

(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
2024年11月14日(14.11.2024)

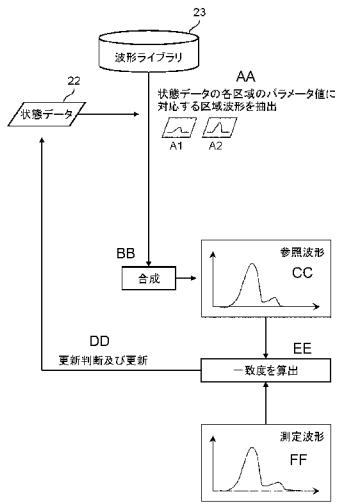


(10) 国際公開番号
WO 2024/232166 A1

- (51) 国際特許分類:
B30B 15/00 (2006.01) *G06F 11/22* (2006.01)
B21D 28/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/010957
- (22) 国際出願日: 2024年3月21日(21.03.2024)
- (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 2023-078008 2023年5月10日(10.05.2023) JP
- (71) 出願人: パナソニックIPマネジメント株式会社 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5710057 大阪府門真市元町2番6号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 野尻尚紀 (NOJIRI Naoki), 濱田秀明 (HAMADA Hideaki), 齋藤光央 (SAITOH Mitsuo), 岸本悟 (KISHIMOTO Satoru).
- (74) 代理人: 鎌田 健司, 外 (KAMATA Kenji et al.); 〒5710057 大阪府門真市元町2番6号 パナソニックIPマネジメント株式会社内 Osaka (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,

(54) Title: MACHINING-STATE-ESTIMATING DEVICE, AND MACHINING-STATE-ESTIMATING METHOD

(54) 発明の名称: 加工状態推定装置及び加工状態推定方法



- 22 State data
23 Waveform library
AA Extract area waveform corresponding to parameter value of each area of state data
BB Synthesis
CC Reference waveform
DD Update assessment and update
EE Calculate degree of consistency
FF Measured waveform

(57) Abstract: This machining-state-estimating device comprises a storage device and a processor. The storage device stores area shape information and standard reference data corresponding to a parameter defining a machining state of the press machine. The area shape information defines an area length indicating a length of each of at least one area representing a contour of punching performed by the press machine, and a retreat amount indicating a dimensional change from a predetermined position of the punched contour in each area. The processor acquires measurement data indicating a measurement result of a load of machining performed by the press machine, and generates comprehensive reference data relating to the machining load on the basis of the standard reference data and the area shape information. The processor determines a degree of similarity that is an indicator of a degree of similarity between the comprehensive reference data and the measurement data, and estimates a machining state in each area on the basis of the determined degree of similarity.

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, ME, 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：

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約：加工状態推定装置は、記憶装置とプロセッサとを備える。記憶装置は、プレス機の加工状態を規定するパラメータに対応する基準参照データと、区域形状情報と、を記憶する。区域形状情報は、プレス機による打抜き輪郭を表す少なくとも1つの区域のそれぞれの長さを示す区域長と、各区域における打抜き輪郭の所定位置からの寸法変化を示す後退量と、を規定する。プロセッサは、プレス機による加工荷重の測定結果を示す測定データを取得し、基準参照データ及び区域形状情報に基づいて、加工荷重に関する総合参照データを生成する。プロセッサは、総合参照データと、測定データと、の類似の程度の指標である類似度を決定し、決定された類似度に基づいて、各区域における加工状態を推定する。

明 細 書

発明の名称：加工状態推定装置及び加工状態推定方法

技術分野

[0001] 本開示は、加工状態推定装置及び加工状態推定方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1は、プレス機等の同一作業を比較的短いサイクルで繰り返す装置において、正常な設備における状態量と異常な設備における状態量を合成することにより、判定値を得る技術を開示する。特許文献1の判定装置は、対象装置の状態量が判定値を越えた時、又は判定値を下回った時にアラームを発生する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平9-120365号公報

発明の概要

[0004] 本開示の一態様に係る加工状態推定装置は、

記憶装置とプロセッサとを備え、

記憶装置は、

プレス機の加工状態を規定するパラメータに対応する基準参照データと

、

区域形状情報と、を記憶し、

区域形状情報は、プレス機による打抜き輪郭を表す少なくとも1つの区域のそれぞれの長さを示す区域長と、各区域における打抜き輪郭の所定位置からの寸法変化を示す後退量と、を規定する情報であり、

プロセッサは、

プレス機による加工荷重の測定結果を示す測定データを取得し、

基準参照データ及び区域形状情報に基づいて、加工荷重に関する総合参照データを生成し、

総合参照データと、測定データと、の類似の程度の指標である類似度を決定し、

決定された類似度に基づいて、各区域における加工状態を推定する。

[0005] 本開示の一態様に係る加工状態推定方法は、

プロセッサが、プレス機による加工荷重の測定結果を示す測定データを取得するステップと、

プロセッサが、

プレス機の加工状態を規定するパラメータに対応する基準参照データと

、
プレス機による打抜き輪郭を表す少なくとも1つの区域のそれぞれの長さ
を示す区域長と、各区域における打抜き輪郭の所定位置からの寸法変化を
示す後退量と、を規定する区域形状情報と、

に基づいて、加工荷重に関する総合参照データを生成するステップと、

プロセッサが、総合参照データと、測定データと、の類似の程度の指標で
ある類似度を決定ステップと、

プロセッサが、決定された類似度に基づいて、各区域における加工状態を
推定するステップと、

を含む。

図面の簡単な説明

[0006] [図1]第1実施形態に係る加工状態推定装置の構成例を示すブロック図である

。

[図2]図1に示した荷重センサ及び距離センサが取り付けられるプレス機を示す模式的な断面図である。

[図3]図1に示した荷重センサによる測定波形の一例を示す模式的なグラフである。

[図4]図1の加工状態推定装置によって実行される加工状態の推定処理の概要を例示する模式図である。

[図5]図2のプレス機の打抜き輪郭の区域を説明するための模式的な断面図で

ある。

[図6A]図5の破線M1におけるパンチの断面を示す模式図である。

[図6B]図5の破線M2におけるパンチの断面を示す模式図である。

[図7]パンチのエッジの実後退量と、打抜き輪郭の周方向の位置との関係を例示するグラフである。

[図8]図7の実後退量に対応する後退量パラメータの一例を説明するための図である。

[図9]図1に示した状態データの一例を示す表である。

[図10A]後退量を考慮した波形の合成を説明するためのグラフである。

[図10B]後退量を考慮した波形の合成を説明するためのグラフである。

[図11]加工状態の推定処理の手順を例示するフローチャートである。

[図12]図11に示した通常の状態推定処理を例示するフローチャートである

。

[図13]図12に示したワーク厚み推定処理を例示するフローチャートである

。

[図14]図13の状態データに対応する参照波形生成処理を例示するフローチャートである。

[図15]図13の仮状態データに対応する参照波形生成処理を例示するフローチャートである。

[図16]図12に示したパンチ摩耗量推定処理を例示するフローチャートである。

[図17]図12に示したダイ摩耗量推定処理を例示するフローチャートである

。

[図18]図12に示したチップング推定処理を例示するフローチャートである

。

[図19]図11に示した研磨後の状態推定処理を例示するフローチャートである。

[図20]図19に示した研磨後のクリアランス推定処理を例示するフローチャ

ートである。

[図21]図 1 1 に示した交換後の状態推定処理を例示するフローチャートである。

[図22A]パンチのエッジの実後退量と、打抜き輪郭の周方向の位置との関係を例示するグラフである。

[図22B]図 2 2 A の実後退量に対応する後退量パラメータの一例を説明するための図である。

[図22C]図 2 2 A の実後退量に対応する後退量パラメータの他の例を説明するための図である。

[図23]第 2 実施形態における状態データの一例を示す表である。

[図24A]図 2 3 に示した状態データの第 2 の区域における後退量の分布を表した図である。

[図24B]後退量に応じて図 2 3 に示した第 2 の区域を細分化して得られる複数の区域を示す図である。

[図25A]第 2 実施形態におけるパンチの後退量を考慮した波形の合成を説明するためのグラフである。

[図25B]第 2 実施形態におけるパンチの後退量を考慮した波形の合成を説明するためのグラフである。

[図26]第 2 実施形態の変形例における状態データにより表される後退量を表した図である。

[図27]第 3 実施形態に係るプレス機のパンチの模式的な断面図である。

[図28]図 2 7 のパンチの Z X 平面に平行な断面を、Y 軸のプラス方向に見た断面図である。

[図29]図 2 7 のパンチのエッジの実後退量と、打抜き輪郭の周方向の位置との関係を例示するグラフである。

[図30]図 2 9 の実後退量を細分化することにより得られるデータである。

[図31]第 3 実施形態における状態データの一例を示す表である。

[図32A]第 3 実施形態におけるパンチの後退量を考慮した波形の合成を説明す

るためのグラフである。

[図32B]第3実施形態におけるパンチの後退量を考慮した波形の合成を説明するためのグラフである。

発明を実施するための形態

[0007] (本開示の基礎となった知見)

本発明者らは、プレス加工、特に打抜き加工において、プレス機の加工状態を精度良く推定するために、研究を重ねた結果、以下のような知見を得た。ここで、「加工状態」とは、パンチ、ダイ等の工具の摩耗量、クリアランス、ワークの厚み、又はチップング量のうちの少なくとも1つを指す。

[0008] 打抜き加工時にパンチ又はワークに加わる荷重は、パンチ摩耗量、ダイ摩耗量、クリアランス、ワークの厚み、チップング量等の値に依存する。

[0009] パンチ摩耗量及びダイ摩耗量は、それぞれ、パンチの摩耗の程度を示す指標であるパンチ摩耗パラメータ及びダイの摩耗の程度を示す指標であるダイ摩耗パラメータの一例である。パンチ摩耗量及びダイ摩耗量等の工具の摩耗量は、例えば、工具の設計値からの寸法変化で表される。工具の摩耗量は、形状変化、体積変化、質量変化等の変化量で表されてもよい。また、工具の摩耗量は、摩耗を円弧として近似した場合の当該円弧の半径で表されてもよい。

[0010] クリアランスは、ダイとパンチとの間隙である。例えば、クリアランスは、ワークに打抜き穴を開けたときのダイとパンチとの間隙である。クリアランスは、ダイとパンチの間隙とワークの厚みとの比で表されてもよい。

[0011] チップングは、工具の一部が衝突や疲労などによって欠落することを指す。チップング深さ及びチップング幅は、チップングにより欠落した工具の深さ及び幅をそれぞれ表す。チップング深さ及びチップング幅は、それぞれ、正常状態における工具の打抜き輪郭からの、欠落した部分の深さ及び幅をそれぞれ表したパラメータの一例である。チップング深さ及びチップング幅は、例えば、工具の設計値から欠落によって後退した寸法変化で表される。あるいは、チップング深さ及びチップング幅は、上記のような寸法変化の分布

として表されてもよい。

- [0012] チッピング深さは、本開示の「後退量」の一例である。後退量は、例えば、工具の輪郭の所定の基準位置からの寸法変化で表される。
- [0013] 荷重がこれらのパラメータに依存するため、加工中に得られる荷重波形から、これらのパラメータを推定することが考えられる。例えば、工具にチッピングが発生しているか否か、発生している場合にはチッピング幅及びチッピング深さが推定できれば、所定のチッピング量、例えば製品に異常を来すチッピング量に達した段階で生産を停止させることができる。これにより、不良品を多量に製作してしまう等の事態を未然に防ぐことができ、生産性を上げることができる。
- [0014] サイクル加工を行うプレス機においては、加工状態の推定に、直前の打抜きについての加工状態の推定結果を利用することに利点がある。その理由の1つは、クリアランス、パンチ摩耗量、ダイ摩耗量等の値は、通常は、直前の打抜きにおける値から大きく変化しないからである。
- [0015] 一方で、チッピングは、1回のサイクル加工の中で発生する。そのため、チッピングが発生すると、チッピング量は、直前の加工サイクルにおける値から大きく変化する。例えば、チッピングが発生する直前ではチッピング幅及びチッピング深さが共に0 mmであったのに対し、発生直後の加工ではチッピング幅及びチッピング深さが0 mmより大きい値となる。
- [0016] 本発明者らは、これらの知見に基づいて、チッピング量以外の摩耗量等のパラメータは直前の加工サイクルにおける値から大きく変化しないという条件下で推定を行うことより、これらのパラメータの推定の精度を向上させることを見出した。一方で、本発明者らは、チッピングが発生した場合にはチッピング量が直前の加工サイクルにおける値から大きく変化するという条件下で推定を行うことより、チッピング量の推定の精度を向上させることを見出した。
- [0017] 本開示は、プレス機による加工状態を従来技術より精度良く推定する加工状態推定装置及び加工状態推定方法を提供することを目的とする。

[0018] 以下、適宜図面を参照しながら、本開示の実施形態を詳細に説明する。但し、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。なお、発明者は、当業者が本開示を十分に理解するために添付図面及び以下の説明を提供するのであって、これらによって特許請求の範囲に記載の主題を限定することを意図しない。

[0019] (第1実施形態)

[1. 構成]

図1は、本開示の第1実施形態に係る加工状態推定装置100の構成例を示すブロック図である。加工状態推定装置100は、CPU1と、記憶装置2と、入力インタフェース(I/F)3と、出力インタフェース(I/F)4とを備える。

[0020] CPU1は、情報処理を行って後述する加工状態推定装置100の機能を実現する。このような情報処理は、例えば、CPU1が記憶装置2に格納されたプログラム21の指令に従って動作することにより実現される。CPU1は、本開示のプロセッサの一例である。プロセッサは、情報処理のための演算を行う演算回路を含めばよく、CPUに限定されない。例えば、プロセッサは、MPU、FPGA等の回路で構成されてもよい。

[0021] 記憶装置2は、後述の波形ライブラリ23、状態データ22等のデータ、及び加工状態推定装置100の機能を実現するために必要なプログラム21を含む種々の情報を記録する記録媒体である。記憶装置2は、例えば、フラッシュメモリ、ソリッド・ステート・ドライブ(SSD)等の半導体記憶装置、ハードディスクドライブ(HDD)等の磁気記憶装置、その他の記録媒体単独で又はそれらを組み合わせて実現される。記憶装置2は、SRAM、DRAM等の揮発性メモリを含んでもよい。

[0022] 入力インタフェース3は、荷重センサ11及び距離センサ12による検出結果等の情報を加工状態推定装置100に入力するために、加工状態推定装

置100と外部機器とを接続するインタフェース回路である。このような外部機器は、例えば、荷重センサ11、他の情報処理端末等の装置である。入力インタフェース3は、既存の有線通信規格又は無線通信規格に従ってデータ通信を行う通信回路であってもよい。

[0023] 出力インタフェース4は、加工状態推定装置100から情報を出力するために、加工状態推定装置100と外部の出力装置とを接続するインタフェース回路である。このような出力装置は、例えばディスプレイ、他の情報処理端末である。出力インタフェース4は、既存の有線通信規格又は無線通信規格に従ってデータ通信を行う通信回路であってもよい。入力インタフェース3及び出力インタフェース4は、同様のハードウェアにより実現されてもよい。

[0024] 図2は、図1に示した荷重センサ11及び距離センサ12が取り付けられるプレス機50を示す模式的な断面図である。図2及び後続の図面の一部には、説明の便宜のため、互いに直交するX軸、Y軸及びZ軸を示している。Z軸は鉛直方向を示し、上向きを正とする。

[0025] プレス機50は、同一の加工を繰り返すサイクル加工を行う加工機械の一例である。プレス機50は、ボルスタ51と、ボルスタ51に対して上死点から下死点までの上下のサイクル運動を繰り返し行うスライド52とを備える。ボルスタ51の上には、ダイバックキングプレート61が取り付けられ、ダイバックキングプレート61の上には、ダイプレート62が取り付けられている。ダイプレート62は、ダイ63を把持する。

[0026] スライド52の下部には、パンチバックキングプレート71が取り付けられ、パンチバックキングプレート71の下部には、パンチプレート72が取り付けられている。パンチプレート72は、パンチ73を把持する。プレス機50は、ストリッパプレート74を更に備える。ストリッパプレート74は、例えば、図示しないポストなどの位置決めガイド類を介し、ボルト等の締結具及びパンチプレート72又はパンチバックキングプレート71に取り付けられる。ストリッパプレート74は、例えば圧縮ばねにより下方に付勢

され、パンチ73の位置が一定となるようにガイドする機能と共に、ワーク80の打抜き後にパンチ73に付着した材料を抜き取る機能、及び／又はワーク80の打抜き時にワーク80を固定する機能を有する。

[0027] 荷重センサ11は、例えばパンチ73とパンチバックングプレート71との間に設置される。荷重センサ11は、例えば圧電式力センサ、又はひずみゲージ式等の電気式力センサであり、パンチ73がワーク80を打ち抜く際にパンチ73に加わる荷重を測定する。

[0028] 距離センサ12は、例えばダイバックングプレート61に設置される。距離センサ12は、例えば渦電流式ギャップセンサ、又はレーザ変位計である。距離センサ12は、例えば距離センサ12からパンチプレート72までのZ方向の距離を測定する。

[0029] 図3は、荷重センサ11による測定波形の一例を示す模式的なグラフである。図3のグラフは、チッピングが生じていない場合の測定波形を示している。図3のグラフの横軸は、パンチ73が初期状態からZ軸のマイナス方向に進んだ距離を表し、縦軸は荷重を表している。図3のグラフは、打抜き加工において、パンチ73が下がってワーク80に接触した時点からワーク80、パンチ73及び荷重センサ11に荷重が加わり始め、ワーク80が打ち抜かれた後に荷重が急激にほぼ0まで減少する、中間部が高くなった曲線の波形を示している。打抜き加工の打抜き開始タイミングは、例えば、測定波形において荷重が立ち上がり閾値を上回った距離を基準として測定可能である。このような立ち上がり閾値は、絶対値として定められてもよいし、荷重のピーク値に対する割合として定められてもよい。

[0030] [2. 動作]

[2-1. 動作の概要]

図4～10Bを参照して、加工状態の推定処理の概要を説明する。図4は、図1の加工状態推定装置100によって実行される加工状態の推定処理の概要を例示する模式図である。

[0031] CPU1は、プレス機50の打抜き輪郭の単位長あたりの単位波形（以下

、「基準参照データ」ということがある。)を波形ライブラリ23から取得し、2個の区域A1及びA2にそれぞれ対応する区域波形(区域データ)を生成する。CPU1は、区域波形を、それぞれの後退量を考慮して合成して参照波形(以下、「総合参照データ」ということがある。)を生成し、測定波形と参照波形とを比較する。単位波形は、工具の摩耗量、クリアランス、又はワーク厚みのうちの少なくとも1つを示すパラメータに関連付けられているため、測定波形との一致度が高い参照波形を探索することにより、区域A1及びA2のそれぞれのパラメータを推定することができる。

[0032] 図5は、プレス機50の打抜き輪郭の区域A1, A2を説明するための模式的な断面図である。図5の断面図は、説明の理解を容易にするために、パンチ73及びダイ63のみを示している。図5の断面図は、パンチ73にチッピングが生じている状態を示している。図5の例では、チッピングにより欠損した部分を領域73Cとして示している。また、図5の例では、パンチ73の打抜き輪郭の設計上のエッジは、全てZ軸に対して同じ値を持つ。すなわち、ワークは、設計上は同じZ軸高さで打抜き加工される。

[0033] 本実施形態では、パンチ73にチッピングが生じた場合について説明するが、本開示はこれに限定されず、チッピングはダイ63にも生じ得るし、パンチ73とダイ63の両方にも生じ得る。

[0034] 打抜き輪郭は、プレス機50による打抜き加工によって打ち抜かれるワーク80の、打ち抜かれる部分の輪郭である。パンチ73及びダイ63の形状は、所望の打抜き輪郭を実現できるように設計される。打抜き輪郭は、打抜き方向から見たパンチ73の輪郭の設計値、打抜き方向から見たダイ63の開口部の輪郭の設計値であってもよい。

[0035] 打抜き輪郭の区域A1及びA2は、打抜き輪郭を分割することにより得られる。打抜き輪郭をどこで分割するかは、チッピングの幅により定められる。図5の例では、角丸矩形の打抜き輪郭は、チッピング領域73Cを基準として、第1の区域A1と第2の区域A2とに分割される。第1の区域A1は、打抜き輪郭のうちチッピングが生じていない部分に対応する。第2の区域

A 2 は、打抜き輪郭のうちチップングが生じている部分に対応する。

[0036] 図 6 A は、図 5 の破線 M 1 におけるパンチ 7 3 の断面を示す模式図である。図 6 B は、図 5 の破線 M 2 におけるパンチ 7 3 の断面を示す模式図である。図 6 A は、チップングが生じていない部分の断面を示し、図 6 B は、チップングが生じている部分の断面を示している。図 6 A 及び図 6 B の例では、断面は Y Z 平面に平行である。本実施形態では、図 6 A に示すように、パンチ 7 3 のチップングが生じていない部分の後退量 B 1 は 0 mm である。これに対し、図 6 B に示すように、パンチ 7 3 のチップングが生じている部分の後退量 B 2 は 0 mm ではなく、チップング領域 7 3 C の深さに応じた量である。

[0037] 図 7 は、パンチ 7 3 のエッジの実際の後退量（実後退量）と、打抜き輪郭の周方向の位置との関係を例示するグラフである。図 7 では、チップングが生じていない第 1 の区域 A 1 に対応する位置においては実後退量は 0 mm であり、チップングが生じている第 2 の区域 A 2 に対応する位置では実後退量は 0 mm より大きいことがわかる。図 7 の例では、第 2 の区域 A 2 において、実後退量は一定ではなく、位置に対して分布を持っている。

[0038] 図 8 は、図 7 の実後退量に対応する後退量パラメータの一例を説明するための図である。例えば、後退量パラメータは、図 7 の実後退量をモデル化することにより得られる。本実施形態では、各区域において、後退量は実後退量の代表値をなす単一のパラメータとして表される。図 8 の例では、第 1 の区域 A 1 における後退量は B 1 (= 0) で表され、第 2 の区域 A 2 における後退量は、実後退量の代表値 B 2 で表される。代表値は、例えば最大値である。

[0039] 図 9 は、状態データ 2 2 の一例を示す表である。状態データ 2 2 は、打抜き輪郭に関する情報を規定する輪郭パラメータと、工具の状態を規定する工具状態パラメータと、ワークの状態を規定するワーク状態パラメータと、を含む。本明細書では、工具状態パラメータとワーク状態パラメータとを併せて「状態パラメータ」ということがある。図 9 の例では、輪郭パラメータは

、打抜き輪郭に沿った区域長と、後退量とを含む。図9の例では、工具状態パラメータは、パンチ摩耗量、ダイ摩耗量、及びクリアランスを含む。図9の例では、ワーク状態パラメータは、ワーク厚みである。

[0040] 図9に示す輪郭パラメータは、本開示の「区域形状情報」の一例である。輪郭パラメータについて、第1の区域A1における区域長及び後退量をそれぞれW1及びB1と表し、第2の区域A2における区域長及び後退量をそれぞれW2及びB2と表す。輪郭パラメータの区域長は、各区域における打抜き輪郭の長さを示す。輪郭パラメータの後退量は、各区域の後退量（チップング深さ）を示す。後退量B1、B2、及び区域長W1、W2は、チップング領域73Cの形状を特徴付けるパラメータであるため、本明細書においてこれらを「チップングパラメータ」又は「後退量パラメータ」ということがある。

[0041] 図9に示す工具状態パラメータについて、第1の区域A1におけるパンチ摩耗量、ダイ摩耗量、及びクリアランスを、それぞれP1、D1、及びC1と表し、第2の区域A2におけるパンチ摩耗量、ダイ摩耗量、及びクリアランスを、それぞれP2、D2、及びC2と表す。

[0042] 図9の例では、ワーク厚みTは、全区域にわたって一定である。しかしながら、本実施形態はこれに限定されず、ワーク厚みも、他のパラメータと同様に、区域毎に異なる値を取ってもよい。

[0043] 例えば、パンチ摩耗量P1及びP2は、それぞれ、0 μ m、2 μ m、4 μ m、6 μ m、8 μ m、10 μ m、12 μ mの候補値のいずれかに設定可能である。例えば、ダイ摩耗量D1及びD2は、それぞれ、0 μ m、2 μ m、4 μ m、6 μ m、8 μ m、10 μ m、12 μ mの候補値のいずれかに設定可能である。例えば、クリアランスC1及びC2は、3 μ m、4 μ m、5 μ m、6 μ m、7 μ mの候補値のいずれかに設定可能である。例えば、ワーク厚みTは、46 μ m、48 μ m、50 μ m、52 μ m、54 μ mの候補値のいずれかに設定可能である。なお、パンチ摩耗量、ダイ摩耗量、クリアランス、及びワーク厚みの候補値はこれらに限定されず、候補値の数も上記の数に限

定されない。

- [0044] 上記の例のようにパンチ摩耗量の候補値が7個、ダイ摩耗量の候補値が7個、クリアランスの候補値が5個、ワーク厚みの候補値が5個ある場合、波形ライブラリ23には、1225通りの単位波形が予め登録される。このように、波形ライブラリ23は、パンチ摩耗量、ダイ摩耗量、クリアランス、及びワーク厚みの配列に対応する単位波形が登録された4次元のテーブルである。
- [0045] 波形ライブラリ23には、パンチ摩耗量、ダイ摩耗量、クリアランス、及びワーク厚みの全ての組合せに対応する打抜き輪郭の単位長あたりの単位波形が予め登録されている。単位長は、予め定められた単位長さであり、例えば1mmである。本実施形態では、単位波形は、図3の測定波形と同様に、距離と荷重との関係を表す波形である。
- [0046] 単位波形は、例えば、実際に打抜き荷重を測定することにより、又はシミュレーションにより得られた波形に、打抜き輪郭の全長に対する単位長の比を乗算することにより得られる。例えば、単位長が1 [mm] であり、打抜き輪郭の全長がL [mm] である場合は、単位波形は、実際に打抜き荷重を測定することにより、又はシミュレーションにより得られた波形に $1/L$ を乗算することにより得られる。
- [0047] また、例えば、区域長W1及びW2は、総和が打抜き輪郭の全長である全区域長Wと一致する条件の下で、それぞれ1mmステップで割合が調整される。例えば、全区域長Wが5mmであり、後退量B1が0に固定される場合、後退量B2は0mmから5mmまでの範囲において1mmステップで設定可能である。なお、区域長のステップ幅、及び後退量の範囲とステップ幅は、これらに限定されない。
- [0048] 図4及び図9に示すように、CPU1は、各区域のパンチ摩耗量、ダイ摩耗量、クリアランス、及びワーク厚みの組合せに対応する単位波形を波形ライブラリ23から取得する。次に、CPU1は、各単位波形に区域長を乗算することにより、各区域毎の区域波形を生成する。CPU1は、図9に示す

ように、2個の区域波形を、各区域の後退量を考慮して合成することにより、打抜き輪郭の全長にわたる荷重を示す参照波形を生成する。

[0049] 図10A及び図10Bは、パンチ73の後退量を考慮した波形の合成を説明するためのグラフである。図10Aには、区域A1及びA2のそれぞれに対応する2つの波形が示されている。

[0050] パンチ73の後退量を考慮した場合、各区域に対応する波形は、後退量を考慮しない場合の波形（前述の区域波形）に対し、後退量を距離に対して加算した波形となる。すなわち、パンチ73の後退量を考慮した場合、各区域に対応する波形は、区域波形を、後退量の分だけ距離方向にシフトさせた波形となる。このようにチップングがある場合に波形がシフトするのは、工具の後退（欠損）した部分がワークに衝突する時点が、工具のチップングがない部分がワークに衝突した時点から遅れるからである。

[0051] 図10Aの例では、第1の区域A1に対応する波形は、後退量B1が0であるので、後退量を考慮しない場合の区域波形そのものである。第2の区域A2に対応する波形は、後退量を考慮しない場合の区域波形を、後退量B2だけ距離方向にシフトさせた波形となっている。

[0052] 図10Bの波形は、図10Aの2つの波形を加算した合成波形である。

[0053] 図4に示すように、CPU1は、測定波形との一致度が最大となる参照波形を探索し、探索された参照波形の基礎である各区域の単位波形に対応する各パラメータの組合せ（図9参照）を、その区域の加工状態を表す推定パラメータセットとして推定する。

[0054] [2-2. フローチャート]

[2-2-1. 全体フロー]

図11は、図1の加工状態推定装置100のCPU1によって実行される加工状態の推定処理の手順を例示するフローチャートである。

[0055] まず、CPU1は、荷重センサ11から、プレス機50によるプレス加工時に荷重センサ11に加わる荷重の測定結果を示す測定波形を取得する（S1）。ここでは、CPU1は、各加工サイクルにおける測定波形を時系列で

取得する。

[0056] 次に、CPU 1は、前回の推定結果である推定パラメータセットを示す状態データ22を取得する(S2)。

[0057] 次に、CPU 1は、工具の交換が行われてから所定期間が経過したか否かを判断する(S3)。例えば、CPU 1は、工具の交換が行われたことを示す工具交換信号を受信してから所定期間が経過したか否かを判断する。CPU 1は、工具交換信号を受信してからプレス加工が所定回数以上行われた場合に、所定期間が経過したと判断してもよい。このような工具交換信号は、例えば、ユーザがプレス機50、加工状態推定装置100のユーザインタフェース等に設けられた工具交換完了ボタンを押すことによりCPU 1に送信される。

[0058] 工具の交換が行われてから所定期間が経過したと判断した場合(S3でYes)、CPU 1は、工具が研磨されてから所定期間が経過したか否かを判断する(S4)。例えば、CPU 1は、ダイが研磨されたことを示すダイ研磨信号及び／又はパンチが研磨されたことを示すパンチ研磨信号を受信してから所定期間が経過したか否かを判断する。CPU 1は、ダイ研磨信号及び／又はパンチ研磨信号を受信してからプレス加工が所定回数以上行われた場合に、所定期間が経過したと判断してもよい。このような信号は、例えば、ユーザがプレス機50、加工状態推定装置100のユーザインタフェース等に設けられたダイ研磨完了ボタン及び／又はパンチ研磨完了ボタンを押すことによりCPU 1に送信される。

[0059] 工具が研磨されてから所定期間が経過したと判断した場合(S4でYes)、CPU 1は、第1の状態推定処理(以下、「通常の状態推定処理」という。)S5を実行する。通常の状態推定処理S5の詳細については後述する。

[0060] ステップS4において、工具が研磨されてから所定期間が経過していないと判断した場合(S4でNo)、CPU 1は、第2の状態推定処理(以下、「研磨後の状態推定処理」という。)S6を実行する。研磨後の状態推定処理S6の詳細については後述する。

[0061] ステップS3において、工具の交換が行われてから所定期間が経過していないと判断した場合（S3でNo）、CPU1は、第3の状態推定処理（以下、「交換後の状態推定処理」という。）S7を実行する。交換後の状態推定処理S7の詳細については後述する。

[0062] [2-2-2. 通常の状態推定処理S5]

[2-2-2-1. 主処理]

図12は、図11に示した通常の状態推定処理S5を例示するフローチャートである。

[0063] 通常の状態推定処理S5において、CPU1は、まず、今回の加工サイクルで取得した測定波形と、1つ前の加工サイクルで取得した測定波形との一致度を算出する（S5A）。

[0064] ここで、一致度とは、2つの波形の一致の程度を示す指標である。一致度は、例えば、打抜き期間における2つの波形間のコサイン類似度、ユークリッド距離、マンハッタン距離である。CPU1は、一致度の代わりに、2つの波形の不一致の程度を示す指標である損失を算出してもよい。一致度及び不一致度はいずれも、2つの波形の類似の程度を示す指標である「類似度」の一例である。

[0065] 次に、CPU1は、算出された一致度が予め設定された閾値を超えるか否かを判定する（S5B）。

[0066] 図3に示したようなチッピングが生じていない場合の波形と、図10Bに示したようなチッピングが生じている場合の波形との間には、単に工具に摩耗が生じたときと比較して大きな差異があるのが通常である。これは、チッピングは、工具内のある程度の大きさ（区域長 W_2 及び後退量 B_2 ）を持った部分が一度に（前加工サイクルと現加工サイクルとの間に）欠落することにより発生するためである。

[0067] チッピング発生前後の波形変化は、小さな変化を生じさせる摩耗による波形変化とは異なる傾向を示す。したがって、CPU1は、1つ前の加工サイクルで取得した測定波形と、1つ前の加工サイクルで取得した測定波形との

一致度を用いることにより、新たにチッピングが発生したかどうかを推定できる。

[0068] CPU 1 は、ステップ S 5 B において一致度が閾値を超えると判定した場合（S 5 B で Y e s）、チッピング推定処理 S 5 3 を実行する。チッピング推定処理 S 5 3 の詳細については後述する。

[0069] CPU 1 は、ステップ S 5 B において一致度が閾値を超えないと判定した場合（S 5 B で N o）、ワーク厚み推定処理 S 5 0、パンチ摩耗量推定処理 S 5 1、及びダイ摩耗量推定処理 S 5 2 を順に実行する。一致度が閾値を超えない場合には、チッピングが発生していないと推定されるから、チッピング推定処理 S 5 3 は実行されない。

[0070] ステップ S 5 0、S 5 1、S 5 2 をこの順番で実行するのは、一般的に、ワーク厚みはワークが交換されるたびに変化するのに対し、パンチ摩耗及びダイ摩耗は、ワーク厚みに比べて緩やかに変化するため、ワーク厚みをパンチ摩耗及びダイ摩耗より優先的に推定するためである。また、パンチ摩耗量推定処理 S 5 1 をダイ摩耗量推定処理 S 5 2 より先に実行するのは、パンチ摩耗の進行の方がダイ摩耗の進行よりも速いため、パンチ摩耗量をダイ摩耗量より優先的に推定するためである。

[0071] 通常の状態推定処理 S 5 では、状態データ 2 2 のクリアランスの値は、前回の加工状態の推定処理において推定された値に固定される。クリアランスを固定するのは、工具の交換又は研磨から所定期間が経過している通常の状態推定処理 S 5 では、プレス加工が繰り返されてもクリアランスが、全く又はほとんど変わらないからである。

[0072] 本実施形態では、CPU 1 によるデータ処理を効率化するため、チッピングが新たに発生した可能性を推定した後（S 5 A 及び S 5 B）、発生の可能性が高い場合に限りチッピング推定処理 S 5 3 を行う例を説明するが、本開示はこれに限定されない。例えば、CPU 1 は、常にチッピング推定処理を行うために、図 1 2 と異なり、チッピング推定処理 S 5 3、ワーク厚み推定処理 S 5 0、パンチ摩耗量推定処理 S 5 1、及びダイ摩耗量推定処理 S 5 2

を順に実行してもよい。

[0073] 以下では、まず、チッピングが発生していないと推定した場合（S 5 Bで N o）についての詳細を説明する。

[0074] [2 - 2 - 2 - 2 . ワーク厚み推定処理 S 5 0]

図 1 3 は、図 1 2 に示したワーク厚み推定処理 S 5 0 を例示するフローチャートである。ワーク厚み推定処理 S 5 0 において、CPU 1 は、まず、状態データに対応する参照波形生成処理 S 5 0 1 を実行する。

[0075] 図 1 4 は、図 1 3 の状態データに対応する参照波形生成処理 S 5 0 1 を例示するフローチャートである。まず、CPU 1 は、各区域について状態データ 2 2 のパラメータ値に対応する単位波形を波形ライブラリ 2 3 から取得する（S 5 0 1 0）。

[0076] 次に、CPU 1 は、各単位波形に区域長を乗算することにより、各区域毎の区域波形を生成する（S 5 0 1 1）。

[0077] 次に、CPU 1 は、各区域毎の区域波形を、後退量のみだけ距離方向にシフトさせる（S 5 0 1 2）。

[0078] 次に、CPU 1 は、全ての区域波形を合成することにより、打抜き輪郭の全長にわたる荷重を示す参照波形を生成する（S 5 0 1 3）。複数の波形の合成とは、例えば、複数の波形の総和を取ることをいう。

[0079] 図 1 3 に戻り、CPU 1 は、ステップ S 5 0 1 で生成された状態データ 2 2 に対応する参照波形と、ステップ S 1 で取得された測定波形と、の一致度を算出する（S 5 0 2）。ステップ S 5 0 2 の一致度は、例えばステップ S 5 A の一致度と同様に算出される。

[0080] 次に、CPU 1 は、ワーク厚み推定処理 S 5 0 におけるループ処理が収束（完了）したか否かを判断する（S 5 0 3）。収束とは、所定の選択ルールに基づいて選択し得る全ての候補値が仮状態データの全ての区域において設定されたことをいう。ステップ S 5 0 3 では、CPU 1 は、ワーク厚みの候補値が全て仮状態データの区域 A 1 , A 2 におけるワーク厚みとして設定されたか否かの判断を、収束判断として行う。

- [0081] CPU 1は、ステップS 5 0 3において、ワーク厚み推定処理S 5 0 0におけるループ処理が収束していないと判断した場合（S 5 0 3でN o）、ステップS 5 0 4を実行し、収束したと判断した場合（S 5 0 3でY e s）、ワーク厚み推定処理S 5 0 0を終える。
- [0082] ステップS 5 0 4において、CPU 1は、ワーク厚みを、ワーク厚みの候補値のいずれかに設定するように状態データ2 2を各区域毎に変更して仮状態データを用意する（S 5 0 4）。なお、ステップS 5 0 4では、仮状態データの他のパラメータであるパンチ摩耗量、ダイ摩耗量、及びクリアランスは、前回推定されたパンチ摩耗量、ダイ摩耗量、及びクリアランスにそれぞれ固定されている。
- [0083] 次に、CPU 1は、仮状態データに対応する参照波形生成処理S 5 0 5を実行する。図1 5は、図1 3の仮状態データに対応する参照波形生成処理S 5 0 5を例示するフローチャートである。仮状態データに対応する参照波形生成処理S 5 0 5は、図1 4の状態データに対応する参照波形生成処理S 5 0 1と比較すると、ステップS 5 0 1 0に代えてステップS 5 0 5 0を含む。
- [0084] 図1 5の仮状態データに対応する参照波形生成処理S 5 0 5では、CPU 1は、まず、各区域について仮状態データのパラメータ値に対応する単位波形を波形ライブラリ2 3から取得する（S 5 0 5 0）。後続のステップS 5 0 1 1～S 5 0 1 3は、図1 4の状態データに対応する参照波形生成処理S 5 0 1と同様である。
- [0085] 図1 3に戻り、CPU 1は、ステップS 5 0 5で生成された仮状態データに対応する参照波形と、ステップS 1で取得された測定波形と、の一致度を算出する（S 5 0 6）。
- [0086] 次に、CPU 1は、ステップS 5 0 4で算出された一致度が、直近のステップS 5 0 2で算出された一致度に比べて増加したか否かを判断する（S 5 0 7）。CPU 1は、一致度が増加したと判断した場合（S 5 0 7でY e s）、ステップS 5 0 8に進み、一致度が増加していないと判断した場合（S

507でNo)、ステップS503に戻る。

[0087] ステップS508において、CPU1は、ステップS504で用意された仮状態データを状態データ22とするように、状態データ22を更新する(S508)。CPU1は、ステップS508を終えると、ステップS501に戻る。

[0088] 上記のように、CPU1は、ステップS503において、ワーク厚み推定処理S50におけるループ処理が収束したと判断した場合(S503でYes)、ワーク厚み推定処理S50を終えて、パンチ摩耗量推定処理S51を実行する(図12参照)。上記の例では、CPU1は、仮状態データの区域A1、A2におけるワーク厚みを、46 μ m、48 μ m、50 μ m、52 μ m、54 μ mに設定した各ループを全て完了した場合、ワーク厚み推定処理S50を終える。

[0089] [2-2-2-3. パンチ摩耗量推定処理S51]

図16は、図12に示したパンチ摩耗量推定処理S51を例示するフローチャートである。パンチ摩耗量推定処理S51において、CPU1は、まず、状態データに対応する参照波形生成処理S501(図14参照)を実行する。次に、CPU1は、ステップS501で生成された状態データ22に対応する参照波形と、ステップS1で取得された測定波形と、の一致度を算出する(S512)。

[0090] 次に、CPU1は、パンチ摩耗量推定処理S51におけるループ処理が収束したか否かを判断する(S513)。すなわち、CPU1は、パンチ摩耗量の候補値のうち、前回の加工状態の推定処理において推定されたパンチ摩耗量より大きい候補値が全て仮状態データの各区域において設定されたか否かを判断する。

[0091] CPU1は、ステップS513において、パンチ摩耗量推定処理S51におけるループ処理が収束していないと判断した場合(S513でNo)、ステップS514を実行し、収束したと判断した場合(S513でYes)、パンチ摩耗量推定処理S51を終える。

[0092] ステップS514において、CPU1は、パンチ摩耗量を、前回推定されたパンチ摩耗量より大きい値に設定するように状態データ22を各区域毎に変更して仮状態データを用意する(S514)。上記の例では、前回推定されたパンチ摩耗量が4 μ mである場合、CPU1は、仮状態データのパンチ摩耗量を、6 μ m、8 μ m、10 μ m、12 μ mのいずれかに設定する。

[0093] 次に、CPU1は、仮状態データに対応する参照波形生成処理S505を実行する。CPU1は、ステップS505で生成された仮状態データに対応する参照波形と、ステップS1で取得された測定波形と、の一致度を算出する(S516)。

[0094] CPU1は、ステップS516で算出された一致度が、直近のステップS512で算出された一致度に比べて増加したか否かを判断する(S517)。CPU1は、一致度が増加したと判断した場合(S517でYes)、ステップS518に進み、一致度が増加していないと判断した場合(S517でNo)、ステップS513に戻る。

[0095] ステップS518において、CPU1は、ステップS514で用意された仮状態データを状態データ22とするように、状態データ22を更新する(S518)。CPU1は、ステップS518を終えると、ステップS501に戻る。

[0096] [2-2-2-4. ダイ摩耗量推定処理S52]

図17は、図12に示したダイ摩耗量推定処理S52を例示するフローチャートである。ダイ摩耗量推定処理S52において、CPU1は、まず、状態データに対応する参照波形生成処理S501(図14参照)を実行する。次に、CPU1は、ステップS501で生成された状態データ22に対応する参照波形と、ステップS1で取得された測定波形と、の一致度を算出する(S522)。

[0097] 次に、CPU1は、ダイ摩耗量推定処理S52におけるループ処理が収束したか否かを判断する(S523)。すなわち、CPU1は、ダイ摩耗量の候補値のうち、前回の加工状態の推定処理において推定されたダイ摩耗量よ

り大きい候補値が全て仮状態データの各区域において設定されたか否かを判断する。

[0098] CPU 1 は、ダイ摩耗量推定処理 S 5 2 におけるループ処理が収束していないと判断した場合 (S 5 2 3 で No)、ステップ S 5 2 4 を実行し、収束したと判断した場合 (S 5 2 3 で Yes)、ダイ摩耗量推定処理 S 5 2 を終える。

[0099] ステップ S 5 2 4 において、CPU 1 は、ダイ摩耗量を、前回推定されたダイ摩耗量より大きい値に設定するように状態データ 2 2 を各区域毎に変更して仮状態データを用意する (S 5 2 4)。

[0100] 次に、CPU 1 は、仮状態データに対応する参照波形生成処理 S 5 0 5 を実行する。CPU 1 は、ステップ S 5 0 5 で生成された仮状態データに対応する参照波形と、ステップ S 1 で取得された測定波形と、の一致度を算出する (S 5 2 6)。

[0101] CPU 1 は、ステップ S 5 2 6 で算出された一致度が、直近のステップ S 5 2 2 で算出された一致度に比べて増加したか否かを判断する (S 5 2 7)。CPU 1 は、一致度が増加したと判断した場合 (S 5 2 7 で Yes)、ステップ S 5 2 8 に進み、一致度が増加していないと判断した場合 (S 5 2 7 で No)、ステップ S 5 2 3 に戻る。

[0102] ステップ S 5 2 8 において、CPU 1 は、ステップ S 5 2 4 で用意された仮状態データを状態データ 2 2 とするように、状態データ 2 2 を更新する (S 5 2 8)。CPU 1 は、ステップ S 5 2 8 を終わると、ステップ S 5 0 1 に戻る。

[0103] 以上のように、通常の状態推定処理 S 5 では、チッピングが発生していないと推定される場合 (図 1 2 の S 5 B で No)、CPU 1 は、状態データ 2 2 を推定する。推定された状態データ 2 2 では、図 9 に示すパンチ摩耗量 P 1、P 2、ダイ摩耗量 D 1、D 2、クリアランス C 1、C 2、及びワーク厚み T が特定される。例えば、第 1 の区域 A 1 については、パンチ摩耗量 P 1、ダイ摩耗量 D 1、クリアランス C 1、及びワーク厚み T が特定される。こ

のようにして、加工状態推定装置100は、各区域毎のパラメータを推定することができる。

[0104] [2-2-2-5. チッピング推定処理S53]

次に、図12のステップS5Bにおいて一致度が閾値を超える場合(S5BでYes)におけるチッピング推定処理S53について説明する。図18は、図12に示したチッピング推定処理S53を例示するフローチャートである。

[0105] CPU1は、まず、状態データに対応する参照波形生成処理S501(図14参照)を実行する。次に、CPU1は、ステップS501で生成された状態データ22に対応する参照波形と、ステップS1で取得された測定波形と、の一致度を算出する(S532)。

[0106] 次に、CPU1は、チッピング推定処理S53におけるループ処理が収束したか否かを判断する(S533)。例えば、CPU1は、以下の2つの判断を行う。すなわち、第1に、CPU1は、第2の区域A2の区域長W2の候補値のうち、前回の加工状態の推定処理において推定された区域長W2より大きい候補値が全て仮状態データの第2の区域A2において設定されたか否かを判断する。第2に、CPU1は、第2の区域A2の後退量B2の候補値のうち、前回の加工状態の推定処理において推定された後退量B2より大きい候補値が全て仮状態データの第2の区域A2において設定されたか否かを判断する。

[0107] CPU1は、ステップS533において、チッピング推定処理S53におけるループ処理が収束していないと判断した場合(S533でNo)、ステップS534を実行し、収束したと判断した場合(S533でYes)、チッピング推定処理S53を終える。

[0108] ステップS534において、CPU1は、区域長W2及び後退量B2をそれぞれ、前回推定された区域長W2及び後退量B2より大きい候補値のいずれかに設定するように状態データ22を変更して仮状態データを用意する(S534)。区域長W2は、区域長W1及びW2の総和が打抜き輪郭の総区

域長 W と等しくなるように調整される。

[0109] 上記の例では、前回推定された区域長 W_2 が2 mmであった場合、CPU 1は、今回の区域長 W_2 を、3 mm以上総区域長 W 以下の候補値のいずれかに設定する。また、前回推定された後退量 B_2 が1 mmであった場合、CPU 1は、今回の後退量 B_2 を、2 mm以上5 mm以下の候補値のいずれかに設定する。

[0110] 次に、CPU 1は、区域 A_2 に対応するパンチ摩耗量 P_2 及びダイ摩耗量 D_2 の少なくとも一方を初期値 $0 \mu\text{m}$ に設定する(S 535)。チッピングが新たに生じた場合、チッピング領域にあった摩耗も含めて欠落してしまうため、摩耗していない状態又は摩耗が観念できない状態になることから、パンチ摩耗量 P_2 及びダイ摩耗量 D_2 の少なくとも一方を初期状態に戻す。

[0111] 次に、CPU 1は、仮状態データに対応する参照波形生成処理S 505を実行する。CPU 1は、ステップS 505で生成された仮状態データに対応する参照波形と、ステップS 1で取得された測定波形と、の一致度を算出する(S 536)。

[0112] CPU 1は、ステップS 536で算出された一致度が、直近のステップS 532で算出された一致度に比べて増加したか否かを判断する(S 537)。CPU 1は、一致度が増加したと判断した場合(S 537でYes)、ステップS 538に進み、一致度が増加していないと判断した場合(S 537でNo)、ステップS 533に戻る。

[0113] ステップS 538において、CPU 1は、ステップS 534で用意された仮状態データを状態データ22とするように、状態データ22を更新する(S 538)。CPU 1は、ステップS 538を終えると、ステップS 501に戻る。

[0114] 以上のように、通常の状態推定処理S 5では、CPU 1は、状態データ22を推定する。推定された状態データ22では、図9に示す区域長 W_1 , W_2 、パンチ摩耗量 P_1 , P_2 、ダイ摩耗量 D_1 , D_2 、クリアランス C_1 , C_2 、後退量 B_1 , B_2 、及びワーク厚み T が特定される。第2の区域 A_2

については、区域長 W_2 、パンチ摩耗量 P_2 、ダイ摩耗量 D_2 、クリアランス C_2 、後退量 B_2 、及びワーク厚み T が特定される。

[0115] このようにして、加工状態推定装置100は、各区域毎のパラメータを推定することができる。特に、チップング推定処理S53において更新された状態データ22の後退量 B_2 が、チップングの有無及び程度を表す。

[0116] [2-2-3. 研磨後の状態推定処理S6]

図19は、図11に示した研磨後の状態推定処理S6の処理フローを例示するフローチャートである。チップングが発生した場合、金型のメンテナンスによる再研磨では、良好な加工が得られるよう、工具は、打抜き輪郭の全域にわたってチップング領域73Cが無くなるまで研磨される。したがって、CPU1は、上記の例では、区域長 W_1 を総区域長 W に、区域長 W_2 を 0mm に、後退量 B_1 及び B_2 を初期値に設定する(S60)。

[0117] また、研磨後の状態推定処理S6では、研磨された工具がパンチであるかダイであるか、又はその両方であるかによって実行される処理が異なる。

[0118] 例えば、CPU1は、パンチ及びダイの両方が研磨されたか否かを判断する(S61)。前述の例では、CPU1は、ダイが研磨されたことを示すダイ研磨信号及びパンチが研磨されたことを示すパンチ研磨信号を両方とも受信したか否かを判断する。CPU1は、パンチ及びダイの両方が研磨されたと判断した場合(S61でYes)、ステップS62に進み、それ以外の場合(S61でNo)、ステップS64に進む。

[0119] ステップS64では、CPU1は、パンチが研磨されたか否かを判断する。CPU1は、パンチが研磨されたと判断した場合(S64でYes)、ステップS65に進み、それ以外の場合(S64でNo)、ステップS66に進む。すなわち、パンチ及びダイの両方が研磨された場合はステップS62が実行され、パンチのみが研磨された場合はステップS65が実行され、ダイのみが研磨された場合はステップS66が実行される。

[0120] ステップS62では、CPU1は、パンチ摩耗量及びダイ摩耗量を初期値である $0\mu\text{m}$ に設定する。このようにパンチ摩耗量及びダイ摩耗量を固定し

た上で、CPU 1は、クリアランスを推定する処理（以下、「研磨後のクリアランス推定処理」という。）S 6 3と、ワーク厚み推定処理S 5 0とを実行する。図1 9の例の代わりに、研磨後のクリアランス推定処理S 6 3は、ワーク厚み推定処理S 5 0の後に実行されてもよい。研磨後のクリアランス推定処理S 6 3の詳細については後述する。

[0121] ステップS 6 4においてパンチが研磨されたと判断した場合（S 6 4でYes）、CPU 1は、パンチ摩耗量を初期値である0 μ mに設定し（S 6 5）、次いで研磨後のクリアランス推定処理S 6 3、ワーク厚み推定処理S 5 0、及びダイ摩耗量推定処理S 5 2を実行する。図1 9の例の代わりに、研磨後のクリアランス推定処理S 6 3は、ワーク厚み推定処理S 5 0及びダイ摩耗量推定処理S 5 2の後に実行されてもよい。

[0122] ステップS 6 4においてパンチが研磨されていないと判断した場合（S 6 4でNo）、CPU 1は、ダイ摩耗量を初期値である0 μ mに設定し（S 6 6）、次いで研磨後のクリアランス推定処理S 6 3、ワーク厚み推定処理S 5 0、及びパンチ摩耗量推定処理S 5 1を実行する。図1 5の例の代わりに、研磨後のクリアランス推定処理S 6 3は、ワーク厚み推定処理S 5 0及びパンチ摩耗量推定処理S 5 1の後に実行されてもよい。

[0123] 図2 0は、図1 9に示した研磨後のクリアランス推定処理S 6 3を例示するフローチャートである。研磨後のクリアランス推定処理S 6 3において、CPU 1は、まず、状態データに対応する参照波形生成処理S 5 0 1（図1 4参照）を実行する。次に、CPU 1は、ステップS 5 0 1で生成された状態データ2 2に対応する参照波形と、ステップS 1で取得された測定波形と、の一致度を算出する（S 6 3 2）。

[0124] 次に、CPU 1は、研磨後のクリアランス推定処理S 6 3におけるループ処理が収束したか否かを判断する（S 6 3 3）。すなわち、CPU 1は、クリアランスの候補値のうち、前回の加工状態の推定処理において推定されたクリアランスから所定範囲内の候補値が全て仮状態データにおいて設定されたか否かを判断する。

- [0125] CPU 1は、研磨後のクリアランス推定処理S 6 3におけるループ処理が収束していないと判断した場合（S 6 3 3でN o）、ステップS 6 3 4を実行し、収束したと判断した場合（S 6 3 3でY e s）、研磨後のクリアランス推定処理S 6 3を終える。
- [0126] ステップS 6 3 4において、CPU 1は、クリアランスを、前回推定されたクリアランスから所定範囲内の値に設定するように状態データ2 2を変更して仮状態データを用意する（S 6 3 4）。例えば、前回推定されたクリアランスが5 μ mである場合、CPU 1は、仮状態データのクリアランスを、5 μ mから±1 μ mの範囲内である値、すなわち4 μ m又は6 μ mに設定する。クリアランスの変更範囲を所定範囲内に限定するのは、工具が交換された場合と異なり、工具の研磨が行われてもクリアランスはほとんど変わらないという知見が得られているからである。
- [0127] 次に、CPU 1は、仮状態データに対応する参照波形生成処理S 5 0 5を実行する。CPU 1は、ステップS 5 0 5で生成された仮状態データに対応する参照波形と、ステップS 1で取得された測定波形と、の一致度を算出する（S 6 3 6）。
- [0128] CPU 1は、ステップS 6 3 6で算出された一致度が、直近のステップS 6 3 2で算出された一致度に比べて増加したか否かを判断する（S 6 3 7）。CPU 1は、一致度が増加したと判断した場合（S 6 3 7でY e s）、ステップS 6 3 8に進み、一致度が増加していないと判断した場合（S 6 3 7でN o）、ステップS 6 3 3に戻る。
- [0129] ステップS 6 3 8において、CPU 1は、ステップS 6 3 4で用意された仮状態データを状態データ2 2とするように、状態データ2 2を更新する（S 6 3 8）。CPU 1は、ステップS 6 3 8を終えると、ステップS 5 0 1に戻る。
- [0130] [2 - 2 - 4 . 交換後の状態推定処理S 7]
- 図2 1は、図1 1に示した交換後の状態推定処理S 7を例示するフローチャートである。

- [0131] 交換後の状態推定処理 S 7 において、CPU 1 は、まず、上記の例では、区域長 W 1 を総区域長 W に、区域長 W 2 を 0 に、後退量 B 1 及び B 2 を初期値に設定する (S 6 0)。本実施形態では、後退量 B 1 及び B 2 の初期値は共に 0 mm である。
- [0132] 次に、CPU 1 は、パンチ摩耗量及びダイ摩耗量を初期値である 0 μ m に設定する (S 6 2)。次に、CPU 1 は、ワーク厚み推定処理 S 5 0 を実行する。
- [0133] 次に、CPU 1 は、状態データに対応する参照波形生成処理 S 5 0 1 (図 1 4 参照) を実行する。次に、CPU 1 は、ステップ S 5 0 1 で生成された状態データ 2 2 に対応する参照波形と、ステップ S 1 で取得された測定波形と、の一致度を算出する (S 7 2)。
- [0134] 次に、CPU 1 は、交換後の状態推定処理 S 7 におけるループ処理が収束したか否かを判断する (S 7 3)。すなわち、CPU 1 は、クリアランスの候補値が全て仮状態データにおいて設定されたか否かを判断する。
- [0135] CPU 1 は、交換後の状態推定処理 S 7 におけるループ処理が収束していないと判断した場合 (S 7 3 で N o)、ステップ S 7 4 を実行し、収束したと判断した場合 (S 7 3 で Y e s)、交換後の状態推定処理 S 7 を終える。
- [0136] ステップ S 7 4 において、CPU 1 は、クリアランスを、クリアランスの候補値のいずれかに設定するように状態データ 2 2 を変更して仮状態データを用意する (S 7 4)。
- [0137] 次に、CPU 1 は、仮状態データに対応する参照波形生成処理 S 5 0 5 を実行する。CPU 1 は、ステップ S 5 0 5 で生成された仮状態データに対応する参照波形と、ステップ S 1 で取得された測定波形と、の一致度を算出する (S 7 6)。
- [0138] CPU 1 は、ステップ S 7 6 で算出された一致度が、直前のステップ S 7 2 で算出された一致度に比べて増加したか否かを判断する (S 7 7)。CPU 1 は、一致度が増加したと判断した場合 (S 7 7 で Y e s)、ステップ S 7 8 に進み、一致度が増加していないと判断した場合 (S 7 7 で N o)、ス

テップS 7 3に戻る。

[0139] ステップS 7 8において、CPU 1は、ステップS 7 4で用意された仮状態データを状態データ2 2とするように、状態データ2 2を更新する(S 7 8)。CPU 1は、ステップS 7 8を終えると、ステップS 5 0 1に戻る。

[0140] 加工状態推定装置1 0 0は、推定結果である状態データ2 2において、チップングの幅及び／又は深さが所定の範囲内でない場合、ユーザに対して報知を行ってもよい。あるいは、又はこれに加えて、加工状態推定装置1 0 0は、パンチ摩耗量又はダイ摩耗量が所定の閾値以上である場合、及び／又はクリアランスが所定の範囲内でない場合、ユーザに対して報知を行ってもよい。これにより、ユーザは、工具の交換等のメンテナンスを行うことができる。このような報知は、例えば、LEDを赤色に点灯又は点滅させる、スピーカーに警告音を発生させる、状態データ2 2をディスプレイに表示させる等の手段により行われる。

[0141] [3. 効果等]

以上のように、本実施形態に係る加工状態推定装置1 0 0は、記憶装置2と、プロセッサの一例であるCPU 1とを備える。記憶装置2は、プレス機5 0の加工状態を規定する状態パラメータに対応する基準参照データの一例である単位波形と、区域形状情報の一例である輪郭パラメータと、を記憶する。輪郭パラメータは、プレス機5 0による打抜き輪郭を表す区域A 1及びA 2のそれぞれの長さを示す区域長と、各区域における打抜き輪郭の所定位置からの寸法変化を示す後退量と、を規定する。CPU 1は、プレス機5 0による加工荷重の測定結果を示す測定波形を取得する(S 1)。CPU 1は、単位波形と輪郭パラメータとに基づいて、加工荷重に関する参照波形を生成する(S 5 0 1, S 5 0 5)。CPU 1は、参照波形と測定波形との一致度を決定し(S 5 0 2, S 5 0 6)、決定された一致度に基づいて、各区域における加工状態を推定する。

[0142] この構成によれば、打抜き輪郭を分割して得られた複数の区域のそれぞれにおける加工状態を推定することにより、プレス機5 0による加工状態を従

来技術より精度良く推定することができる。例えば、パンチ73及び／又はダイ63のチップングを検出することができる。

[0143] 状態パラメータは、打抜き輪郭の所定の単位長あたりの加工状態を規定し、単位波形は、打抜き輪郭の所定の単位長あたりの状態パラメータに対応してもよい。CPU1は、参照波形を生成する処理において、各区域毎に、単位波形に、単位長に対する区域長の比を乗算することにより、加工荷重に関する各区域毎の区域波形を生成してもよい（S5011）。CPU1は、各区域毎の区域波形を合成することにより、打抜き輪郭の全長にわたる加工荷重に関する参照波形を生成する（S5013）。この構成によれば、加工状態を従来技術より精度良く推定することができる。

[0144] 測定波形及び単位波形は、プレス機50による加工荷重と、プレス機50のダイ63に対するパンチ73の移動距離との関係を示すデータであってもよい。この場合、CPU1は、合成処理において、各区域毎の区域波形に、輪郭パラメータに規定された各区域に対応する後退量を加算し（S5012）、後退量が加算された各区域毎の区域波形を合成する。この構成によれば、各区域の後退量を考慮して区域波形を合成することにより、加工状態をより精度良く推定することができる。

[0145] CPU1は、合成処理において、各区域毎の区域波形の総和を算出することにより、打抜き輪郭の全長にわたる加工荷重に関する参照波形を生成してもよい。この構成によれば、加工状態を従来技術より精度良く推定することができる。

[0146] CPU1は、測定波形との一致度が最大となる参照波形を探索し、探索された参照波形の基礎である単位波形に対応する状態パラメータと輪郭パラメータとを、測定波形の測定時の加工状態を表す推定パラメータとして決定してもよい。

[0147] 従来、測定波形が予め定められた上限値と下限値との間の所定範囲内にある場合を正常と判断し、それ以外の場合を異常と判断する技術が知られている。しかしながら、従来技術では、所定範囲を広く設定すると工具の摩耗、

チップング等の装置の異常を検知できず、狭く設定すると装置が正常であるにも関わらず異常と判定する課題がある。これに対し、参照波形を探索する本実施形態に係る加工状態推定装置100によれば、加工状態を従来技術より精度良く推定することができる。

[0148] CPU1は、既にCPU1が決定した推定パラメータを基準とする所定の範囲内でパラメータを順次変化させて、測定波形との一致度が最大となる参照波形を探索してもよい。この構成によれば、上記基準に基づいて探索を行うことにより、加工状態をより精度良く推定することができる。また、上記基準がない場合に比べて、推定のための計算量を低減することができる。

[0149] 推定パラメータは、測定波形の測定時の区域長として推定された推定区域長と、測定波形の測定時の後退量として推定された推定後退量とを含んでもよい。この構成によれば、後退量を従来技術より精度良く推定することができる。

[0150] CPU1は、プレス機50のパンチ73又はダイ63が交換又は研磨されたことを示す信号を受信したとき、推定区域長及び推定後退量を初期値に設定してもよい(S60)。この構成によれば、パンチ73又はダイ63の摩耗量をより精度良く推定することができる。また、推定区域長及び推定後退量が初期値に設定されるため、パンチ摩耗パラメータ又はダイ摩耗パラメータを探索及び推定するための計算量を低減することができる。

[0151] プレス機50は、サイクル加工を行ってもよい。この場合、CPU1は、プレス機50の各サイクルの測定波形を時系列で取得する。CPU1は、特定の加工サイクルで取得した現測定波形と、特定の加工サイクルの直前の加工サイクルで取得した前測定波形との一致度が所定の閾値より大きい場合(S5BでYes)、現測定波形との一致度が最大となる参照波形を探索し、探索された参照波形の基礎である単位波形に対応する輪郭パラメータを、現測定波形の測定時の加工状態を表す推定パラメータとして決定する(S53)。この構成によれば、後退量を従来技術より精度良く推定することができる。

[0152] 状態パラメータは、プレス機50のパンチ73又はダイ63の摩耗の程度を規定する摩耗パラメータを含んでもよい。CPU1は、現測定波形と前測定波形との一致度が閾値以下である場合（S5BでNo）、現測定波形との一致度が最大となる参照波形を探索し、探索された参照波形の基礎である単位波形に対応する摩耗パラメータを、現測定波形の測定時の加工状態を表す推定パラメータとして決定する。現測定波形と前測定波形との一致度が閾値より大きい場合（S5BでYes）、摩耗パラメータを推定パラメータとして決定しなくてもよい。この構成によれば、パンチ摩耗パラメータ又はダイ摩耗パラメータを探索及び推定するための計算量を低減することができる。

[0153] CPU1は、現測定波形と前測定波形との一致度が閾値より大きい場合（S5BでYes）、推定パラメータとしての摩耗パラメータを初期値に設定してもよい（S535）。この構成によれば、パンチ摩耗パラメータ又はダイ摩耗パラメータを探索及び推定するための計算量を低減することができる。

[0154] 図8に示すように、後退量は、各区域において一定となるように設定されてもよい。この構成によれば、後退量に基づく演算（S5012）のための計算量を低減することができる。

[0155] （第1実施形態の変形例）

第1実施形態では、状態データ22の第1の区域A1はチップングが生じていない区域に対応し、第2の区域A2はチップングが生じている区域に対応するが、本開示はこれに限定されない。例えば、打抜き輪郭を分割した区域は、チップングが発生していると推定された場合に追加されてもよい。すなわち、図9における状態データ22における区域は、チップングが発生していない場合は1つであり、チップングが発生していると推定した段階で初めて複数になる。

[0156] この構成によれば、打抜き輪郭を分割して得られる区域の数を、チップングが発生したと推定されるまでは少ない数とすることができ、CPU1の演算量を削減することができる。

[0157] (第2実施形態)

第1実施形態では、第2の区域A2における後退量が、実後退量の代表値B2で表される例について説明した。これに対し、第2実施形態は、深さ方向に対する分布も含めたチップング状態を予測する。すなわち、第2実施形態では、後退量は、チップング幅の方向に対して一定ではないことがあり、分布を持ち得る。第2実施形態では、加工状態推定装置100は、チップングの分布をパラメータで表すことにより、チップング幅の方向に対する深さ方向の後退量の分布を予測する。

[0158] 以下、このような第2実施形態について、図22A~25Bを参照して説明する。

[0159] 図22Aは、パンチ73のエッジの実後退量と、打抜き輪郭の周方向の位置との関係を例示するグラフである。図22Aは、図7と同じであるため、詳細な説明は省略する。

[0160] 図22Bは、図22Aの実後退量に対応する後退量パラメータの一例を説明するための図である。第1実施形態の図8と異なり、図22Bの第2の区域A2では、後退量パラメータは一定ではなく、分布を持つ。具体的には、第2の区域A2中の区域A2-1、A2-2は、チップングにより後退量が増加していく部分であり、図22Bではこの変化を直線で近似している。図22Bの例では、区域A2-1における直線の傾きの絶対値は、区域A2-2における直線の傾きの絶対値に等しい。

[0161] 図22Cは、図22Aの実後退量に対応する後退量パラメータの他の例を説明するための図である。図22Cのグラフは、図22Bの区域A2-1、A2-2における傾きを有する直線部分を1つの区域A2-3にまとめることにより得られる。したがって、図22Bの区域A2-3における直線の傾きは、区域A2-1における直線の傾きの1/2倍である。本実施形態における加工状態推定処理では、図22B及び図22Cに示した後退量パラメータのいずれを用いても同様の結果が得られるため、図22Bに比べて演算を簡易化できる図22Cの後退量パラメータを用いてもよい。

- [0162] 図23は、本実施形態における状態データ22Aの一例を示す表である。状態データ22Aは、図9に示した第1実施形態における状態データ22と比較して、輪郭パラメータに分布パラメータを更に含む。状態データ22Aでは、第1の区域A1における分布パラメータをE1、第2の区域A2における分布パラメータをE2と表す。
- [0163] 本実施形態では、チップングが生じていない第1の区域A1の分布パラメータE1は0である。チップングが生じている第2の区域A2の分布パラメータE2は、図22Cの区域A2における波形を表す。
- [0164] なお、本実施形態におけるチップングパラメータは、区域長W2、後退量B2、及び分布パラメータE2に対応する。
- [0165] 図24Aは、図22Cの第2の区域A2の拡大図であり、状態データ22Aの第2の区域A2における後退量の分布を表した図である。図24Bは、後退量に応じて第2の区域A2を細分化して得られる区域Q1～Q4を示す図である。本実施形態では、後退量は一定量毎に細分化（離散化）される。例えば、図24Bでは、後退量は、B2と、B2を4分割した量B21、B22、及びB23と、を含む量のいずれかを取り得る。本実施形態では、第2の区域A2は、分布パラメータE2及び後退量B2に基づいて、後退量B21、B22、B23、及びB2にそれぞれ対応する区域Q1、Q2、Q3、及びQ4に分割される。
- [0166] 図24Bでは、第2の区域A2を4つの区域に細分化する場合について示したが、第2の区域A2は、2つ又は3つの区域に細分化されてもよいし、5以上の区域に細分化されてもよい。
- [0167] 加工状態推定装置100のCPU1は、加工状態の推定処理において、状態データ22Aにおける輪郭パラメータを細分化して得られたパラメータがある場合には、細分化して得られたパラメータを使用する。上記の例では、CPU1は、細分化して得られたパラメータB21、B22、B23、及びB2を使用して推定処理を行う。
- [0168] 図25A及び図25Bは、本実施形態におけるパンチ73の後退量を考慮

した波形の合成を説明するためのグラフである。第1実施形態の図10Aと比較すると、図25Aでは、第2の区域A2に対応する1つの波形に代えて、区域Q1～Q4にそれぞれ対応する4つの波形がある。なお、図25Aでは、各波形を判別しやすくするために、便宜上、区域Q1及びQ3に対応する波形を破線で示している。

[0169] 図25Aに示すように、区域Q1～Q4に対応する波形は、ステップS5012（図14参照）において、それぞれに対応する後退量B1、B21、B22、B23、及びB2の分だけ距離方向にシフトされている。

[0170] 図25Bは、図25Aの5つの波形を加算して得られる参照波形を示す模式的なグラフである。CPU1は、S5013において、図25Aの5つの波形を合成することにより、打抜き輪郭の全長にわたる荷重を示す図25Bの参照波形を生成する。

[0171] 本実施形態では、CPU1は、図18に示したチップング推定処理S53のステップS534に代えて、状態データのチップングパラメータである区域長W2、後退量B2、及び分布パラメータE2を、候補値のいずれかに設定した仮状態データを用意する処理を実行する。

[0172] 以上のように、本実施形態では、後退量は、各区域において、区域長の長さ方向の位置に応じて変化可能である。本実施形態に係る加工状態推定装置100は、第1実施形態と異なり、後退量の分布をパラメータで表すことにより、チップング幅の方向に対する深さ方向の後退量の分布をも含めた加工状態を推定する。これにより、加工状態推定装置100は、より測定波形と一致度の高い加工荷重に関する参照波形を生成する（S501、S505）ことができる。

[0173] また、本実施形態に係る加工状態推定装置100は、より測定波形と参照波形との一致度を高めやすいことから、チップング推定処理S53において、より早く収束の条件（S533）を得ることができる。

[0174] 本実施形態の構成によれば、打抜き輪郭を分割して得られた複数の区域のそれぞれにおける加工状態を推定することにより、プレス機50による加工

状態を従来技術より精度良く推定することができる。例えば、本実施形態に係る加工状態推定装置100は、パンチ73及び／又はダイ63のチップングの後退量の分布を検出することができる。

[0175] (第2実施形態の変形例)

第2の区域A2における後退量は、関数によって表されてもよい。

[0176] 関数の一例は、一次関数である。分布パラメータE2は、図22Cの例では、後退量が輪郭周方向位置の一次関数であることを表す。

[0177] 関数は、例えば、分布パラメータを分散値 σ とした正規分布の累積分布関数であってもよい。

[0178] 図26は、本変形例における状態データにより表される後退量を表した図である。図26の第2の区域A2における後退量の分布は、分布パラメータE2と後退量B2とを関数に与えられることによって求められる。以降、第2実施形態と同様に、後退量に応じて区域A2を細区域化し、合成波形を得る。

[0179] (第3実施形態)

第1実施形態では、後退量B1及びB2の初期値が共に0mmである例について説明したが、本開示の工具の後退量の初期値は、区域毎に異なる値を有してもよい。すなわち、本開示の工具の後退量の初期値は、打抜き輪郭の周方向の位置に応じた分布を有してもよい。以下、このような分布を有する例としての第3実施形態について説明する。

[0180] 第3実施形態に係るプレス機50のパンチの一例は、いわゆるシャー刃である。図27は、第3実施形態に係るプレス機50のパンチ73aの模式的な断面図である。図27は、パンチ73aのXY平面に平行な断面を、Z軸のプラス方向に(すなわち下から)見た図である。

[0181] 図27の例では、打抜き輪郭は、A1~A9の9つの領域に分割されている。打抜き輪郭をどこで分割するかは、打抜き輪郭の形状に応じて予め定められる。図27の例では、打抜き輪郭は、角丸矩形であり、角丸矩形の各コーナーと直線部分と間で打抜き輪郭が分割されている。さらに、4つの直線

部分（４つの辺）のうち、長手側の２つの直線部分は、それぞれ５つに分割されている。図２７の例では、打抜き輪郭の中心を通りＸ軸に平行な直線に関して線対称である２つの部分には、同一の符号を付している。

[0182] 図２７の例では、紙面に向かって９時の方向を打抜き輪郭の位置の基準（始点）とし、始点を含む区域を第１の区域Ａ１とする。第１の区域Ａ１の後には、底面視において半時計回りに第２～９の区域Ａ２～Ａ９が続いている。打抜き輪郭を底面視において半時計回りに見たときの第１の区域Ａ１の始点を、打抜き輪郭の位置の基準とする。

[0183] 図２８は、パンチ７３ａのＺＸ平面に平行な断面を、Ｙ軸のプラス方向に（Ｙ軸のマイナス側から）見た断面図である。図２８に示す後退量Ｂ１～Ｂ９は、それぞれ、所定のＺ位置Ｌ０を基準とした区域Ａ１～Ａ９の後退量を表す。一例では、後退量Ｂ１～Ｂ９の初期値をそれぞれＢ１_い～Ｂ９_いとすると、 $B1_{い} = 0$ であり、 $B1_{い} < B2_{い} < B3_{い} < B4_{い} < B5_{い} < B6_{い} < B7_{い} < B8_{い} < B9_{い}$ である。

[0184] 第１実施形態と比較すると、第１実施形態では、パンチ７３の打抜き輪郭の後退量の初期値は、打抜き輪郭の全域にわたって同じ値（０ｍｍ）を持つ（設計上は同じＺ軸高さで打抜き加工される）。これに対し、本実施形態では、パンチ７３ａの後退量の初期値は、Ｚ軸に対して勾配を有し、打抜き輪郭に沿って分布を持っている。したがって、本実施の形態では、ワークは、設計上は連続的に異なるＺ軸高さで打抜き加工される、すなわち、シャード抜き加工される。

[0185] 図２９は、パンチ７３ａのエッジの実後退量と、打抜き輪郭の周方向の位置との関係を例示するグラフである。図２９の横軸には、打抜き輪郭の周方向の位置に対応する区域Ａ１～Ａ９を示している。

[0186] 図３０は、図２９の実後退量を細分化（離散化）することにより得られるデータである。ＣＰＵ１は、例えば、図３０に示すデータを用いて演算を行う。本実施形態では、各区域において、後退量は実後退量の代表値をなす単一のパラメータとして表される。図３０の例では、第１の区域Ａ１における

後退量は B_1 ($=0$) で表され、第2の区域 A_2 における後退量は、実後退量の代表値 B_2 で表される。第3の区域 A_3 ～第9の区域における後退量についても同様に、それぞれ実後退量の代表値 B_3 ～ B_9 で表される。代表値は、例えば最大値、中央値、又は平均値である。

[0187] 図31は、本実施形態における状態データ22Bの一例を示す表である。状態データ22Bは、図9に示した第1実施形態における状態データ22より多くの区域に関するデータを含む。さらに、第1実施形態と異なり、各区域の後退量 B_1 ～ B_9 の初期値 B_{1i} ～ B_{9i} はそれぞれ異なり得る。

[0188] 加工状態推定装置100のCPU1は、加工状態の推定処理において、状態データ22Bを使用する。

[0189] 図32A及び図32Bは、本実施形態におけるパンチ73aの後退量を考慮した波形の合成を説明するためのグラフである。第1実施形態の図10Aでは2つの波形しかないのに対し、図32Aでは、区域 A_1 ～ A_9 にそれぞれ対応する9つの波形がある。

[0190] 図32Aに示すように、区域 A_1 ～ A_9 に対応する波形は、ステップS5012 (図14参照) において、それぞれに対応する後退量 B_1 ～ B_9 の分だけ距離方向にシフトされている。

[0191] 図32Bは、図32Aの9つの波形を加算して得られる参照波形を示す模式的なグラフである。CPU1は、S5013において、図32Aの9つの波形を合成することにより、打抜き輪郭の全長にわたる荷重を示す図32Bの参照波形を生成する。

[0192] 以上のように、本実施形態では、輪郭パラメータは、プレス機50による打抜き輪郭を表す複数の区域 A_1 ～ A_9 のそれぞれの長さを示す区域長 W_1 ～ W_9 と、各区域における打抜き輪郭の所定位置からの寸法変化を示す後退量 B_1 ～ B_9 と、を規定する。複数の区域 A_1 ～ A_9 における推定後退量の初期値 B_{1i} ～ B_{9i} は、区域毎に異なる。

[0193] 本実施形態に係る加工状態推定装置100は、工具がシャー刃であっても、チッピングの有無にかかわらず加工状態を推定することができる。CPU

1 は、後退量の位置に対する分布をも加味して、より測定波形と一致度の高い参照波形を生成することができ、プレス機 50 による加工状態を従来技術より精度良く推定することができる。

[0194] (他の実施形態)

以上のように、本開示における技術の例示として、実施形態を説明した。しかしながら、本開示における技術は、これに限定されず、適宜、変更、置換、付加、省略などを行った実施形態にも適用可能である。また、上記実施形態で説明した各構成要素を組み合わせて、新たな実施形態とすることも可能である。そこで、以下、他の実施形態を例示する。

[0195] (他の実施形態 1)

例えば、第 1 実施形態では、状態データ 22 がパンチ摩耗量、ダイ摩耗量、及びクリアランスを工具状態パラメータとして含み（図 9 参照）、CPU 1 がこれらの 3 つの工具状態パラメータと、輪郭パラメータとを推定する例を説明した。しかしながら、本開示に係る加工状態推定装置は、上記の工具状態パラメータのうち少なくとも 1 つを推定するように構成されてもよい。

[0196] 例えば工具状態のうちクリアランスのみを推定するように構成された加工状態推定装置であっても、打抜き輪郭を分割して得られる複数の区域のクリアランスを推定でき、従来に比べてクリアランスを精度良く推定することができる。第 3 実施形態のようにシャー刃を有するプレス機に他の実施形態 1 が適用された場合にも、パンチ（シャー刃）とダイとのクリアランスを推定することができる。

[0197] (他の実施形態 2)

また、上記実施形態では、CPU 1 が状態データに対応する参照波形生成処理 S501 を実行する例について説明したが、本開示はこれに限定されない。例えば、区域 A1、A2 及びパラメータの全ての組合せに対応する参照波形が予め CPU 1 又は外部の演算装置等により算出され、算出された全ての参照波形が、それぞれ区域 A1、A2 及びパラメータの組合せに紐づけら

れて記憶装置2に予め格納されてもよい。

[0198] この場合、図13のステップS502の代わりに、CPU1は、記憶装置2に格納された参照波形と、ステップS1で取得された測定波形と、の一致度を算出し、一致度が最大となる参照波形を特定する。特定された参照波形には区域A1、A2及びパラメータの組合せが紐づけられているため、特定された参照波形から、各区域の摩耗量、クリアランス等の各パラメータを推定することができる。

[0199] この構成によれば、複数の参照波形をCPU1がリアルタイムで生成する必要がないため、CPU1の処理負荷及び処理時間を低減することができる。

[0200] (態様例)

以下、本開示の態様を例示する。

[0201] <態様1>

記憶装置とプロセッサとを備え、

前記記憶装置は、

プレス機の加工状態を規定するパラメータに対応する基準参照データと

、

区域形状情報と、を記憶し、

前記区域形状情報は、前記プレス機による打抜き輪郭を表す少なくとも1つの区域のそれぞれの長さを示す区域長と、各区域における前記打抜き輪郭の所定位置からの寸法変化を示す後退量と、を規定する情報であり、

前記プロセッサは、

前記プレス機による加工荷重の測定結果を示す測定データを取得し、

前記基準参照データ及び前記区域形状情報に基づいて、前記加工荷重に関する総合参照データを生成し、

前記総合参照データと、前記測定データと、の類似の程度の指標である類似度を決定し、

決定された前記類似度に基づいて、前記各区域における前記加工状態を

推定する、

加工状態推定装置。

[0202] <態様 2 >

前記パラメータは、前記打抜き輪郭の所定の単位長あたりの加工状態を規定し、

前記基準参照データは、前記打抜き輪郭の所定の単位長あたりの前記パラメータに対応し、

前記プロセッサは、前記総合参照データを生成する処理において、

各区域毎に、前記基準参照データに、前記単位長に対する前記区域長の比を乗算することにより、前記加工荷重に関する前記各区域毎の区域データを生成し、

前記各区域毎の区域データを合成することにより、前記打抜き輪郭の全長にわたる前記加工荷重に関する総合参照データを生成する、

態様 1 に記載の加工状態推定装置。

[0203] <態様 3 >

前記測定データ及び前記基準参照データは、前記プレス機による加工荷重と、前記プレス機のダイに対するパンチの移動距離との関係を示すデータであり、

前記プロセッサは、前記合成処理において、前記各区域毎の区域データに、前記区域形状情報に規定された前記各区域に対応する前記後退量を加算し、前記後退量が加算された前記各区域毎の区域データを合成する、

態様 2 に記載の加工状態推定装置。

[0204] <態様 4 >

前記プロセッサは、前記各区域毎の区域データの総和を算出することにより、前記打抜き輪郭の全長にわたる前記加工荷重に関する総合参照データを生成する、態様 2 又は 3 に記載の加工状態推定装置。

[0205] <態様 5 >

前記プロセッサは、

前記測定データとの前記類似度が最大となる総合参照データを探索し、
探索された前記総合参照データの基礎である前記基準参照データに対応する前記パラメータと前記区域形状情報とを、前記測定データの測定時の加工状態を表す推定パラメータとして決定する、
態様 1～4 のいずれかに記載の加工状態推定装置。

[0206] <態様 6>

前記プロセッサは、既に前記プロセッサが決定した前記推定パラメータを基準とする所定の範囲内で前記パラメータを順次変化させて、前記測定データとの類似度が最大となる総合参照データを探索する、態様 5 に記載の加工状態推定装置。

[0207] <態様 7>

前記推定パラメータは、前記測定データの測定時の前記区域長として推定された推定区域長と、前記測定データの測定時の前記後退量として推定された推定後退量とを含む、態様 5 又は 6 に記載の加工状態推定装置。

[0208] <態様 8>

前記プロセッサは、前記プレス機のパンチ又はダイが交換又は研磨されたことを示す信号を受信したとき、前記推定区域長及び前記推定後退量を初期値に設定する、態様 7 に記載の加工状態推定装置。

[0209] <態様 9>

前記区域形状情報は、前記プレス機による打抜き輪郭を表す複数の区域のそれぞれの長さを示す区域長と、各区域における前記打抜き輪郭の所定位置からの寸法変化を示す後退量と、を規定し、
前記複数の区域における前記推定後退量の初期値は、区域毎に異なる、
態様 8 に記載の加工状態推定装置。

[0210] <態様 10>

前記プレス機は、サイクル加工を行い、
前記プロセッサは、
前記プレス機の各サイクルの測定データを時系列で取得し、

特定の加工サイクルで取得した現測定データと、前記特定の加工サイクルの直前の加工サイクルで取得した前測定データとの類似度が所定の閾値より大きい場合、

前記現測定データとの前記類似度が最大となる総合参照データを探索し、

探索された前記総合参照データの基礎である前記基準参照データに対応する前記区域形状情報を、前記現測定データの測定時の加工状態を表す推定パラメータとして決定する、

態様 1～9 のいずれかに記載の加工状態推定装置。

[0211] <態様 1 1>

前記パラメータは、前記プレス機のパンチ又はダイの摩耗の程度を規定する摩耗パラメータを含み、

前記プロセッサは、前記現測定データと前記前測定データとの類似度が前記閾値以下である場合、

前記現測定データとの前記類似度が最大となる総合参照データを探索し、

探索された前記総合参照データの基礎である前記基準参照データに対応する前記摩耗パラメータを、前記現測定データの測定時の加工状態を表す推定パラメータとして決定する、態様 1 0 に記載の加工状態推定装置。

[0212] <態様 1 2>

前記プロセッサは、前記現測定データと前記前測定データとの類似度が前記閾値より大きい場合、前記推定パラメータとしての前記摩耗パラメータを初期値に設定する、態様 1 1 に記載の加工状態推定装置。

[0213] <態様 1 3>

前記後退量は、前記各区域において一定である、態様 1～1 2 のいずれかに記載の加工状態推定装置。

[0214] <態様 1 4>

前記後退量は、前記各区域において、前記区域長の長さ方向の位置に応じ

て変化可能である、態様 1 ~ 1 2 のいずれかに記載の加工状態推定装置。

[0215] <態様 1 5>

プロセッサが、プレス機による加工荷重の測定結果を示す測定データを取得するステップと、

前記プロセッサが、

前記プレス機の加工状態を規定するパラメータに対応する基準参照データと、

前記プレス機による打抜き輪郭を表す少なくとも 1 つの区域のそれぞれの長さを示す区域長と、各区域における前記打抜き輪郭の所定位置からの寸法変化を示す後退量と、を規定する区域形状情報と、

に基づいて、前記加工荷重に関する総合参照データを生成するステップと、

前記プロセッサが、前記総合参照データと、前記測定データと、の類似の程度の指標である類似度を決定ステップと、

前記プロセッサが、決定された前記類似度に基づいて、前記各区域における前記加工状態を推定するステップと、

を含む、加工状態推定方法。

[0216] 本開示によると、プレス機による加工状態を従来技術より精度良く推定することができる。

産業上の利用可能性

[0217] 本開示は、プレス機に適用可能である。

符号の説明

- [0218] 2 記憶装置
3 入力インタフェース
4 出力インタフェース
1 1 荷重センサ
1 2 距離センサ
2 1 プログラム
2 2 状態データ

- 2 3 波形ライブラリ
- 5 0 プレス機
- 5 1 ボルスタ
- 5 2 スライド
- 6 1 ダイバックキングプレート
- 6 2 ダイプレート
- 6 3 ダイ
- 7 1 パンチバックキングプレート
- 7 2 パンチプレート
- 7 3 パンチ
- 7 4 ストリッパープレート
- 8 0 ワーク
- 1 0 0 加工状態推定装置

請求の範囲

[請求項1]

記憶装置とプロセッサとを備え、

前記記憶装置は、

プレス機の加工状態を規定するパラメータに対応する基準参照データと、

区域形状情報と、を記憶し、

前記区域形状情報は、前記プレス機による打抜き輪郭を表す少なくとも1つの区域のそれぞれの長さを示す区域長と、各区域における前記打抜き輪郭の所定位置からの寸法変化を示す後退量と、を規定する情報であり、

前記プロセッサは、

前記プレス機による加工荷重の測定結果を示す測定データを取得し、

前記基準参照データ及び前記区域形状情報に基づいて、前記加工荷重に関する総合参照データを生成し、

前記総合参照データと、前記測定データと、の類似の程度の指標である類似度を決定し、

決定された前記類似度に基づいて、前記各区域における前記加工状態を推定する、

加工状態推定装置。

[請求項2]

前記パラメータは、前記打抜き輪郭の所定の単位長あたりの加工状態を規定し、

前記基準参照データは、前記打抜き輪郭の所定の単位長あたりの前記パラメータに対応し、

前記プロセッサは、前記総合参照データを生成する処理において、

各区域毎に、前記基準参照データに、前記単位長に対する前記区域長の比を乗算することにより、前記加工荷重に関する前記各区域毎の区域データを生成し、

前記各区域毎の区域データを合成することにより、前記打抜き輪郭の全長にわたる前記加工荷重に関する総合参照データを生成する、請求項 1 に記載の加工状態推定装置。

[請求項3] 前記測定データ及び前記基準参照データは、前記プレス機による加工荷重と、前記プレス機のダイに対するパンチの移動距離との関係を示すデータであり、

前記プロセッサは、前記合成処理において、前記各区域毎の区域データに、前記区域形状情報に規定された前記各区域に対応する前記後退量を加算し、前記後退量が加算された前記各区域毎の区域データを合成する、

請求項 2 に記載の加工状態推定装置。

[請求項4] 前記プロセッサは、前記各区域毎の区域データの総和を算出することにより、前記打抜き輪郭の全長にわたる前記加工荷重に関する総合参照データを生成する、請求項 2 に記載の加工状態推定装置。

[請求項5] 前記プロセッサは、前記測定データとの前記類似度が最大となる総合参照データを探索し、

探索された前記総合参照データの基礎である前記基準参照データに対応する前記パラメータと前記区域形状情報とを、前記測定データの測定時の加工状態を表す推定パラメータとして決定する、

請求項 1 に記載の加工状態推定装置。

[請求項6] 前記プロセッサは、既に前記プロセッサが決定した前記推定パラメータを基準とする所定の範囲内で前記パラメータを順次変化させて、前記測定データとの類似度が最大となる総合参照データを探索する、請求項 5 に記載の加工状態推定装置。

[請求項7] 前記推定パラメータは、前記測定データの測定時の前記区域長として推定された推定区域長と、前記測定データの測定時の前記後退量として推定された推定後退量とを含む、請求項 5 に記載の加工状態推定

装置。

[請求項8] 前記プロセッサは、前記プレス機のパンチ又はダイが交換又は研磨されたことを示す信号を受信したとき、前記推定区域長及び前記推定後退量を初期値に設定する、請求項7に記載の加工状態推定装置。

[請求項9] 前記区域形状情報は、前記プレス機による打抜き輪郭を表す複数の区域のそれぞれの長さを示す区域長と、各区域における前記打抜き輪郭の所定位置からの寸法変化を示す後退量と、を規定し、

前記複数の区域における前記推定後退量の初期値は、区域毎に異なる、

請求項8に記載の加工状態推定装置。

[請求項10] 前記プレス機は、サイクル加工を行い、
前記プロセッサは、

前記プレス機の各サイクルの測定データを時系列で取得し、

特定の加工サイクルで取得した現測定データと、前記特定の加工サイクルの直前の加工サイクルで取得した前測定データとの類似度が所定の閾値より大きい場合、

前記現測定データとの前記類似度が最大となる総合参照データを探索し、

探索された前記総合参照データの基礎である前記基準参照データに対応する前記区域形状情報を、前記現測定データの測定時の加工状態を表す推定パラメータとして決定する、

請求項1に記載の加工状態推定装置。

[請求項11] 前記パラメータは、前記プレス機のパンチ又はダイの摩耗の程度を規定する摩耗パラメータを含み、

前記プロセッサは、前記現測定データと前記前測定データとの類似度が前記閾値以下である場合、

前記現測定データとの前記類似度が最大となる総合参照データを探索し、

探索された前記総合参照データの基礎である前記基準参照データに対応する前記摩耗パラメータを、前記現測定データの測定時の加工状態を表す推定パラメータとして決定する、請求項10に記載の加工状態推定装置。

[請求項12] 前記プロセッサは、前記現測定データと前記前測定データとの類似度が前記閾値より大きい場合、前記推定パラメータとしての前記摩耗パラメータを初期値に設定する、請求項11に記載の加工状態推定装置。

[請求項13] 前記後退量は、前記各区域において一定である、請求項1～12のいずれかに記載の加工状態推定装置。

[請求項14] 前記後退量は、前記各区域において、前記区域長の長さ方向の位置に応じて変化可能である、請求項1～12のいずれかに記載の加工状態推定装置。

[請求項15] プロセッサが、プレス機による加工荷重の測定結果を示す測定データを取得するステップと、

前記プロセッサが、

前記プレス機の加工状態を規定するパラメータに対応する基準参照データと、

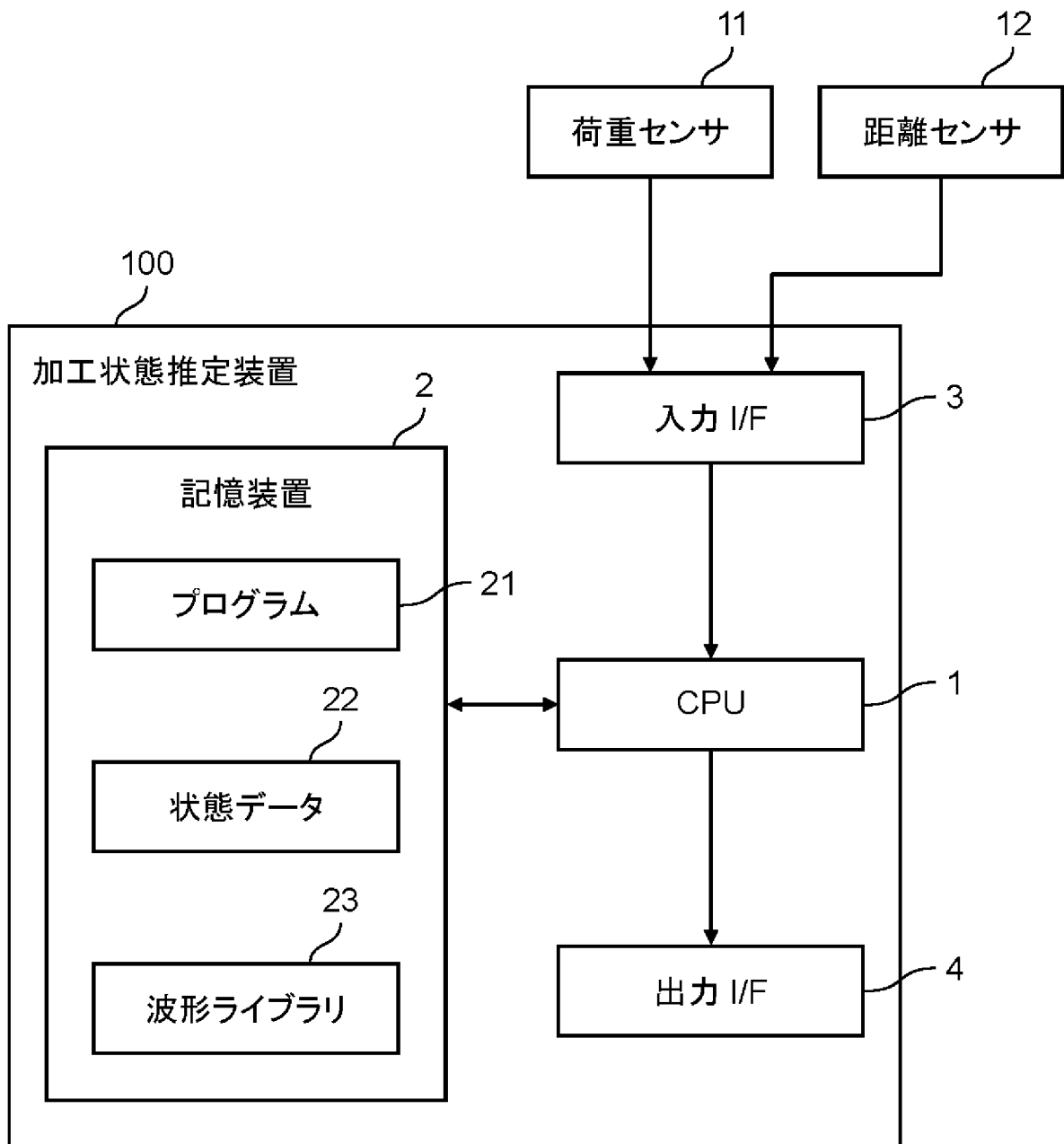
前記プレス機による打抜き輪郭を表す少なくとも1つの区域のそれぞれの長さを示す区域長と、各区域における前記打抜き輪郭の所定位置からの寸法変化を示す後退量と、を規定する区域形状情報と、に基づいて、前記加工荷重に関する総合参照データを生成するステップと、

前記プロセッサが、前記総合参照データと、前記測定データと、の類似の程度の指標である類似度を決定ステップと、

前記プロセッサが、決定された前記類似度に基づいて、前記各区域における前記加工状態を推定するステップと、

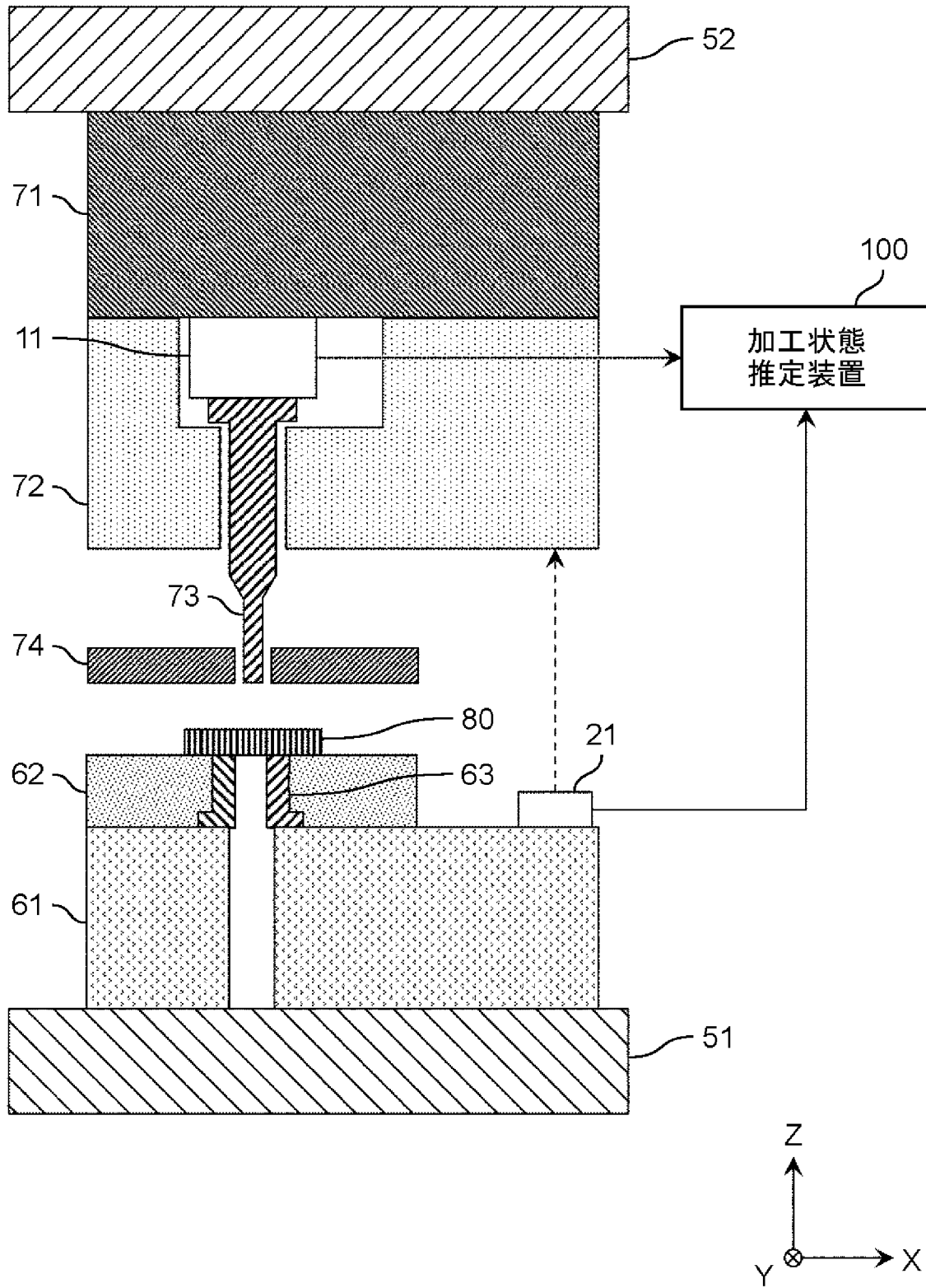
を含む、加工状態推定方法。

[図1]

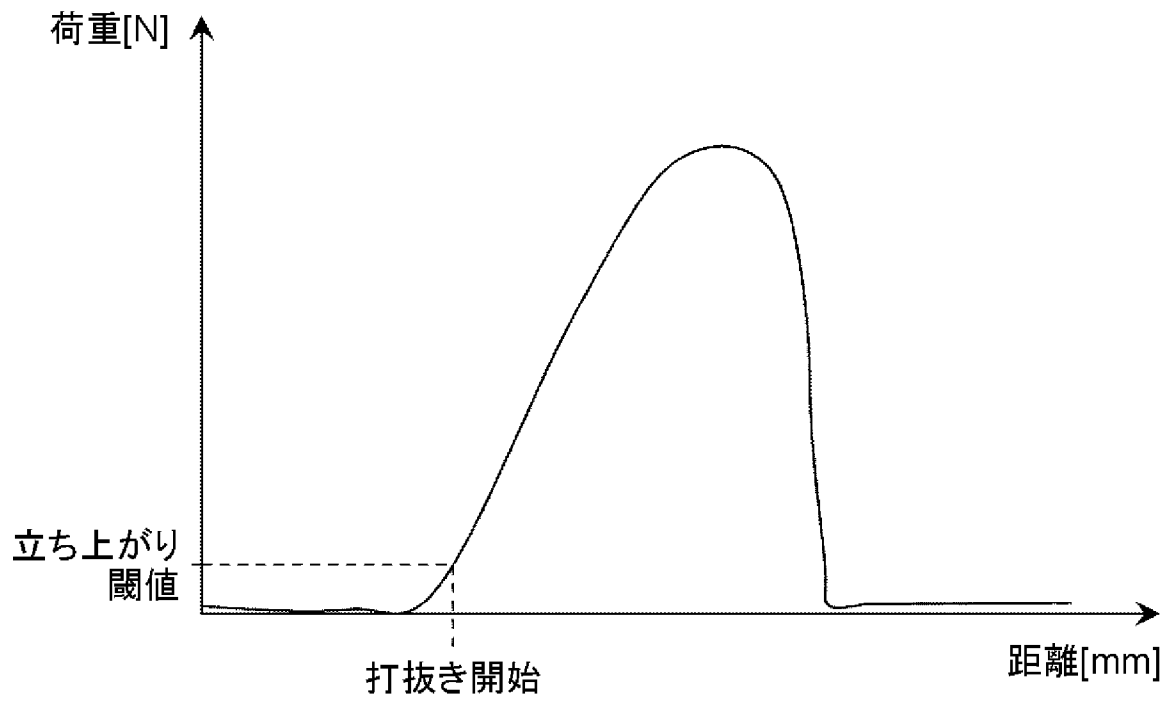


[図2]

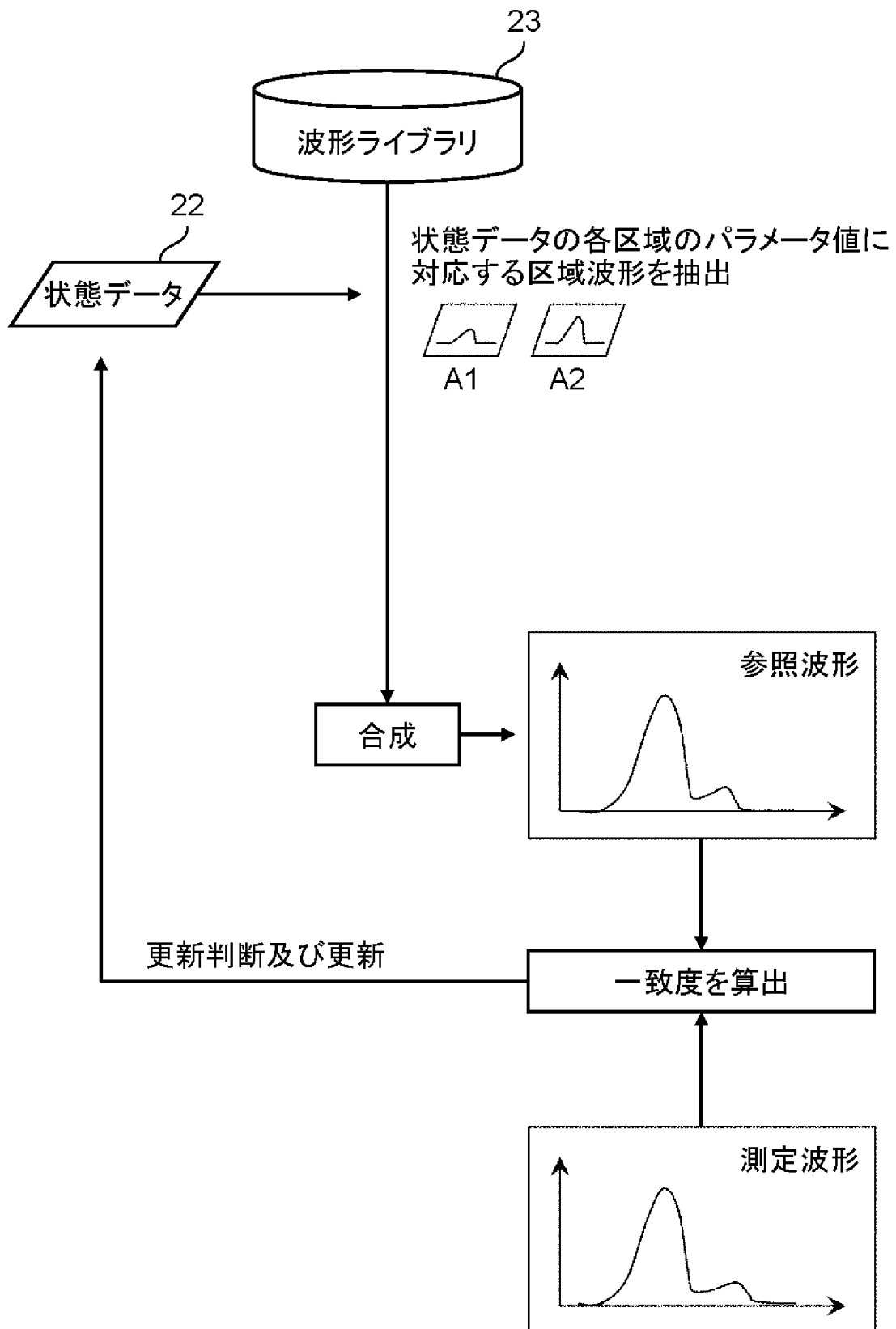
50



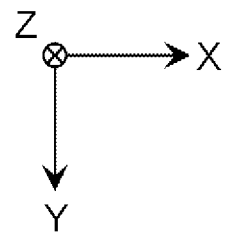
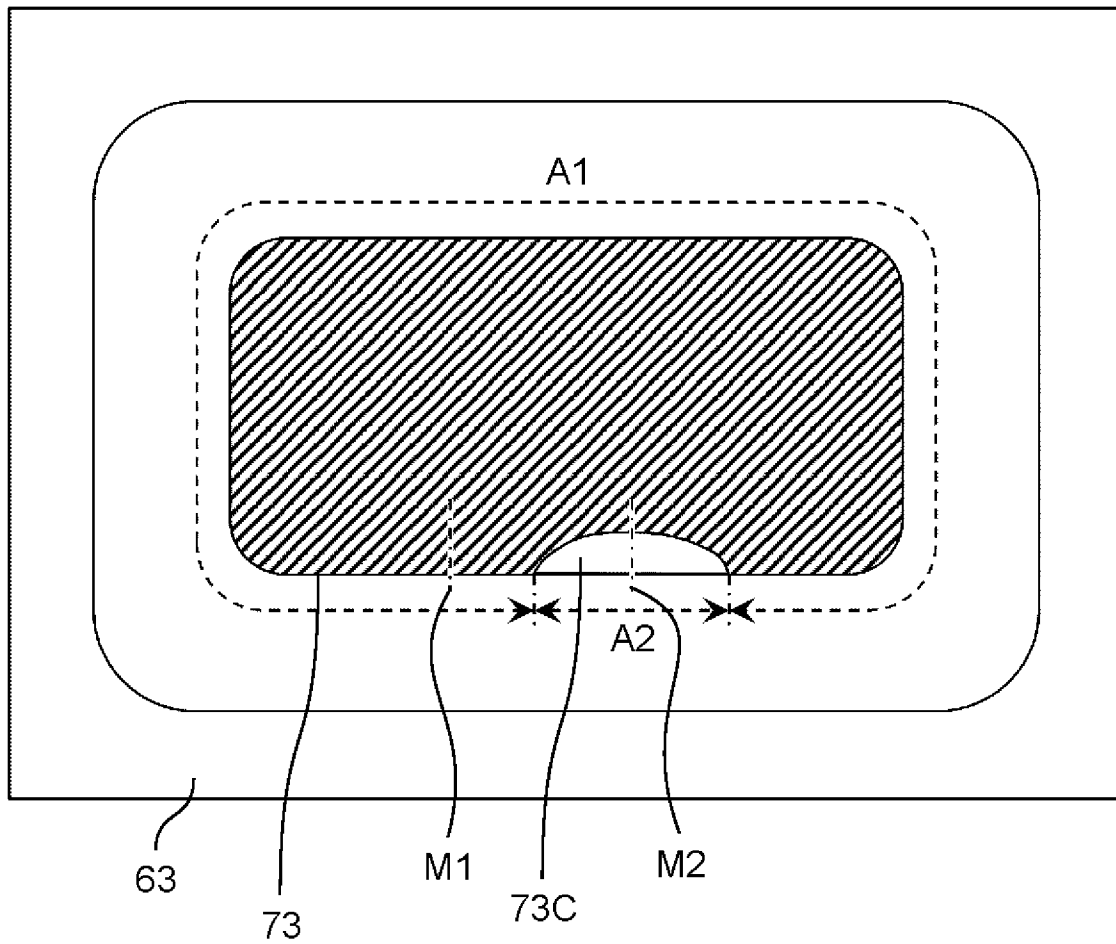
[図3]



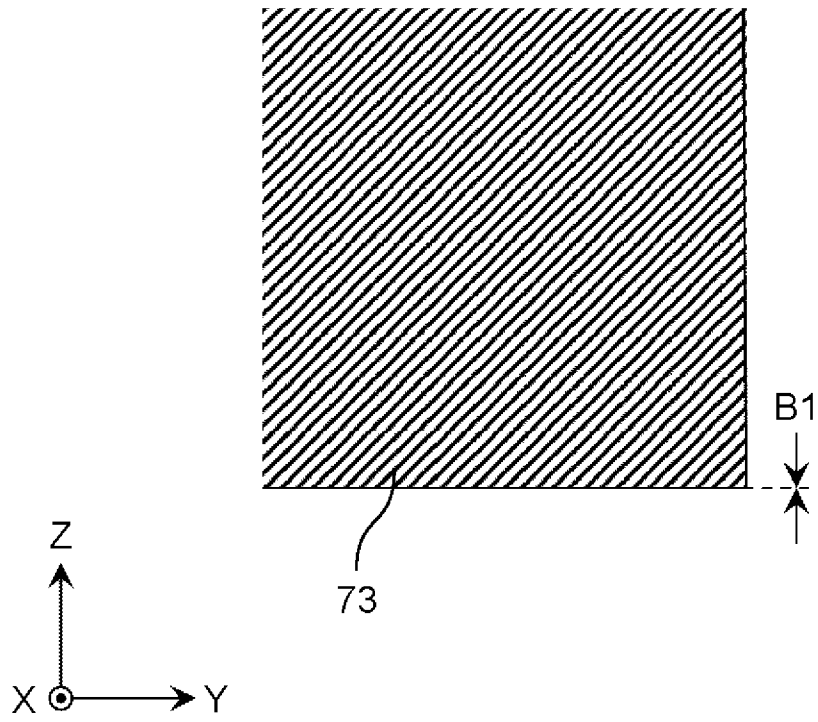
[図4]



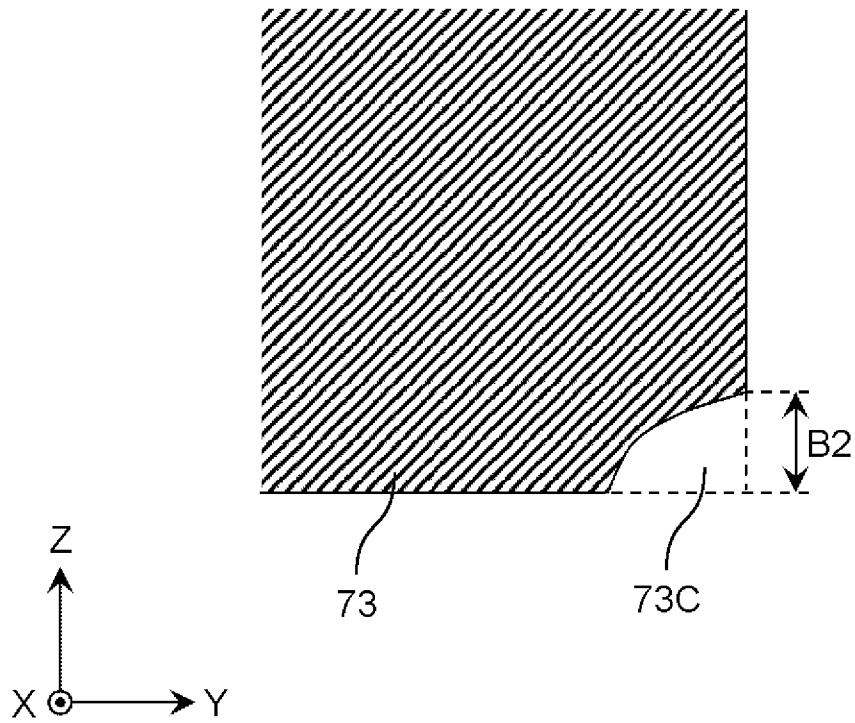
[図5]



[図6A]

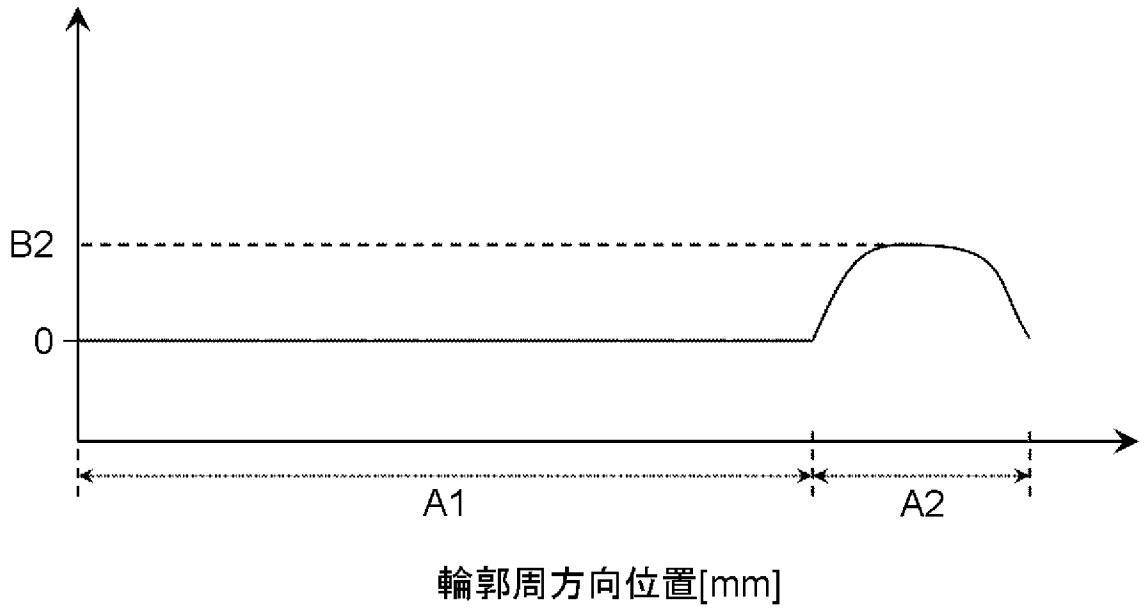


[図6B]



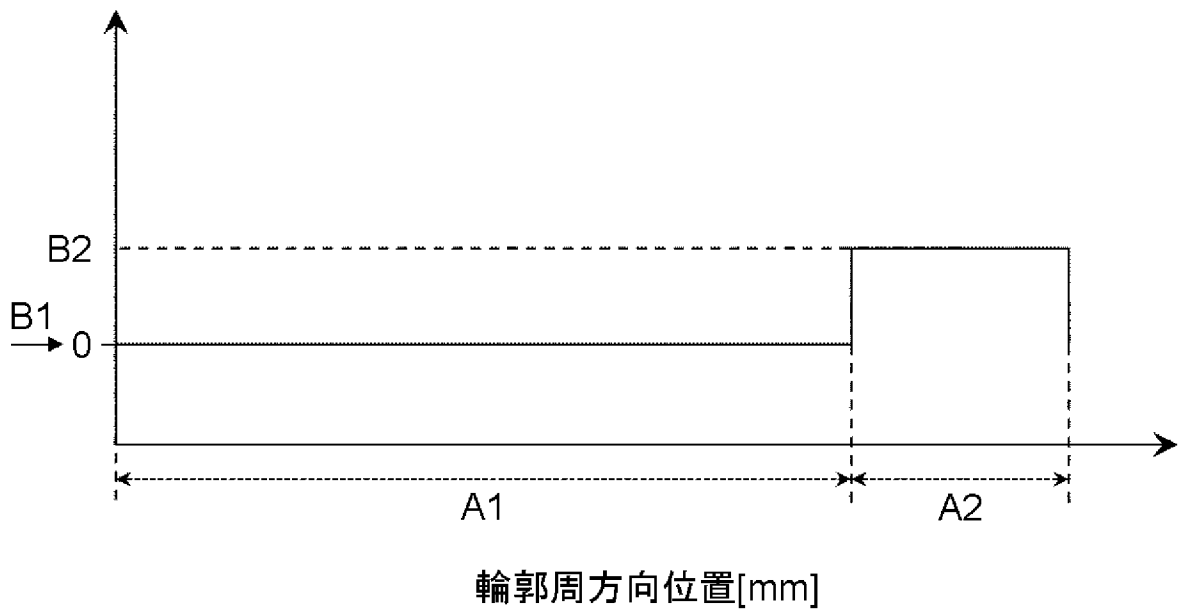
[図7]

実後退量[mm]

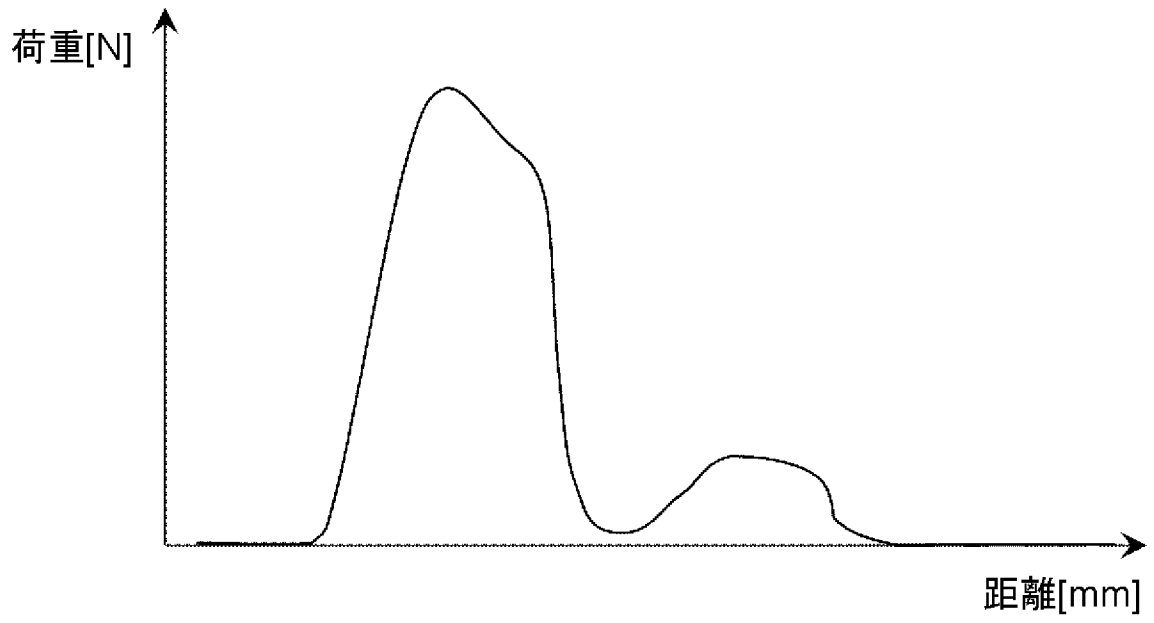


[図8]

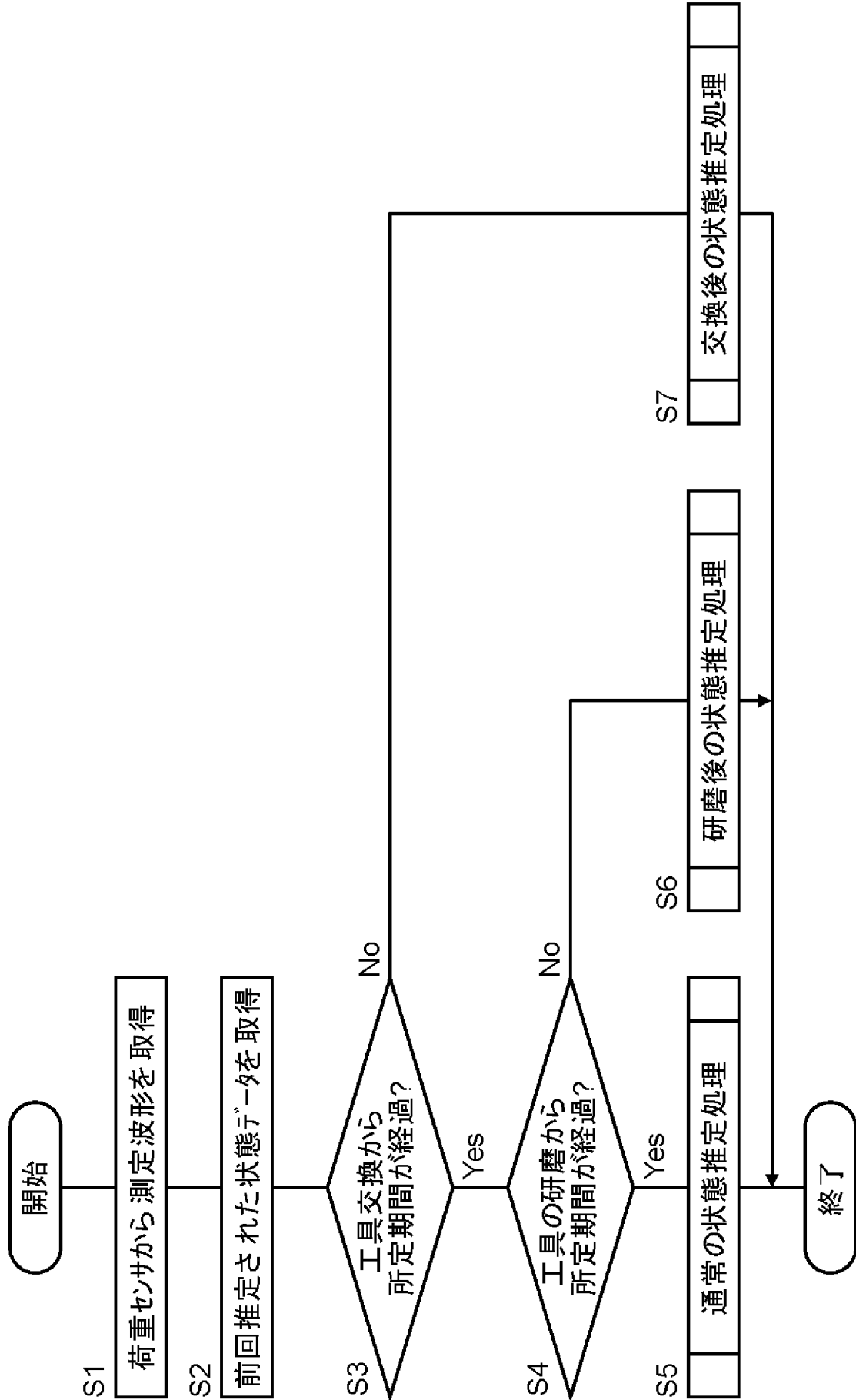
後退量[mm]



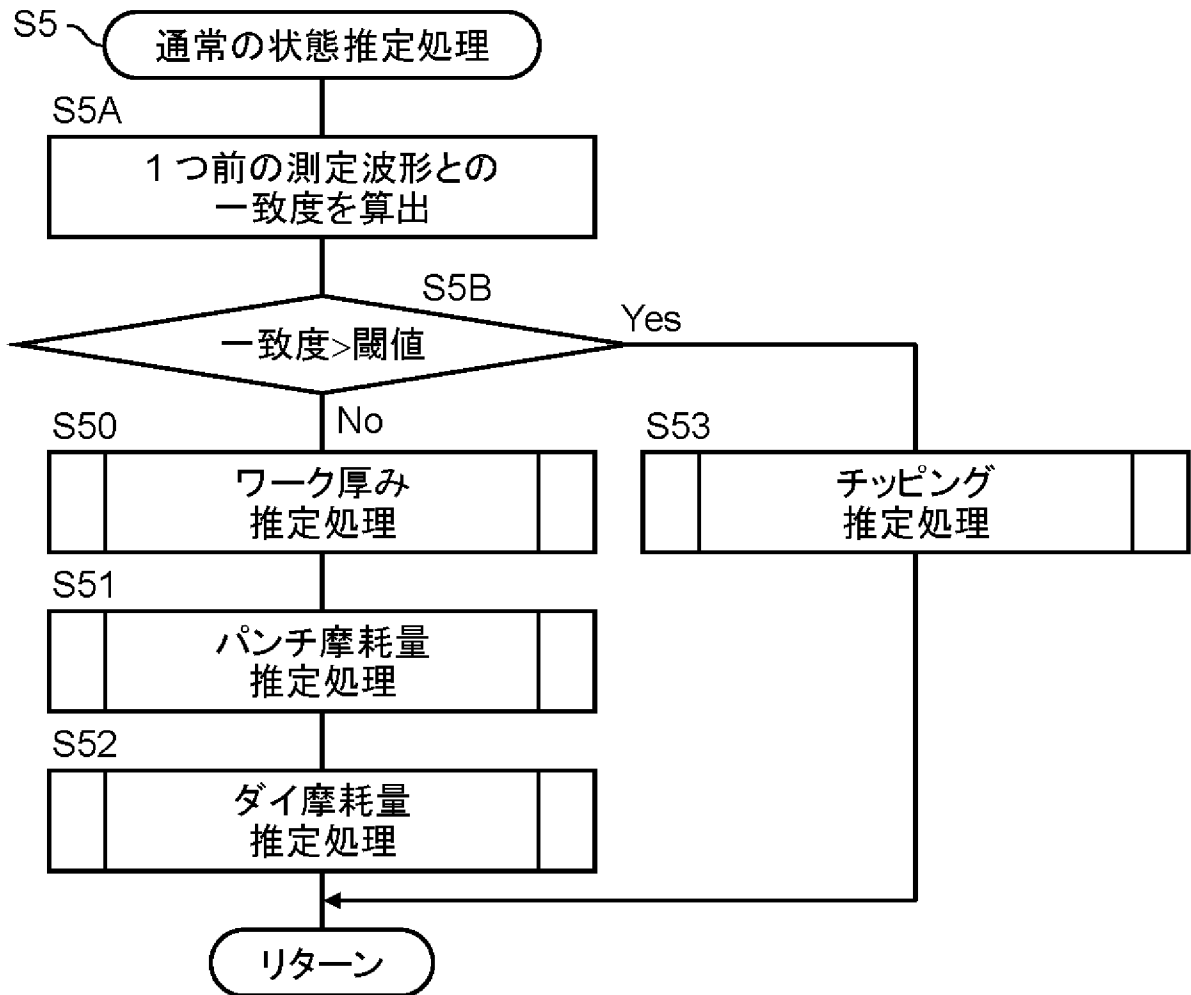
[図10B]



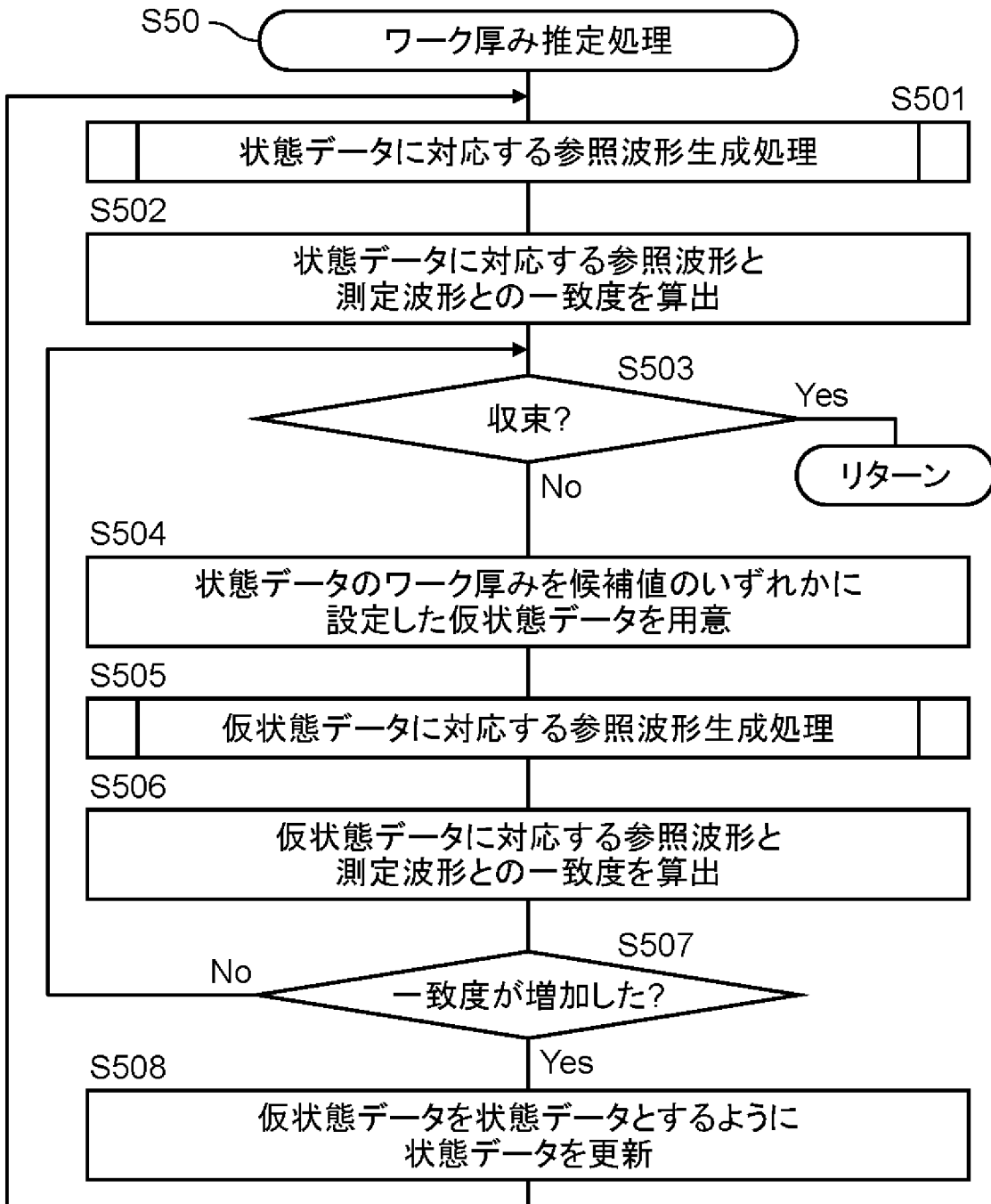
[図11]



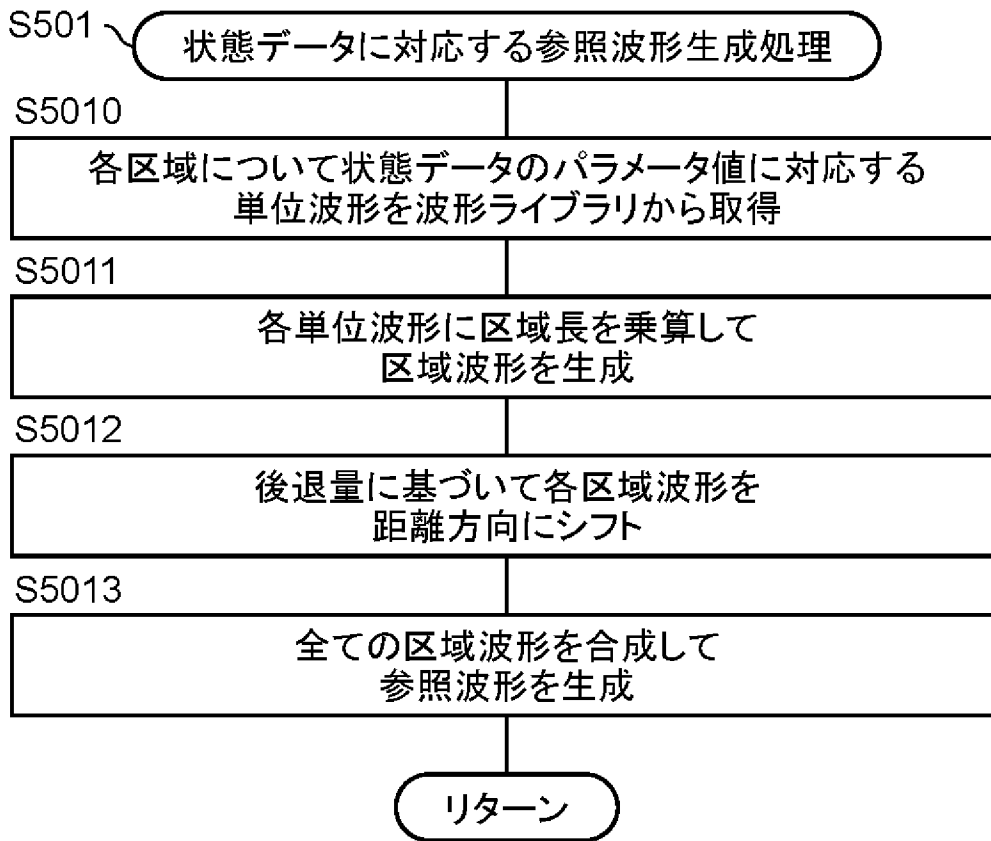
[図12]



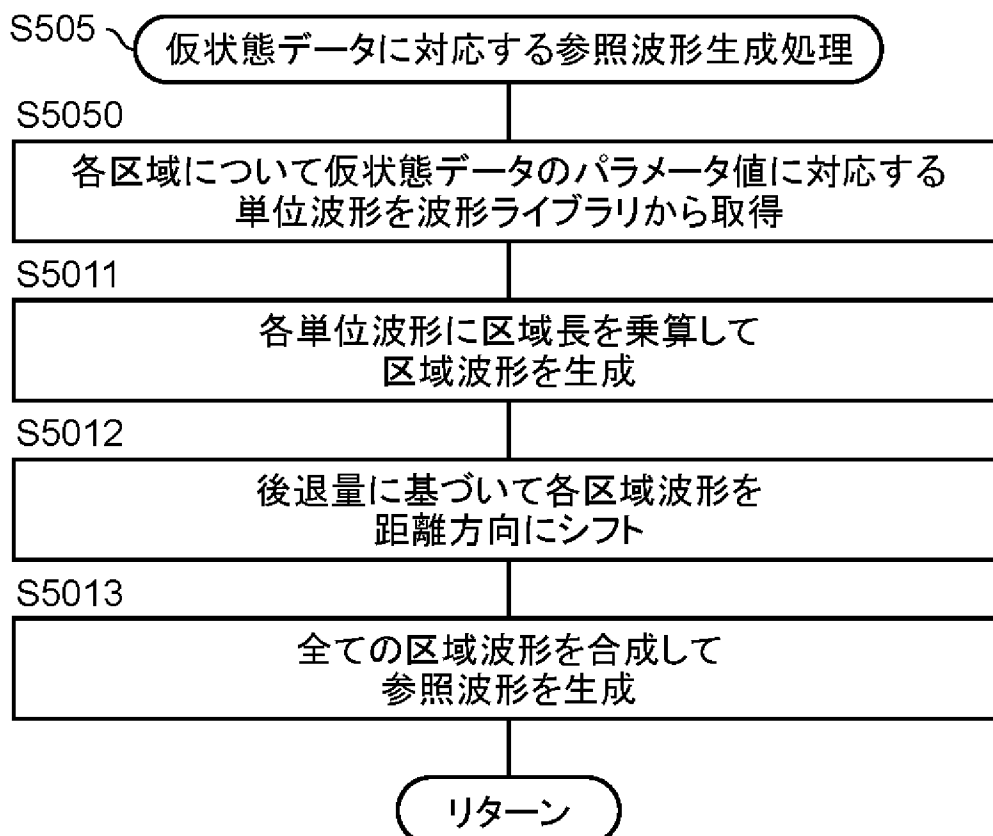
[図13]



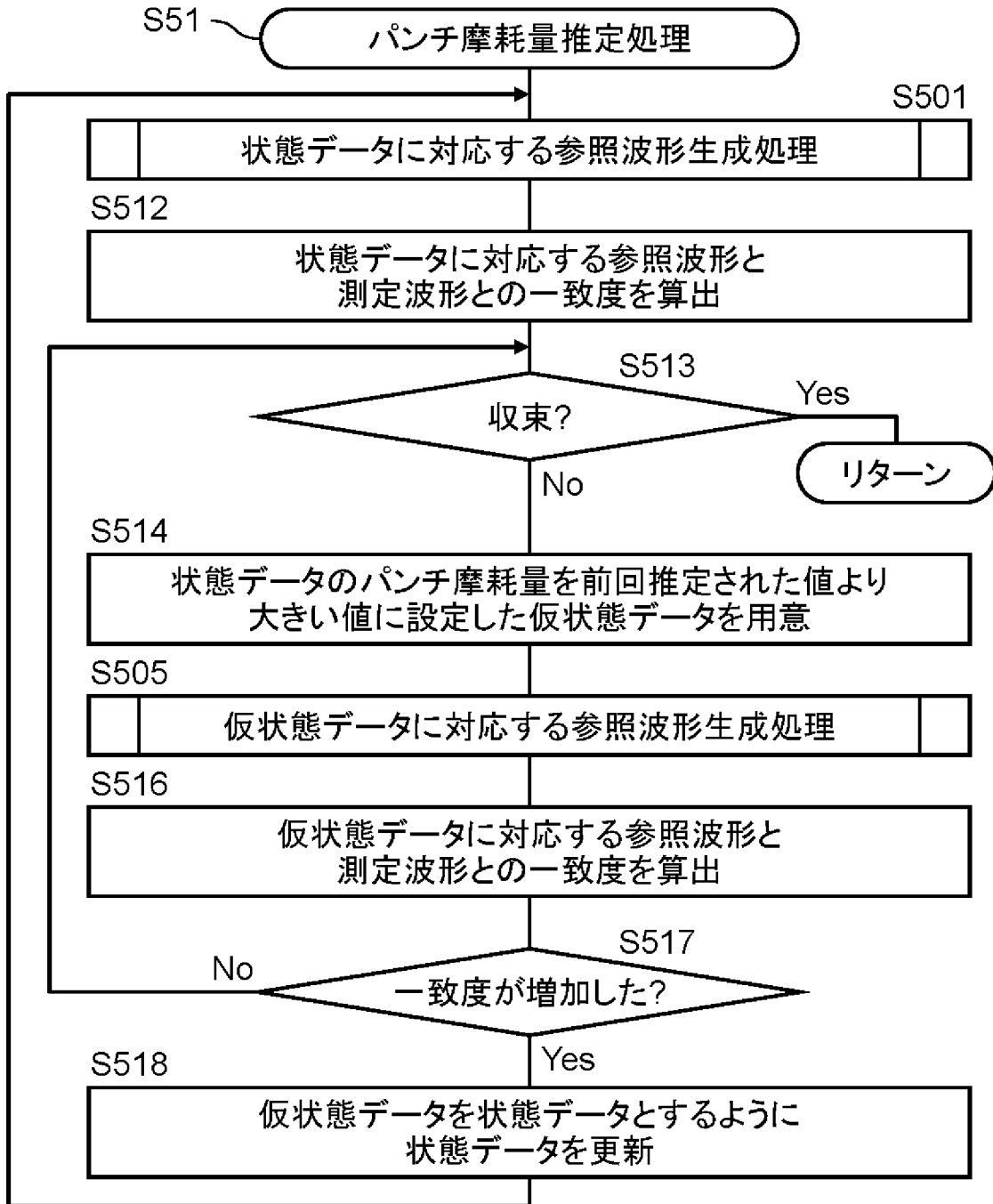
[図14]



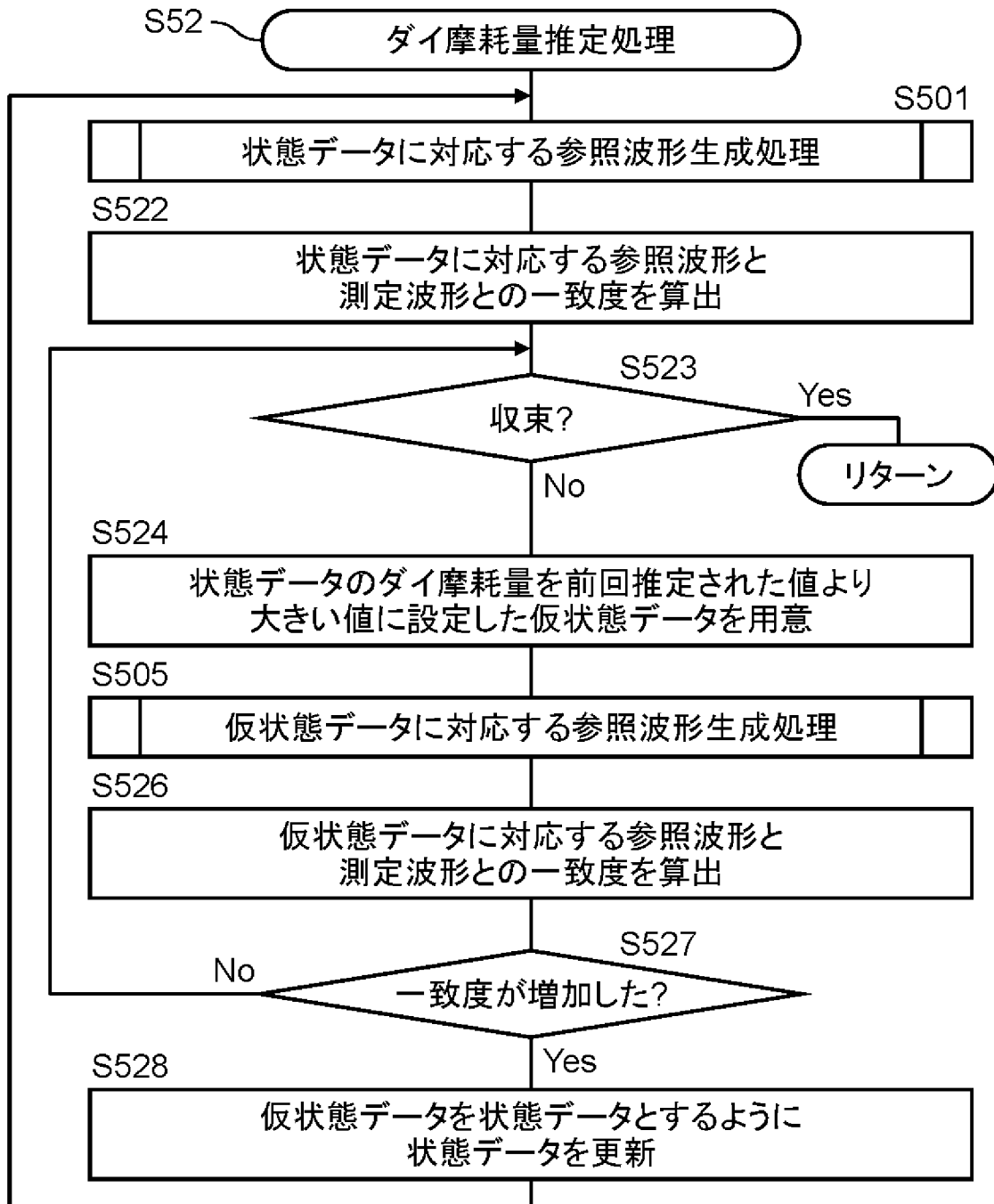
[図15]



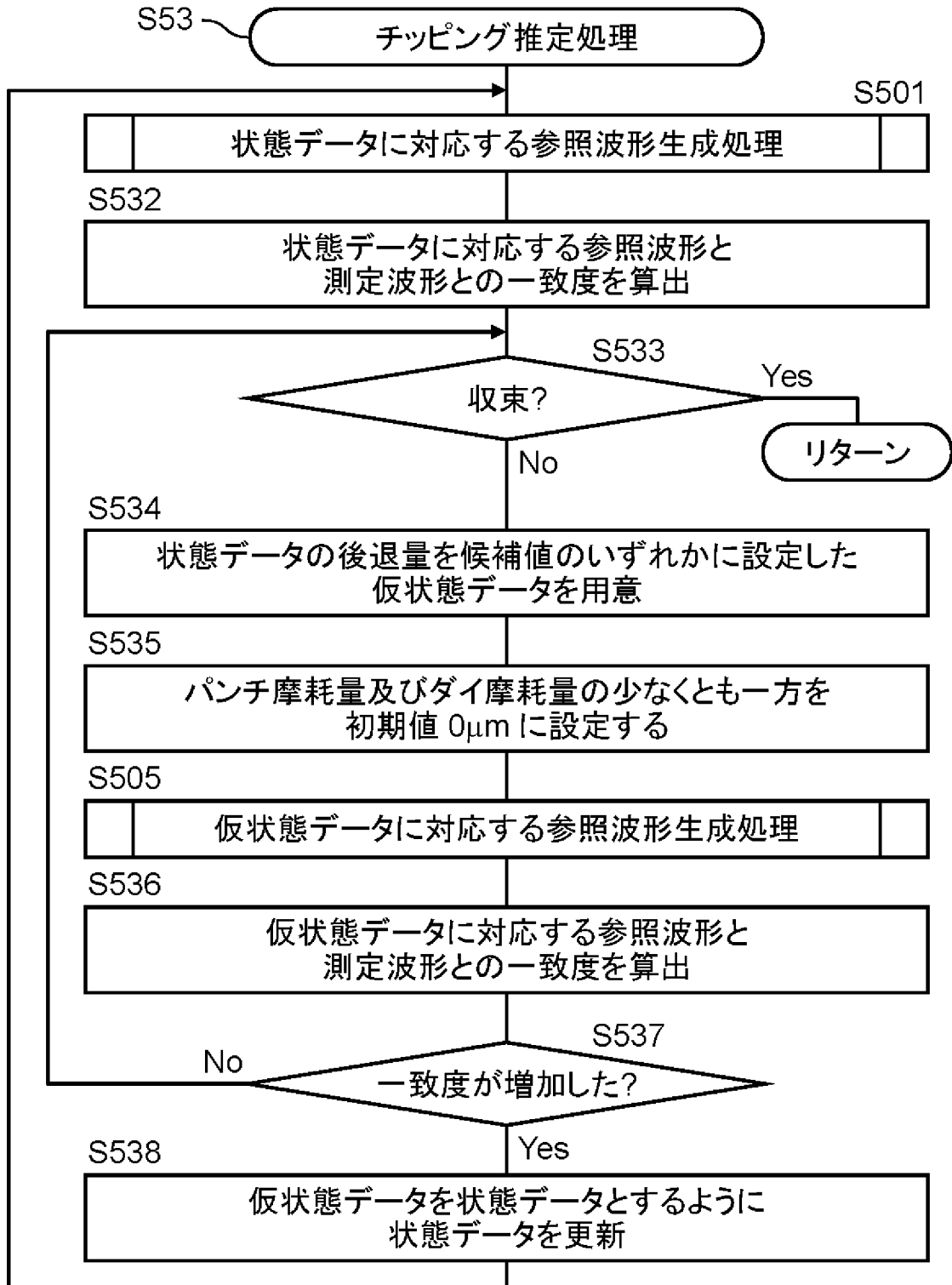
[図16]



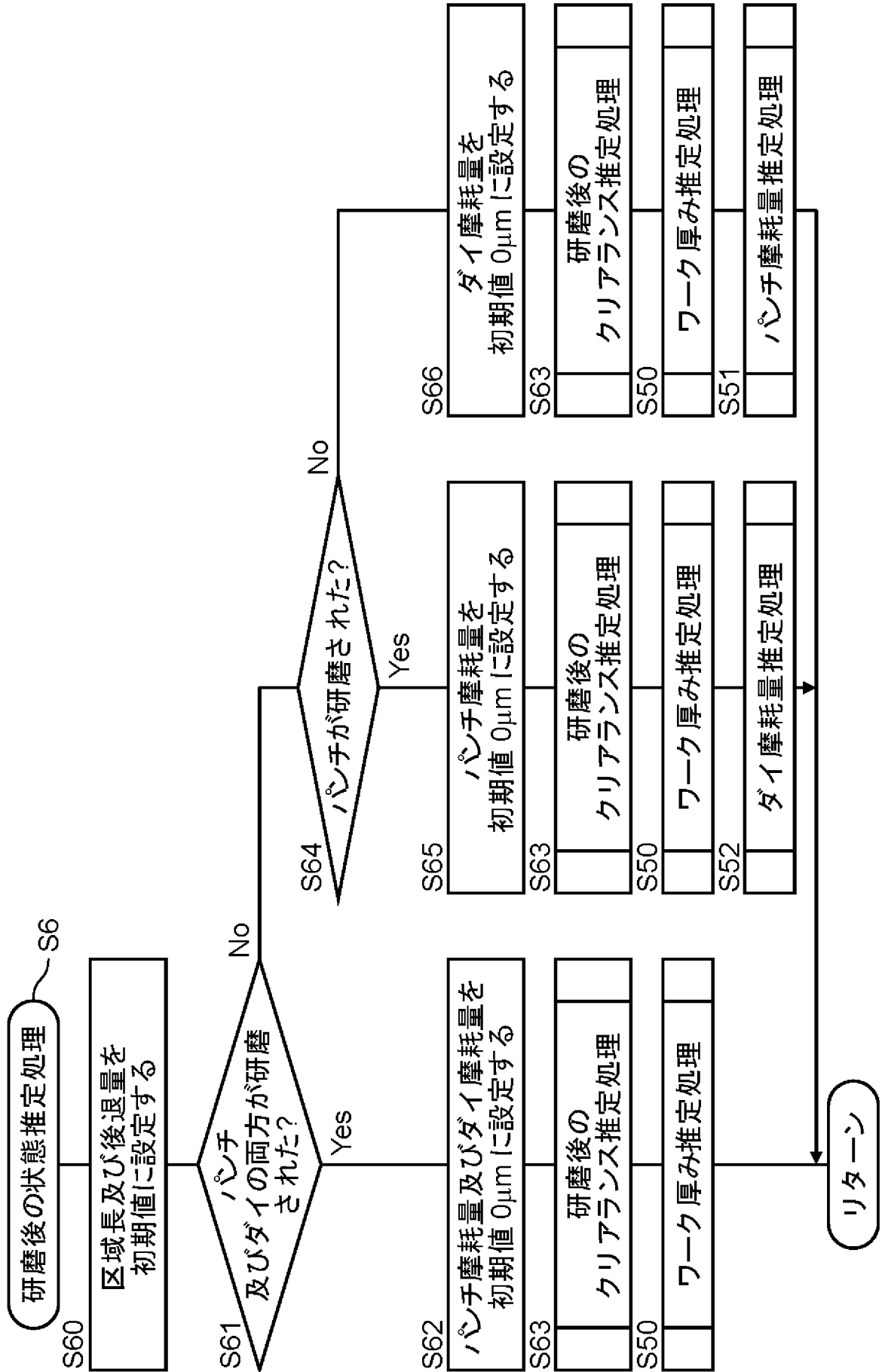
[図17]



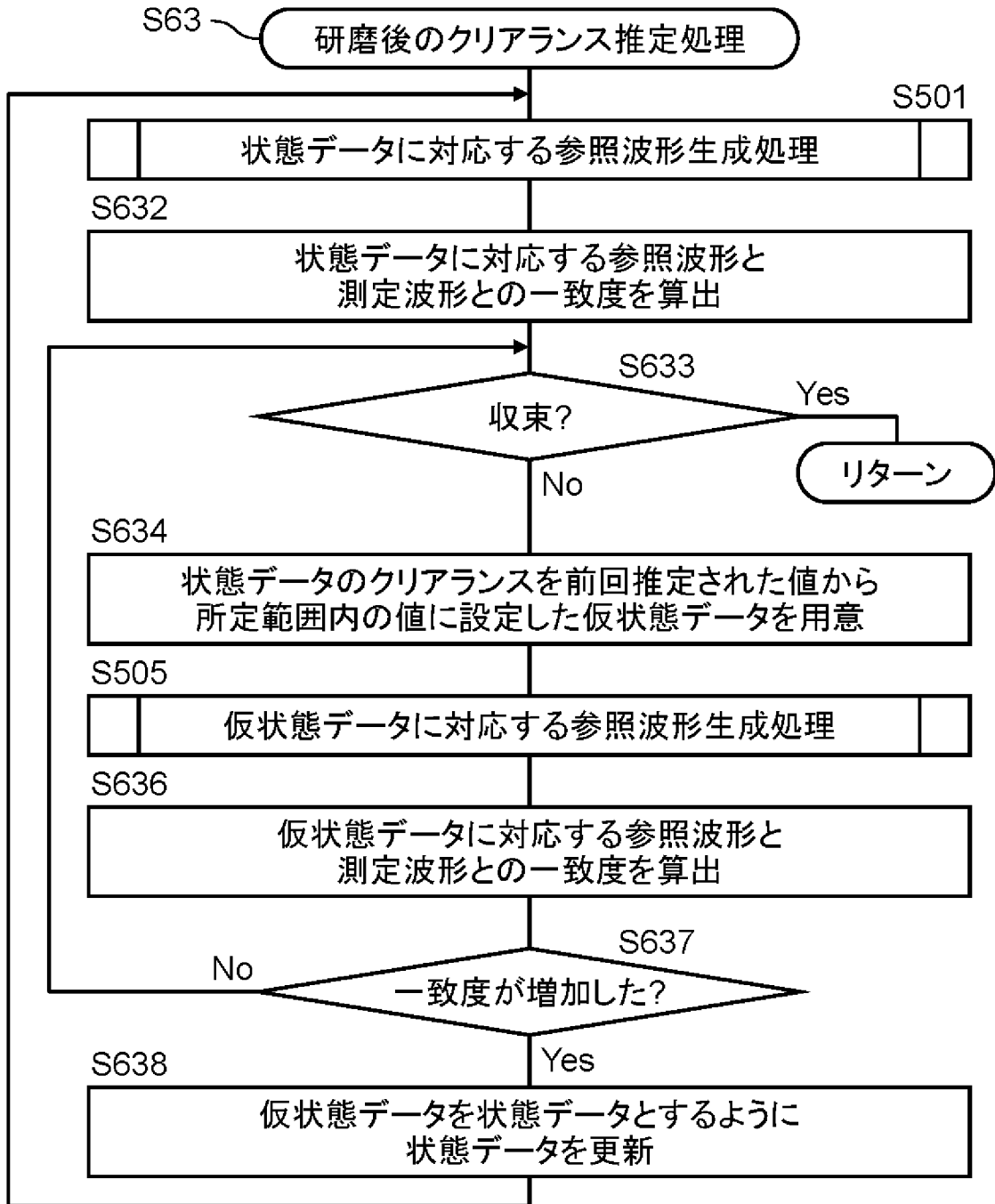
[図18]



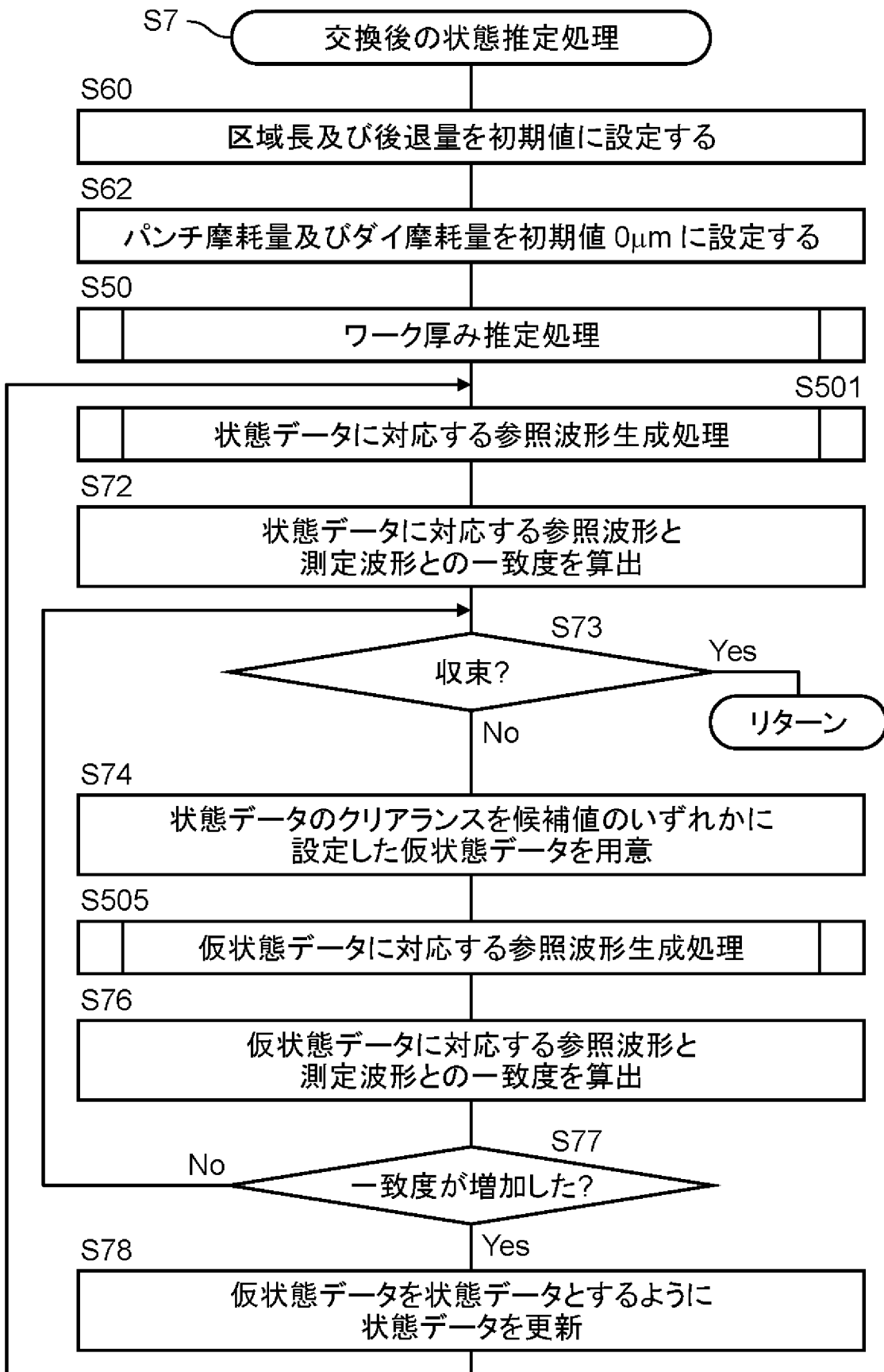
[図19]



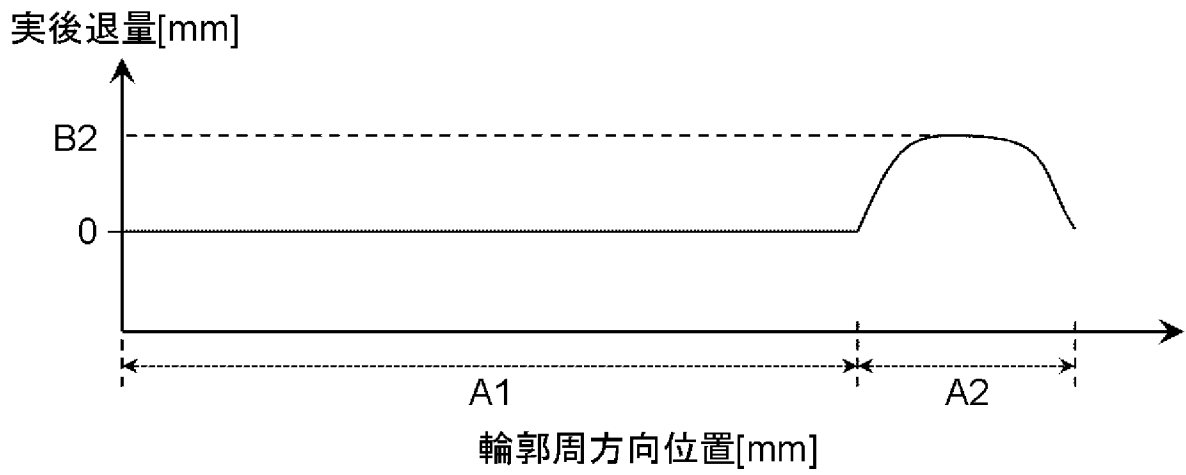
[図20]



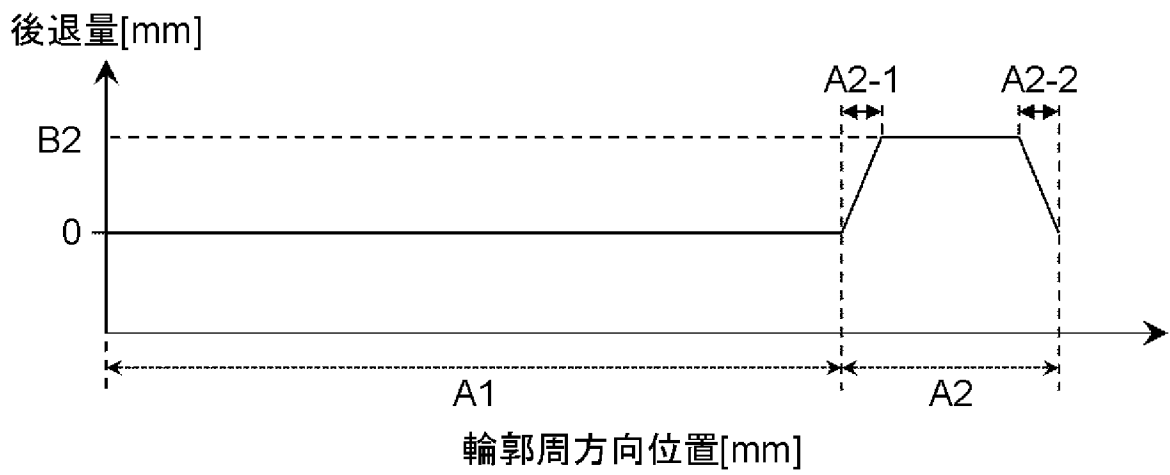
[図21]



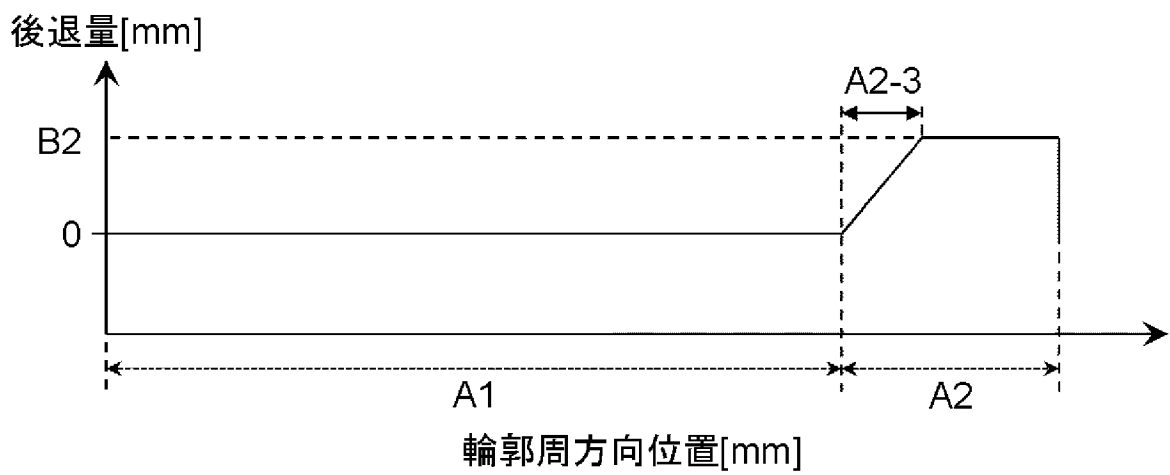
[図22A]



[図22B]



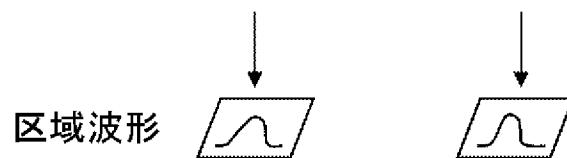
[図22C]



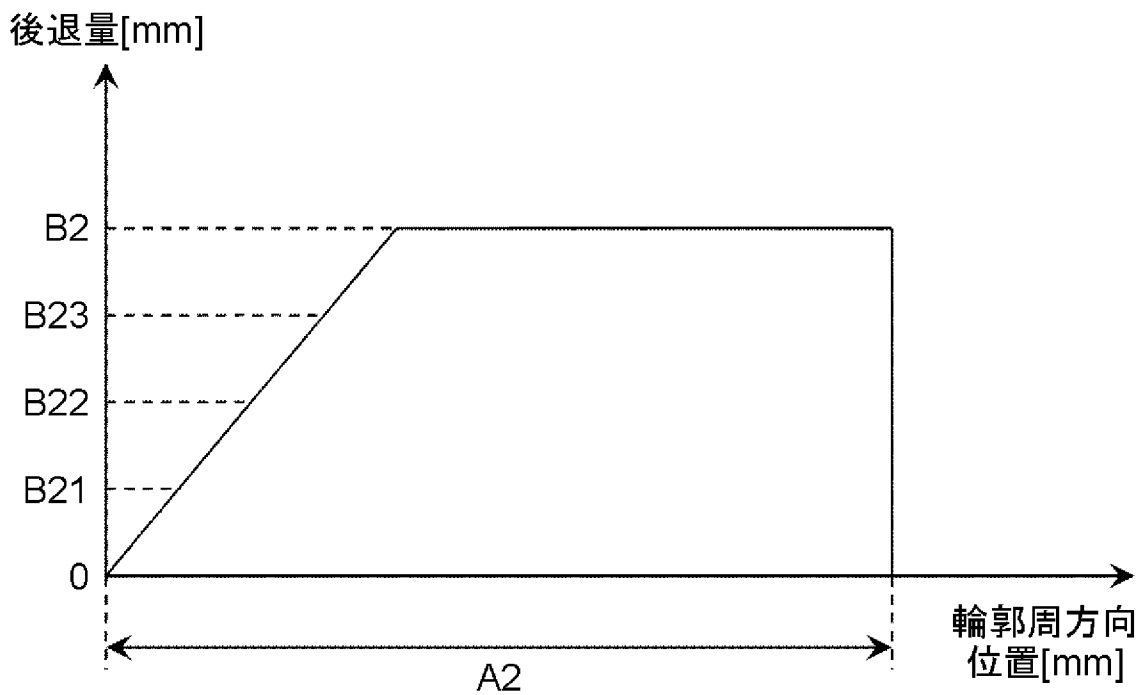
[図23]

22A

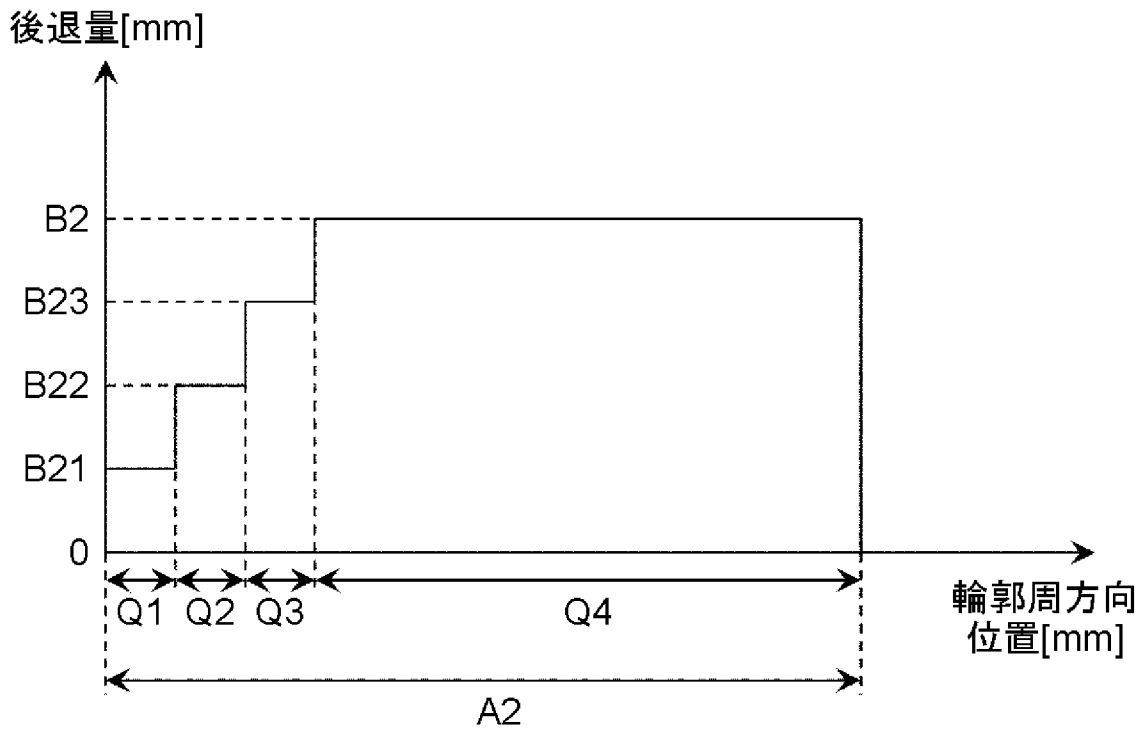
分類	パラメータ名	単位	区域	
			A1	A2
輪郭 パラメータ	区域長	mm	W1	W2
	後退量	mm	B1	B2
	分布パラメータ		E1	E2
工具状態 パラメータ	パンチ摩耗量	um	P1	P2
	ダイ摩耗量	um	D1	D2
	クリアランス	um	C1	C2
ワーク状態 パラメータ	ワーク厚み	um	T	



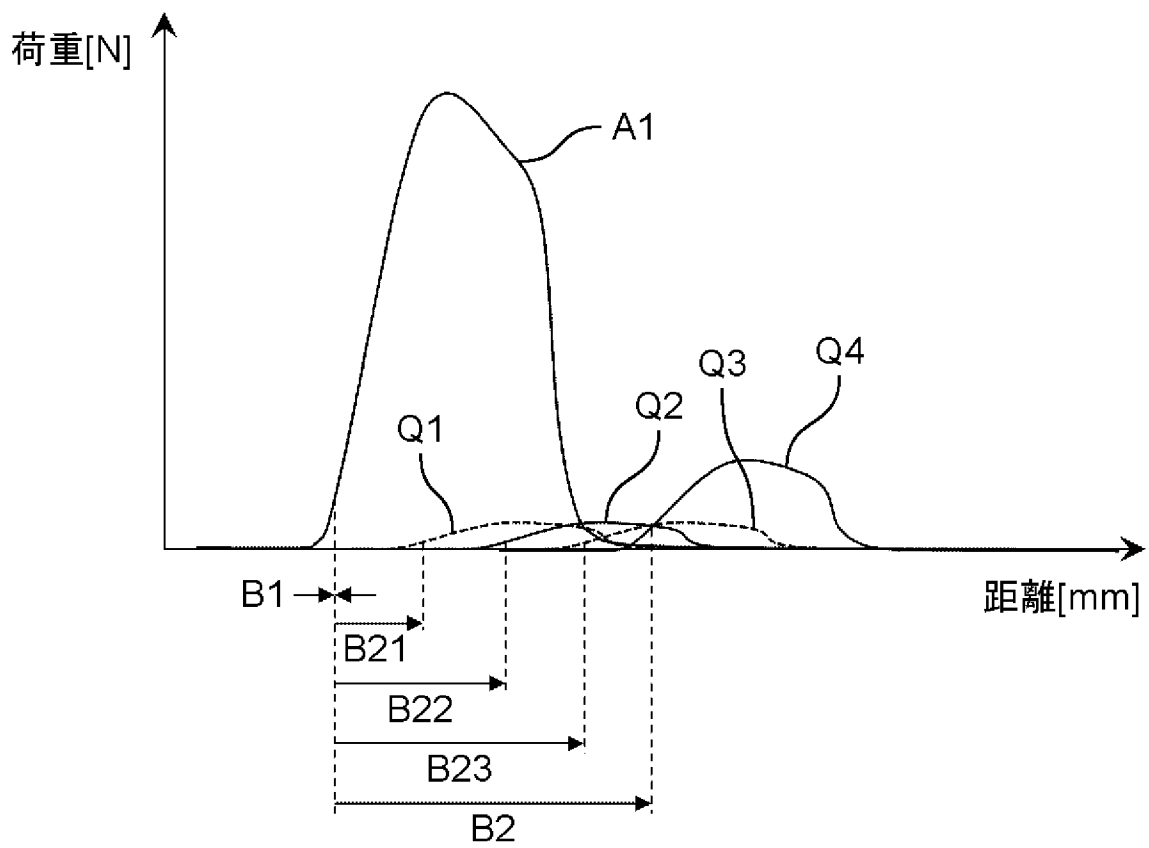
[図24A]



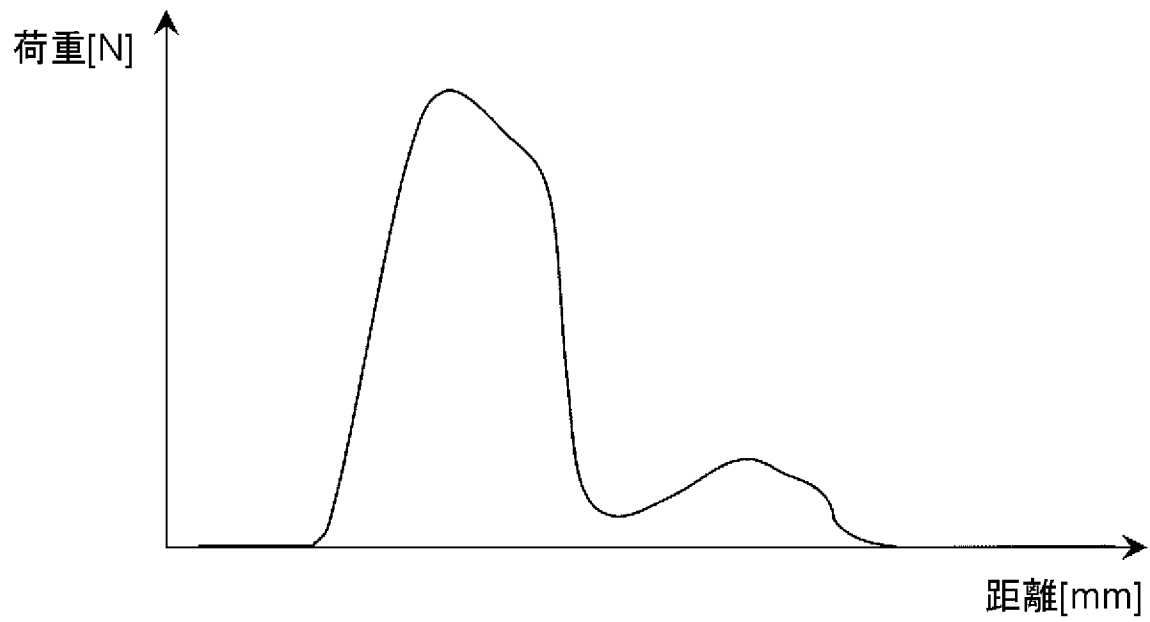
[図24B]



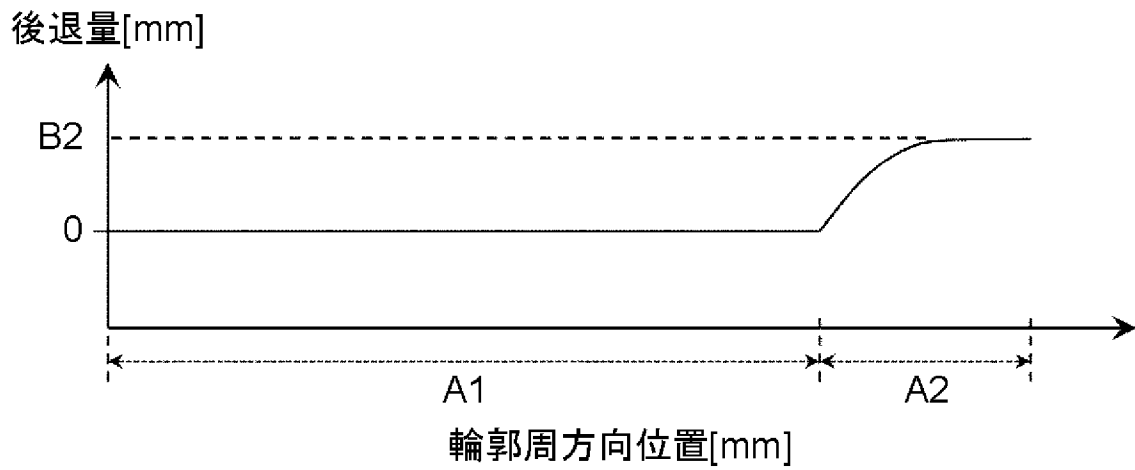
[図25A]



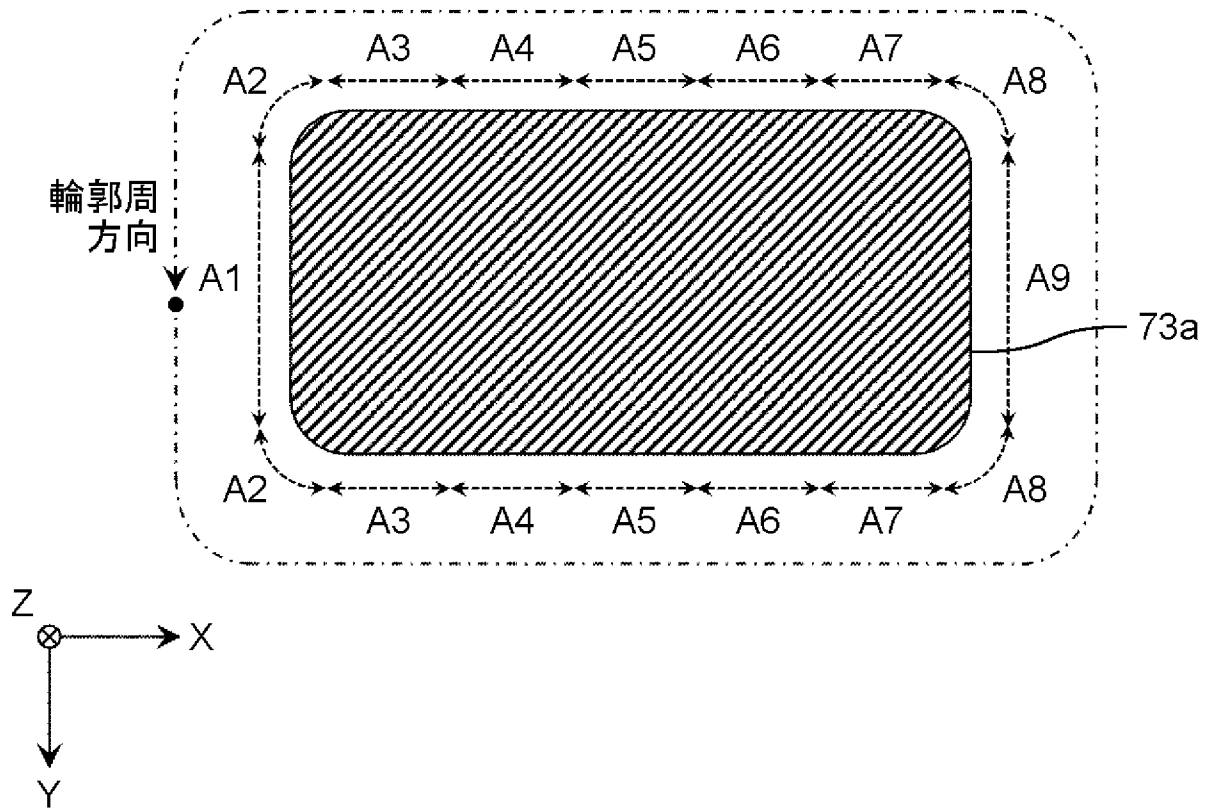
[圖25B]



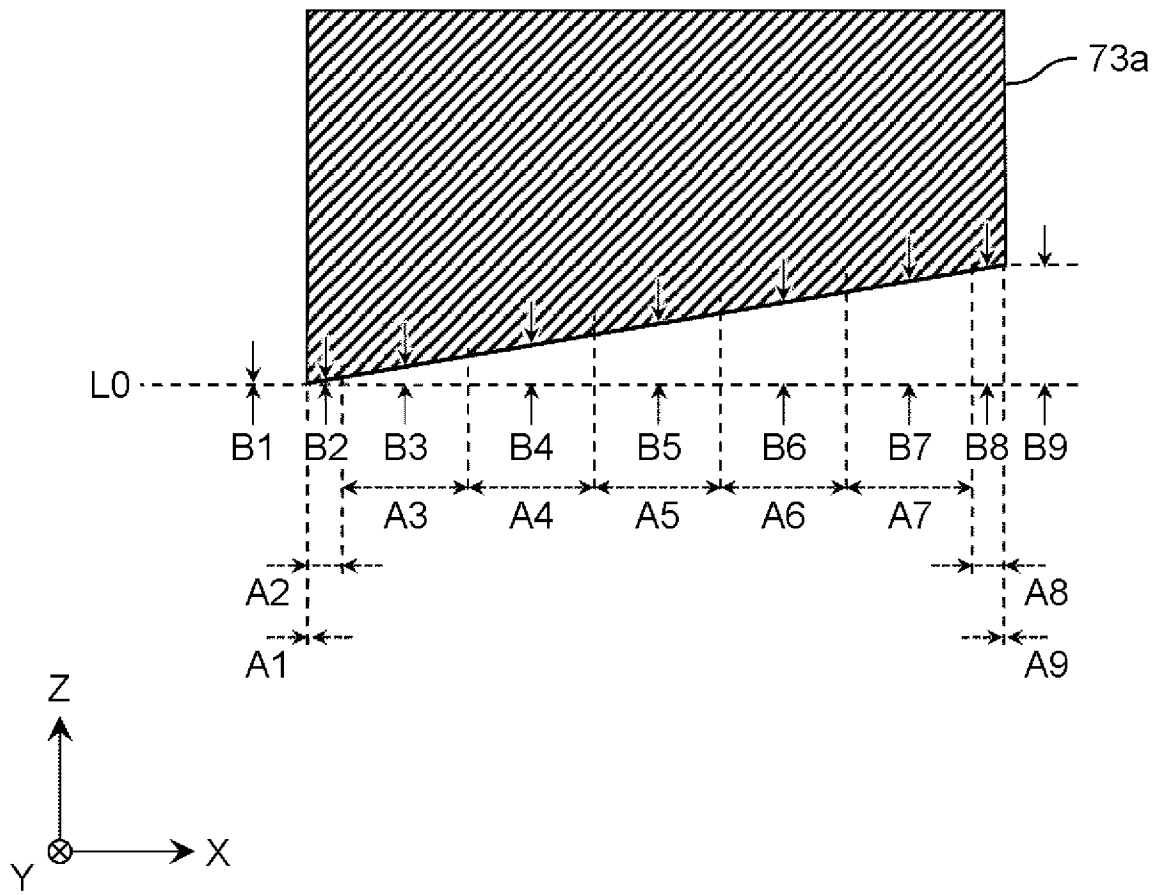
[圖26]



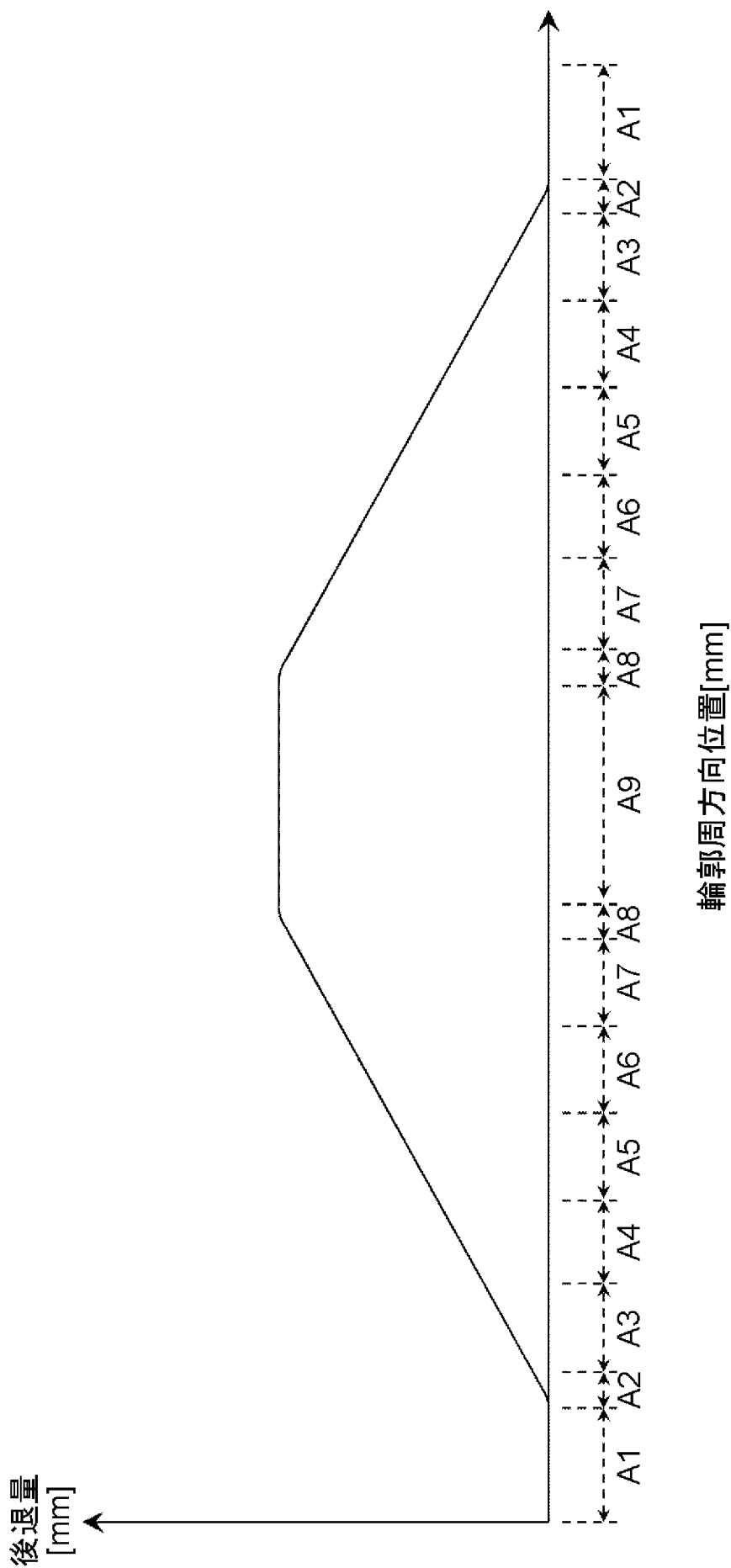
[図27]



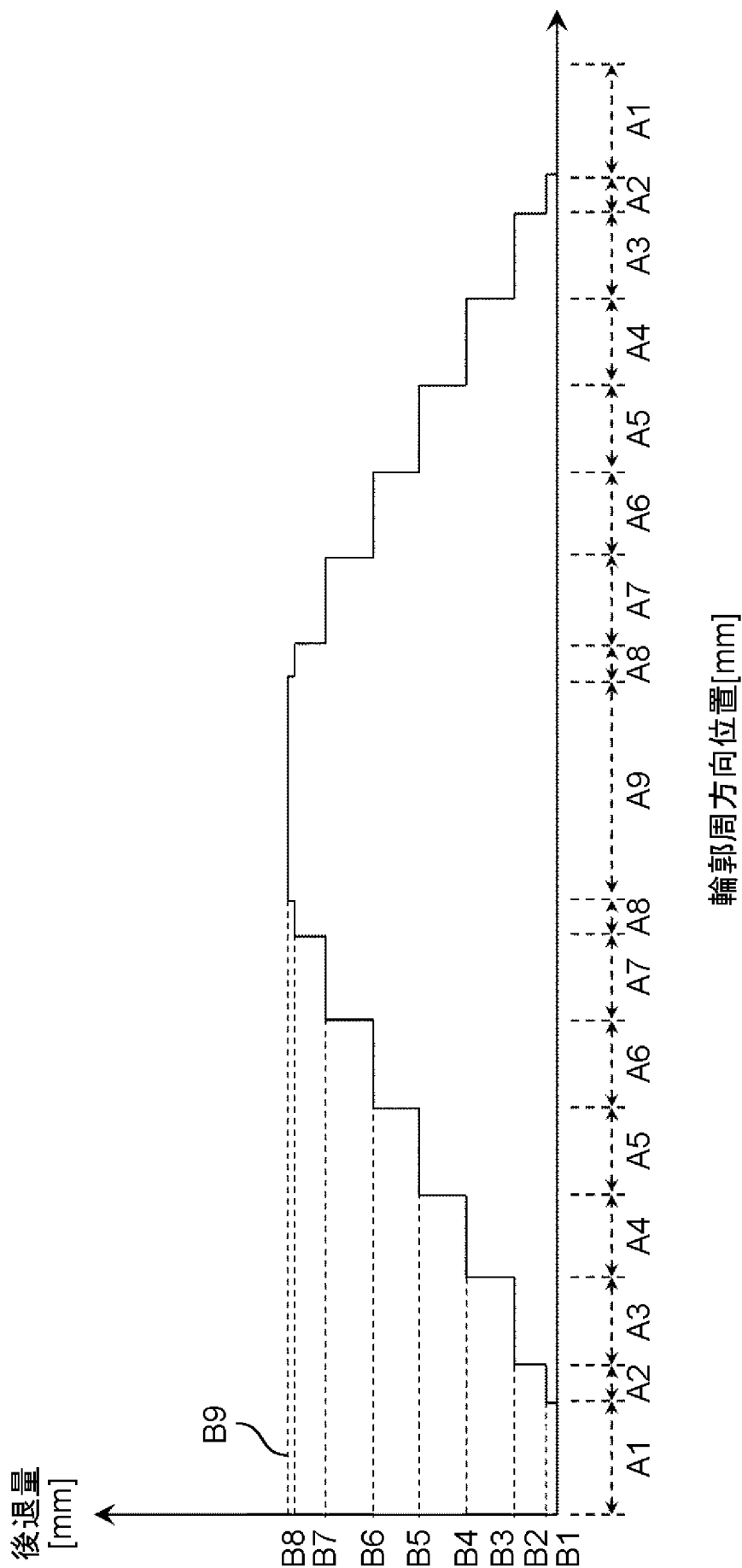
[図28]



[図29]



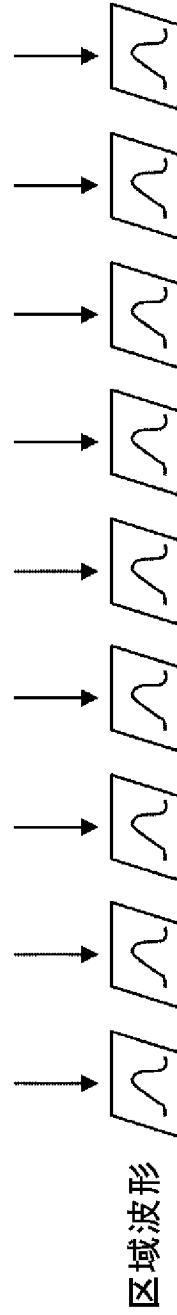
[図30]



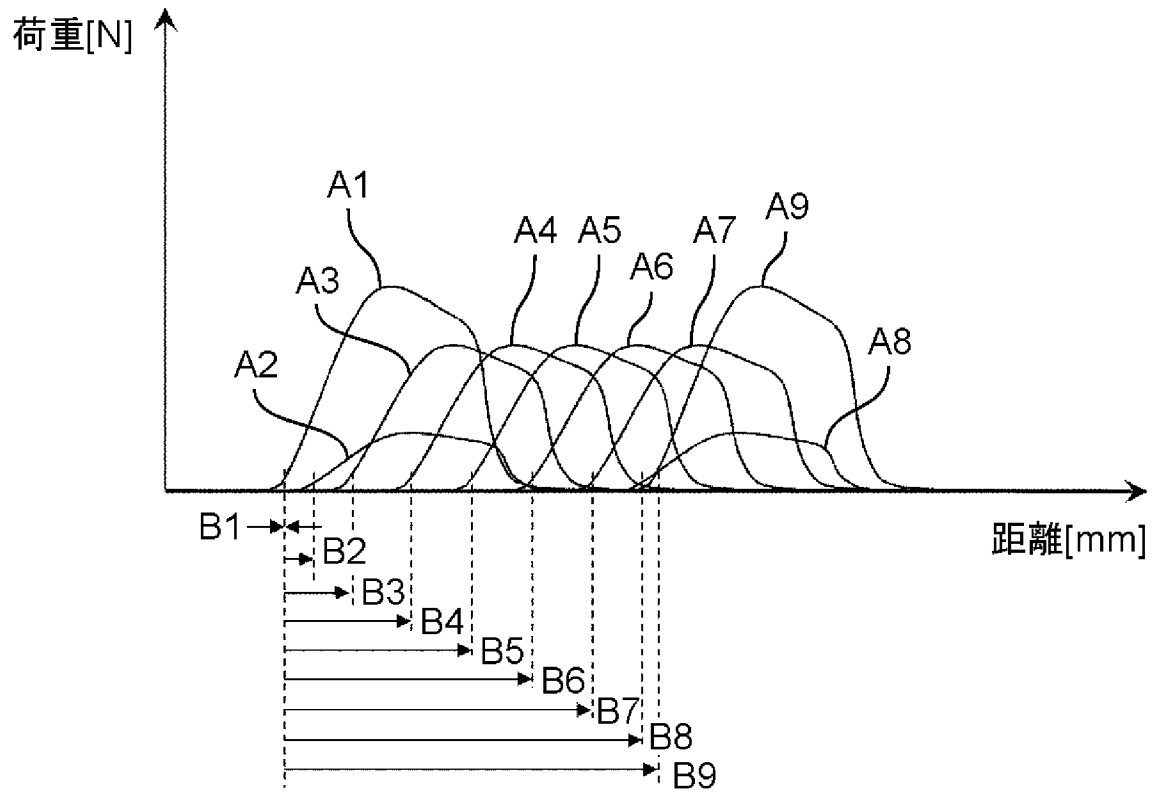
[図31]

22B

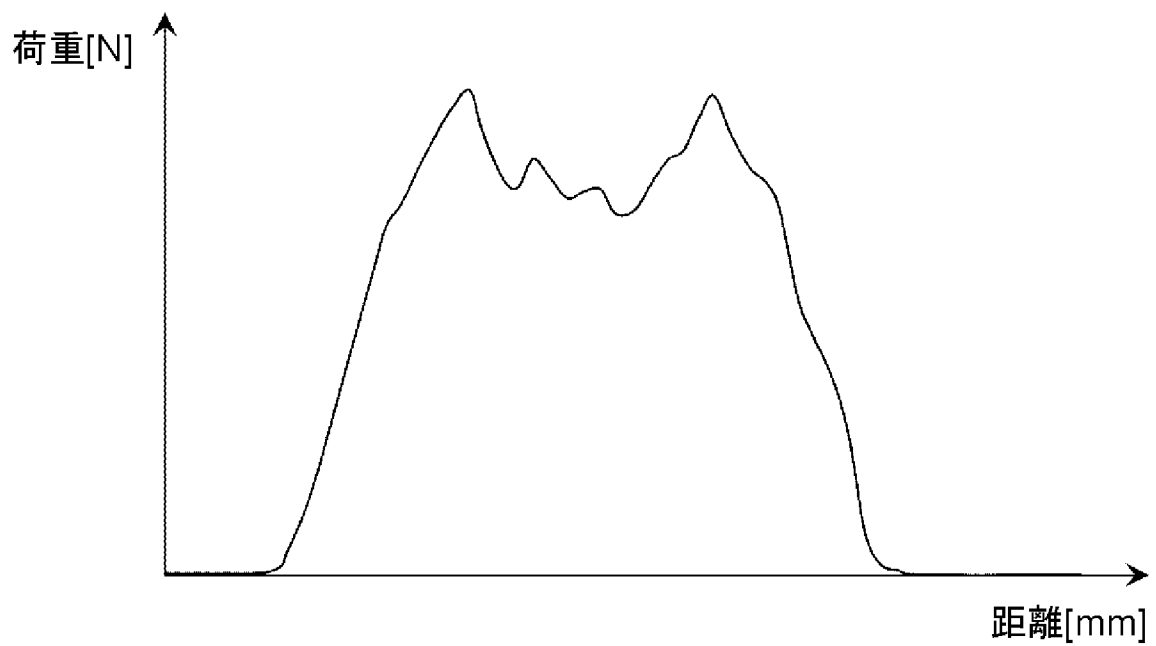
分類	パラメータ名	単位	区域								
			A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
輪郭 パラメータ	区域長	mm	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
	後退量	mm	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
工具状態 パラメータ	パンチ摩耗量	um	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
	ダイ摩耗量	um	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
	クリアランス	um	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
ワーク状態 パラメータ	材料厚み	um	T								



[図32A]



[図32B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/010957

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>B30B 15/00</i> (2006.01)i; <i>B21D 28/00</i> (2006.01)i; <i>G06F 11/22</i> (2006.01)i FI: B30B15/00 Z; B21D28/00 Z; G06F11/22 673L		
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) B30B15/00; B21D28/00; G06F11/22		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
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.
A	JP 2020-127968 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 27 August 2020 (2020-08-27)	1-15
A	JP 7134652 B2 (AKEBONO BRAKE INDUSTRY CO., LTD.) 12 September 2022 (2022-09-12)	1-15
A	JP 2939479 B2 (KAWASAKI YUKOU KK) 25 August 1999 (1999-08-25)	1-15
A	JP 3231536 B2 (TOYOTA MOTOR CORP.) 26 November 2001 (2001-11-26)	1-15
A	JP 5-212455 A (AMADA CO., LTD.) 24 August 1993 (1993-08-24)	1-15
A	JP 2017-87224 A (TOPPAN PRINTING CO., LTD.) 25 May 2017 (2017-05-25)	1-15
A	JP 6163215 B2 (FETTE COMPACTING GMBH) 12 July 2017 (2017-07-12)	1-15
A	JP 6-86038 B2 (AMADA CO., LTD.) 02 November 1994 (1994-11-02)	1-15
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 05 April 2024		Date of mailing of the international search report 07 May 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/010957

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	WO 2023/162306 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 31 August 2023 (2023-08-31)	1-15
P, A	WO 2023/162305 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 31 August 2023 (2023-08-31)	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/010957

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2020-127968	A	27 August 2020	US	2020/0254501	A1	
				CN	111538235	A	
JP	7134652	B2	12 September 2022	CN	110252851	A	
JP	2939479	B2	25 August 1999	(Family: none)			
JP	3231536	B2	26 November 2001	US	5692404	A	
				EP	612992	A2	
				KR	10-1994-0019458	A	
				CN	1108762	A	
				CA	2116407	A1	
JP	5-212455	A	24 August 1993	(Family: none)			
JP	2017-87224	A	25 May 2017	(Family: none)			
JP	6163215	B2	12 July 2017	US	2014/0144205	A1	
				WO	2012/152373	A1	
				EP	2707208	A1	
				DE	102011101294	A	
				CN	103717386	A	
JP	6-86038	B2	02 November 1994	(Family: none)			
WO	2023/162306	A1	31 August 2023	(Family: none)			
WO	2023/162305	A1	31 August 2023	(Family: none)			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B30B 15/00(2006.01)i; B21D 28/00(2006.01)i; G06F 11/22(2006.01)i FI: B30B15/00 Z; B21D28/00 Z; G06F11/22 673L		
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）） B30B15/00; B21D28/00; G06F11/22 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 - 2024年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2024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
A	JP 2020-127968 A (パナソニックIPマネジメント株式会社) 27.08.2020 (2020 - 08 - 27)	1-15
A	JP 7134652 B2 (曙ブレーキ工業株式会社) 12.09.2022 (2022 - 09 - 12)	1-15
A	JP 2939479 B2 (川崎油工業株式会社) 25.08.1999 (1999 - 08 - 25)	1-15
A	JP 3231536 B2 (トヨタ自動車株式会社) 26.11.2001 (2001 - 11 - 26)	1-15
A	JP 5-212455 A (株式会社アマダ) 24.08.1993 (1993 - 08 - 24)	1-15
A	JP 2017-87224 A (凸版印刷株式会社) 25.05.2017 (2017 - 05 - 25)	1-15
A	JP 6163215 B2 (フェット コンパクティング ゲーエムベーハー) 12.07.2017 (2017 - 07 - 12)	1-15
A	JP 6-86038 B2 (株式会社アマダ) 02.11.1994 (1994 - 11 - 02)	1-15
P, A	WO 2023/162306 A1 (パナソニックIPマネジメント株式会社) 31.08.2023 (2023 - 08 - 31)	1-15
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的技术水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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抵触するものではなく、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 05.04.2024	国際調査報告の発送日 07.05.2024	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 石田 宏之 3P 9258 電話番号 03-3581-1101 内線 3363	

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
P, A	WO 2023/162305 A1 (パナソニック IP マネジメント株式会社) 31.08.2023 (2023 - 08 - 31)	1-15

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/010957

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2020-127968 A	27.08.2020	US 2020/0254501 A1 CN 111538235 A	
JP 7134652 B2	12.09.2022	CN 110252851 A	
JP 2939479 B2	25.08.1999	(ファミリーなし)	
JP 3231536 B2	26.11.2001	US 5692404 A EP 612992 A2 KR 10-1994-0019458 A CN 1108762 A CA 2116407 A1	
JP 5-212455 A	24.08.1993	(ファミリーなし)	
JP 2017-87224 A	25.05.2017	(ファミリーなし)	
JP 6163215 B2	12.07.2017	US 2014/0144205 A1 WO 2012/152373 A1 EP 2707208 A1 DE 102011101294 A CN 103717386 A	
JP 6-86038 B2	02.11.1994	(ファミリーなし)	
WO 2023/162306 A1	31.08.2023	(ファミリーなし)	
WO 2023/162305 A1	31.08.2023	(ファミリーなし)	