路の表示データを作成する(ステップS104)。なお、形状の輪郭部分を電極半径寸法分だけ内側にオフセットすることにより、電極経路を求めるようにしてもよい。

[0025] 次にストレート穴加工時の電極経路を求める。ストレート穴加工は、ストレート穴入力タグ13の手動チェックボックス13cにチェックが入っているとき有効とする。すなわち、コントローラは、手動チェックボックス13cにチェックが入っているか否かを判定し(ステップS105)、チェックが入っている場合は、ステップS106およびS107の処理を実行し、チェックが入っていない場合は、手順をステップS108に移行する。手動チェックボックス13cにチェックが入っている場合は、チェックボックス13dにチェックが付けられている1または複数のX座標入力ボックス13a、Y座標入力ボックス13bに入力されている電極中心のX, Y座標を取得し(ステップS106)、該取得した電極中心X, Y座標を中心とし、かつ付加情報入力タグ12の電極径入力ボックス12aへ入力された電極径の円、すなわちストレート穴加工位置を表示するためのストレート穴加工表示用データを作成する(ステップS107)。

[0026] 次にスキャン仕上げ加工時の電極経路を求める。すなわち、コントローラは、仕上げ加工情報入力タグ14の仕上げ加工表示用チェックボックス14gにチェックが入っているか否かを判定し(ステップS108)、チェックが入っている場合は、ステップS109ーS111の処理を実行し、チェックが入っていない場合は、手順をステップS112に移行する。仕上げ加工表示用チェックボックス14gにチェックが入っている場合は、形状の輪郭部分を、電極径入力ボックス12aへ入力された電極径に、仕上げ加工時放電ギャップ入力ボックス14aへ入力された仕上げ加工放電ギャップを加算した長さ分だけXY平面の中心側にオフセットする(ステップS109)。次に、該オフセットさせた形状をZ方向に刻みピッチ入力ボックス12bに入力された刻みピッチで分割した時の輪郭をスキャン仕上げ加工時の電極経路として求める(ステップS110)。このように

して求めた電極経路から画面表示を行うための仕上げ加工時の電極経路の表示データを作成する(ステップS111)。最後に、ステップS104で求めた荒加工時の電極経路の表示データ、ステップS107で求めたストレート穴加工表示用データおよびステップS111で求めた仕上げ加工時の電極経路の表示データを形状表示エリア15に表示する。

[0027] 図7及び図8は、形状表示エリア15における表示例を示すものである。図7は、荒加工用のみの入力がある場合の表示例であり、点線部16が所望穴形状の輪郭を示し、実線部17が、図16のステップS102, S103で示したように、電極径、荒加工放電ギャップと、刻みピッチから求めた荒加工の電極経路である。図8は、荒加工とストレート加工と仕上げ加工のための入力がある場合の表示例であり、点線部16が所望穴形状の輪郭を示し、内側の実線部17が荒加工の電極経路を示し、外側の実線部19が、図6のステップS109, S110で示したように、電極径、仕上げ加工放電ギャップと、刻みピッチから求めた仕上げ加工の電極経路である。ストレート穴加工表示では、実線18で示すように、1ー複数のX座標入力ボックス13a、Y座標入力ボックス13bに入力された1ー複数の電極中心のX, Y座標を中心とした電極の外形を表示する。

[0028] なお、本実施の形態では、放電ギャップをユーザが入力するようにしたが、放電ギャップを加工条件から自動的に計算するようにしてもよい。また、荒加工の刻みピッチと仕上げ加工の刻みピッチを同じ値にしたが、別の値を設定するようにしてもよい。

[0029] 次に、図示しないメニューから実行が選択されると、NCプログラム生成装置1は、出力ファイルダイアログ(図示せず)を表示する。その後、ユーザによってファイル名が入力されると、NCプログラム生成装置1は、ストレート加工とスキャン加工の荒加工と仕上げ加工を実行させるための一連のNCプログラム100を作成し、指定のファイルに保存する。

[0030] 図9は、NCプログラム生成装置1によって行われるNCプログラムの作成手順を示すものである。ユーザによってファイル名が入力されるとNCプログラム生成装置1のコントローラは次のように動作する。

[0031] ストレート穴入力タグ13の手動チェックボックス13cにチェックがはいっている場合は、チェックボックス13dにチェックが付けられている1または複数のX座標入力ボック

ス13a、Y座標入力ボックス13bに入力されている電極中心のX，Y座標を取得し（ステップS200）、該取得した電極中心X，Y座標を用いてNCプログラムに展開する（ステップS201）。このNCプログラムへの展開の際、加工穴深さは、メインプログラム101（後述）から指定されるため、ストレート加工のZ方向への加工送り量＝加工穴深さ＊（1＋電極消耗率／100）となるようNCプログラムを記述する。また、付加情報入力タグ12の揺動半径入力ボックス12dに入力されている揺動半径値が0でない場合は、揺動プログラムを記述する。

[0032] 次に、先の形状表示の際に求めた、スキャン荒加工時の電極経路に基づいてスキャン荒加工時の輪郭端点のX，Y座標を得る（ステップS202）。輪郭端点を結んだ線が電極経路となるため、電極が輪郭端点をつないだ軌跡上を移動するようなNCプログラムを作成する（ステップS203）。なお、このとき、Z座標は刻みピッチ入力ボックス12bに入力された刻みピッチ値を変数に代入し、代入された変数を用いて相対値移動指令で記述する。また、ストレート加工部分は、層によって、XY座標とZ相対値座標が変化しないため、層段数を変数に代入し、1層の動作を層段数分繰り返すよう記述する。

[0033] スキャン仕上げ加工のNCプログラムも同様にして作成する。すなわち、先の形状表示の際に求めた、スキャン仕上げ加工時の電極経路に基づいてスキャン仕上げ加工時の輪郭端点のX，Y座標を得る（ステップS204）。そして、電極が輪郭端点をつないだ軌跡上を移動するようなNCプログラムを作成する（ステップS205）。最後に、荒加工時の電極消耗補正量の補正データ入力ボックス12gー12iへ入力された各補正データ、仕上げ加工時の電極消耗補正量の補正データ入力ボックス14bー14dへ入力された各補正データ、荒加工時の加工条件入力ボックス12jに入力された荒加工時の加工条件、仕上げ加工時の加工条件入力ボックス14eに入力された仕上げ加工時の加工条件、ラベル番号入力ボックス12cに入力されたラベル番号、コメント入力ボックス14fに入力されたコメントの他、回転指令、加工入指令、加工切指令、位置決め指令などを追記して（ステップS206）、指定されたファイルに保存する（ステップS207）。

[0034] 数値制御装置4には、あらかじめNCプログラム作成装置1から出力されるNCプロ

グラム100の加工個数分の加工位置と加工姿勢と加工穴深さdを制御するためのメインプログラム101が保存されている。メインプログラム101において、X,Y,Zは加工位置を、CはZ軸を中心とした回転角度を、AはY軸を中心とした回転角度を表す。これら各ディフューザホールの情報は、部品全体を表すCAD図面データから抽出することができる。なお、ここで、加工穴深さdは、図10の(a)、(b)、(c)で示すように、加工位置や加工姿勢の違いにより、加工穴深さに変化が生じる場合に対応するためのものである。

[0035] メインプログラム101とNCプログラム100の関係を図11に示す。数値制御装置4のスタートボタン(図示せず)が押されると、メインプログラム101にしたがって、加工位置と加工姿勢が決まり、NCプログラム100が呼ばれる。NCプログラム100が動作することによって、メインプログラム101で設定された加工穴深さ+1mmまでストレート穴加工が行われる。この時、揺動半径入力ボックス12dに数値が入っている場合は、入力された数値を揺動半径とした揺動加工を行いながらストレート穴加工を行うことになる。

[0036] つぎに、荒加工時の電極消耗補正量の補正データ入力ボックス12gに入力された荒加工消耗補正データ分だけZ方向へ電極消耗補正を施しながらスキャン加工の荒加工を行い、その後、仕上げ加工時の電極消耗補正量の補正データ入力ボックス14bに入力された仕上げ消耗補正データ分だけZ方向へ電極消耗補正を施しながらスキャン加工の仕上げ加工を行う。なお、数値制御装置4には、補正データをセットすると、自動的にZ方向に電極を送りながら加工を行うという機能が備えられている。

[0037] ただし、スキャン加工時は、メインプログラム101で設定された加工穴深さdに従って、図10に示す、ストレート部分の長さh1の加工を調整する。ここでストレート部分長さh1は、加工穴深さd−D1入力ボックス11hの入力値によって求めることができる。D1入力ボックス11hには、前述したように、テーパ部分22aのZ方向の深さD1が入力されている。

[0038] 図10の(b)に示すように、加工穴深さ(板厚)dが予め設定した所定値dsである場合のストレート部分の電極経路の刻みピッチをデフォルトの刻みピッチ(基準値)Pとする。NCプログラム100には、図10の(c)に示すように、板厚dが薄い場合は(d<d

s)、ストレート部分の一層厚さ(刻みピッチ)を薄くし、図10の(a)に示すように、板厚dが厚い場合には(d＞ds)、ストレート部分の一層厚さ(刻みピッチ)を厚くするよう記述される。すなわち、Z座標は、層厚さを示す刻みピッチ入力ボックス12bの入力値を変数に代入し、変数を用いた相対移動指令で記述されているため、ストレート加工部分のみ、この変数を計算して書き換えるようNCプログラムに記述する。なお、図中、穴出口部分の電極経路は、形状からはみ出ているが、被加工物がない個所なので、形状に問題はない。

[0039] 図12は、板厚dに応じて刻みピッチを変化させたNCプログラムを作成するための手順を示すものである。ここでは、図10の(a)に示すように、板厚dがdsよりも厚い場合(d＞ds)を例にとって説明する。図10の(a)の場合の板厚をdとし、テーパ部分のZ方向の深さをD1とすると、図10の(a)の場合のストレート部分の長さh1(a)＝d−D1となる。また、図10の(b)に示すように、板厚d＝dsである場合は、ストレート部分の長さh1(b)＝ds−D1となる。したがって、これらのストレート部分の長さ比W＝(d−D1)／(ds−D1)となる。

[0040] したがって、図10の(a)に示すように、板厚dがdsよりも厚い場合のストレート部分の刻みピッチP1は、上記比Wおよびデフォルトの刻みピッチPを用いて、

P1＝P＊W＝P×(d−D1)／(ds−D1)

となる。図10の(c)に示すように、板厚dがdsよりも薄い場合(d＜ds)も同様にしてストレート部分の刻みピッチを計算する。

[0041] なお、上記では、メインプログラム101は、あらかじめ数値制御装置4に保存されているものとしたが、NCプログラム100を出力するのと同じときに設定されてもよいし、後で設定されてもよい。要は、メインプログラム101は、加工がスタートする前であれば任意の時点で設定されてもよい。また、本実施の形態ではストレート部分の長さh1で板厚のばらつきを吸収するようにしたが、ストレート部分の長さh1でなくても、例えば、テーパ部分長さD1などの穴形状の任意の部分で板厚のばらつきを吸収するようにしてもよい。テーパ部分の長さを調整する場合は、テーパ部分加工時に、刻みピッチ用変数を書き換えるようNCプログラム100に記述する。

[0042] 本実施の形態によれば、あらかじめ決められたパターンの穴形状を表示し、必要な

部位の寸法を入力するようにしているので、ユーザの入力数が少なくて済み、形状データ入力の作業性が向上する。また、所望の穴形状を、電極半径に放電ギャップを加味した寸法分だけ内側にオフセットさせ、所望の層厚みで深さ方向を分割した形状を、スキャニング加工時の電極経路として用いるようにしたので、計算時間が短く、簡単に適切な電極経路が得られるという効果がある。さらに、同一形状電極による荒加工用プログラムと仕上げ加工用プログラムを出力するようにしたので、電極を交換する時間や、電極を交換することによる位置決め時間がなくなり、加工時間が短くなるという効果がある。

[0043] また、本実施の形態によれば、電極を加工方向に垂直に動かすストレート加工用プログラムと、スキャニング加工用プログラムとを組み合わせて出力するようにしたので、スキャニング加工だけに比べて、加工時間が短くなり、また、電極をスキャニングすることで加工する体積を小さくできるため、加工条件の変化に対して加工形状の変動を抑制でき、さらに新たな材料、形状に対して、精度良く加工することができる加工用プログラムを作成することができる。

[0044] また、ストレート加工に関する定義を入力するストレート加工定義入力部と、スキャニング加工に関する加工定義入力部とを設けるようにしたので、必要な入力が簡単にできるという効果がある。また、ストレート加工部の加工位置指定として、電極の中心座標を入力するようにしたので、入力が判りやすいという効果がある。また、ストレート加工部を表示するようにしたので、入力ミスを防ぐという効果がある。また、スキャニング加工時の電極経路を表示するようにしたので、刻みピッチや、放電ギャップなどの桁を間違えたりした場合、間違った電極経路が表示されるので、入力ミスを防ぐという効果がある。さらに、加工穴深さに対応して層厚さが自動的に変化するプログラムを出力するようにしたので、多数個取り時に板厚に変化があったり、被加工物に対し斜めに加工する場合のように加工穴深さが変わった場合でも、同じNCプログラムで対応できるので、メモリが少なくて済む上に、加工深さ毎にプログラムを作る必要がなく、効率の良いプログラム作成をなし得るという効果がある。

[0045] 実施の形態2.

実施の形態2では、板厚が変化する場合に、ストレート部の刻みピッチは一定とし、

ストレート部の層段数(スキャニング段数)を板厚に応じて変化させるようにしている。図10の(b)に示したように、加工穴深さ(板厚)dが予め設定した所定値dsである場合の層段数を基準とし、図13の(e)に示すように、板厚dが薄い場合は(d＜ds)、ストレート部の層段数を減らし、図13の(d)に示すように、板厚dが厚い場合には(d＞ds)、ストレート部の層段数を追加するように、NCプログラム100に記述する。

[0046] ストレート部の刻みピッチを刻みピッチ入力ボックス12bへの入力値Pで固定するようにした場合は、ストレート部の層段数Sは、ストレート部分長さh1(＝d−D1)を用いて、

ストレート部の層段数S＝h1／刻みピッチP

によって求めることができる。そして、求めた層段数Sでストレート部の繰り返し変数を書き換える。

[0047] 本実施の形態2によれば、穴深さに対応し設定層段数が自動的に変化するプログラムを出力するようにしたので、多数個取り時に板厚に変化があったり、被加工物に対し斜めに加工して、加工穴深さが変わっても、同じNCプログラムで対応できるので、メモリが少なくて済む上に、加工深さ毎にプログラムを作る必要がなく、効率の良いプログラム作成を実現することができる。

[0048] なお、図1においては、NCプログラム作成装置1は、数値制御装置4とオンラインで接続され、数値制御装置4の外部に配置されるように示しているが、NCプログラム作成装置1は数値制御装置4に内蔵されるようにしてもよいし、またオフラインで別置きのパソコンなどでNCプログラム作成装置1を実現してもよい。また、本NCプログラム作成装置1の機能をCAD/CAM装置の一部に具備させるようにしてもよい。

産業上の利用可能性

[0049] 以上のように、本発明にかかる放電加工用NCプログラム作成装置は、穴入口と出口の形状または大きさが違う異型細穴を放電加工するためのNCプログラム作成に有用である。

請求の範囲

[1] 回転する単純形状の電極を用いて異型細穴加工を行う放電加工のためのNCプログラムを作成出力するNCプログラム作成装置において、

異型細穴の各寸法および被加工物の傾斜角度を含む形状情報を入力する形状入力部と、

多層スキャニング加工用の電極径、1スキャニングの刻みピッチ、放電ギャップを含む加工情報を入力するスキャン加工情報入力部と、

前記形状入力部およびスキャン加工情報入力部に入力された情報に基づき異型細穴の輪郭及び電極経路を求めてこれを表示する図形作成表示部と、

上記求めた電極経路に基づいてNCプログラムを作成するNCプログラム作成部と、

を備えた放電加工用NCプログラム作成装置。

[2] 前記図形作成表示部には、予め記憶した所定パターンの穴形状が表示され、該表示された穴形状を参照して形状及びスキャン加工情報の入力を行うことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の放電加工用NCプログラム作成装置。

[3] 異型細穴の輪郭を、電極半径寸法分あるいは電極半径と放電ギャップを加算した寸法分だけ、XY平面に沿って内側にオフセットさせ、入力された刻みピッチで深さ方向に分割することにより電極経路を作成す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用NCプログラム作成装置。

[4] スキャン加工情報入力部には、荒加工の加工情報と仕上げ加工の加工情報が入力され、前記図形作成表示部は、荒加工用電極経路と仕上げ加工用電極経路を表示す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用NCプログラム作成装置。

[5] 電極消耗補正データをスキャン加工情報入力部により入力し、Z軸への電極消耗補正を施しながらXY方向に電極を動かすスキャニング加工用NCプログラムを作成す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用NCプログラム作成装置。

[6] ストレート穴加工に関する電極のXY中心座標を入力するストレート穴情報入力部

をさらに備えたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の放電加工用NCプログラム作成装置。

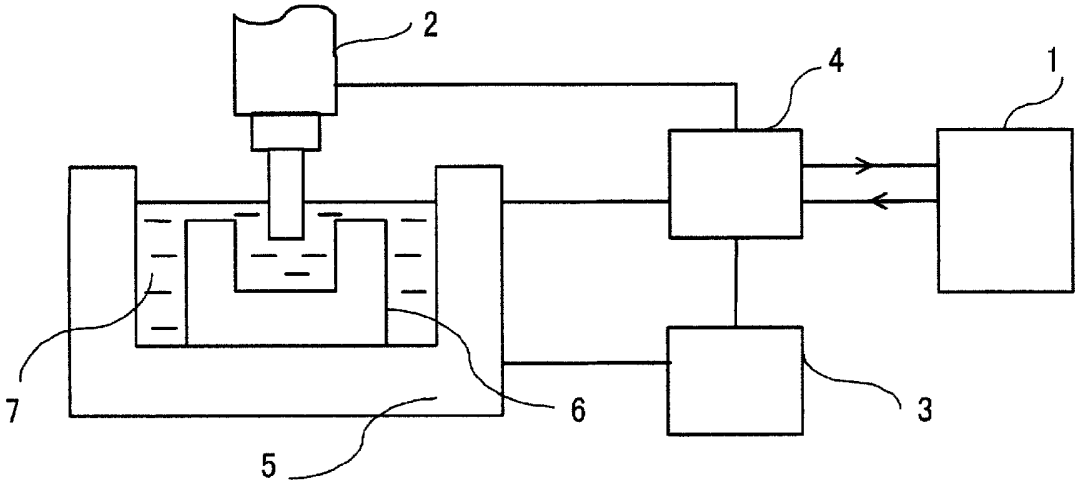
[7] ストレート穴加工の加工形状を表示することを特徴とする請求の範囲第6項に記載の放電加工用NCプログラム作成装置。

[8] NCプログラム作成部は、被加工物の板厚に応じ刻みピッチを変化させたNCプログラムを作成す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用NCプログラム作成装置。

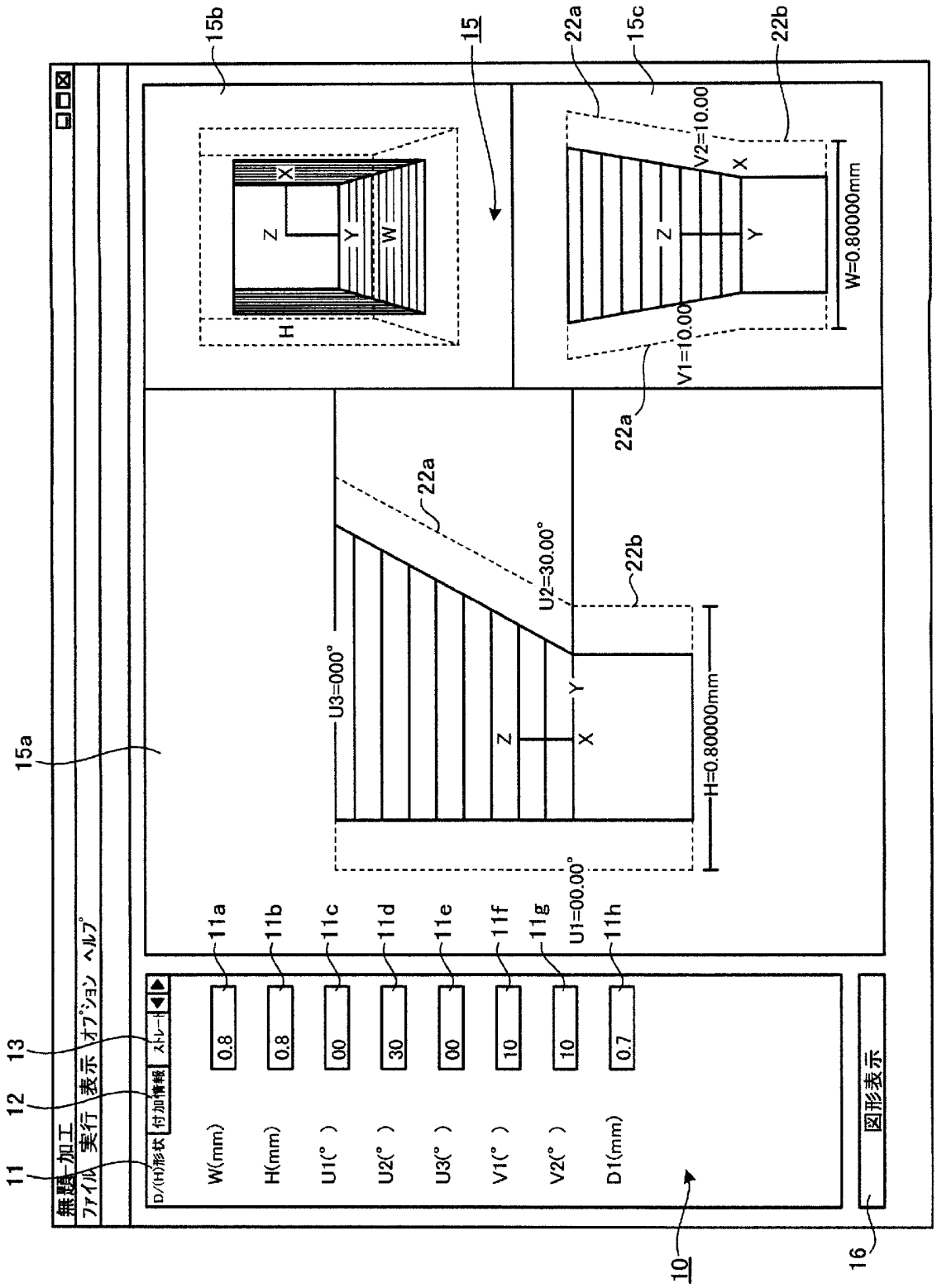
[9] NCプログラム作成部は、被加工物の板厚に応じスキャニング段数を変化させたNCプログラムを作成することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の放電加工用NCプログラム作成装置。

[10] 多数個穴加工位置を制御するメインプログラムを記憶し、メインプログラムから設定される各加工位置における加工穴の深さに従って、異型加工穴の加工を行うことを特徴とする請求の範囲第8項または第9項に記載の放電加工用NCプログラム作成装置。

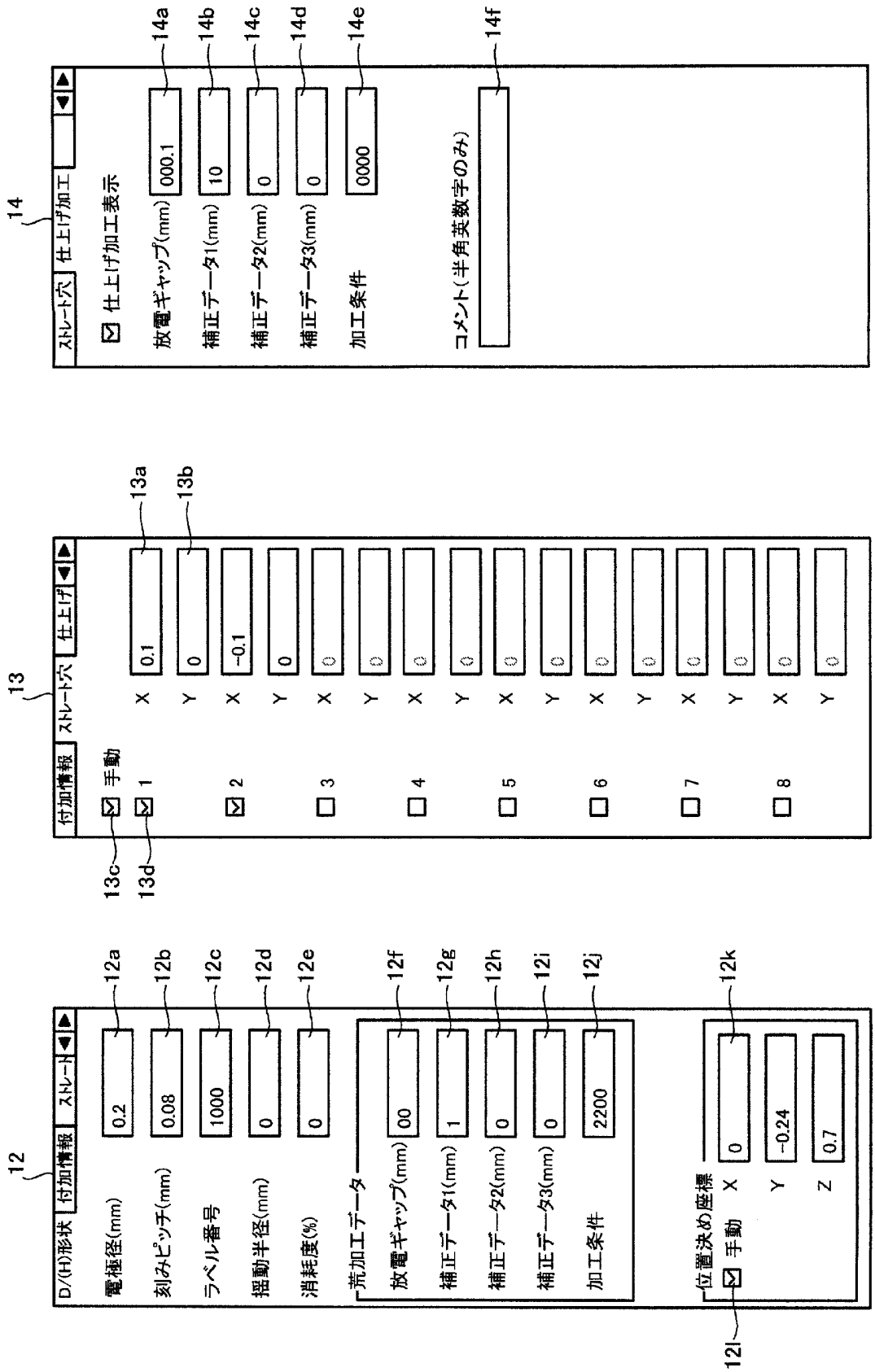
[図1]



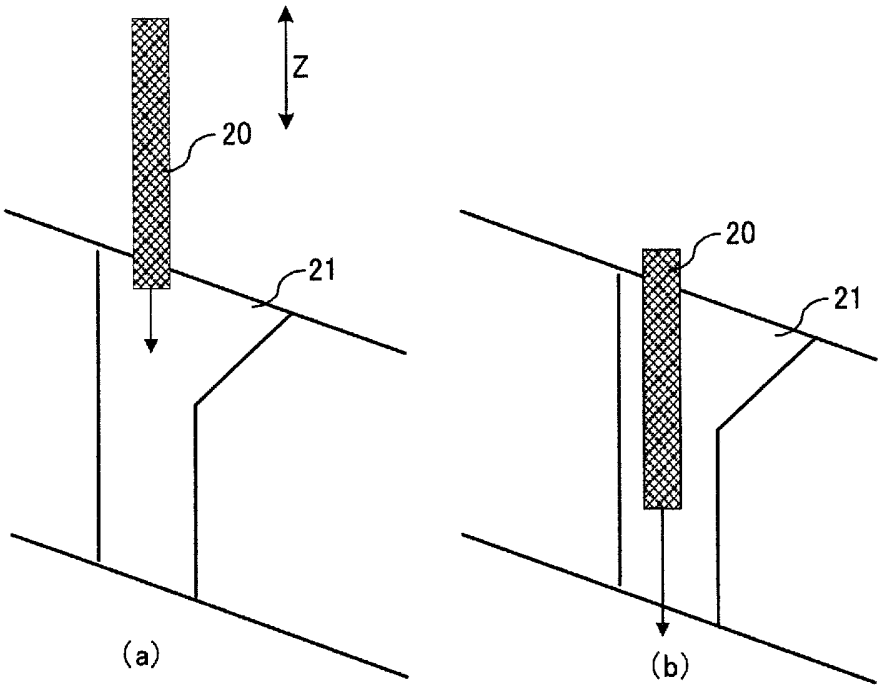
[図2]


無題-加工
ファイル 実行 表示 オプション ヘルプ
D/(H)形状
付加情報
ストレート
W(mm)
H(mm)
U1(°)
U2(°)
U3(°)
V1(°)
V2(°)
D1(mm)
0.8
0.8
00
30
00
10
10
0.7
U1=00.00°
U2=30.00°
U3=000°
H=0.80000mm
V1=10.00
V2=10.00
W=0.80000mm
図形表示
10
11
12
13
15
15a
15b
15c
16
22a
22b

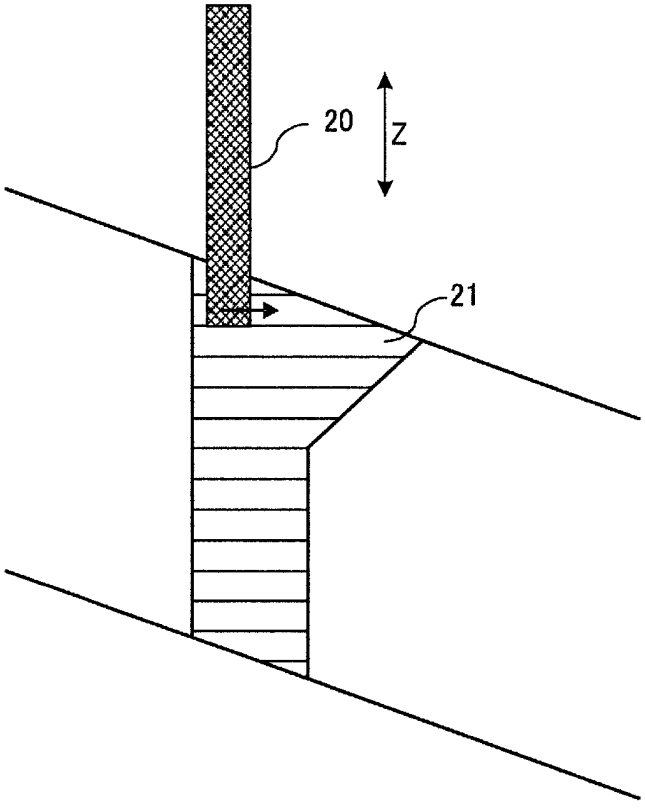
[図3]


12
D/(H)形状
付加情報
ストレート
電極径(mm)
0.2
刻みピッチ(mm)
0.08
ラベル番号
1000
揺動半径(mm)
0
消耗度(%)
0
荒加工データ
放電ギャップ(mm)
00
補正データ1(mm)
1
補正データ2(mm)
0
補正データ3(mm)
0
加工条件
2200
位置決め座標
手動
X
0
Y
-0.24
Z
0.7
12a
12b
12c
12d
12e
12f
12g
12h
12i
12j
12k
12l
13
付加情報
ストレート穴
仕上げ
手動
X
Y
0.1
0
-0.1
0
13a
13b
13c
13d
14
ストレート穴
仕上げ加工
仕上げ加工表示
放電ギャップ(mm)
000.1
補正データ1(mm)
10
補正データ2(mm)
0
補正データ3(mm)
0
加工条件
0000
コメント(半角英数字のみ)
14a
14b
14c
14d
14e
14f

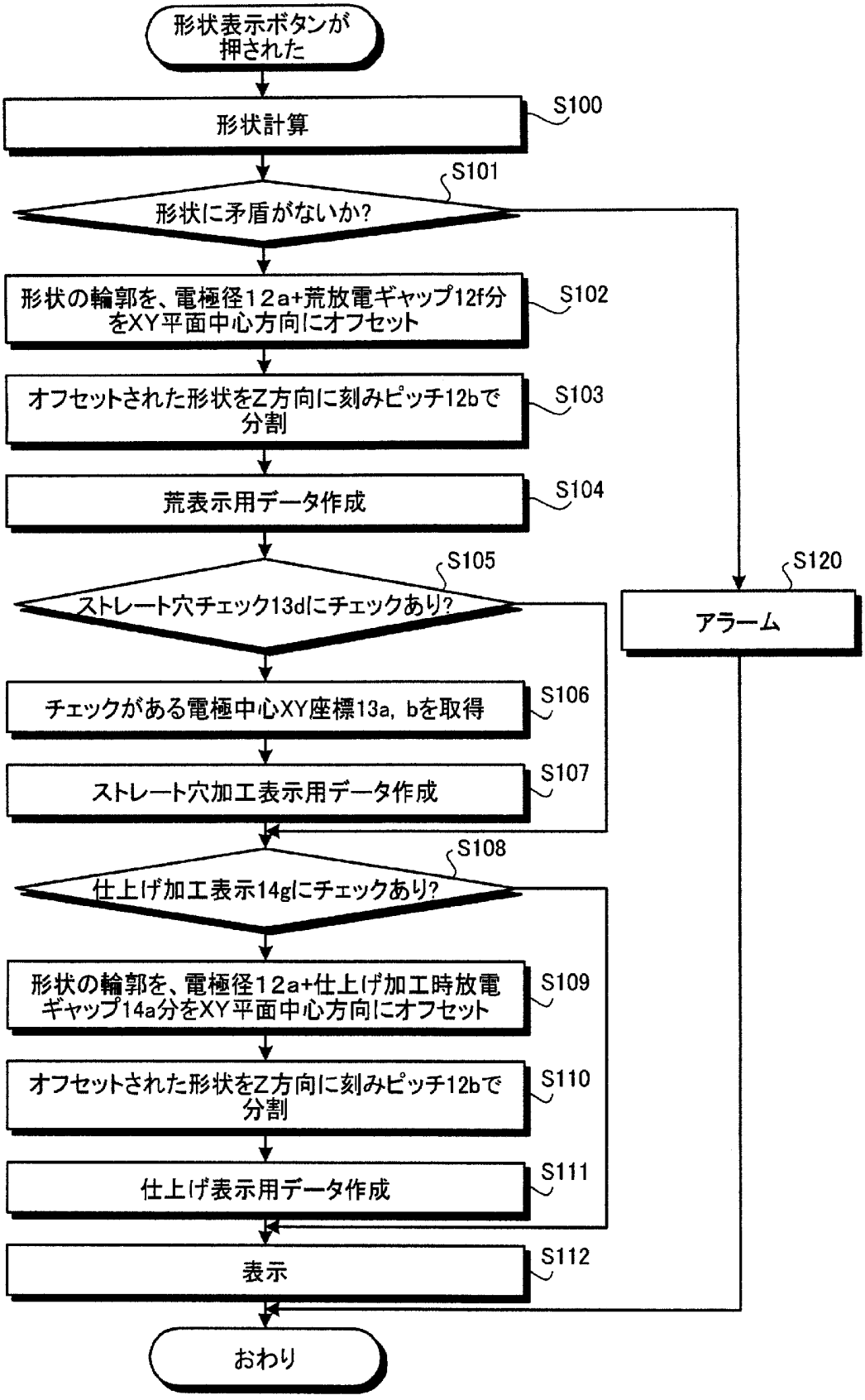
[図4]



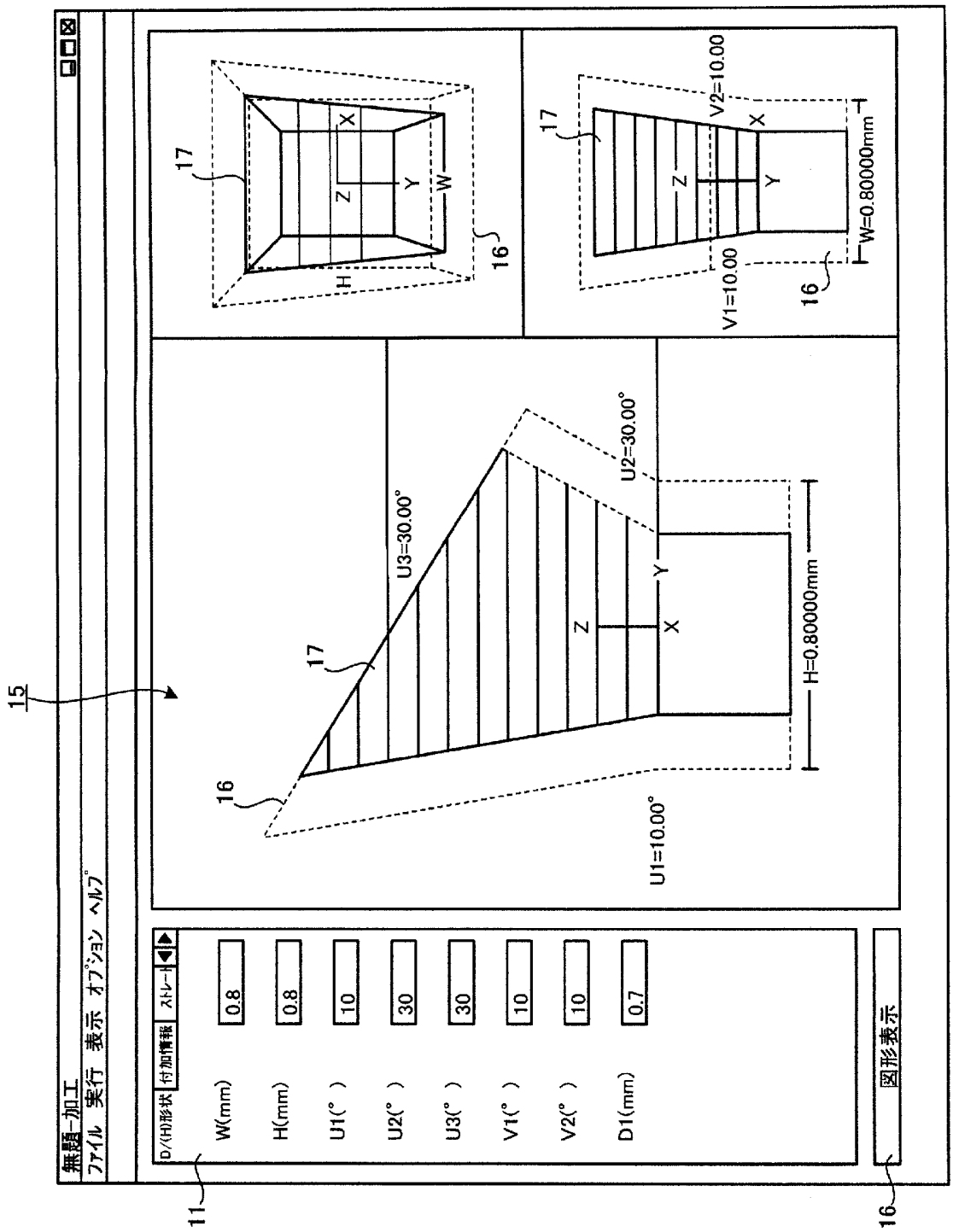
[図5]



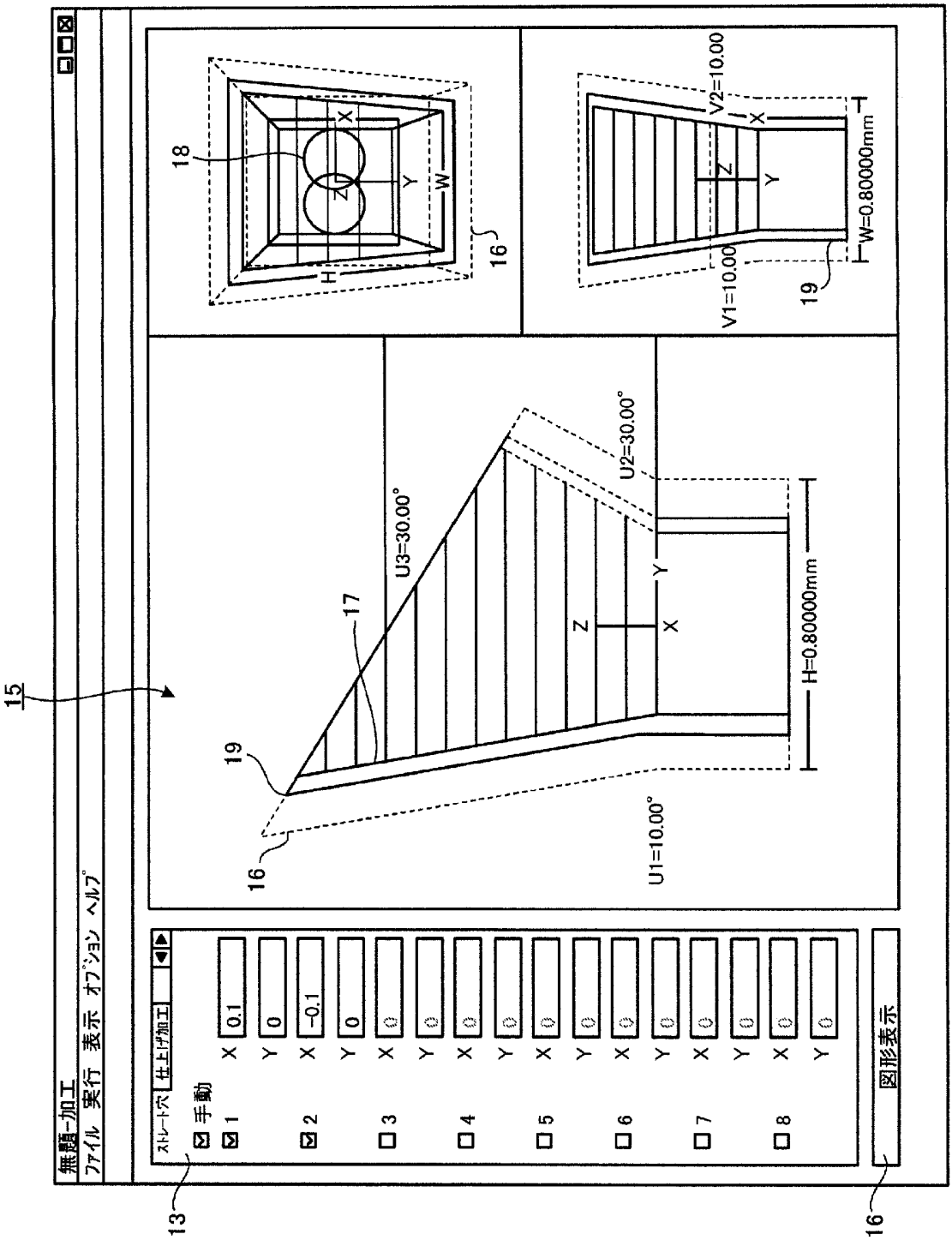
[図6]


形状表示ボタンが押された
形状計算
S100
形状に矛盾がないか?
S101
形状の輪郭を、電極径12a+荒放電ギャップ12f分をXY平面中心方向にオフセット
S102
オフセットされた形状をZ方向に刻みピッチ12bで分割
S103
荒表示用データ作成
S104
ストレート穴チェック13dにチェックあり?
S105
アラーム
S120
チェックがある電極中心XY座標13a, bを取得
S106
ストレート穴加工表示用データ作成
S107
仕上げ加工表示14gにチェックあり?
S108
形状の輪郭を、電極径12a+仕上げ加工時放電ギャップ14a分をXY平面中心方向にオフセット
S109
オフセットされた形状をZ方向に刻みピッチ12bで分割
S110
仕上げ表示用データ作成
S111
表示
S112
おわり

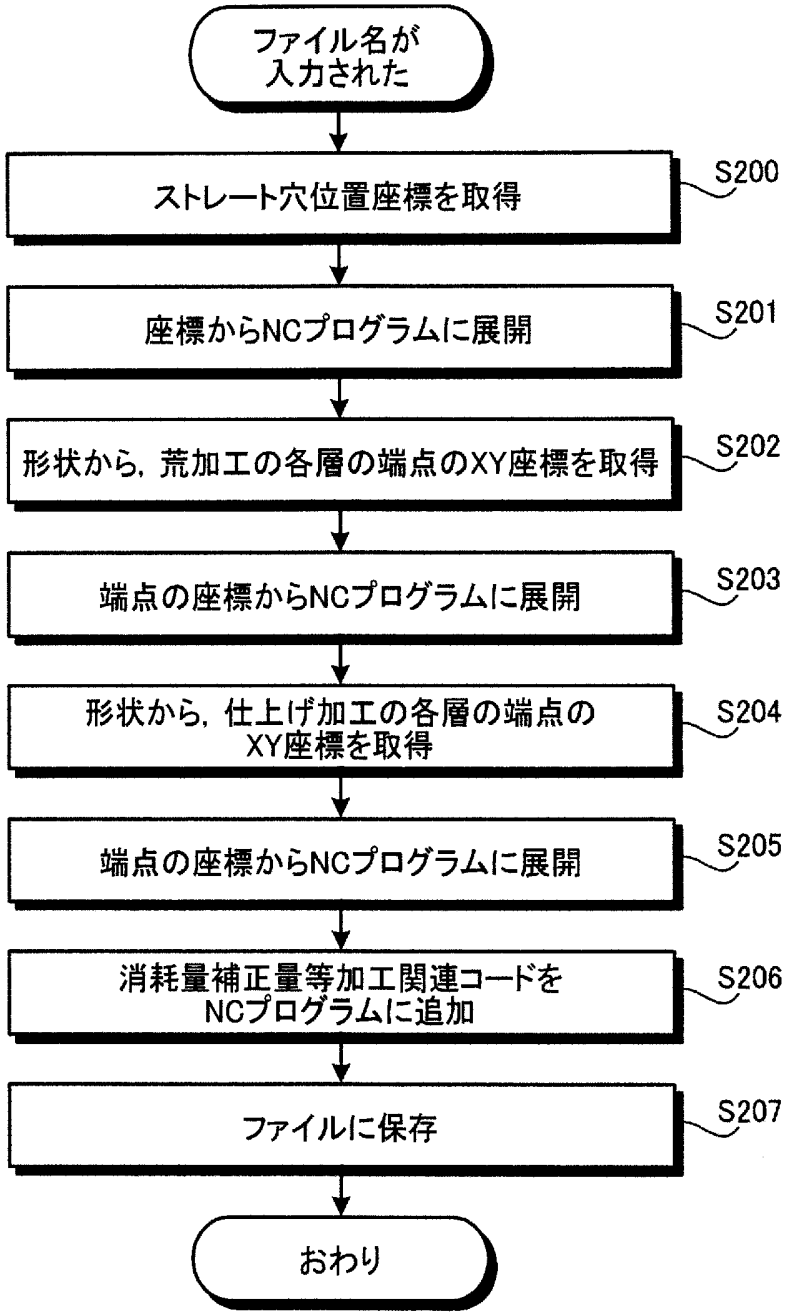
[図7]


無題-加工
ファイル 実行 表示 オプション ヘルプ
D/(H)形状
付加情報
ストレート
W(mm)
H(mm)
U1(°)
U2(°)
U3(°)
V1(°)
V2(°)
D1(mm)
0.8
0.8
10
30
30
10
10
0.7
図形表示
15
16
17
11
U1=10.00°
U2=30.00°
U3=30.00°
H=0.80000mm
W=0.80000mm
V1=10.00
V2=10.00
X
Y
Z
H
W

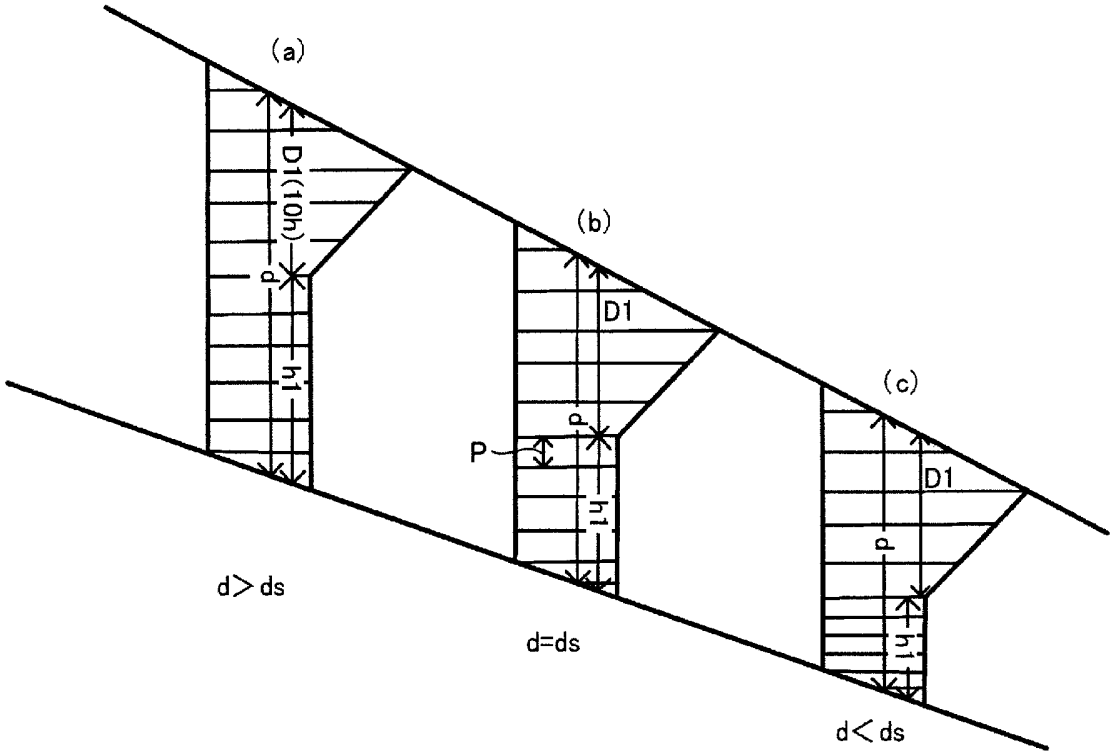
[図8]


無題-加工
ファイル 実行 表示 オプション ヘルプ
ストレート穴
仕上げ加工
手動
図形表示
U1=10.00°
U2=30.00°
U3=30.00°
H=0.80000mm
W=0.80000mm
V1=10.00
V2=10.00
15
16
17
18
19
13

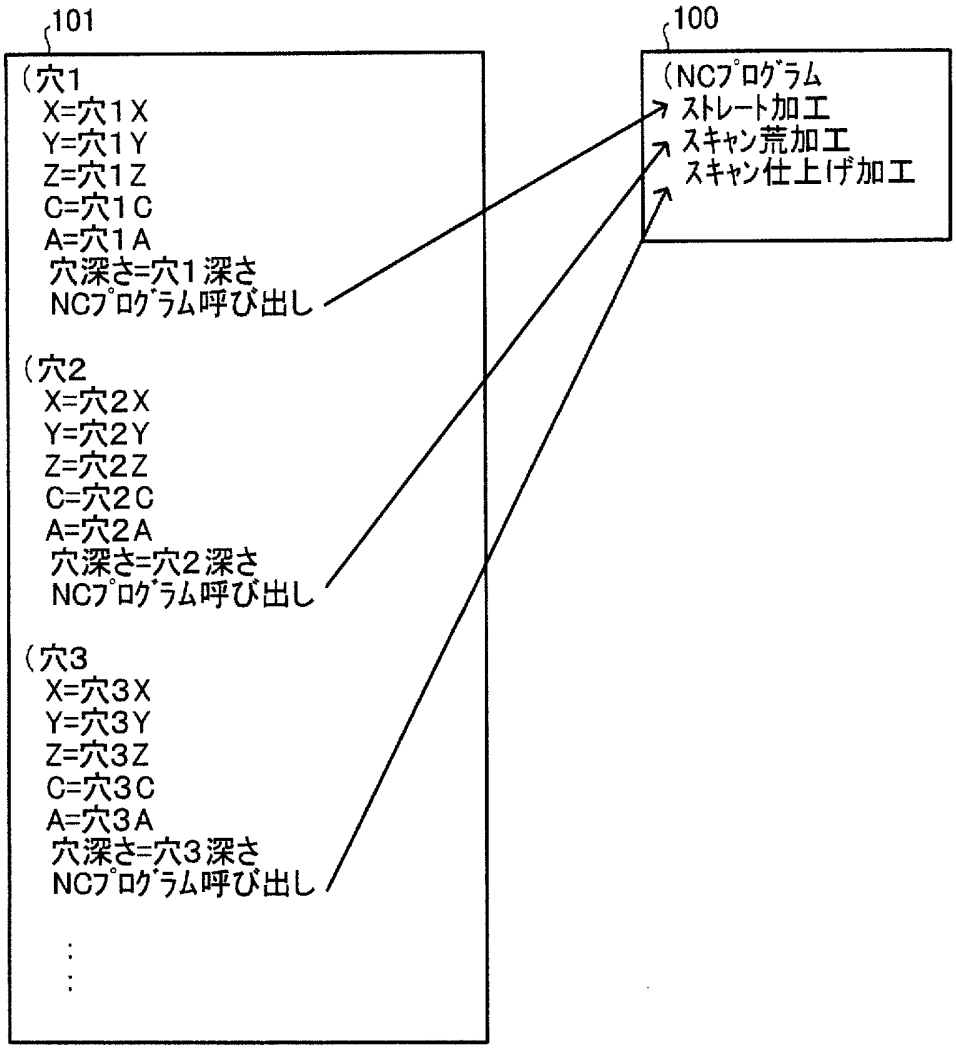
[図9]


ファイル名が
入力された
ストレート穴位置座標を取得
S200
座標からNCプログラムに展開
S201
形状から，荒加工の各層の端点のXY座標を取得
S202
端点の座標からNCプログラムに展開
S203
形状から，仕上げ加工の各層の端点の
XY座標を取得
S204
端点の座標からNCプログラムに展開
S205
消耗量補正量等加工関連コードを
NCプログラムに追加
S206
ファイルに保存
S207
おわり

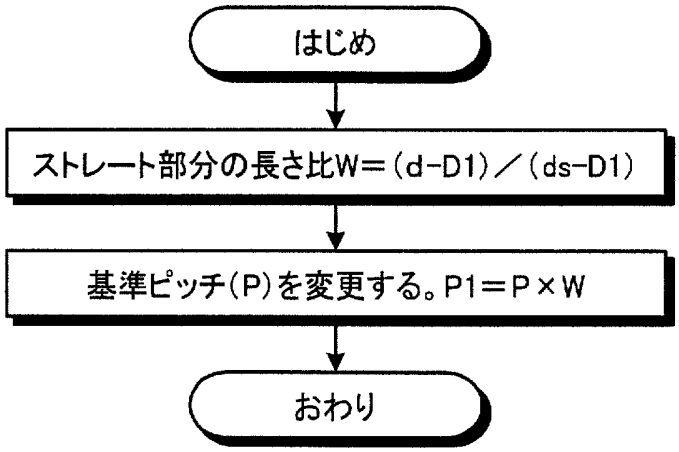
[図10]



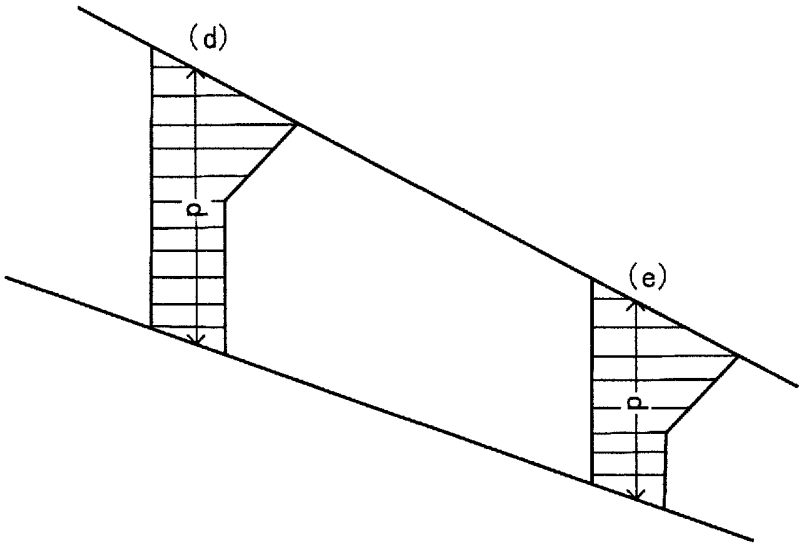
[図11]


101
(穴1
X=穴1X
Y=穴1Y
Z=穴1Z
C=穴1C
A=穴1A
穴深さ=穴1深さ
NCﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ呼び出し
(穴2
X=穴2X
Y=穴2Y
Z=穴2Z
C=穴2C
A=穴2A
穴深さ=穴2深さ
NCﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ呼び出し
(穴3
X=穴3X
Y=穴3Y
Z=穴3Z
C=穴3C
A=穴3A
穴深さ=穴3深さ
NCﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ呼び出し
100
(NCﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ
ストレート加工
スキャン荒加工
スキャン仕上げ加工

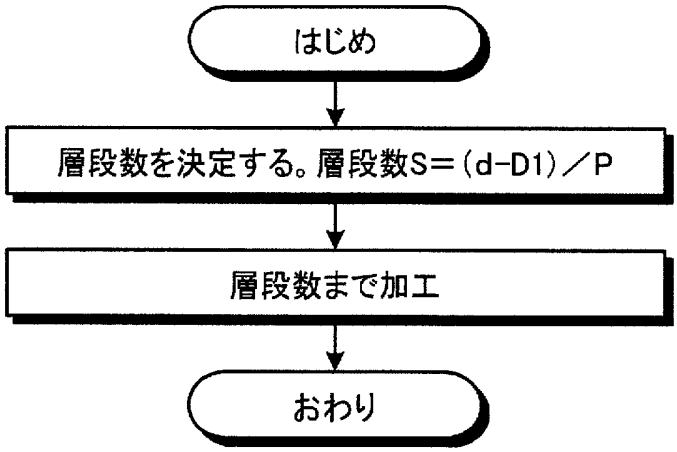
[図12]


はじめ
ストレート部分の長さ比W＝(d-D1)／(ds-D1)
基準ピッチ(P)を変更する。P1＝P×W
おわり

[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2004/012111

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl[7] B23Q15/00, G05B19/409

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] B23Q15/00-15/18, G05B19/18-19/46, B23H1/00-11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

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 8-300223 A (Mitsubishi Electric Corp.), 19 November, 1996 (19.11.96), Par. Nos. [0104] to [0112] (Family: none)	1-10
Y	JP 9-192936 A (Sodick Co., Ltd.), 29 July, 1997 (29.07.97), Par. Nos. [0013] to [0021] (Family: none)	1-10

☐ 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 application or patent 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	Date of mailing of the international search report
10 November, 2004 (10.11.04)	07 December, 2004 (07.12.04)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　PCT／JP2004／012111

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
Int. Cl. 7　B23Q15／00　G05B19／409

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. 7　B23Q15／00－15／18　G05B19／18－19／46
B23H1／00－11／00

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　1922－1996年
日本国公開実用新案公報　1971－2004年
日本国登録実用新案公報　1994－2004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	JP 8－300223 A（三菱電機株式会社），1996．11．19，段落【0104】－【0112】（ファミリーなし）	1－10
Y	JP 9－192936 A（株式会社ソディック），1997．07．29，段落【0013】－【0021】（ファミリーなし）	1－10

☐ 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	国際調査報告の発送日
10．11．2004	07.12.2004

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）　3C　3118
齋藤　健児

電話番号　03－3581－1101　内線　3324