

(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
2014 年 4 月 3 日(03.04.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/050246 A1

- (51) 国際特許分類:
G05B 19/4093 (2006.01) *B23Q 15/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/068199
- (22) 国際出願日: 2013 年 7 月 3 日(03.07.2013)
- (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 2012-211692 2012 年 9 月 26 日(26.09.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目
6 番 6 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 井上 麗子(INOUE, Reiko); 〒1008280 東
京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会
社日立製作所内 Tokyo (JP). 堤 大輔(TSUTSUMI,
Daisuke); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目
6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 中
野 隆宏(NAKANO, Takahiro); 〒1008280 東京都
千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立

製作所内 Tokyo (JP). 野中 洋一(NONAKA, Youi-
chi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番
6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE, Manabu et al.); 〒
1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号
株式会社日立製作所内 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, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, 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, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ

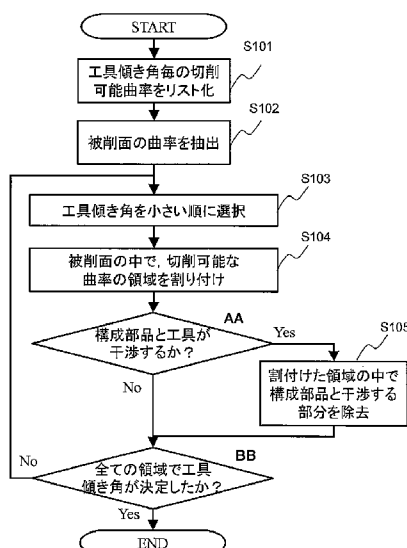
[続葉有]

(54) Title: PROCESSING SYSTEM, NUMERICAL CONTROL DATA GENERATION DEVICE AND NUMERICAL CONTROL DATA GENERATION METHOD

(54) 発明の名称: 加工システム及び数値制御データ生成装置及び数値制御データ生成方法

【図9】

図9



S101 Make a list of cuttable curvatures for each tool tilt angle
S102 Extract the curvatures of the surfaces to be cut
S103 Select tool tilt angles in ascending order
S104 From surface to be cut, assign regions with a cuttable curvature
S105 Remove portions of the assigned regions in which there is interference with component parts
AA Does the tool interfere with component parts?
BB Has a tool tilt angle been determined in all regions?

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a processing method which shortens processing time by shortening tool path length. This processing system involves a numerical control data generation device and a device for processing an processing object using the generated numerical control data, and is characterized by having a means in which the numerical control data generation device generates multiple processing regions corresponding to multiple tilt angles of a tool, and a means in which the aforementioned device for processing a processing object inputs the generated processing regions and processes said processing object, changing the tilt angle of the tool depending on the processing region.

(57) 要約: 本発明の課題は、工具経路長を短くして加工時間を短縮する加工方法を提供することである。本発明の加工システムは、数値制御データ生成装置と生成された数値制御データを用いて加工対象を加工する装置とを有する加工システムであって、前記数値制御データ生成装置は、複数の工具の傾き角に対応させて複数の加工領域を生成する手段と、前記加工対象を加工する装置は、生成された加工領域を入力し、前記加工領域に応じて工具の傾き角を変えて前記加工対象を加工する手段と、を有することを特徴とする。



ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

加工システム及び数値制御データ生成装置及び数値制御データ生成方法 技術分野

[0001] 本発明は、数値制御データを用いて加工対象を加工するシステムに関する。

背景技術

[0002] 切削加工では、作業者による精度や作業時間のばらつきを抑えた製品を複数作成するために、一般にNC (Numerical Control) 工作機械が用いられている。そして、NC工作機械における工具経路 (ツールパス) は、CAM (Computer Aided Manufacturing) システムを利用して生成される。このCAMシステムで生成したNCデータに基づき、切刃を有する回転工具を用いて加工対象の素材を製品形状に加工する。加工で用いられる工具には、一般にボールエンドミルやフラットエンドミル、ラジアスエンドミルなどがある。

[0003] 特許文献1 (特許第3000219号) には、曲面を加工するため曲面加工用工具の加工に使用する部分の運動最外周軌跡が、該工具の運動中心軸に平行な面に対して投影した形状において1種以上の曲率に変化する曲線若しくは直線と該曲線の組み合わせからなる形状である曲面加工用工具を用いた曲面加工に係り、加工すべき曲面上の各加工点に対する曲面の情報又は曲面の情報と加工径路の情報をもとに、加工曲面の曲率、法線、接線に関する情報の少なくとも一つ以上を演算し、該曲面の情報をもとに工具の形状及び／又は出力する加工点の刻み及び／又は工具の姿勢及び／又は工具の位置を演算し、工具軌跡情報を発生することが書かれている。

[0004] 特許文献2 (特許第4700369号) には、曲面を有する形状データと複数の種類の切削工具から選択した切削工具の情報とを基に、工具主軸方向ベクトルを切削工具の進路方向に対し、できるだけ後方に傾斜させるよう傾

斜角度を設定することが書かれている。

[0005] 特許文献3（特開2010-137291号公報）には、形状データから多面体を生成する多面体生成手段と、前記多面体に係る全ての多角形平面に対して、面積と、法線方向を示す単位ベクトルである法線ベクトルと、前記面積と前記法線ベクトルの積である平面ベクトルとを算出する多面体情報算出手段と、全ての前記平面ベクトルに基づいて、前記工具姿勢の第0姿勢の方向を示す第0姿勢ベクトルを設定する第0姿勢設定手段と、前記法線ベクトルのそれぞれと前記平面ベクトルのそれぞれの組み合わせに対して、前記法線ベクトルと前記平面ベクトルの内積に重み係数を乗じた値を姿勢適正值として算出し、前記姿勢適正值に基づいて前記法線ベクトルの中から第0姿勢よりも後の工具姿勢の方向を示す工具姿勢ベクトルおよびその加工領域を決定する姿勢・領域決定手段と、決定された前記工具姿勢ベクトルによって加工する前記加工領域を調整する領域調整手段と、が書かれている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第3000219号公報

特許文献2：特許第4700369号公報

特許文献3：特開2010-137291号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] CAMシステムを利用して生成される数値制御データの課題として、加工時間の短縮と工具の干渉回避がある。特許文献1の方法では、加工領域が固定されているため、同じ工具で加工できる領域が分割されてしまうことによって、適切な工具と工具姿勢が選択されず干渉回避に限界がある。また、同一工具に対して工具傾き角による切削幅の違いを考慮していないため、工具経路長を短くできず、加工時間の短縮に限界がある。同様に特許文献2の方法においても、工具傾き角による切削幅の違いを考慮していないため、加工

時間の短縮に限界がある。

[0008] 上記の実情の通り、工具の干渉を回避する工具姿勢を求める方法はあるが、干渉を回避し、工具の形状を考慮して加工時間を短縮する方法がないため、加工時間が増大することがあった。

[0009] 特許文献3では、ツーリング剛性を確保し易い工具姿勢を決定するとともに、その工具姿勢において干渉の起こり難い加工領域を決定する。しかし、被加工物の形状のみで加工領域を分割しており、工具の形状や切削幅を考慮していないため、加工時間の短縮効果に限界がある。また、面積が大きく、方向が近い曲面メッシュをまとめ、データベースの姿勢適正值を随時更新する方法であり、被削面全体での加工時間短縮を考慮しておらず、加工時間短縮効果に限界がある。本発明の課題は、上記の実情に鑑みてなされたものであり、工具経路長を短くして加工時間を短縮する加工方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の加工システムは、数値制御データ生成装置と生成された数値制御データを用いて加工対象を加工する装置とを有する加工システムであって、前記数値制御データ生成装置は、複数の工具の傾き角に対応させて複数の加工領域を生成する手段と、前記加工対象を加工する装置は、生成された加工領域を入力し、前記加工領域に応じて工具の傾き角を変えて前記加工対象を加工する手段と、を有することを特徴とする。

[0011] 本発明の数値制御データ生成装置は、加工対象を加工するための数値制御データ生成装置であって、複数の工具の傾き角に対応する、工具を傾けた状態で加工する際の加工可能な曲率を特定する手段と、前記加工対象の被削面の曲率を特定する手段と、前記加工可能な曲率と前記被削面の曲率を用いることによって複数の工具の傾き角に対応させて複数の加工領域を生成する手段と、前記曲率と前記加工対象の加工領域とを対応付けることによって複数の分割された加工領域を特定する手段と、を有することを特徴とする。

[0012] 本発明の数値制御データを生成する方法は、加工対象を加工するための数値制御データを生成する方法であって、複数の工具の傾き角に対応する、工具を傾けた状態で加工する際の加工可能な曲率を特定するステップと、前記加工対象の被削面の曲率を特定するステップと、前記加工可能な曲率と前記被削面の曲率を用いることによって複数の工具の傾き角に対応させて複数の加工領域を生成するステップと、前記曲率と前記加工対象の加工領域とを対応付けることによって複数の分割された加工領域を特定するステップと、を有することを特徴とする。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、工作機械を数値制御し、加工対象の素材を製品形状に加工する際に工具経路長を短くして加工時間を短縮することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]工具傾き角と切削幅の関係を示す概念図。

[図2]加工システムの構成図。

[図3]加工領域決定処理を示すフローチャート。

[図4]3次元での工具姿勢を表す概念図。

[図5]工具傾き角毎の切削可能曲率リストの例。

[図6]被削面の曲率抽出方法の例。

[図7]被削面の曲率情報の例。

[図8]加工領域割付処理結果の例。

[図9]工具干渉がある場合の加工領域決定処理を示すフローチャート。

[図10]画面表示の例。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の一実現形態について、図面を用いて説明する。切刃の回転軌跡を、工具中心軸を含む平面に投影したときに得られる形状を切刃の投影と定義する。すると、特許文献1に示す切刃の投影が楕円の工具(フラットエンドミル、ラジラスエンドミルなど)は工具の傾き角によって切削痕の幅である切削幅が異なり、工具傾き角が小さいほど切削幅が大きいという関係性

がある。

[0016] 図 1 に、工具傾き角による切削幅の模式図を示す。ここで、被削面とは、当該工程、あるいは、当該加工で目標とする形状を指す。また、素材とは加工前の形状を指す。いま、図中矢印方向に工具を移動させ、工具 6 1 の切刃 6 2 で素材 6 3 を切削する。このとき、工具 6 1 の工具傾き角を大きくした場合は、図 1 (a) に示すとおり、切削痕 6 4 の幅は小さくなる。

[0017] 一方、工具傾き角を小さくした場合は、図 1 (b) に示すとおり、工具径に近い幅で切削することとなり、切削痕 6 4 の幅は大きくなる。この切削幅が大きいほど、被削面全体を加工するための工具経路長が短くなり、加工時間が短くなる。以下、この工具傾き角を用いて説明する。

[0018] <加工方法を実施するシステムの構成>

図 2 は、本発明の加工システムの一実現例にかかる機能構成図である。本発明の加工システム 0 は、数値制御データ生成装置 1 0 と加工装置 6 とから構成される。数値制御データ生成装置 1 0 は、処理部 1 と、記憶部 2 と、入力部 3 と、出力部 4 と、表示部 5 からなり、加工装置 6 を数値制御するデータを生成する CAM 装置である。

[0019] 加工装置 6 は、数値制御データを受信し、数値制御データに基づいて加工対象を加工する NC 工作機械である。加工装置 6 は、図 1 に示すような工具 6 1 を備えており、工具傾き角を変えて素材 6 3 を切削することができる。加工装置 6 は、必ずしも加工システム 0 に内蔵される必要はなく、有線による接続あるいは、ネットワークインターフェース等の通信機器を介して、加工システム 0 の出力部 4 に接続される。また、加工装置 6 は、数値制御データ生成装置 1 0 の外部に設置されていてもよく、処理部 1 によって計算された数値制御によって動作するものであればよい。

[0020] 処理部 1 は、工具傾き角毎の切削可能曲率算出部 1 1 と、被削面曲率抽出処理部 1 2 と、加工領域割付部 1 3 と、工程順序算出部 1 4 からなる。

[0021] 記憶部 2 は、工具情報保持部 2 1 と、被削面の形状情報保持部 2 2 と、切削可能曲率リスト保持部 2 3 と、被削面の曲率情報保持部 2 4 と、加工工程

計画記憶部 2 5 からなる。加工工程計画記憶部 2 5 は、加工領域情報保持部 2 5 1 と、工具傾き角情報保持部 2 5 2 と、切削方向情報保持部 2 5 3 と、使用工具情報保持部 2 5 4 と、工程順序情報保持部 2 5 5 からなる。

[0022] 工具傾き毎の切削可能曲率算出部 1 1 は、記憶部 2 の工具情報保持部 2 1 に保持されている工具情報から工具の形状を参照して、工具傾き毎の切削可能曲率を算出する。工具傾き毎の切削可能曲率算出部 1 1 の処理の詳細については、図 3～図 5 を用いて後述する。工具傾き毎の切削可能曲率算出部 1 1 の処理結果は、記憶部 2 の切削可能曲率リスト 2 3 で保持する。

[0023] 被削面曲率抽出処理部 1 2 は、記憶部 2 の被削面の形状情報保持部 2 2 に保持されている被削面の形状に基づき、被削面の曲率を抽出する。被削面曲率抽出処理部 1 2 の処理の詳細については、図 3 と図 6～図 7 を用いて後述する。被削面曲率抽出処理部 1 2 の処理結果は、記憶部 2 の被削面の曲率情報保持部 2 4 で保持する。

[0024] 加工領域割付部 1 3 では、記憶部 2 の切削可能領域リスト保持部 2 3 に保持されている切削可能領域と、被削面の曲率情報保持部 2 4 に保持されている被削面の曲率情報に基づき、工具傾き角を小さい順に選択して、切削可能な曲率の領域を割付ける。加工領域割付部 1 3 の処理の詳細については、図 3、図 8 を用いて後述する。加工領域割付部 1 3 の処理結果は、記憶部 2 の加工工程計画記憶部 2 5 で保持する。加工領域割付部 1 3 の処理結果として生成される加工工程について、加工領域の情報は記憶部 2 の加工領域情報保持部 2 5 1 に保持する。工具傾き角の情報は工具傾き角情報保持部 2 5 2 で保持する。領域内の切削方向は、切削方向情報保持部 2 5 3 で保持する。当該工程で使用する工具の情報は、使用工具情報保持部 2 5 4 で保持する。また、加工領域割付部 1 3 の処理を繰り返して生成される複数の工程について、工程順序情報を工程順序情報保持部 2 5 5 に保持する。

[0025] 工程順序算出部 1 4 は、加工領域割付部 1 3 を繰り返して生成される複数の工程について、工程の順序を算出する。算出した工程順序は工程順序情報保持部 2 5 5 に保持する。入力部 3 は、ユーザの指示の入力を受け付ける。出

力部4は、本コンピュータシステムの処理結果を表示したり印刷したりする。

[0026] 本システムにおいて、工具情報保持部21、加工工程計画記憶部25、入力部3、出力部4、表示部5は一般的なCAD(Computer Aided Design)、及び、CAMを利用しても良い。また、本システムを一般的なCAD、及び、CAMに組み込んで利用しても良い。

[0027] <加工方法およびそれを実現するシステムの概要>

次に、本加工システムで実現する加工領域の割付方法について説明する。切刃62の投影が楕円の工具61は工具の傾き角によって切削痕の幅である切削幅が異なり、工具傾き角が小さいほど切削幅が大きいという関係性がある。この切削幅が大きいほど、被削面全体を加工するための工具経路長が短くなり、加工時間が短くなる。

[0028] 本発明ではこの関係性に基つき、最小の工具傾き角で加工できる領域が最大化するよう、加工領域を順次決定し、加工時間を短縮する。図3に、加工領域を決定する手順を示す。始めに、ステップS101では、工具情報保持部21に記憶されている工具61の形状情報に基づき、各工具について、工具傾き角毎の切削可能曲率をリスト化する。

[0029] 図4を用い、ステップS101について説明する。図4(a)に、3次元における工具傾き角の例を示す。3次元上での工具61の姿勢は、工具61の進行方向を軸とする座標系を考えると、工具上基準点の座標、および、工具進行方向に対する工具傾き角と、進行方向と直行する方向の工具傾き角の、2つの角度で定義できる。NC工作機械では、この工具姿勢で、工具上の基準点を工具経路の参照となる点、または線に沿って移動させて、工具61の切刃62で素材63を加工する。ここで、工具61が移動する際に切刃62が通る軌跡を、進行方向と直行する面に投影して得られる曲線を切刃の投影曲線71と定義する。この切刃62の投影曲線71の曲率が、その工具傾き角で切削可能な曲率となる。図4(b)に、ある工具姿勢での切刃62の投影曲線71と、進行方向と直行する面72、その工具傾き角で切削可能な曲率を

もった、被削面上の曲線 7 3 の例を示す。

[0030] 図 5 に、ステップ S 1 0 1 の処理結果である工具傾き角毎の切削可能曲率リスト 8 1 の例を示す。工具傾き角毎の切削可能曲率リスト 8 1 は、工具番号 8 1 1、工具種類 8 1 2、工具径 8 1 3、工具コーナー半径 8 1 4 といった工具情報と、進行方向の工具傾き角 8 1 5 と、垂直方向の工具傾き角 8 1 6、その工具傾き角で切削可能な曲率 8 1 7 の情報を持つ。工具 6 1 の形状情報は、工具情報保持部 2 1 の情報を参照して工具 6 1 を対応付けても良い。

[0031] ステップ S 1 0 1 は、工具毎の切削可能曲率算出部 1 1 で処理する。また、算出した切削可能曲率リスト 8 1 は、切削可能曲率リスト保持部 2 3 で保持する。次に、ステップ S 1 0 2 では、被削面の形状情報保持部 2 2 に記憶されている被削面の形状情報に基づき、被削面の曲率を抽出する。被削面の曲率は、曲面を微細なメッシュ状に分割して、各メッシュの法線ベクトルを用いるなど、一般的な幾何計算によって算出できる。一例として、被削面の等パラメータ曲線に基づいて、被削面上の離散点と被削面の断面曲線から、曲率を算出する方法を示す。

[0032] 図 6 を用い、ステップ S 1 0 2 について説明する。図 6 (a) に、上面を被削面とする素材 6 3 の例を示す。この被削面の曲面に対して、図 6 (b) のように、u 方向と v 方向の等パラメータ曲線 7 4 を抽出する。次に、図 6 (c) 図中矢印で示すように、等パラメータ曲線を進行方向のベクトル 7 5 とみなす。工具 6 1 上の基準点を、このベクトル 7 5 に沿って移動することで素材 6 3 を切削する。この等パラメータ曲線上に離散点 7 6 を取る。次に、この離散点 7 6 で、進行方向のベクトル 7 5 と直交する面 7 7 を仮定する。そして、仮想した直行面 7 7 と被削面の交線 7 8 を求める。求めた交線 7 8 に対して、進行方向のベクトル 7 5 を中心にして、投影距離が工具径の幅と等しい円弧 7 9 を抽出する。この円弧 7 9 の曲率が、離散点 7 6 における、被削面の曲率とみなせる。被削面の曲率について、平面や凸面では被削面の曲率が 0 ～ 負の値となることがある。切刃 6 2 の投影が楕円の工具 6 1 (フラットエ

ンドミル、ラジラスエンドミルなど）では切削可能曲率は負の値をとらないため、被削面の曲率が0～負の値となる場合は、被削面の曲率を0とみなす。切刃の投影が凹面を含むような特殊工具では、被削面の曲率を0～負の値としてもよい。

[0033] ステップS 1 0 2では、被削面上の複数の離散点について、この曲率抽出を行い、被削面全体の曲率を抽出する。ここで、3つ以上の離散点で囲まれた曲面の範囲を、領域と定義する。本例では領域の連続性を考慮し、切削方向が同じで、かつ、曲率が等しい離散点のうち、隣り合った離散点で囲まれた範囲を1つの領域とする。

[0034] ステップS 1 0 2の処理を実行し、被削面全体の曲率を抽出したのち、離散点同士を評価して領域を生成する。

[0035] 図7に、ステップS 1 0 2を実行した結果の例を示す。図7(a)に、被削面上の離散点p 1、p 2、p 3を示す。図7(b)に、各離散点における被削面の曲率情報8 2の例を示す。被削面の曲率情報は、離散点名8 2 1、離散点の座標8 2 2、工具進行方向ベクトル8 2 3、被削面の曲率8 2 4、領域8 2 5の情報を持つ。

[0036] ステップS 1 0 2は被削面曲率抽出処理部1 2で処理する。抽出した被削面の曲率情報は、被削面の曲率情報保持部2 4で保持する。ここで、ステップS 1 0 2は、ステップS 1 0 1を処理する前に行っても良い。また、可能であれば、ステップS 1 0 1、S 1 0 2を並行して行っても良く、他の装置から受信しても良い。

[0037] 次に、ステップS 1 0 3では、ステップS 1 0 1で作成した切削可能曲率リスト8 1の中で、工具傾き角を小さい順に選択する。工具傾き角が小さい順に選択することで、各領域には最小の工具傾き角が設定される。同じ工具傾き角の工具が複数存在する場合は、切削幅を最大化する観点から、工具径8 1 3の大きい工具を選択しても良い。あるいは、工具交換回数を少なくするという観点から、前の工程と同じ工具で、次に小さい工具傾き角を選択しても良い。また、複数の工具のうち傾き角が異なるものであっても曲率が同

じ場合には、加工領域を加工する順序の前後関係を考慮して工具を選択してもよいし、同じ工具を優先して使用するようにしてもよい。また、曲率が同じであっても、工具の径が異なる場合においては、他の加工領域を加工する工具を考慮し、同じ工具を優先して使用するようにしてもよく、あるいは、径が大きい工具を優先するようにしてもよい。

[0038] 図5を用い、ステップS103について説明する。今、図5の切削可能曲率リスト81の中で、ステップS103では始めに、工具傾き角の最も小さい工具1、工具種類ラジラスエンドミル、工具径50、工具コーナー半径3.0、進行方向工具傾き角0度、垂直方向工具傾き角0度のデータD11を選択する。この工具傾き角で切削可能な曲率は0となる。

[0039] 次に、ステップS104では、ステップ102で抽出した被削面の曲率情報の中から、ステップS103で選択した切削可能曲率よりも小さい曲率を持つ領域を割付けていく。

[0040] 図8を用い、ステップS104について説明する。図8の加工領域の割付け結果83のうち、821～825は図7の被削面の曲率情報82と同様であるため、説明を省略する。今、ステップS104では、被削面の曲率情報のうち、曲率がステップS103で選択したデータD11における切削可能曲率0以下である、離散点p3、座標(x3、y3、z3)、工具進行方向ベクトルu方向、被削面の曲率0.00、領域1のデータD23を選択する。そして、この領域1の進行方向工具傾き角832に0度を、垂直方向の工具傾き角833に0度を設定する。

[0041] ここで、被削面の曲率情報の中には、同じ離散点名p3で、工具進行方向ベクトル823がv方向であるデータD26が存在する。この領域1では既に工具傾き角が決定済みのため、データD26には他の工具傾き角を設定しない。このように、同じ離散点で異なる工具進行方向ベクトル823のデータを持つ場合、1つのデータで工具傾き角を決定した後、同離散点のデータには進行方向工具傾き角832、工具傾き角833を設定しない。

[0042] ステップS103とステップS104は、処理部1の加工領域割付部13

で処理する。ステップS 1 0 4 の処理結果は、記憶部 2 の加工工程計画記憶部 2 5 で保持する。ステップS 1 0 4 で割付けた加工領域情報は、加工領域情報保持部 2 5 1 に記憶する。割付けた工具傾き角は、工具傾き角情報保持部 2 5 2 に記憶する。工具進行方向ベクトル、あるいは、切削方向の情報は、切削方向情報保持部 2 5 3 に記憶する。割付けた工具の情報は、使用工具情報保持部 2 5 4 に記憶する。

[0043] ステップS 1 0 4 を実行すると、加工領域と切削方向、工具傾き角を指定した加工工程が1つ作成される。図 3 のフローチャートによれば、工具傾き角を小さい順に選択し、領域を割付ける処理を繰り返すことで、複数の工程が作成される。これら複数の工程の順序は、工程順序情報保持部 2 5 5 で記憶する。

[0044] 工程順序は、図 3 のフローチャートに従い、工具傾き角が小さい順に選択して割付ける処理を繰り返すため、処理の実行後には、工具傾き角が小さい順となっている。この工程順序については、複数の領域の統合や、同一工具の工程をまとめるなどして、工程順序を入れ替えても良い。これらの工程順序の算出は、処理部 1 の工程順序算出部で処理する。

[0045] ステップS 1 0 4 を実行した後、全ての領域で工具傾き角が決定した場合は、加工領域の割付けを終了する。未割付けの領域が存在する場合は、ステップS 1 0 3 とステップS 1 0 4 を繰り返す。以上のように、図 3 に示すフローチャートにより、被削面に対して最小の工具傾き角で加工できる領域が最大化するよう、加工領域を決定することができる。

[0046] <工具の干渉を回避する手段>

次に、図 9 を用いて、工具の干渉がある場合の加工領域決定方法を示す。ステップS 1 0 1 ～ステップS 1 0 4 までは、前述の図 3 と同じ処理であるため、説明を省略する。ステップS 1 0 4 を実行後、工具傾き角を設定した領域で機械や母材などの構成部品と工具が干渉するか、判定する。干渉の判定方法は、一般的な、メッシュモデルやボクセルモデルなどによりモデル同士の重複の有無を判定する方法などを用いればよい。干渉判定により、領域内

のどの部分で干渉が発生するかを特定する。

[0047] 構成部品と工具が干渉しない場合は、全ての領域が割付けられたか判定する処理を行う。全ての領域が割付けられている場合は、処理を終了する。未割付けの領域が存在する場合は、ステップS 1 0 3に戻り、処理を繰り返す。

[0048] 構成部品と工具が干渉する場合は、ステップS 1 0 5の処理に進む。ステップS 1 0 5では、直前のステップS 1 0 4で割付けた領域の中で、構成部品と干渉する部分のみを割付けから除去する。除去した部分は、未割付の領域として保持する。

[0049] 未割付の領域と判定された際に、判定に用いた工具の傾き角を、次の未割付の領域の判定から除外する。このように、未割付の領域に対して干渉する工具の傾き角を除外することによって、加工領域に対して適切な工具の傾き角を判定することができる。次の未割付の領域の判定には、別の種類の工具を用いても良い。また、別の傾き角を選択しても良い。あるいは、ユーザが加工領域に対応する工具の傾き角を選択してもよい。

[0050] ステップS 1 0 5を処理した後は、全ての領域が割付けられたか判定する処理を行う。全ての領域が割付けられている場合は、処理を終了する。未割付けの領域が存在する場合は、ステップS 1 0 3に戻り、処理を繰り返す。

[0051] 図3のフローチャートに示すように、工具傾き角を小さい順に選択して領域を割付けた後に、工具の干渉を判定して、干渉のある部分を未割付けにすることで、被削面に対して最小の工具傾き角で加工できる領域を最大化したうえで、工具干渉の無い領域の分割を実現できる。本工程によって、工具の干渉を回避することが可能となる。

[0052] <領域内での工具傾き角の変化を許容する場合の例>

上記の例ではステップS 1 0 1で、切削方向が同じで、かつ、曲率が等しい離散点のうち、隣り合った離散点で囲まれた範囲を1つの領域とした。領域内での工具傾き角の変化を許容する場合は、工具傾き角の変化量の許容値を設定し、許容値内の曲率を持つ離散点で囲まれた範囲を1つの領域とすることが

できる。

[0053] この場合は、領域内の離散点の最大曲率をその領域の曲率とすることで、ステップS104において、領域内の最大曲率の点でも切削可能な工具傾き角に、領域を割付けることができる。

[0054] この工程によって、隣り合った離散点で囲まれた範囲を1つの領域とすることで、工具の傾きを変更することによって加工が可能となり、工具経路長を削減することができ、加工効率を上げることが可能となる。

[0055] <画面表示の例>

図10に、加工方法を実施するシステムの画面表示例を示す。加工システム画面91は、例えば、被削面の指定画面911、加工領域の分割結果表示画面912、加工領域の割付け結果表示画面913などから構成される。被削面の指定画面911では、処理部の入力部3を介して、加工方法を適用する被削面を指定する。指定した被削面の情報は、被削面の形状情報保持部22に記憶する。

[0056] 加工領域の分割結果表示画面912では、被削面の指定画面911で指定した領域に対し、図3あるいは図9の処理を行って自動的に工具傾き角を最小化し、領域を分割した結果を表示する。加工領域の割付け結果表示画面913では、加工領域の分割結果表示画面912に示した各領域と、各領域に設定された工具傾き角、および、切削方向、工具の情報などを表示する。

[0057] 図10において、加工システム画面91では、工具の形状情報を入力できるようにしても良い。また、一般的なCADやCAMの設定項目を入力できるようにしても良い。

[0058] 本実施例によって、工作機械を数値制御し、加工対象の素材を製品形状に加工する際に、工具経路長を短くして加工時間を短縮することができる。また、工具の干渉を起こさない工具経路を特定できる。また、工具傾き角の変更が少ない工具経路を特定できる。また、工具の変更回数が少ない工具経路を特定できる。

[0059] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例

が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0060] また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD(Solid State Drive)等の記録装置、または、ICカード、SDカード、DVD等の記録媒体に置くことができる。

[0061] また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

符号の説明

[0062] 0…加工システム、1…処理部、2…記憶部、3…入力部、4…出力部、5…表示部、6…加工装置、61…工具、62…切刃、63…素材、64…切削痕、71…投影曲線、72…面、73…被削面上の曲線、74…パラメータ曲線、75…ベクトル、76…離散点、77…直行面、78…被削面の交点、79…円弧、81…切削可能曲率リスト、91…加工システム画面

請求の範囲

- [請求項1] 数値制御データを生成する数値制御データ生成装置と生成された数値制御データを用いて加工対象を加工する加工装置とを有する加工システムであって、
- 前記数値制御データ生成装置は、複数の工具の傾き角に対応させて複数の加工領域のデータを生成する手段と、
- 前記加工装置は、生成された前記加工領域のデータを使用して、前記加工対象を複数の加工領域に分けて、前記加工領域に対応した工具の傾き角により、前記加工対象を加工する手段と、
- を有することを特徴とする加工システム。
- [請求項2] 請求項1記載の加工システムにおいて、
- 前記複数の加工領域のデータを生成する手段は、前記複数の工具の傾き角における加工可能な曲率を特定し、前記加工対象の被削面の曲率を特定し、前記加工可能な曲率と前記被削面の曲率を用いて複数の工具の傾き角に対応させて複数の加工領域のデータを生成することを特徴とする加工システム。
- [請求項3] 請求項1記載の加工システムにおいて、
- 前記複数の加工領域のデータを生成する手段は、前記工具の傾き角が小さい順に、対応する加工領域のデータを生成することを特徴とする加工システム。
- [請求項4] 請求項2記載の加工システムにおいて、
- 前記複数の加工領域のデータを生成する手段は、工具の種類の情報と、工具の径と、工具傾き角の情報を用いて、切削可能な曲率を特定することを特徴とする加工システム。
- [請求項5] 請求項1記載の加工システムにおいて、
- 前記複数の加工領域を前記工具の傾き角に対応させて表示する表示手段と
- を有することを特徴とする加工システム。

- [請求項6] 請求項1記載の加工システムにおいて、
前記加工領域のデータを生成する手段は、加工領域を特定する際に、所定の工具の傾き角を用いると工具の干渉が発生する加工する領域を、前記工具または、前記工具の傾き角を変更して加工する領域のデータを生成すること
を特徴とする加工システム。
- [請求項7] 加工対象を加工するための数値制御データを生成する数値制御データ生成装置であって、
加工対象を加工する工具の傾き角に対して、加工可能な曲率を特定する手段と、
前記加工対象の被削面の曲率を特定する手段と、
前記加工可能な曲率と前記被削面の曲率を用いて、複数の工具の傾き角に対応させて複数の加工領域のデータを生成する手段と、
を有することを特徴とする数値制御データ生成装置。
- [請求項8] 請求項7記載の数値制御データ生成装置において、
前記複数の加工領域のデータを生成する手段は、前記工具の傾き角が小さい順に対応する加工領域のデータを生成すること
を特徴とする数値制御データ生成装置。
- [請求項9] 請求項7記載の数値制御データ生成装置において、
前記加工可能な曲率を特定する手段は、工具の種類の情報と、工具の径と、工具傾き角の情報を用いて、切削可能な曲率を特定することを特徴とする数値制御データ生成装置。
- [請求項10] 請求項7記載の数値制御データ生成装置において、
前記複数の加工領域を前記工具の傾き角に対応させて表示する表示手段と
を有することを特徴とする数値制御データ生成装置。
- [請求項11] 請求項7記載の数値制御データ生成装置において、
前記加工領域のデータを生成する手段は、加工領域を特定する際に

、所定の工具の傾き角を用いると工具の干渉が発生する加工する領域を、前記工具または、前記工具の傾き角を変更して加工する領域のデータを生成することを特徴とする数値制御データ生成装置。

[請求項12] 加工対象を加工するための数値制御データを生成する方法であって、

加工対象を加工する工具の傾き角に対して、加工可能な曲率を特定するステップと、

前記加工対象の被削面の曲率を特定するステップと、

前記加工可能な曲率と前記被削面の曲率によって複数の工具の傾き角に対応させて複数の加工領域のデータを生成するステップと、
を有することを特徴とする数値制御データ生成方法。

[請求項13] 請求項12記載の数値制御データ生成方法において、

前記加工領域のデータを生成するステップは、前記工具の傾き角が小さい順に対応する加工領域のデータを生成することを特徴とする数値制御データ生成方法。

[請求項14] 請求項12記載の数値制御データ生成方法において、

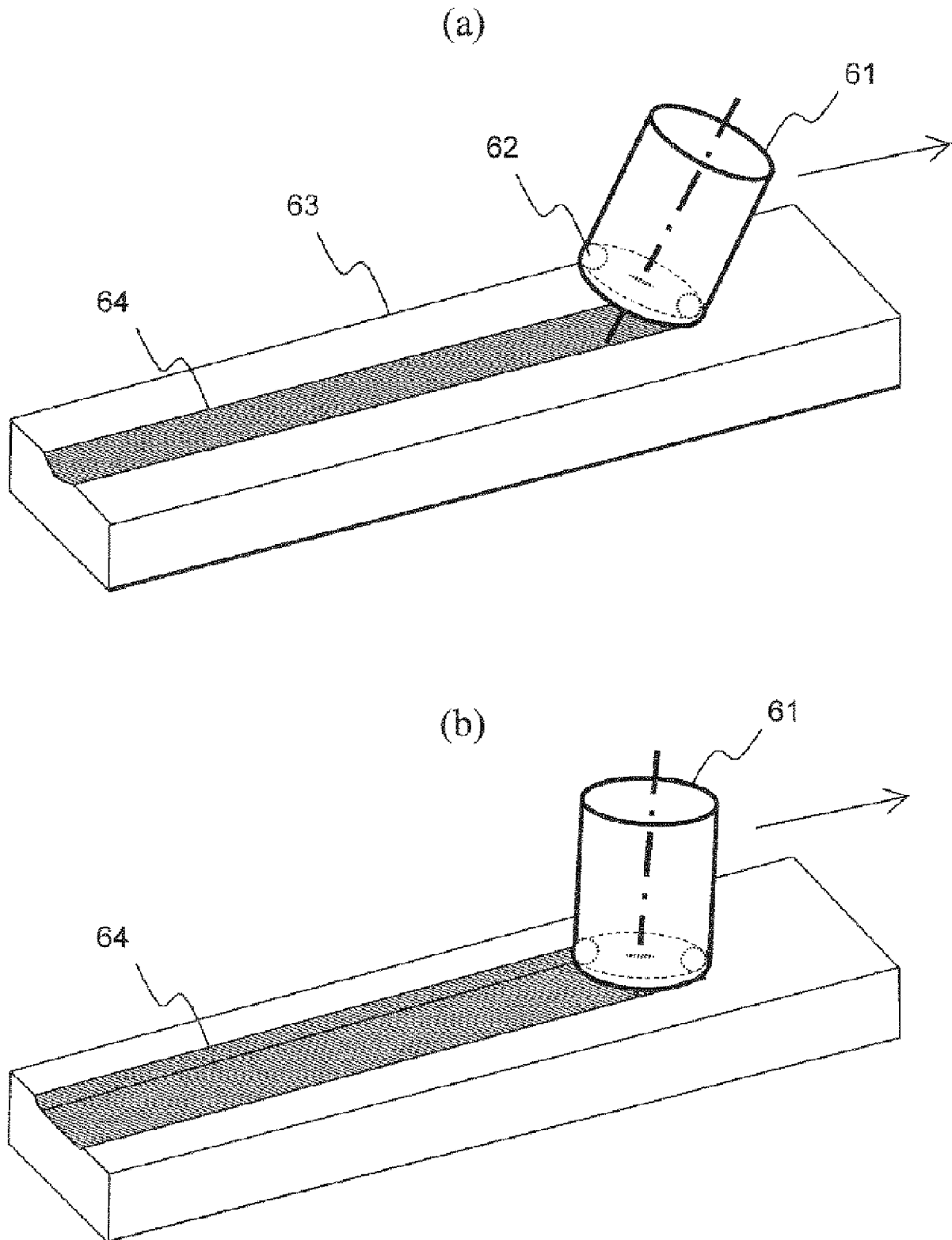
前記加工可能な曲率を特定するステップは、工具の種類の情報と、工具の径と、工具傾き角の情報を用いて、切削可能な曲率を特定することを特徴とする数値制御データ生成方法。

[請求項15] 請求項12記載の数値制御データ生成方法において、

前記加工領域のデータを生成するステップは、加工領域を特定する際に、所定の工具の傾き角を用いると工具の干渉が発生する加工する領域を、前記工具または、前記工具の傾き角を変更して加工する領域のデータを生成すること
を特徴とする数値制御データ生成方法。

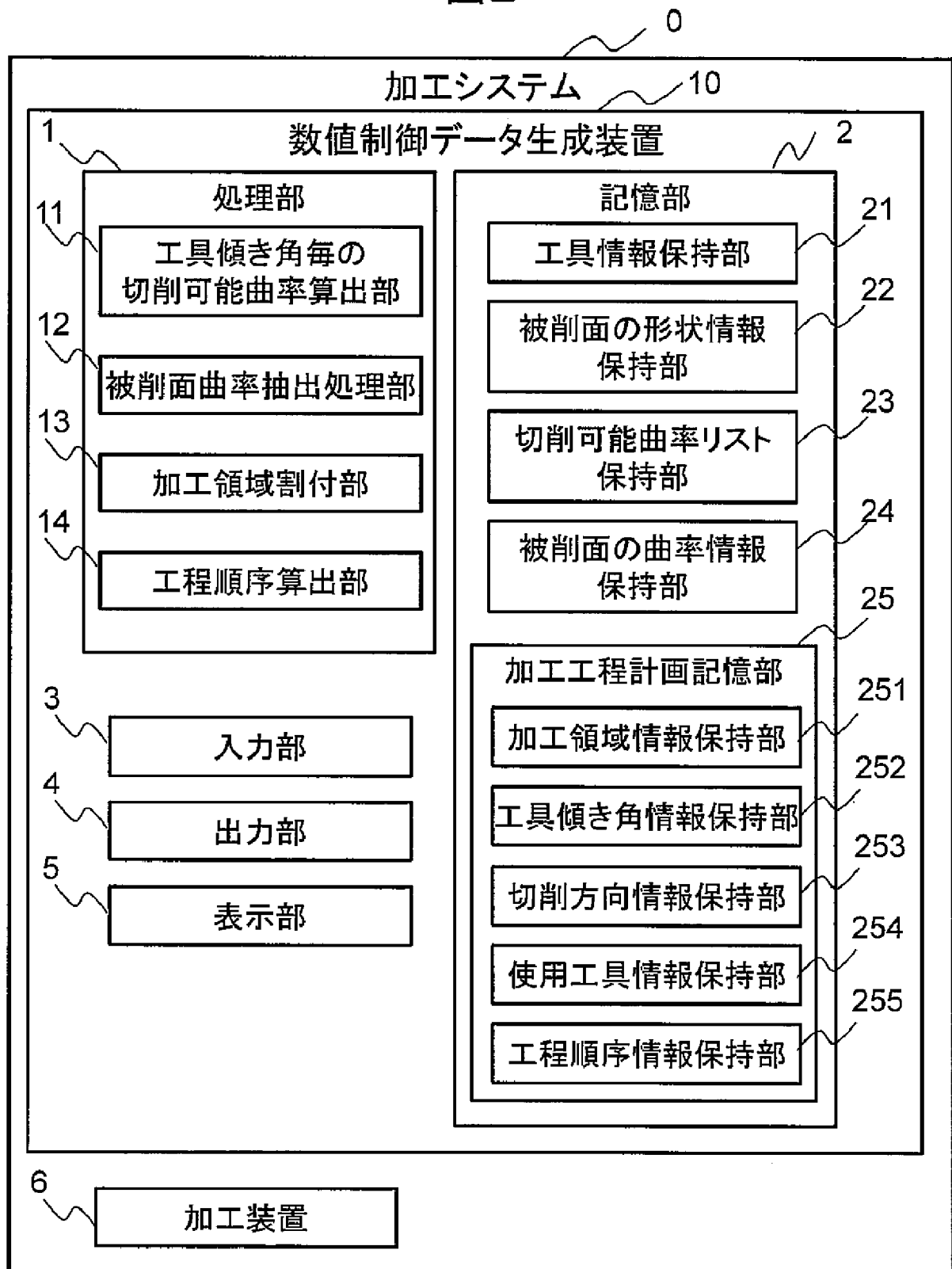
[図1]

図 1



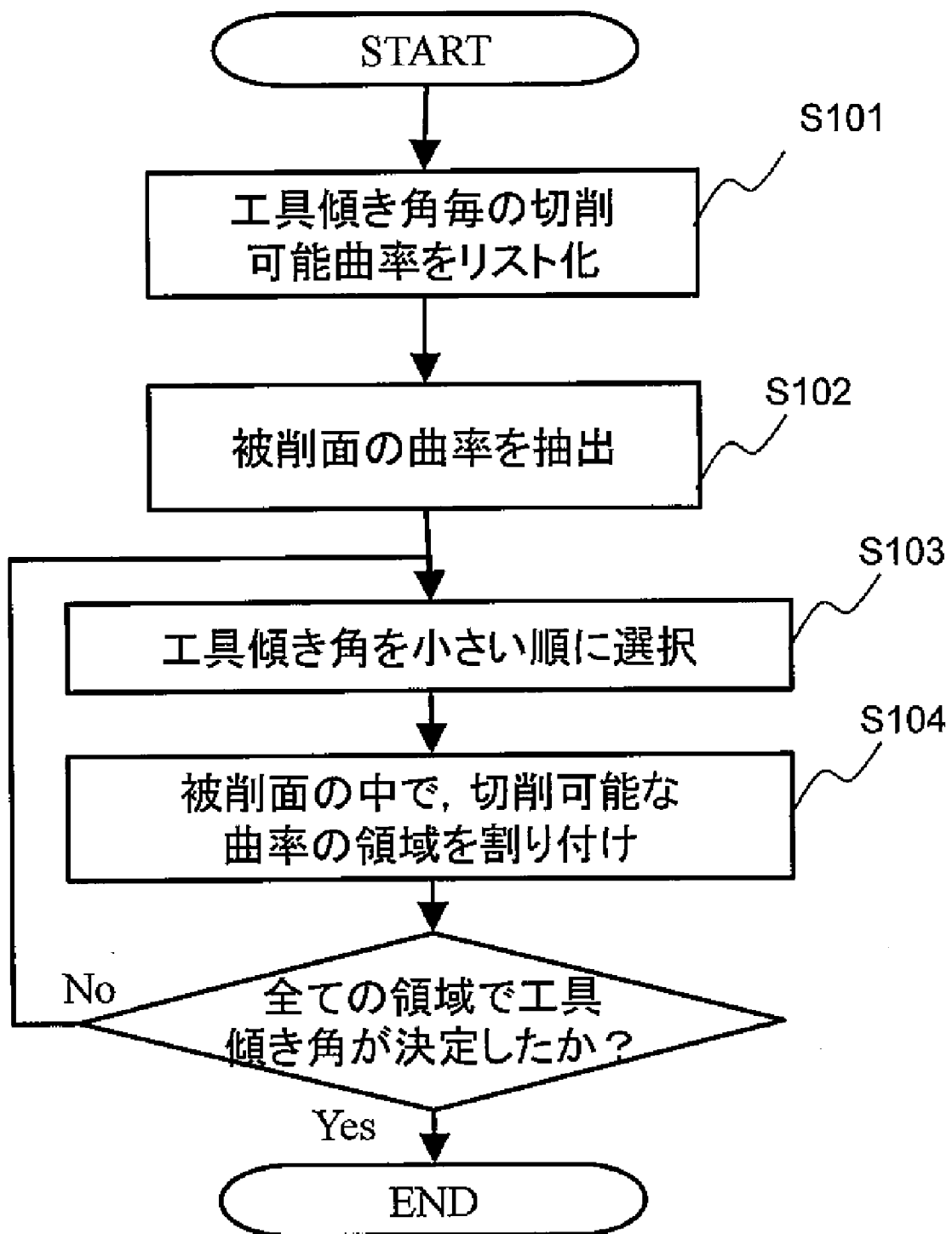
[図2]

図2



[図3]

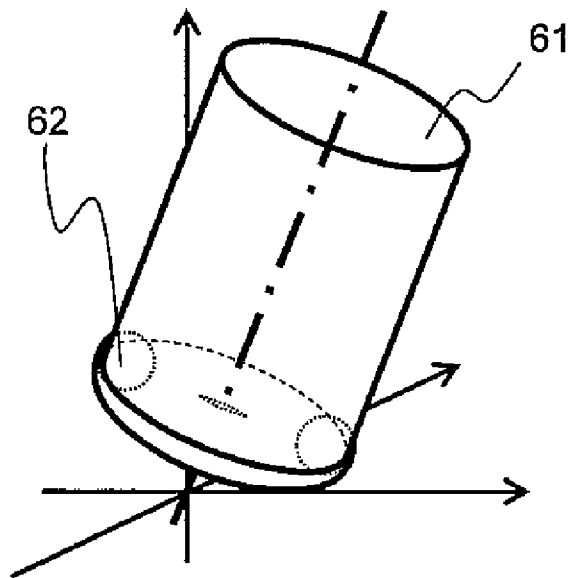
図3



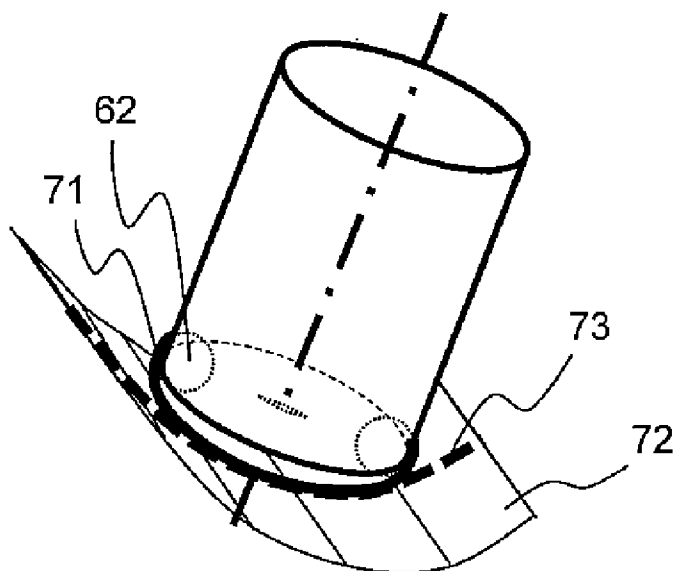
[図4]

図4

(a)

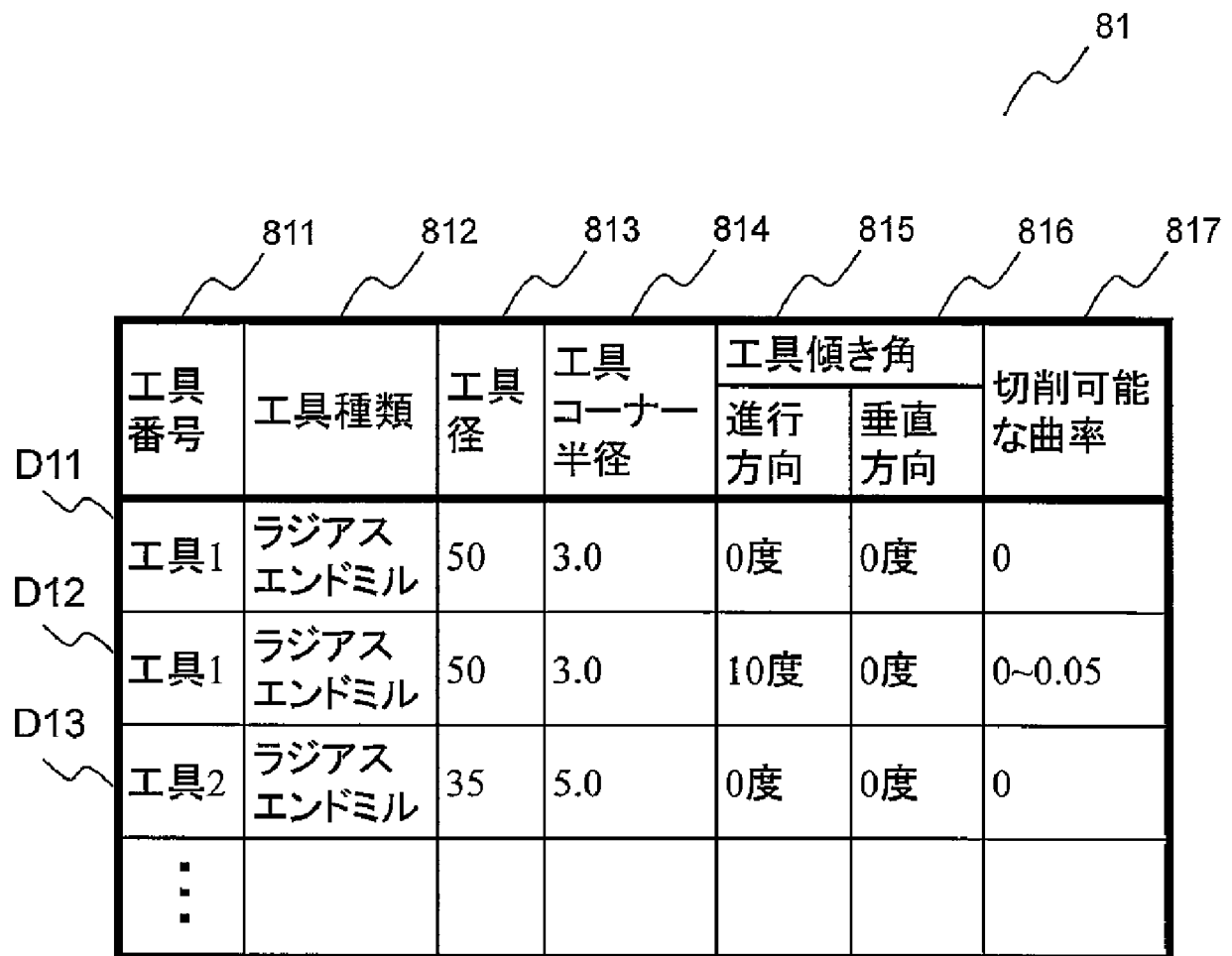


(b)



[図5]

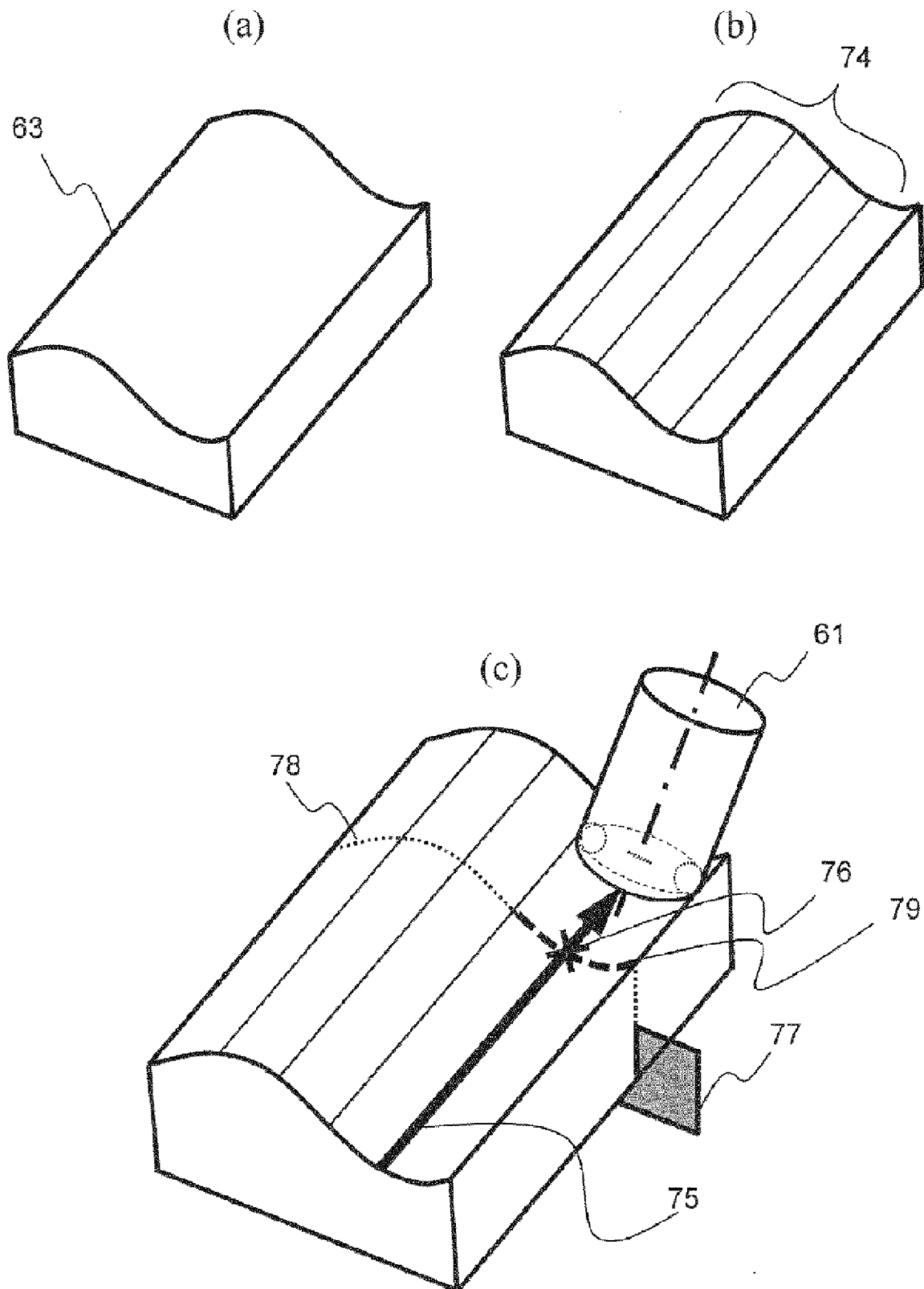
図5



工具 番号	工具種類	工具 径	工具 コーナー 半径	工具傾き角		切削可能 な曲率
				進行 方向	垂直 方向	
工具1	ラジアス エンドミル	50	3.0	0度	0度	0
工具1	ラジアス エンドミル	50	3.0	10度	0度	0~0.05
工具2	ラジアス エンドミル	35	5.0	0度	0度	0
⋮						

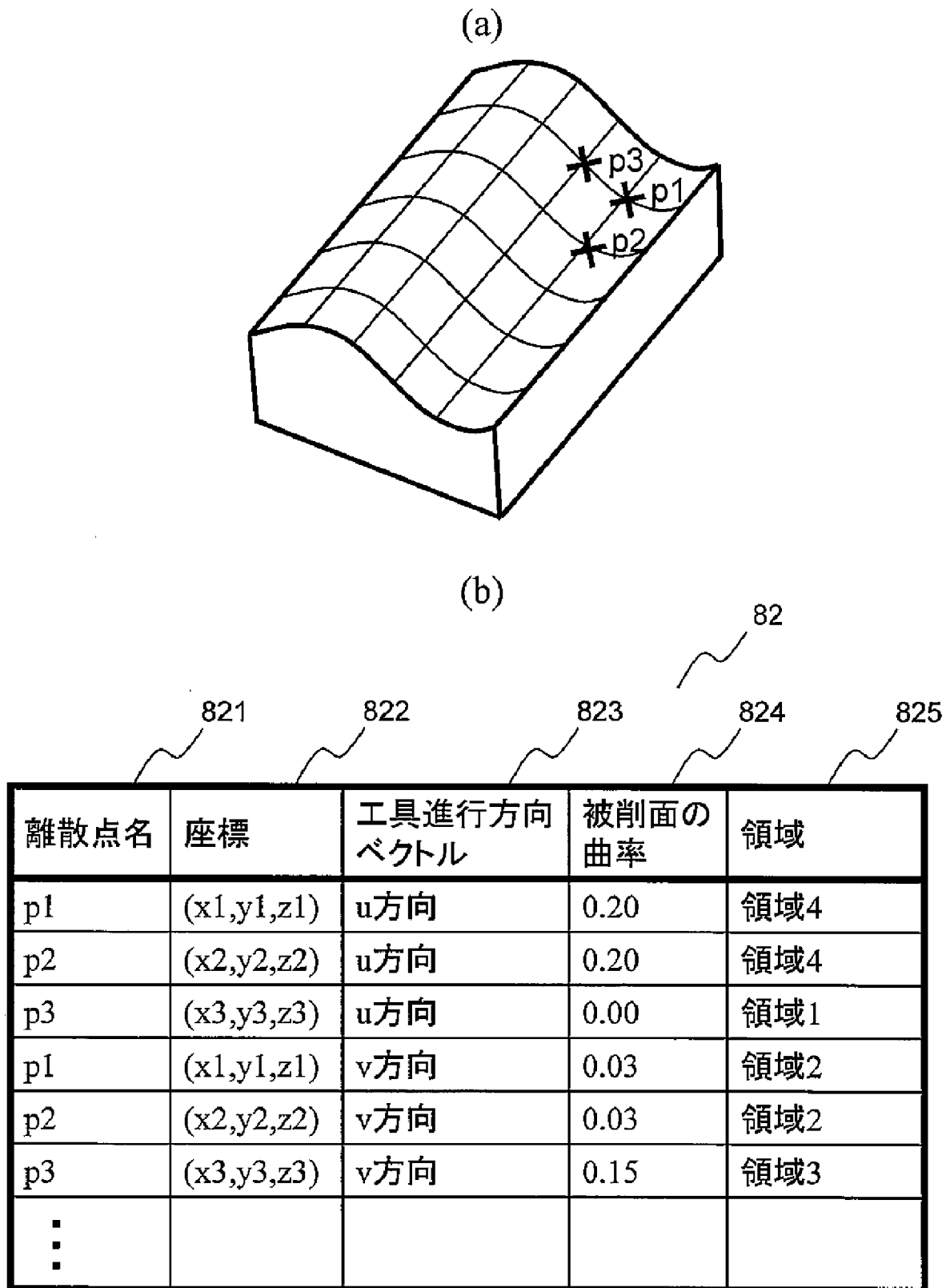
[図6]

図6



[図7]

図7



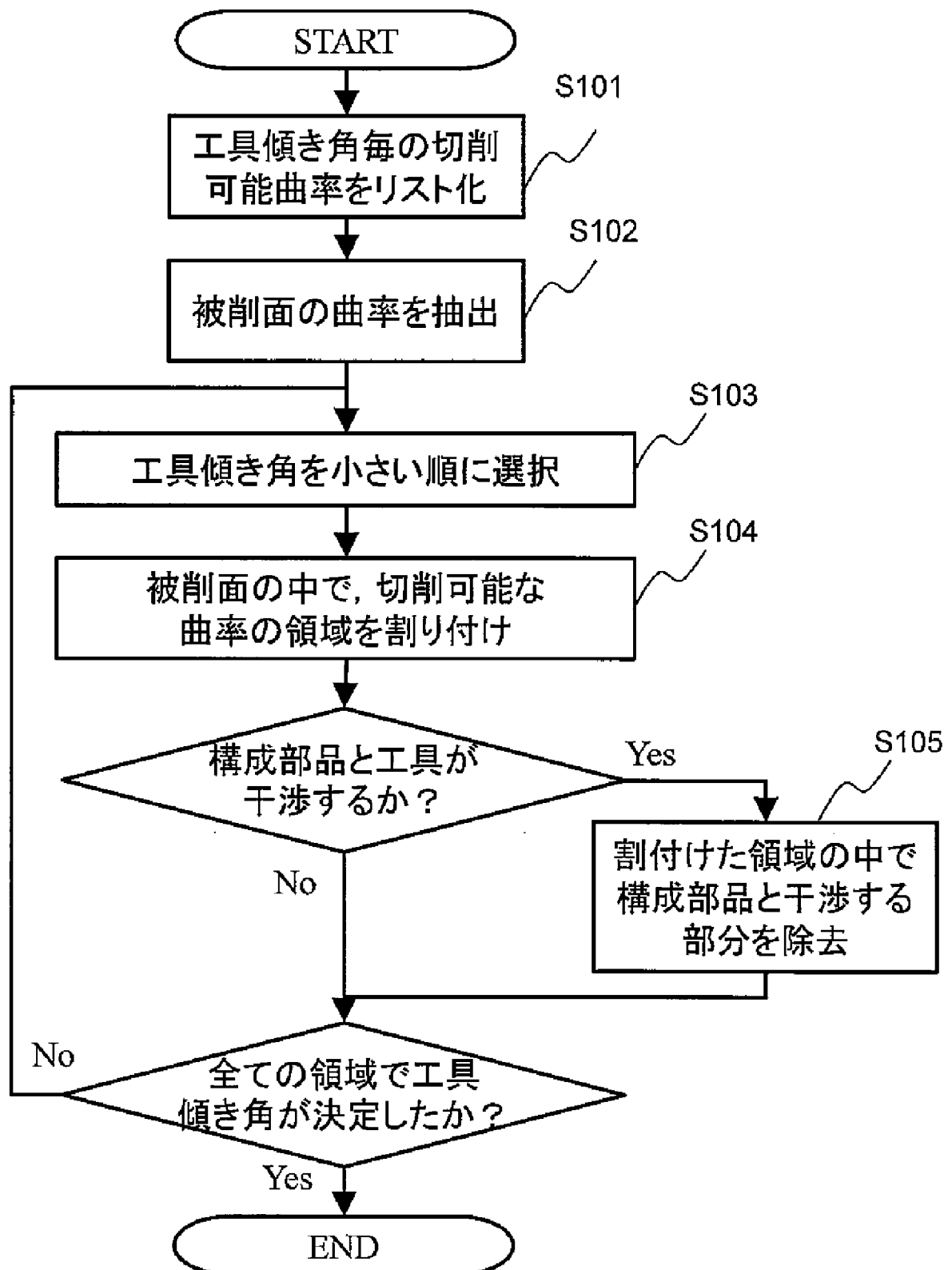
[図8]

図8

	離散 点名	座標	工具進 行方向 ベクトル	被削面 の曲率	領域	使用 工具	工具傾き角	
							進行 方向	垂直 方向
D21	p1	(x1,y1,z1)	u方向	0.20	領域4	—	—	—
D22	p2	(x2,y2,z2)	u方向	0.20	領域4	—	—	—
D23	p3	(x3,y3,z3)	u方向	0.00	領域1	工具1	0度	0度
D24	p1	(x1,y1,z1)	v方向	0.03	領域2	工具1	10度	0度
D25	p2	(x2,y2,z2)	v方向	0.03	領域2	工具1	10度	0度
D26	p3	(x3,y3,z3)	v方向	0.15	領域3	—	—	—
	⋮							

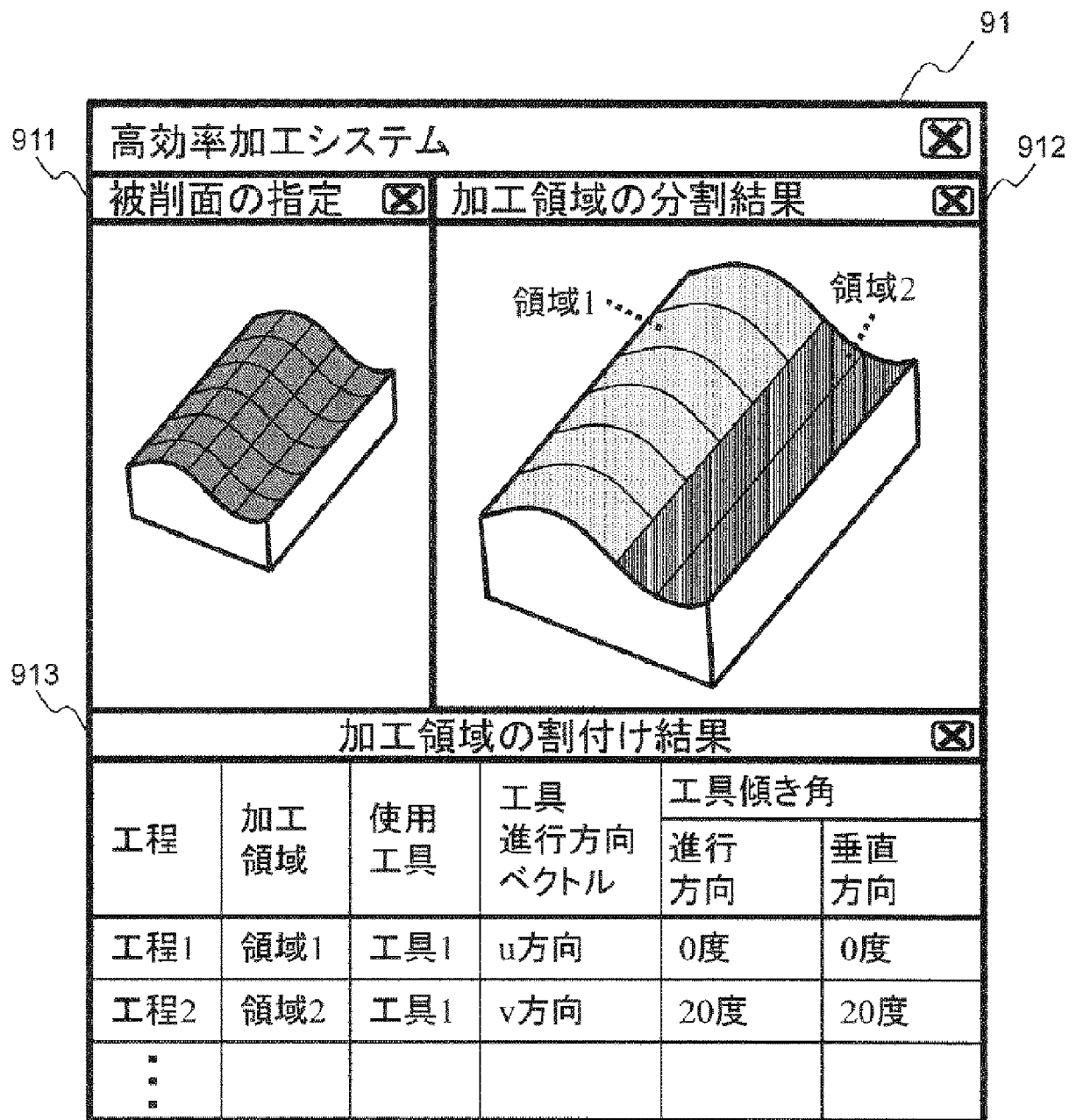
[図9]

図9



[図10]

図10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/068199

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05B19/4093(2006.01) i, B23Q15/00(2006.01) i

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)

G05B19/4093, B23Q15/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 2010-137291 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 24 June 2010 (24.06.2010), paragraphs [0013], [0070]; fig. 2, 8 (Family: none)	1, 3, 5-6
Y	JP 2000-207005 A (NEC Corp.), 28 July 2000 (28.07.2000), paragraphs [0003] to [0004] (Family: none)	1, 3, 5-6
Y	JP 2004-306202 A (Mori Seiki Co., Ltd.), 04 November 2004 (04.11.2004), paragraph [0005] & US 2004/0204786 A1 & DE 102004016124 A	1, 3, 5-6

☒ 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
16 August, 2013 (16.08.13)

Date of mailing of the international search report
27 August, 2013 (27.08.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/068199

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 2011-025394 A (JTEKT Corp.), 10 February 2011 (10.02.2011), paragraph [0002] & US 2010/0324713 A1 & EP 2267565 A2	3
A	JP 2004-362270 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 24 December 2004 (24.12.2004), paragraph [0010] (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. G05B19/4093(2006.01)i, B23Q15/00(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. G05B19/4093, B23Q15/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 請求項の番号
Y	JP 2010-137291 A（株式会社豊田中央研究所）2010.06.24, 段落【0013】【0070】, 【図2】【図8】（ファミリーなし）	1, 3, 5-6
Y	JP 2000-207005 A（日本電気株式会社）2000.07.28, 段落【0003】 - 【0004】（ファミリーなし）	1, 3, 5-6
Y	JP 2004-306202 A（株式会社森精機製作所）2004.11.04, 段落【0005】 & US 2004/0204786 A1 & DE 102004016124 A	1, 3, 5-6

☒ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

1 6 . 0 8 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 7 . 0 8 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

前崎 渉

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4

3 U

3 8 2 0

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 請求項の番号
Y	JP 2011-025394 A (株式会社ジェイテクト) 2011. 02. 10, 段落【0002】 & US 2010/0324713 A1 & EP 2267565 A2	3
A	JP 2004-362270 A (日産自動車株式会社) 2004. 12. 24, 段落【0010】 (ファミリーなし)	1-15