

(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
2021年6月10日(10.06.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/112039 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 26/082 (2014.01) G05B 19/4093 (2006.01)
G05B 19/4069 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/044510

(22) 国際出願日: 2020年11月30日(30.11.2020)

(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 2019-217739 2019年12月2日(02.12.2019) JP

(71) 出願人: 株式会社アマダ (AMADA CO.,LTD.)
[JP/JP]; 〒2591196 神奈川県伊勢原市石田
2 0 0 番地 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 河原 千秋 (KAWAHARA Chiaki);
〒2591196 神奈川県伊勢原市石田 2 0 0
番地 Kanagawa (JP). 西村 知紘 (NISHIMURA
Tomohiro); 〒2591196 神奈川県伊勢原市石
田 2 0 0 番地 Kanagawa (JP). 入江 真 (IRIE
Shin); 〒2591196 神奈川県伊勢原市石田
2 0 0 番地 Kanagawa (JP).

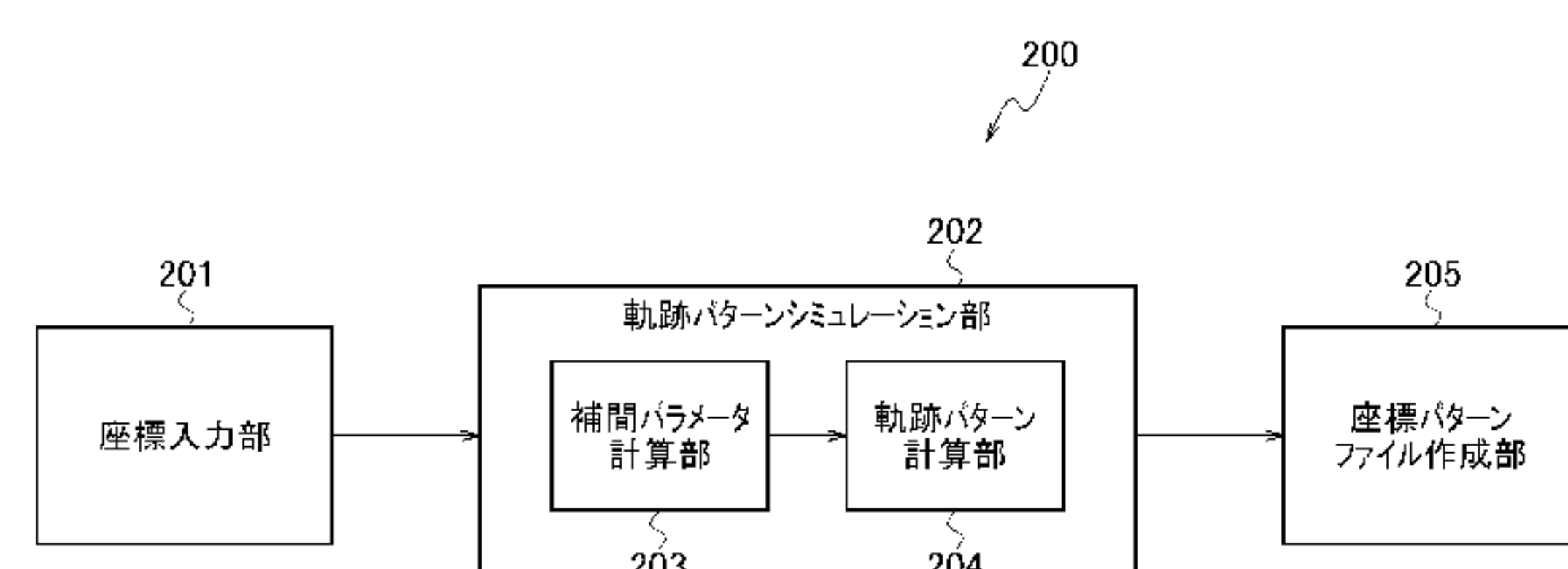
(74) 代理人: 三好 秀和, 外 (MIYOSHI Hidekazu et
al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目 2 番
8 号 虎ノ門琴平タワー Tokyo (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ,

(54) Title: COORDINATE PATTERN FILE CREATING DEVICE, TRAJECTORY PATTERN CREATING DEVICE,
AND METHOD FOR CONTROLLING LASER PROCESSING MACHINE

(54) 発明の名称: 座標パターンファイル作成装置、軌跡パターン作成装置、及びレーザ加工機の制御方法

[図4]



201 Coordinate input unit
202 Trajectory pattern simulation unit
203 Interpolation parameter calculating unit
204 Trajectory pattern calculating unit
205 Coordinate pattern file creating unit

(57) Abstract: An interpolation parameter calculating unit (203) calculates an interpolation parameter of a prescribed interpolation calculation formula on the basis of a first plurality of coordinate values which have been input by means of a coordinate input unit (201), and which constitute a coordinate pattern for determining one cycle of a trajectory pattern when a laser beam is being caused to oscillate. A trajectory pattern calculating unit (204) calculates a second plurality of coordinate values constituting the trajectory pattern, on the basis of the interpolation parameter, each oscillation in the trajectory pattern in an x-axis direction and a y-axis direction, where the x-axis direction is the direction of travel of a processing head and the y-axis direction is a direction perpendicular to the x-axis direction, a frequency of the trajectory pattern, and a control cycle of a beam oscillation mechanism which causes the laser beam to oscillate.

(57) 要約: 補間パラメータ計算部 (203) は、座標入力部 (201) によって入力された、レーザビームを振動させる際の 1 周期の軌跡パターンを決定するための座標パターンを構成する第 1 の複数の座標値に基づいて、所定の補間計算式の補間パラメータを計算する。軌跡パターン計算部 (204) は、補間パラメータと、加工ヘッドの移動方向を x 軸方向、x 方向と直交する方向を y 軸方向としたときの軌跡パターンの x 軸方向及び y 軸方向の各振幅と、軌跡パターンの周波数と、レーザビームを振動させるビーム振動機構の制御周期とに基づいて、軌跡パターンを構成する第 2 の複数の座標値を計算する。

[続葉有]

EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

座標パターンファイル作成装置、軌跡パターン作成装置、及びレーザ加工機の制御方法

技術分野

[0001] 本開示は、座標パターンファイル作成装置、軌跡パターン作成装置、及びレーザ加工機の制御方法に関する。

背景技術

[0002] レーザ発振器より射出されたレーザビームによって板金を切断して、所定の形状を有する製品を作製するレーザ加工機が普及している。特許文献1及び2には、ガルバノスキャナユニットによってレーザビームを所定の軌跡パターン（振動パターン）で振動させながら板金を切断することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許6592563号公報

特許文献2：特開2019-155404号公報

発明の概要

[0004] ガルバノスキャナユニットは一对のスキャンミラーを備え、一对のスキャンミラーの一方または双方を往復振動させることによって、板金に照射されるレーザビームを振動させる。従来においては、スキャンミラーを駆動する駆動部は、スキャンミラーを正弦波状に振動させる。これは、駆動部がスキャンミラーを円滑に動かすことができるからである。

[0005] ところが、スキャンミラーを正弦波状に振動させ振動方法では、レーザビームのビームスポットを、特許文献2に記載されているような特定の軌跡パターンでしか振動させることができない。特定の軌跡パターンとしては、レーザビームのビームスポットを、切断進行方向と平行方向に振動させる平行

振動パターン、切断進行方向と直交する方向に振動させる直交振動パターンがある。他の特定の軌跡パターンとしては、ビームスポットが円を描くように振動させる円振動パターン、ビームスポットが数字の8を描くように振動させる8の字状振動パターン、アルファベットのCを描くように振動させるC字状振動パターンがある。

[0006] ここでの軌跡パターンとは、レーザビームを射出する加工ヘッドを移動させていない状態で、ガルバノスキャナユニットがレーザビームを振動させることのみによって描かれるパターンである。板金を切断するときの実際の軌跡パターンは、ガルバノスキャナユニットによる軌跡パターンに加工ヘッドの移動に伴う変位が加えられた軌跡パターンとなる。

[0007] 上記のような特定の軌跡パターンに限定されない各種の軌跡パターンでレーザビームを振動させることができるよう、スキャンミラーを正弦波状だけでなく、正弦波以外の波形状に振動させることが望ましい。従来、正弦波以外の波形を含む任意の波形状に振動させることができるスキャンミラーの制御方法は確立されていない。

[0008] そこで、レーザビームを任意の波形状に振動させるための軌跡パターン作成装置、及びレーザビームを任意の波形状に振動させて板金を加工することができるレーザ加工機の制御方法が求められる。また、どのような軌跡パターンでレーザビームが振動させられるかを事前に確認した上で軌跡パターンを決定するための座標パターンファイルを作成することができる座標パターンファイル作成装置が求められる。

[0009] 1 またはそれ以上の実施形態は、レーザビームのビームスポットによって描かれる軌跡パターンを事前に確認した上で軌跡パターンを決定するための座標パターンファイルを作成することができる座標パターンファイル作成装置を提供することを目的とする。本発明は、レーザビームを任意の波形状に振動させるための軌跡パターンを作成することができる軌跡パターン作成装置、及びレーザビームを任意の波形状に振動させて板金を加工することができるレーザ加工機の制御方法を提供することを目的とする。

[0010] 1 またはそれ以上の実施形態の第1の態様によれば、座標入力部によって入力された、加工ヘッドより射出されて板金に照射されるレーザビームを振動させる際の1周期の軌跡パターンを決定するための元データである座標パターンを構成する第1の複数の座標値に基づいて、所定の補間計算式の補間パラメータを計算する補間パラメータ計算部と、前記補間パラメータと、前記加工ヘッドの移動方向をx軸方向、x方向と直交する方向をy軸方向としたときの前記軌跡パターンのx軸方向及びy軸方向の各振幅と、前記軌跡パターンの周波数と、レーザビームを振動させるビーム振動機構の制御周期とに基づいて、前記軌跡パターンを構成する第2の複数の座標値を計算する軌跡パターン計算部とを有し、前記第2の複数の座標値によって形成される前記軌跡パターンを表示部に表示する軌跡パターンシミュレーション部と、前記第1の複数の座標値によって構成された前記座標パターンを示す座標パターンデータを含む座標パターンファイルを作成する座標パターンファイル作成部とを備える座標パターンファイル作成装置が提供される。

[0011] 1 またはそれ以上の実施形態の第2の態様によれば、予め作成された座標パターンファイルに含まれている、加工ヘッドより射出されて板金に照射されるレーザビームを振動させる際の1周期の軌跡パターンを決定するための元データである第1の複数の座標値によって構成された座標パターンに基づいて、所定の補間計算式の補間パラメータを計算する補間パラメータ計算部と、前記補間パラメータと、前記板金を加工する加工条件に設定されている、前記加工ヘッドの移動方向をx軸方向、x方向と直交する方向をy軸方向としたときの前記軌跡パターンのx軸方向及びy軸方向の各振幅と、前記加工条件に設定されている前記軌跡パターンの周波数と、レーザビームを振動させるビーム振動機構の制御周期とに基づいて、前記軌跡パターンを構成する第2の複数の座標値を計算する軌跡パターン計算部と、前記第2の複数の座標値よりなる軌跡パターンデータを保持する軌跡パターン保持部とを備える軌跡パターン作成装置が提供される。

[0012] 1 またはそれ以上の実施形態の第3の態様によれば、レーザビームを射出

する加工ヘッドを板金の面に沿って前記板金に対して相対的に移動させる移動機構と、前記加工ヘッドより射出されて板金に照射されるレーザビームを振動させるビーム振動機構を備えるレーザ加工機を制御するNC装置が、予め作成された座標パターンファイルに含まれている、レーザビームを振動させる際の1周期の軌跡パターンを決定するための元データである第1の複数の座標値によって構成された座標パターンに基づいて、所定の補間計算式の補間パラメータを計算し、前記補間パラメータと、前記板金を加工する加工条件に設定されている、前記加工ヘッドの移動方向をx軸方向、x方向と直交する方向をy軸方向としたときの前記軌跡パターンのx軸方向及びy軸方向の各振幅と、前記加工条件に設定されている前記軌跡パターンの周波数と、前記ビーム振動機構の制御周期とに基づいて、前記軌跡パターンを構成する第2の複数の座標値を計算し、前記第2の複数の座標値よりなる軌跡パターンデータを記憶部に記憶し、前記加工条件に設定されている速度が0を超える速度であるとき、前記加工ヘッドを前記加工条件に設定されている速度で移動させるよう前記移動機構を制御し、かつ、前記記憶部に記憶された軌跡パターンデータに基づいてレーザビームを振動させるよう前記ビーム振動機構を制御するレーザ加工機の制御方法が提供される。

[0013] 1 またはそれ以上の実施形態の座標パターンファイル作成装置によれば、レーザビームのビームスポットによって描かれる軌跡パターンを事前に確認した上で軌跡パターンを決定するための座標パターンファイルを作成することができる。本発明の軌跡パターン作成装置によれば、レーザビームを任意の波形状に振動させるための軌跡パターンを作成することができる。本発明のレーザ加工機の制御方法によれば、レーザビームを任意の波形状に振動させて板金を加工することができる

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図1は、レーザ加工機の全体的な構成例を示す図である。

[図2]図2は、レーザ加工機におけるコリメータユニット及び加工ヘッドの詳細な構成例を示す斜視図である。

[図3]図3は、ビーム振動機構によるレーザビームの板金への照射位置の変位を説明するための図である。

[図4]図4は、1またはそれ以上の実施形態の座標パターンファイル作成装置を示すブロック図である。

[図5]図5は、1またはそれ以上の実施形態の座標パターンファイル作成装置を構成するコンピュータ機器を示すブロック図である。

[図6]図6は、8の字状振動パターンを示す図である。

[図7]図7は、1またはそれ以上の実施形態の座標パターンファイル作成装置で実行される処理を示すフローチャートである。

[図8]図8は、図7のステップS205の詳細な処理を示すフローチャートである。

[図9]図9は、1またはそれ以上の実施形態の座標パターンファイル作成装置が表示部に表示する座標値入力ウィンドウを示す図である。

[図10]図10は、座標値入力ウィンドウに図6に示す8の字状振動パターンを得るための座標値よりなる座標パターンを入力した状態を示す図である。

[図11]図11は、1またはそれ以上の実施形態の座標パターンファイル作成装置が、加工ヘッドの移動速度を6000mm/分、振幅 Q_x 及び Q_y を100 μ m、周波数を1000Hz、角度を0度、補間計算式を自然スプライン補間としたシミュレーション条件で、図10に示す座標パターンに基づいて作成した軌跡パターンを含む軌跡パターン表示ウィンドウを示す図である。

[図12]図12は、加工ヘッドの移動速度を3000mm/分に変更した軌跡パターン表示ウィンドウを示す図である。

[図13]図13は、加工ヘッドの移動速度を9000mm/分に変更した軌跡パターン表示ウィンドウを示す図である。

[図14]図14は、振幅 Q_x 及び Q_y を200 μ mに変更した軌跡パターン表示ウィンドウを示す図である。

[図15]図15は、振幅 Q_x 及び Q_y を50 μ mに変更した軌跡パターン表示

ウィンドウを示す図である。

[図16]図16は、周波数を2000Hzに変更した軌跡パターン表示ウィンドウを示す図である。

[図17]図17は、周波数を500Hzに変更した軌跡パターン表示ウィンドウを示す図である。

[図18]図18は、角度を90度に変更した軌跡パターン表示ウィンドウを示す図である。

[図19]図19は、補間計算式を秋間プライン補間に変更した軌跡パターン表示ウィンドウを示す図である。

[図20]図20は、図6に示す8の字状振動パターンのx軸方向及びy軸方向の時間方向の振幅変化を示す特性図である。

[図21]図21は、略三角形状の軌跡パターンを示す図である。

[図22]図22は、座標値入力ウィンドウに図21に示す略三角形状の軌跡パターンを得るための座標値よりなる座標パターンを入力した状態を示す図である。

[図23]図23は、図22に示す座標パターンで得られる軌跡パターンを示す図である。

[図24]図24は、1またはそれ以上の実施形態の座標パターンファイル作成装置が、加工ヘッドの移動速度を2000mm/分、振幅 Q_x 及び Q_y を100 μ m、周波数を2000Hz、角度を0度、補間計算式を自然スプライン補間としたシミュレーション条件で、図22に示す座標パターンに基づいて作成した軌跡パターンを含む軌跡パターン表示ウィンドウを示す図である。

[図25]図25は、座標間の距離が制限値以内ないと判定された状態の跡パターンを含む軌跡パターン表示ウィンドウを示す図である。

[図26]図26は、図21に示す略三角形状の軌跡パターンのx軸方向及びy軸方向の時間方向の振幅変化を示す特性図である。

[図27]図27は、図22に示す座標パターンを変形した座標パターンを示す

図である。

[図28]図28は、図27に示す座標パターンで得られる軌跡パターンを示す図である。

[図29]図29は、1またはそれ以上の実施形態の軌跡パターン作成装置を備えるNC装置を示すブロック図である。

[図30]図30は、1またはそれ以上の実施形態の軌跡パターン作成装置で実行される処理であり、1またはそれ以上の実施形態のレーザ加工機の制御方法の部分的な処理を示すフローチャートである。

[図31]図31は、複数の穴を形成した板金を示す部分平面図である。

[図32A]図32Aは、1またはそれ以上の実施形態において、NC装置が図31に示すように板金を加工するための加工プログラムを部分的に示す図である。

[図32B]図32Bは、NC装置が図31に示すように板金を加工するための従来の加工プログラムを部分的に示す図である。

[図33]図33は、1またはそれ以上の実施形態の座標パターンファイル作成装置が表示部に表示する座標値入力ウィンドウに、円形の状振動パターンを得るための座標値よりなる座標パターンを入力した状態を示す図である。

[図34]図34は、1またはそれ以上の実施形態の座標パターンファイル作成装置が、加工ヘッドの移動速度を0mm/分、振幅 Q_x 及び Q_y を100 μ m、周波数を1000Hz、角度を0度、補間計算式を秋間スプライン補間としたシミュレーション条件で、図33に示す座標パターンに基づいて作成した軌跡パターンを含む軌跡パターン表示ウィンドウを示す図である。

[図35A]図35Aは、レーザビームを図34に示す円形の軌跡パターンで振動させた状態を示す図である。

[図35B]図35Bは、ノズルの開口の中心に位置しているレーザビームを開口の端部の方向に変位させた後に、図34に示す円形の軌跡パターンで振動させた状態を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、1またはそれ以上の実施形態の座標パターンファイル作成装置、軌跡パターン作成装置、及びレーザ加工機の制御方法について、添付図面を参照して説明する。まず、図1～図3を用いて、ガルバノスキャナユニットを備えて、レーザビームを所定の軌跡パターンで振動させながら板金を切断することができるレーザ加工機の構成例を説明する。

[0016] 図1において、レーザ加工機100は、レーザビームを生成して射出するレーザ発振器10と、レーザ加工ユニット20と、レーザ発振器10より射出されたレーザビームをレーザ加工ユニット20へと伝送するプロセスファイバ12とを備える。また、レーザ加工機100は、操作部40と、NC装置50と、アシストガス供給装置80と、表示部90とを備える。NC装置50は、レーザ加工機100の各部を制御する制御装置の一例である。

[0017] NC装置50には、加工プログラムデータベース60と、加工条件データベース70と、座標パターンファイルデータベース75とが接続されている。加工プログラムデータベース60と、加工条件データベース70と、座標パターンファイルデータベース75は、レーザ加工機100が備えていてもよいし、レーザ加工機100の外部に設けられていてもよい。後者の場合、加工プログラムデータベース60と、加工条件データベース70と、座標パターンファイルデータベース75は、ネットワークを介してレーザ加工機100と接続される構成であればよい。

[0018] レーザ発振器10としては、レーザダイオードより発せられる励起光を増幅して所定の波長のレーザビームを射出するレーザ発振器、またはレーザダイオードより発せられるレーザビームを直接利用するレーザ発振器が好適である。レーザ発振器10は、例えば、固体レーザ発振器、ファイバレーザ発振器、ディスクレーザ発振器、ダイレクトダイオードレーザ発振器（DDL発振器）である。

[0019] レーザ発振器10は、波長900nm～1100nmの1μm帯のレーザビームを射出する。ファイバレーザ発振器及びDDL発振器を例とすると、ファイバレーザ発振器は、波長1060nm～1080nmのレーザビーム

を射出し、DDL発振器は、波長910nm～950nmのレーザービームを射出する。

[0020] レーザ加工ユニット20は、加工対象の板金Wを載せる加工テーブル21と、門型のX軸キャリッジ22と、Y軸キャリッジ23と、Y軸キャリッジ23に固定されたコリメータユニット30と、加工ヘッド35とを有する。X軸キャリッジ22は、加工テーブル21上でX軸方向に移動自在に構成されている。Y軸キャリッジ23は、X軸キャリッジ22上でX軸に垂直なY軸方向に移動自在に構成されている。X軸キャリッジ22及びY軸キャリッジ23は、加工ヘッド35を板金Wの面に沿って、X軸方向、Y軸方向、または、X軸とY軸との任意の合成方向に移動させる移動機構として機能する。

[0021] 加工ヘッド35を板金Wの面に沿って移動させる代わりに、加工ヘッド35は位置が固定されていて、板金Wが移動するように構成されていてもよい。レーザー加工機100は、板金Wの面に対して加工ヘッド35を相対的に移動させる移動機構を備えていればよい。

[0022] 加工ヘッド35には、先端部に円形の開口36aを有し、開口36aよりレーザービームを射出するノズル36が取り付けられている。ノズル36の開口36aより射出されたレーザービームは板金Wに照射される。アシストガス供給装置80は、アシストガスとして窒素、酸素、窒素と酸素との混合気体、または空気を加工ヘッド35に供給する。板金Wの加工時に、アシストガスは開口36aより板金Wへと吹き付けられる。アシストガスは、板金Wが溶融したカーフ幅内の溶融金属を排出する。

[0023] 図2に示すように、コリメータユニット30は、プロセスファイバ12より射出された発散光のレーザービームを平行光（コリメート光）に変換するコリメーションレンズ31を備える。また、コリメータユニット30は、ガルバノスキャナユニット32と、ガルバノスキャナユニット32より射出されたレーザービームをX軸及びY軸に垂直なZ軸方向下方に向けて反射させるベンドミラー33を備える。加工ヘッド35は、ベンドミラー33で反射した

レーザビームを集束して、板金Wに照射する集束レンズ34を備える。

[0024] レーザビームの焦点位置を調整するために、集束レンズ34は図示していない駆動部及び移動機構によって、板金Wに近付く方向及び板金Wより離隔する方向に移動自在に構成されている。

[0025] レーザ加工機100は、ノズル36の開口36aより射出されるレーザビームが開口36aの中心に位置するように芯出しされている。基準の状態では、レーザビームは、開口36aの中心より射出する。ガルバノスキャナユニット32は、加工ヘッド35内を進行して開口36aより射出されるレーザビームを、開口36a内で振動させるビーム振動機構として機能する。

[0026] ガルバノスキャナユニット32は、コリメーションレンズ31より射出されたレーザビームを反射するスキャンミラー321と、スキャンミラー321を所定の角度となるように回転させる駆動部322とを有する。また、ガルバノスキャナユニット32は、スキャンミラー321より射出されたレーザビームを反射するスキャンミラー323と、スキャンミラー323を所定の角度となるように回転させる駆動部324とを有する。駆動部322及び324はモータによって構成することができる。

[0027] 駆動部322及び324は、NC装置50による制御に基づき、それぞれ、スキャンミラー321及び323を所定の角度範囲で往復振動させることができる。スキャンミラー321とスキャンミラー323とのいずれか一方または双方を往復振動させることによって、ガルバノスキャナユニット32は、板金Wに照射されるレーザビームを振動させる。

[0028] ガルバノスキャナユニット32はビーム振動機構の一例であり、ビーム振動機構は一对のスキャンミラーを有するガルバノスキャナユニット32に限定されない。

[0029] 図3は、スキャンミラー321とスキャンミラー323とのいずれか一方または双方が傾けられて、板金Wに照射されるレーザビームの位置が変位した状態を示している。図3において、ベンドミラー33で折り曲げられて集束レンズ34を通過する細実線は、レーザ加工機100が基準の状態である

ときのレーザビームの光軸を示している。

[0030] なお、詳細には、ベンドミラー 33 の手前に位置しているガルバノスキャナユニット 32 の作動により、ベンドミラー 33 に入射するレーザビームの光軸の角度が変化し、光軸がベンドミラー 33 の中心から外れる。図 3 では、簡略化のため、ガルバノスキャナユニット 32 の作動前後でベンドミラー 33 へのレーザビームの入射位置を同じ位置としている。

[0031] ガルバノスキャナユニット 32 による作用によって、レーザビームの光軸が細実線で示す位置から太実線で示す位置へと変位したとする。ベンドミラー 33 で反射するレーザビームが角度 θ で傾斜したとすると、板金 W へのレーザビームの照射位置は距離 Δs だけ変位する。集束レンズ 34 の焦点距離を EFL (Effective Focal Length) とすると、距離 Δs は、 $EFL \times \sin \theta$ で計算される。

[0032] ガルバノスキャナユニット 32 がレーザビームを図 3 に示す方向とは逆方向に角度 θ だけ傾ければ、板金 W へのレーザビームの照射位置を図 3 に示す方向とは逆方向に距離 Δs だけ変位させることができる。距離 Δs は開口 36 a の半径未満の距離であり、好ましくは、開口 36 a の半径から所定の余裕量だけ引いた距離を最大距離とした最大距離以下の距離である。

[0033] NC 装置 50 は、ガルバノスキャナユニット 32 の駆動部 322 及び 324 を制御することによって、レーザビームを板金 W の面内の所定の方向に振動させることができる。レーザビームを振動させることによって、板金 W の面上に形成されるビームスポットを振動させることができる。

[0034] 以上のように構成されるレーザ加工機 100 は、レーザ発振器 10 より射出されたレーザビームによって板金 W を切断して所定の形状を有する製品を作製する。レーザ加工機 100 は、レーザビームの焦点を、板金 W の上面、上面より所定の距離だけ上方、または上面より所定の距離だけ下方で板金 W の板厚内のいずれかの適宜の位置に位置させて、レーザビームを所定の軌跡パターンで振動させながら板金を切断する。

[0035] 加工プログラムデータベース 60 には、板金 W を切断するための加工プロ

グラムが記憶されている。NC装置50は、加工プログラムデータベース60より加工プログラムを読み出し、加工条件データベース70に記憶されている複数の加工条件ファイルのうちのいずれかの加工条件ファイルを選択する。NC装置50は、読み出した加工プログラム及び選択した加工条件ファイルで設定されている加工条件に基づいて板金Wを切断するようレーザ加工機100を制御する。

[0036] 座標パターンファイルデータベース75には、レーザビームを振動させる軌跡パターンを決定する際に用いる座標パターンファイルが記憶されている。座標パターンファイルの詳細については後述する。NC装置50は、板金Wを切断するときにレーザビームを振動させる場合には、座標パターンファイルデータベース75より所望の座標パターンファイルを読み出す。NC装置50は、読み出した座標パターンファイルを用いて軌跡パターンを決定して、レーザビームを振動させるようガルバノスキャナユニット32を制御する。

[0037] 図4は、軌跡パターンをシミュレーションして、座標パターンファイルを作成することができる1またはそれ以上の実施形態の座標パターンファイル作成装置200を示している。座標パターンファイル作成装置200は、座標入力部201と、軌跡パターンシミュレーション部202と、座標パターンファイル作成部205とを備える。軌跡パターンシミュレーション部202は、補間パラメータ計算部203及び軌跡パターン計算部204を備える。

[0038] 図4に示す座標パターンファイル作成装置200は、図5に示すコンピュータ機器210によって構成することができる。図5において、コンピュータ機器210は、中央処理装置（CPU）211、非一時的な記憶媒体212、メインメモリ213、ネットワーク接続部214を備える。コンピュータ機器210は表示部215及び操作部216を備えるか、コンピュータ機器210に表示部215及び操作部216が接続されている。記憶媒体212には、座標パターンファイルを作成するためのコンピュータプログラムで

ある座標パターンファイル作成プログラムが記憶されている。

[0039] CPU 211 が座標パターンファイル作成プログラムをメインメモリ 213 にロードして、座標パターンファイル作成プログラムを実行することによって、図 4 に示す座標パターンファイル作成装置 200 が構成される。表示部 215 及び操作部 216 は、座標入力部 201 として機能する。操作部 216 は、キーボードであってもよいし、表示部 215 の画面に装着されたタッチパネルであってもよい。CPU 211 が座標パターンファイル作成プログラムを実行することによって、軌跡パターンシミュレーション部 202 及び座標パターンファイル作成部 205 の機能が実現される。

[0040] ビームスポットを図 6 に示す 8 の字状振動パターンで振動させる場合を例として、図 4 に示す座標パターンファイル作成装置 200 が、8 の字状振動パターンを得るための座標パターンファイルをどのように作成するかを説明する。図 6 において、円で示すビームスポットは、ビームスポット内の数字で示す順に移動するように振動する。数字 8 で示す位置のビームスポットは数字 1 で示す位置へと移動して振動を繰り返す。図 6 に示す 8 の字状振動パターンは、加工ヘッド 35 が移動していない状態でガルバノスキャナユニット 32 がビームスポットを振動させることのみによって描かれるパターンである。

[0041] 図 7 及び図 8 に示すフローチャートは、座標パターンファイル作成装置 200 で実行される処理を示す。CPU 211 が座標パターンファイル作成プログラムを実行すると、CPU 211 は、図 7 のステップ S201 にて、表示部 215 に、図 9 に示す座標値入力ウィンドウ 220 を表示する。座標値入力ウィンドウ 220 が座標入力部 201 の少なくとも一部に相当する。

[0042] 座標値入力ウィンドウ 220 は、1 周期の軌跡パターンを決定するための元データである座標パターンを構成する複数の座標値（第 1 の複数の座標値）を入力する座標値入力欄 221 と、座標パターンを表示する座標パターン表示領域 222 とを有する。座標値入力ウィンドウ 220 は、座標パターンファイルデータベース 75 に記憶されている座標パターンファイルを読み出

すための読み出しボタン223と、クリアボタン224と、シミュレーション指示ボタン225とを有する。

[0043] 加工ヘッド35の移動方向である板金Wの切断進行方向をx軸方向、板金Wの面内でx軸方向と直交する方向をy軸方向とする。x軸方向及びy軸方向は、X軸キャリッジ22及びY軸キャリッジ23が、加工ヘッド35を板金Wの面に沿って、X軸方向、Y軸方向、または、X軸とY軸との任意の合成方向に移動させる移動方向によって決まる。

[0044] オペレータは、ステップS202にて、座標値入力欄221に座標パターンを構成する複数の座標値を入力する。図10に示すように、オペレータは、座標値入力欄221の番号1～7の欄に、(x, y)の座標値として、それぞれ(0, 0)、(-50, 25)、(0, 50)、(50, 25)、(0, 0)、(-50, -25)、(0, -50)、(50, -25)と入力する。

[0045] すると、座標パターン表示領域222には、座標値入力欄221に入力された複数の座標値に対応した座標パターンが表示される。座標値入力欄221のStartと表記されている欄にチェックを付した座標値は、座標パターンの開始座標となる。

[0046] なお、オペレータは、事前に、図6に示す8の字状振動パターンを得るための座標パターンが図10に示す座標パターンであることを理解している。図10における座標パターン表示領域222のx軸方向及びy軸方向の表示範囲は、座標値入力欄221に入力された複数の座標値に対応して、図9における表示範囲とは異なる表示範囲とされている。

[0047] CPU211は、ステップS203にて、シミュレーションの指示がなされたか否かを判定する。シミュレーションの指示がなされなければ(N0)、ステップS202及びS203の処理が繰り返される。図10において、オペレータがシミュレーション指示ボタン225を押下してシミュレーションの指示がなされると(YES)、CPU211(補間パラメータ計算部203)は、ステップS204にて、入力された座標値に基づいて、3次スプライン

補間の補間パラメータを計算する。

[0048] 3次スプライン補間の計算方法には、自然スプライン補間、秋間プライン補間等の各種の補間計算式（補間方法）がある。ステップS204では、使用される補間計算式が選択されている。

[0049] CPU211（補間パラメータ計算部203）は、x軸方向及びy軸方向それぞれの補間パラメータを計算する。補間パラメータとは、3次スプライン補間で用いられる式（1）及び式（2）で示す区分的多項式 $S_i(x)$ 及び $S_i(y)$ の係数 a 、 b 、 c 、及び d である。区分的多項式 $S_i(x)$ は離散点である座標値 x_i と座標値 x_{i+1} との間を補間する3次元多項式であり、区分的多項式 $S_i(y)$ は離散点である座標値 y_i と座標値 y_{i+1} との間を補間する3次元多項式である。

$$S_i(x) = a_i + b_i(x - x_i) + c_i(x - x_i)^2 + d_i(x - x_i)^3 \dots (1)$$

$$S_i(y) = a_i + b_i(y - y_i) + c_i(y - y_i)^2 + d_i(y - y_i)^3 \dots (2)$$

[0050] 実際には、x軸の補間パラメータとy軸の補間パラメータとを個別に計算するために、媒介変数 u を用いた式（3）及び式（4）が用いられる。座標値の数が7である場合、媒介変数 u は0から座標値の数より1を減算した数まで、即ち、0～6である。このとき、媒介変数 u は順番に入力された座標番号値であり、各座標値間を均等の時間で移動して1周期の移動を終えることにより、x軸方向の座標値－入力座標番号値（時間）、y軸方向の座標値－入力座標番号値（時間）の補間計算式が求まる。

$$x_i(u) = a_{x,i} + b_{x,i}u + c_{x,i}u^2 + d_{x,i}u^3 \dots (3)$$

$$y_i(u) = a_{y,i} + b_{y,i}u + c_{y,i}u^2 + d_{y,i}u^3 \dots (4)$$

[0051] CPU211（軌跡パターン計算部204）は、ステップS205にて、補間パラメータと、シミュレーション条件と、ガルバノスキャナユニット32の制御周期とに基づいて軌跡パターンを作成する。続けて、CPU211（軌跡パターン計算部204）は、ステップS206にて、シミュレーショ

ン条件に基づいて軌跡パターンを切断進行方向に移動させた移動軌跡パターンを作成する。CPU 211は、ステップS206にて、表示部215に、図11に示す軌跡パターン表示ウィンドウ230を表示する。

[0052] 軌跡パターン表示ウィンドウ230は、シミュレーション条件を入力する条件入力部231と、軌跡パターン及び移動軌跡パターンを表示する軌跡パターン表示領域232と、座標パターンファイルの出力を指示するための出力指示ボタン233とを有する。条件入力部231は、Speedと表記されている加工ヘッド35の移動速度の入力部、 Q_x と表記されている軌跡パターンのx軸方向の振幅の入力部、 Q_y と表記されている軌跡パターンのy軸方向の振幅の入力部を含む。また、条件入力部231は、Frequencyと表記されているレーザビームを振動させる周波数の入力部、Angleと表記されている軌跡パターンを回転させる回転角度、Splineと表記されている補間計算式の選択部を含む。

[0053] 補間計算式の選択部では、自然スプライン補間 (Natural) と秋間スプライン補間 (Akima) とが選択可能である。補間計算式の選択部には、ステップS204で使用された補間計算式が選択されている。ステップS204で自然スプライン補間が使用されており、自然スプライン補間が選択されている。なお、1またはそれ以上の実施形態においては補間計算式の一例としてスプライン補間の補間計算式を用いているが、他の任意の補間方法の補間計算式を用いてもよく、所定の補間計算式が選択されていればよい。

[0054] ステップS205で用いられるシミュレーション条件とは、具体的には、条件入力部231で設定されている振幅 Q_x 及び Q_y 、周波数、軌跡パターンの回転角度、補間計算式である。ステップS206で用いられるシミュレーション条件とは、具体的には、条件入力部231で設定されている加工ヘッド35の移動速度及び周波数である。

[0055] 図8は、ステップS205の詳細な処理を示す。図8において、CPU 211 (軌跡パターン計算部204) は、ステップS205にて、条件入力部231の周波数の入力部に設定されている周波数に対応する、軌跡パターンを形

成するのに必要な座標の数を計算する。周波数を 1000 Hz とし、ガルバノスキャナユニット 32 の制御周期を $1\text{ }\mu\text{s}$ とする。軌跡パターンの周期は $1/1000\text{ s} = 1000\text{ }\mu\text{s}$ である。この場合、軌跡パターンに必要な座標数は $1000\text{ }\mu\text{s} / 1\text{ }\mu\text{s}$ で 1000 となる。

[0056] CPU 211 (軌跡パターン計算部 204) は、ステップ S2052 にて、軌跡パターンを構成する補間点である複数の座標値 (第 2 の複数の座標値) を計算する。このとき、CPU 211 (軌跡パターン計算部 204) は、 x 軸の補間パラメータと y 軸の補間パラメータとを用いて、軌跡パターンの x 軸方向の座標値と y 軸方向の座標値を個別に計算する。

[0057] 具体的には、各座標値は次のように計算される。入力された座標パターンの座標値が 25 である場合を例とする。3 次スプライン補間によって補間されるべき補間点は、入力された座標値から 1 を減算した入力座標番号値を座標数 1000 で除算した 0.024 間隔の、 x 軸方向及び y 軸方向それぞれの 0 、 0.024 、 0.048 、 0.072 、 $\dots$ 23.928 、 23.952 、 23.976 の 1000 座標となる。補間点と補間パラメータとによって求められる同じ補間点の座標値を有する x 軸方向の座標値と y 軸方向の座標値とによって軌跡パターンの各座標値が決まる。

[0058] 例えば、 x 軸方向の補間点 0 の座標値と y 軸方向の補間点 0 の座標値とによって 1 つ目の補間点の座標値が決まり、 x 軸方向の補間点 0.024 の座標値と y 軸方向の補間点 0.024 の座標値とによって 2 つ目の補間点の座標値が決まる。以降、1000 番目の補間点の座標値まで同様である。

[0059] CPU 211 (軌跡パターン計算部 204) は、ステップ S2053 にて、軌跡パターンの各座標の位置を示す座標データを、振幅 Q_x 及び Q_y に応じて拡大または縮小する。CPU 211 (軌跡パターン計算部 204) は、ステップ S2054 にて、座標間の距離が制限値以内であるか否かを判定する。座標間の距離は周波数と振幅 Q_x 及び Q_y とに応じて変更される。ガルバノスキャナユニット 32 のスキャンミラー 321 及び 323 が角度を変更する角速度には上限がある。軌跡パターンの一部でも、座標間の距離が角速度の上限値で

移動可能な距離を超えれば、その軌跡パターンを描くことはできないため使用不可となる。

[0060] CPU 211 がステップ S 204 ～ S 206 の処理を実行することによって、図 11 に示すように、軌跡パターン表示領域 232 には、軌跡パターン T p と、加工ヘッド 35 の移動に伴って軌跡パターン T p が切断進行方向に移動していく移動軌跡パターン M T p とが表示される。移動軌跡パターン M T p は、軌跡パターン T p の周波数と、加工ヘッド 35 の移動速度とによって決まる。

[0061] 軌跡パターン T p 及び移動軌跡パターン M T p は、後述する図 23 と同様に、補間点の座標値を示す所定の形状の点によって形成される。図 11 ～図 19、図 24、及び図 25 においては、軌跡パターン T p 及び移動軌跡パターン M T p を所定の形状の点を省略した曲線で示している。なお、所定の形状の点のみを表示してもよいし、隣接する点の間（即ち座標間）を直線または曲線で連結してもよい。軌跡パターン T p と移動軌跡パターン M T p とを異なる色で表示するのがよい。移動軌跡パターン M T p の各周期を互いに異なる色で表示してもよい。

[0062] ここでは、第 1 周期～第 3 周期の軌跡パターン M T p 1 ～ M T p 3 が表示されている。図 11 に示す軌跡パターン T p 及び移動軌跡パターン M T p は、加工ヘッド 35 の移動速度が 6000 mm/分、振幅 Q x 及び Q y が 100 μ m、周波数が 1000 Hz、回転角度が 0 度、補間計算式が自然スプライン補間の場合を示している。

[0063] 図 7 に戻り、CPU 211 は、ステップ S 207 にて、座標パターンファイルを出力する指示がなされたか否かを判定する。座標パターンファイルを出力する指示がなされなければ（N0）、CPU 211（軌跡パターン計算部 204）は、ステップ S 208 にて、シミュレーション条件のうちの振幅 Q x、振幅 Q y、回転角度、補間計算式、周波数のいずれかが変更されたか否かを判定する。振幅 Q x、振幅 Q y、回転角度、補間計算式、周波数のいずれかが変更されれば（YES）、CPU 211（軌跡パターン計算部 204）は

、処理をステップS 2 0 5に戻して、変更されたシミュレーション条件に基づいて軌跡パターンを作成する。

[0064] ステップS 2 0 8にて振幅 Q_x 、振幅 Q_y 、回転角度、補間計算式、周波数のいずれも変更されなければ（N0）、CPU 2 1 1（軌跡パターン計算部2 0 4）は、ステップS 2 0 9にて、シミュレーション条件のうちの移動速度が変更されたか否かを判定する。移動速度が変更されれば（YES）、CPU 2 1 1（軌跡パターン計算部2 0 4）は、処理をステップS 2 0 6に戻して、変更された移動速度に基づいて移動軌跡パターンを作成する。移動速度が変更されなければ（N0）、CPU 2 1 1は処理をステップS 2 0 7に戻す。

[0065] ステップS 2 0 7にて座標パターンファイルを作成する指示がなされれば（YES）、CPU 2 1 1（座標パターンファイル作成部2 0 5）は、ステップS 2 1 0にて、座標値入力欄2 2 1に入力された複数の座標値によって構成された座標パターンを示す座標パターンデータと、条件入力部2 3 1で設定した回転角度と、選択された補間計算式を示す識別値とを1つのファイルとした座標パターンファイルを作成して処理を終了させる。

[0066] 回転角度を0度に限定する場合には、座標パターンファイルは座標パターンデータと補間計算式の識別値とを1つのファイルとしてもよい。補間計算式を自然スプライン補間または秋間プライン補間の1つに限定する場合には、座標パターンファイルは座標パターンデータと回転角度とを1つのファイルとしてもよい。回転角度を0度に限定し、補間計算式を1つに限定する場合には、座標パターンファイルは座標パターンデータのみで1つのファイルとしてもよい。

[0067] CPU 2 1 1（座標パターンファイル作成部2 0 5）によって作成された座標パターンファイルは、任意のタイミングで、ネットワーク接続部2 1 4によって座標パターンファイルデータベース7 5に送信されて記憶される。

[0068] 図1 2は、加工ヘッド3 5の移動速度を図1 1の6 0 0 0 mm／分の半分の3 0 0 0 mm／分に変更した場合の軌跡パターン表示ウィンドウ2 3 0を示している。加工ヘッド3 5の移動速度が低くなったことにより、移動軌跡

パターンMTpの各周期の重複量が増大することが分かる。図13は、加工ヘッド35の移動速度を9000mm/分に変更した場合の軌跡パターン表示ウィンドウ230を示している。加工ヘッド35の移動速度が高くなったことにより、移動軌跡パターンMTpの各周期の重複量が減少することが分かる。

[0069] 図14は、移動速度を6000mm/分としたままで、振幅Qx及びQyを200μmに変更した場合の軌跡パターン表示ウィンドウ230を示している。図15は、移動速度を6000mm/分としたままで、振幅Qx及びQyを50μmに変更した場合の軌跡パターン表示ウィンドウ230を示している。振幅Qx及びQyを変更すると、軌跡パターンのx軸方向及びy軸方向の振幅が変更されることに伴い、各周期の重複量も増減する。

[0070] 図16は、移動速度を6000mm/分としたままで、周波数を図11の1000Hzの2倍の2000Hzに変更した場合の軌跡パターン表示ウィンドウ230を示している。図17は、移動速度を6000mm/分としたままで、周波数を図11の1000Hzの半分の500Hzに変更した場合の軌跡パターン表示ウィンドウ230を示している。周波数を変更すると、各周期の重複量が増減する。

[0071] 図18は、図11のシミュレーション条件で回転角度を90度に変更した場合の軌跡パターン表示ウィンドウ230を示している。図19は、図11のシミュレーション条件で補間計算式を秋間プライン補間に変更した場合の軌跡パターン表示ウィンドウ230を示している。補間計算式を自然スプライン補間から秋間プライン補間に変更すると、軌跡パターンTpの形状が変更され、それに伴って移動軌跡パターンMTpの形状が変更される。

[0072] オペレータは、図11～図19に示すように、シミュレーション条件を適宜に修正して、軌跡パターンTpの形状または移動軌跡パターンMTpの形状を確認して、最適な軌跡パターンTpまたは移動軌跡パターンを選択することができる。オペレータは、最適な軌跡パターンTpまたは移動軌跡パターンを決定した上で座標パターンファイルを作成することができる。

[0073] 図20は、図6に示す8の字状振動パターンによるx軸方向及びy軸方向の振幅変化を示している。図20に示すように、図6に示す8の字状振動パターンは、x軸方向では正弦波状に振動し、y軸方向では正弦波以外の波形状に振動する軌跡パターンであることが分かる。座標パターンファイル作成装置200は、x軸方向及びy軸方向の双方で正弦波状の8の字状振動パターンをシミュレーションすることも可能である。

[0074] 図21に示す略三角形状の軌跡パターンを例として、座標値入力ウィンドウ220に入力される座標値と、軌跡パターン表示ウィンドウ230に表示される軌跡パターンTp及び移動軌跡パターンMTpを説明する。図21において、円で示すビームスポットは、ビームスポット内の数字で示す順に移動するように振動する。数字3で示す位置のビームスポットは数字1で示す位置へと移動して振動を繰り返す。図6と同様に、図21に示す軌跡パターンは、加工ヘッド35が移動していない状態でガルバノスキャナユニット32がビームスポットを振動させることのみによって描かれるパターンである。

[0075] 図22に示すように、オペレータは、座標値入力欄221の番号1～7の欄に、(x, y)の座標値として、それぞれ(0, 0)、(25, 25)、(50, 48)、(25, 50)、(0, 50)、(-25, 50)、(-50, -48)、(-25, 25)と入力する。すると、座標パターン表示領域222には、座標値入力欄221に入力された複数の座標値に対応した座標パターンが表示される。なお、オペレータは、事前に、図21に示す略三角形状の軌跡パターンを得るための座標パターンが図22に示す座標パターンであることを理解している。

[0076] 図23は、図22に示す座標パターンに基づいて、軌跡パターンシミュレーション部202によって描かれる軌跡パターンを示している。軌跡パターンは、補間点の座標値を示す×で示す点によって表現されている。座標値(50, 48)、(25, 50)、(0, 50)、(-25, 50)、(-50, -48)で描かれる部分の座標は隣接する座標間の距離が短いため、レ

ーザビームによる熱量を集中させることができる。

[0077] 図24は、加工ヘッド35の移動速度を2000mm/分、振幅 Q_x 及び Q_y を100 μ m、周波数を2000Hz、回転角度を0度、補間計算式を自然スプライン補間としたときに、軌跡パターン表示領域232に表示される軌跡パターン T_p 及び移動軌跡パターン MT_p を示している。図22に示す座標パターンを用いると、軌跡パターン T_p のy軸方向の一方の端部に熱量を集中させて板金Wを切断することが可能となる。

[0078] 図24においても、加工ヘッド35の移動速度、振幅 Q_x 及び Q_y 、周波数、回転角度、補間計算式のうちの少なくとも1つを変更することによって、軌跡パターン T_p または移動軌跡パターン MT_p の形状を変更することができる。

[0079] 図25は、ステップS2054にて、座標間の距離が制限値以内でない判定されたときに、軌跡パターン表示領域232に表示される軌跡パターン T_p 及び移動軌跡パターン MT_p を示している。図25に示すように、例えば、加工ヘッド35の移動速度を8000mm/分、振幅 Q_x 及び Q_y を2000 μ m、周波数を1400Hzと設定すると、部分的に座標間の距離が制限値である角速度の上限値で移動可能な距離を超えてしまう。このような場合、軌跡パターン T_p が黒で表示されているとすれば、CPU211は軌跡パターン T_p の制限超過箇所 T_{ex} を例えば赤で表示するのがよい。図25においては、制限超過箇所 T_{ex} にハッチングを付している。

[0080] 赤で表示された制限超過箇所 T_{ex} は、軌跡パターン T_p は使用不可である旨を示している。使用不可である旨を文章または図形で示してもよい。少なくとも一部に制限超過箇所 T_{ex} が存在するとき、出力指示ボタン233を非アクティブの状態にして、座標パターンファイルの出力を禁止するのがよい。

[0081] 図26は、図23に示す軌跡パターンによるx軸方向及びy軸方向の振幅変化を示している。図26に示すように、図23に示す軌跡パターンはx軸方向及びy軸方向の双方で正弦波以外の波形状に振動する軌跡パターンであ

ることが分かる。

[0082] 図22に示す座標パターンに代えて、図22における座標値（50，48）から（-50，-48）の間の座標値を間引いた図27に示す座標パターンを用いれば、描かれる座標間の距離が長くなる図28に示す軌跡パターンを得ることができる。図28に示す軌跡パターンは、図23に示す軌跡パターンとは異なり、レーザビームによる熱量の集中が抑えられた軌跡パターンとなる。

[0083] 次に、図29及び図30を用いて、1またはそれ以上の実施形態の軌跡パターン作成装置及びレーザ加工機の制御方法を説明する。図29に示すように、NC装置50は、NC制御部51、加工条件設定部52、座標パターンファイル読込部53、補間パラメータ計算部54、軌跡パターン計算部55、軌跡パターン保持部56、ガルバノ駆動制御部57、移動機構制御部58を備える。座標パターンファイル読込部53～軌跡パターン保持部56は、軌跡パターン作成装置500を構成する。軌跡パターン保持部56は一時記憶用の記憶部によって構成される。

[0084] NC制御部51は、加工プログラムデータベース60より加工対象の板金Wを加工するための加工プログラムを読み出す。加工条件設定部52は、加工条件データベース70より板金Wを加工する際の加工条件を読み出す。加工条件には、加工ヘッド35の移動速度、レーザ発振器10のレーザ出力、アシストガス圧、ガルバノスキャナユニット32によってレーザビームを振動させるときの周波数、振幅 Q_x 及び Q_y 等が設定されている。加工条件は操作部40によって選択されてもよいし、板金Wの材料条件（材質及び板厚）に応じて自動的に選択されてもよい。読み出した加工条件はNC制御部51に供給される。

[0085] 座標パターンファイル読込部53は、座標パターンファイルデータベース75より座標パターンファイルを読み出す。加工プログラムにレーザビームを振動させるときの軌跡パターンが設定されていれば、座標パターンファイル読込部53は、NC制御部51が読み出した加工プログラムに基づき、設

定されている軌跡パターンを得るための座標パターンファイルを読み出す。座標パターンファイルは、少なくとも第1の複数の座標値よりなる座標パターンデータを含む。

[0086] 補間パラメータ計算部54は、読み出した座標パターンファイルに含まれている座標パターンと回転角度と補間計算式の識別値に基づいて、3次スプライン補間の補間パラメータを計算する。回転角度を θ とすると、補間パラメータ計算部54は、座標パターンの各座標値 x 及び y を次の式(5)及び式(6)によって回転させる。回転させた後の座標値 x 及び y を座標値 x' 及び y' とする。

$$x' = x \cos \theta - y \sin \theta \quad \cdots (5)$$

$$y' = x \sin \theta + y \cos \theta \quad \cdots (6)$$

[0087] 補間パラメータ計算部54における3次スプライン補間の補間パラメータを計算方法は、上述した補間パラメータ計算部203における計算方法と同じである。

[0088] 軌跡パターン計算部55は、加工条件で設定されている周波数に応じて軌跡パターンに必要な座標の数を計算し、補間点である複数の座標値(第2の複数の座標値)を決定する。軌跡パターン計算部55は、軌跡パターンの各座標値を示す座標データを、加工条件で設定されている振幅 Q_x 及び Q_y に応じて拡大または縮小する。軌跡パターン計算部55は、座標間の距離が制限値以内であるか否かを判定する。座標間の距離が制限値以内であれば、軌跡パターンデータは軌跡パターン保持部56に保持される。軌跡パターンデータは、軌跡パターンを構成する x 軸及び y 軸の座標値よりなる。

[0089] ガルバノ駆動制御部57は、軌跡パターン保持部56に保持されている軌跡パターンデータに基づいてレーザビームを振動させるよう、ガルバノスキャナユニット32の駆動部322及び324を制御する。 X 軸キャリッジ22及び Y 軸キャリッジ23よりなる移動機構(以下、移動機構22及び23)は、移動機構22及び23をそれぞれ駆動する駆動部22D及び23Dを有する。移動機構制御部58は、加工プログラムで設定されている加工指令

に基づいて駆動部 22D 及び 23D を制御して、加工ヘッド 35 を移動させる。このとき、移動機構制御部 58 は、加工プログラムで設定されている移動速度で加工ヘッド 35 を移動させる。

[0090] これにより、板金 W に照射されるレーザビームのビームスポットは、軌跡パターン T_p 及び加工ヘッド 35 の移動速度及び周波数で決まる移動軌跡パターン MT_p で振動しながら切断進行方向に進行して、板金 W が切断される。

[0091] 図 29 においては、レーザ発振器 10 とアシストガス供給装置 80 を制御する NC 装置 50 内の構成の図示を省略している。NC 装置 50 は、加工条件で設定されているレーザ出力となるようにレーザ発振器 10 を制御し、加工条件で設定されているアシストガス圧となるようにアシストガス供給装置 80 を制御する。

[0092] 図 30 に示すフローチャートを用いて、軌跡パターン作成装置 500 で実行される処理を改めて説明する。処理が開始されると、軌跡パターン作成装置 500 は、ステップ S501 にて、座標パターンファイルデータベース 75 より座標パターンファイルを読み出す。軌跡パターン作成装置 500 は、ステップ S502 にて、座標パターンを座標パターンファイルで設定されている回転角度で回転させる。軌跡パターン作成装置 500 は、ステップ S503 にて、座標パターンファイルで設定されている補間計算式を用いた 3 次スプライン補間の補間パラメータを計算する。

[0093] 軌跡パターン作成装置 500 は、ステップ S504 にて、加工条件で設定された周波数に対応する、軌跡パターンに必要な座標の数を計算する。軌跡パターン作成装置 500 は、ステップ S505 にて、軌跡パターンの各座標値を計算する。軌跡パターン作成装置 500 は、ステップ S506 にて、軌跡パターンの各座標値よりなる座標データを加工条件で設定された振幅 Q_x 及び Q_y に応じて拡大または縮小する。

[0094] 軌跡パターン作成装置 500 は、ステップ S507 にて、軌跡パターンの全ての位置において座標間距離が制限値以内であるか否かを判定する。軌跡

パターンの全ての位置において座標間距離が制限値以内であれば（YES）、軌跡パターン作成装置500は、ステップS508にて、軌跡パターン保持部56に軌跡パターンデータを書き込み、処理を終了させる。少なくとも一部において座標間距離が制限値以内になれば（NO）、軌跡パターン作成装置500は、軌跡パターン保持部56に軌跡パターンデータを書き込むことなく処理を終了させる。

[0095] 軌跡パターン保持部56は、少なくとも一部において座標間距離が制限値を超えて使用不可の軌跡パターンデータを保持しないように構成されているので、板金Wの加工不良を防ぐことができる。NC装置50は、座標間距離が制限値以内でないとき、表示部90に、選択された軌跡パターンを用いて板金Wを加工することができないことを示すエラー情報を表示してもよい。

[0096] 1またはそれ以上の実施形態のレーザ加工機100の制御方法は、加工ヘッド35を加工条件に設定されている移動速度で移動させるよう移動機構22及び23を制御し、かつ、軌跡パターン保持部56に記憶された軌跡パターンデータに基づいてレーザビームを振動させるようガルバノスキャナユニット32を制御する。

[0097] 軌跡パターン作成装置500における少なくとも補間パラメータ計算部54及び軌跡パターン計算部55は、NC装置50がコンピュータプログラム（軌跡パターン作成プログラム）を実行することによって構成されていてもよい。

[0098] ところで、以上説明した1またはそれ以上の実施形態においては、レーザ加工機100が加工ヘッド35を移動させながら板金Wを加工するときの移動軌跡パターンMTPを表示する軌跡パターン表示ウィンドウ230を例示している。レーザ加工機100が加工ヘッド35を移動させずに板金Wを加工するときには、軌跡パターン表示ウィンドウ230に軌跡パターンTpのみが表示される。

[0099] 図31に示すように、レーザ加工機100が板金Wに複数の穴h1を形成する場合を例として、軌跡パターンTpのみを表示する軌跡パターン表示ウ

インドウ 230 を説明する。図 31 において、穴 h1 の直径は 1 mm であり、複数の穴 h1 のピッチは、X 軸方向及び Y 軸方向に 5 mm であるとする。

[0100] 図 32A は、1 またはそれ以上の実施形態において、NC 装置 50 が図 31 に示すように板金 W を加工するようレーザ加工機 100 を制御する加工プログラムの一例を部分的に示している。図 32B は、比較のため、NC 装置 50 が図 31 に示すように板金 W を加工するようレーザ加工機 100 を制御する従来の加工プログラムの一例を部分的に示している。

[0101] まず、図 32B に示す従来の加工プログラムを説明する。G コードの G90 は絶対座標指令、G92 は座標系設定を意味する。図 32B に示す加工プログラムの 1 行目の G90 G92 X0. Y0. は、(X, Y) の絶対座標として (0, 0) を指令することを意味する。3 行目の E103 はピアスコード指令を示す。G00 は位置決め指令を示し、4 行目の G00 X5. Y5. は (X, Y) の座標 (5, 5) に位置決めすることを意味する。5 行目の M103 は、ヘッド下降・ビームオン・ピアス指令を示す。6 行目の G91 は、相対座標指令（インクレメンタル指令）を示す。

[0102] 7 行目の G02 I-0.5 における G02 は円弧補間指令を示し、G02 I-0.5 はビームをオンして、半径 0.5 mm の円の軌跡を描く指令を示す。即ち、G02 I-0.5 は、加工ヘッド 35 を移動させながら板金 W に半径 0.5 mm の円を形成する指令を意味する。8 行目の G00 X5 は、6 行目の G91 で相対座標指令がなされているので、加工ヘッド 35 を X 軸方向に 5 mm 移動させることを意味する。よって、7 行目以降は、ある位置で加工ヘッド 35 を移動させながら半径 0.5 mm の円を描く板金 W の切断と、加工ヘッド 35 の X 軸方向への 5 mm の移動とを繰り返すことを意味する。

[0103] レーザ加工機 100 は、加工ヘッド 35 を Y 軸方向に 5 mm ずつ移動させながら、X 軸方向に 5 mm ずつの移動させて、各位置で半径 0.5 mm の円を形成するよう加工ヘッド 35 を移動させながらレーザビームを板金 W に照射する。レーザ加工機 100 が板金 W をこのように加工すれば、図 31

に示すように板金Wに複数の穴h 1を形成することができる。

[0104] NC装置50が図32Bに示す従来の加工プログラムを用いてレーザ加工機100を制御して、図31に示すように板金Wに複数の穴h 1を形成すると、加工時間が非常に長くなる。そこで、加工時間を短くすることが求められる。

[0105] 1またはそれ以上の実施形態においては、板金Wに複数の穴h 1を形成するときの加工時間を従来よりも短くするため、NC装置50は図32Aに示す加工プログラムを用いてレーザ加工機100を制御する。

[0106] 図32Aにおいて、E104はピアスコード指令、G24はビームオン・ピアス指令を示す。図32Aに示す加工プログラムは、ある位置でピアスを開けるためにビームをオンする指令と、加工ヘッド35のX軸方向への5mmの移動とを繰り返すことを意味する。即ち、図32Aに示す加工プログラムは、板金Wの切断の最中に加工ヘッド35を移動させる指令を含まない。

[0107] このとき、NC装置50は、レーザビームを円形に振動させるようガルバノスキャナユニット32を制御すれば、板金Wに複数の穴h 1を形成することができる。レーザ加工機100は板金Wに穴h 1を形成するときには加工ヘッド35を移動させず、円形の振動パターンでレーザビームを振動させる。オペレータは、座標パターンファイル作成装置200によって軌跡パターン表示ウィンドウ230に板金Wに穴h 1を形成するための軌跡パターンTpを表示することによって、軌跡パターンTpを事前に確認することができる。

[0108] 図33に示すように、オペレータは、座標入力部201によって、座標値入力ウィンドウ220の座標値入力欄221に円形の振動パターンを得るための座標パターンを構成する複数の座標値を入力する。オペレータは、座標値入力欄221の番号1～7の欄に、(x, y)の座標値として、それぞれ(0, 50)、(35.4, 35.4)、(50, 0)、(35.4, -35.4)、(0, -50)、(-35.4, -35.4)、(-50, 0)、(-35.4, 35.4)と入力する。すると、座標パターン表示領域2

2 2 には、座標値入力欄 2 2 1 に入力された複数の座標値に対応した座標パターンが表示される。

[0109] 図 3 4 に示すように、軌跡パターンシミュレーション部 2 0 2 は、軌跡パターン表示ウィンドウ 2 3 0 の軌跡パターン表示領域 2 3 2 に図 3 3 の座標パターンに基づく軌跡パターン T_p を表示する。図 3 4 に示す軌跡パターン T_p は、穴 h_1 の形状に対応する軌跡パターン T_p である。条件入力部 2 3 1 に示すように、穴 h_1 を形成する最中では加工ヘッド 3 5 を移動させないので、加工ヘッド 3 5 の移動速度は 0 mm/分 である。図 3 4 に示す例では、振幅 Q_x 及び Q_y を $1000\text{ }\mu\text{m}$ 、周波数を 1000 Hz 、回転角度を 0 度、補間計算式を秋間プライン補間としている。

[0110] 図 3 2 A に示す加工プログラムを用い、ガルバノスキャナユニット 3 2 がレーザビームを図 3 4 に示す円形の軌跡パターン T_p で振動させれば、図 3 5 A に示すように、レーザビームのビームスポット B_s がノズル 3 6 の開口 3 6 a 内で円形に移動する。これにより、板金 W に開口 3 6 a の直径より小さい例えば直径 1 mm の穴 h_1 を形成することができる。図 3 5 B に示すように、ビームスポット B_s は通常、開口 3 6 a の中心に位置している。この場合、ビームをオンすると同時に穴 h_1 の半径の距離だけ開口 3 6 a の端部の方向にビームスポット B_s を変位させて、レーザビームを円形の軌跡パターン T_p で振動させればよい。

[0111] レーザビームを円形に振動させるとき、レーザビームを 360 度回転させた後にビームをオフするのではなく、 360 度を越えた角度だけ回転させた後にビームをオフするのがよい。レーザビームが円形の軌跡を描く開始点から板金 W の切断を開始し、 360 度回転して開始点に戻った後、少なくとも、ビームスポット B_s の半分の距離に相当する円弧の距離だけ開始点を過ぎた後にビームをオフするのがよい。即ち、レーザビームが 360 度回転して開始点に戻った後に、 360 度を越える角度以降、レーザビームを重複して照射するのがよい。

[0112] レーザビームを重複して照射する周方向の長さは、 $1/4$ 周でもよいし、

半周でもよいし、2周またはそれ以上でもよい。

[0113] レーザビームを360度を超えたどの程度の角度だけ円形に振動させるかは、加工条件ファイルで設定されている加工条件のうちのピルス時間で設定される。また、穴h1の大きさを決める振幅 Q_x 及び Q_y と、周波数も加工条件で設定される。

[0114] 加工ヘッド35は数キログラム程度の重量を有するため、加工ヘッド35を動かす頻度が多くなるほど加工ヘッド35を加減速する時間が多くなり、加工時間が長くなる。加工ヘッド35を停止させた状態でレーザビームを振動させることによって板金Wに複数の穴h1を形成すると、加工ヘッド35は穴h1を形成する各位置間でビームをオフした状態で移動させるだけでよいので、加工時間を短くすることができる。

[0115] 図31では板金Wに円形の穴h1を形成する場合を例としたが、ノズル36の開口36aより小さい穴であれば、加工ヘッド35を停止させた状態でレーザビームを振動させることによって任意の形状の穴を形成することができる。ガルバノ駆動制御部57は、板金Wに形成する穴の形状に対応する軌跡パターン T_p に基づいてレーザビームを振動させればよい。軌跡パターン T_p は閉じた形状を有すればよい。

[0116] 加工ヘッド35を停止させた状態でレーザビームを振動させることによって穴を形成する加工方法は、一例として、板厚1.0mmのアルミニウム板を加工するときに用いるのが好適である。勿論、この加工方法は、鉄、ステンレス鋼、真鍮を加工するときにも用いることができる。板厚2.0mm以下の薄板を加工するときに用いるのが好適であるが、レーザ発振器10のレーザ出力の増大により板厚2.0mmを超える板金Wを加工することも可能である。アシストガスの種類は限定されない。

[0117] 本発明は以上説明した1またはそれ以上の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能である。座標パターンファイル作成装置200が備える軌跡パターン T_p 及び移動軌跡パターン MT_p のシミュレーションの機能をNC装置50に設けてもよい。座標

パターンファイル作成装置 200 が作成した座標パターンファイルを、座標パターンファイルデータベース 75 に記憶させることなく直接、NC 装置 50 内の記憶部に記憶させてもよい。

[0118] 加工ヘッド 35 を移動させながら板金 W を加工する場合であっても、軌跡パターン表示領域 232 は、軌跡パターン T_p のみを表示してもよい。軌跡パターン表示領域 232 は、軌跡パターン T_p と移動軌跡パターン M T_p との双方を表示することが好ましい。但し、軌跡パターン T_p と移動軌跡パターン M T_p とが同時に表示されていなくてもよい。

[0119] レーザ加工機 100 は板金 W を切断する加工機に限定されず、板金 W を溶接するレーザ溶接機であってもよい。

[0120] 以上説明したように、1 またはそれ以上の実施形態は、軌跡パターン T_p (移動軌跡パターン M T_p) を事前に確認した上で座標パターンファイルを作成すること、レーザビームを任意の波形状に振動させるための軌跡パターンを作成することを目的としている。また、1 またはそれ以上の実施形態は、レーザビームを任意の波形状に振動させて板金 W を加工することを目的としている。

[0121] 1 またはそれ以上の実施形態は、これらの目的に代えて、板金 W にノズル 36 の開口 36 a より小さい 1 または複数の穴を形成するときの加工時間を短くすることを目的として、次の発明を開示する。

[0122] レーザビームを開口より射出するノズルが先端に取り付けられた加工ヘッドと、

前記加工ヘッドを板金の面に沿って移動させる移動機構と、

前記開口より射出されるレーザビームを前記開口内で振動させるビーム振動機構と、

前記加工ヘッドを移動させるよう前記移動機構を制御する移動機構制御部と、

所定の軌跡パターンでレーザビームを振動させるよう前記ビーム振動機構を制御する駆動制御部と、

前記板金に前記開口の直径より小さい穴を形成するとき、前記板金に前記穴を形成する最中では前記移動機構制御部が前記加工ヘッドを停止させるよう前記移動機構を制御し、かつ、前記駆動制御部が前記穴の形状に対応する軌跡パターンでレーザビームを振動させるよう前記ビーム振動機構を制御するように、前記移動機構制御部及び前記駆動制御部を制御するNC制御部と、

を備えるレーザ加工機。

[0123] 加工ヘッドを停止させた状態とし、

前記加工ヘッドに取り付けられているノズルの開口よりレーザビームを射出して板金に照射し、

前記板金に照射するレーザビームをビーム振動機構によって前記開口内で閉じた形状を有する所定の軌跡パターンで振動させて、前記板金に前記開口の直径より小さい穴を形成する

レーザ加工方法。

[0124] 本願は、2019年12月2日に日本国特許庁に出願された特願2019-217739号に基づく優先権を主張するものであり、その全ての開示内容は引用によりここに援用される。

符号の説明

- [0125] 10 レーザ発振器
20 レーザ加工ユニット
22 X軸キャリッジ（移動機構）
23 Y軸キャリッジ（移動機構）
30 コリメータユニット
31 コリメーションレンズ
32 ガルバノスキャナユニット（ビーム振動機構）
33 ベンドミラー
34 集束レンズ
35 加工ヘッド

3 6 ノズル
4 0 操作部
5 0 N C 装置
5 1 N C 制御部
5 2 加工条件設定部
5 3 座標パターンファイル読込部
5 4, 2 0 3, 補間パラメータ計算部
5 5, 2 0 4 軌跡パターン計算部
5 6 軌跡パターン保持部
5 7 ガルバノ駆動制御部
5 8 移動機構制御部
6 0 加工プログラムデータベース
7 0 加工条件データベース
7 5 座標パターンファイルデータベース
8 0 アシストガス供給装置
1 0 0 レーザ加工機
2 0 1 座標入力部
2 0 2 軌跡パターンシミュレーション部
2 0 5 座標パターンファイル作成部
2 1 0 コンピュータ機器
2 1 1 中央処理装置
2 1 2 記憶媒体
2 1 3 メインメモリ
2 1 4 ネットワーク接続部
2 1 5 表示部
2 1 6 操作部
2 2 D, 2 3 D, 3 2 2, 3 2 4 駆動部
3 2 1, 3 2 3 スキャンミラー

5 0 0 軌跡パターン作成装置

W 板金

請求の範囲

〔請求項1〕 座標入力部によって入力された、加工ヘッドより射出されて板金に照射されるレーザビームを振動させる際の1周期の軌跡パターンを決定するための元データである座標パターンを構成する第1の複数の座標値に基づいて、所定の補間計算式の補間パラメータを計算する補間パラメータ計算部と、

前記補間パラメータと、前記加工ヘッドの移動方向をx軸方向、x方向と直交する方向をy軸方向としたときの前記軌跡パターンのx軸方向及びy軸方向の各振幅と、前記軌跡パターンの周波数と、レーザビームを振動させるビーム振動機構の制御周期とに基づいて、前記軌跡パターンを構成する第2の複数の座標値を計算する軌跡パターン計算部と、

を有し、前記第2の複数の座標値によって形成される前記軌跡パターンを表示部に表示する軌跡パターンシミュレーション部と、

前記第1の複数の座標値によって構成された前記座標パターンを示す座標パターンデータを含む座標パターンファイルを作成する座標パターンファイル作成部と、

を備える座標パターンファイル作成装置。

〔請求項2〕 前記座標パターンファイル作成部は、前記座標パターンファイルとして、前記座標パターンデータと、前記補間パラメータ計算部が前記補間パラメータを計算する際に用いた補間計算式を示す識別値とを含む座標パターンファイルを作成する請求項1に記載の座標パターンファイル作成装置。

〔請求項3〕 前記軌跡パターンシミュレーション部は、前記軌跡パターンを回転させる回転角度が設定されているとき、前記回転角度だけ回転させた前記軌跡パターンを前記表示部に表示し、

前記座標パターンファイル作成部は、前記座標パターンファイルとして、前記座標パターンデータと前記回転角度とを含む座標パターン

ファイルを作成する

請求項 1 または 2 に記載の座標パターンファイル作成装置。

[請求項4] 前記軌跡パターンシミュレーション部は、前記軌跡パターンの周波数と前記加工ヘッドの移動速度とに基づいて、前記軌跡パターンを前記移動方向に移動させた移動軌跡パターンを計算して、前記表示部に表示する請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の座標パターンファイル作成装置。

[請求項5] 前記補間パラメータ計算部が、前記第 2 の複数の座標値における少なくとも一部の隣接する座標間の距離が、前記ビーム振動機構によってレーザビームを移動可能な距離を超えていると判定したとき、前記軌跡パターンシミュレーション部は、前記軌跡パターンは使用不可である旨を前記表示部に表示する請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の座標パターンファイル作成装置。

[請求項6] 予め作成された座標パターンファイルに含まれている、加工ヘッドより射出されて板金に照射されるレーザビームを振動させる際の 1 周期の軌跡パターンを決定するための元データである第 1 の複数の座標値によって構成された座標パターンに基づいて、所定の補間計算式の補間パラメータを計算する補間パラメータ計算部と、

前記補間パラメータと、前記板金を加工する加工条件に設定されている、前記加工ヘッドの移動方向を x 軸方向、x 方向と直交する方向を y 軸方向としたときの前記軌跡パターンの x 軸方向及び y 軸方向の各振幅と、前記加工条件に設定されている前記軌跡パターンの周波数と、レーザビームを振動させるビーム振動機構の制御周期とに基づいて、前記軌跡パターンを構成する第 2 の複数の座標値を計算する軌跡パターン計算部と、

前記第 2 の複数の座標値よりなる軌跡パターンデータを保持する軌跡パターン保持部と、

を備える軌跡パターン作成装置。

[請求項7] 前記補間パラメータ計算部は、前記座標パターンファイルに前記軌跡パターンを回転させる回転角度が設定されているとき、前記回転角度だけ前記第1の複数の座標値を回転させ、回転させた前記第1の複数の座標値に基づいて3次スプライン補間の補間パラメータを計算し、

前記軌跡パターン計算部は、回転させた前記第1の複数の座標値と、回転させた前記第1の複数の座標値に基づく前記補間パラメータと、前記各振幅と、前記周波数と、前記制御周期とに基づいて、前記第2の複数の座標値を計算する

請求項6に記載の軌跡パターン作成装置。

[請求項8] 前記補間パラメータ計算部は、前記座標パターンファイルに含まれている補間計算式の識別値が示す補間計算式を用いて、前記補間パラメータを計算する請求項6または7に記載の軌跡パターン作成装置。

[請求項9] 前記軌跡パターン計算部が、前記第2の複数の座標値における少なくとも一部の隣接する座標間の距離が、前記ビーム振動機構によってレーザビームを移動可能な距離を超えていると判定したとき、前記軌跡パターン保持部は前記軌跡パターンデータを保持しないように構成されている請求項6～8のいずれか1項に記載の軌跡パターン作成装置。

[請求項10] レーザビームを射出する加工ヘッドを板金の面に沿って前記板金に対して相対的に移動させる移動機構と、前記加工ヘッドより射出されて板金に照射されるレーザビームを振動させるビーム振動機構を備えるレーザ加工機を制御するNC装置が、

予め作成された座標パターンファイルに含まれている、レーザビームを振動させる際の1周期の軌跡パターンを決定するための元データである第1の複数の座標値によって構成された座標パターンに基づいて、所定の補間計算式の補間パラメータを計算し、

前記補間パラメータと、前記板金を加工する加工条件に設定されて

いる、前記加工ヘッドの移動方向を x 軸方向、 x 方向と直交する方向を y 軸方向としたときの前記軌跡パターンの x 軸方向及び y 軸方向の各振幅と、前記加工条件に設定されている前記軌跡パターンの周波数と、前記ビーム振動機構の制御周期とに基づいて、前記軌跡パターンを構成する第2の複数の座標値を計算し、

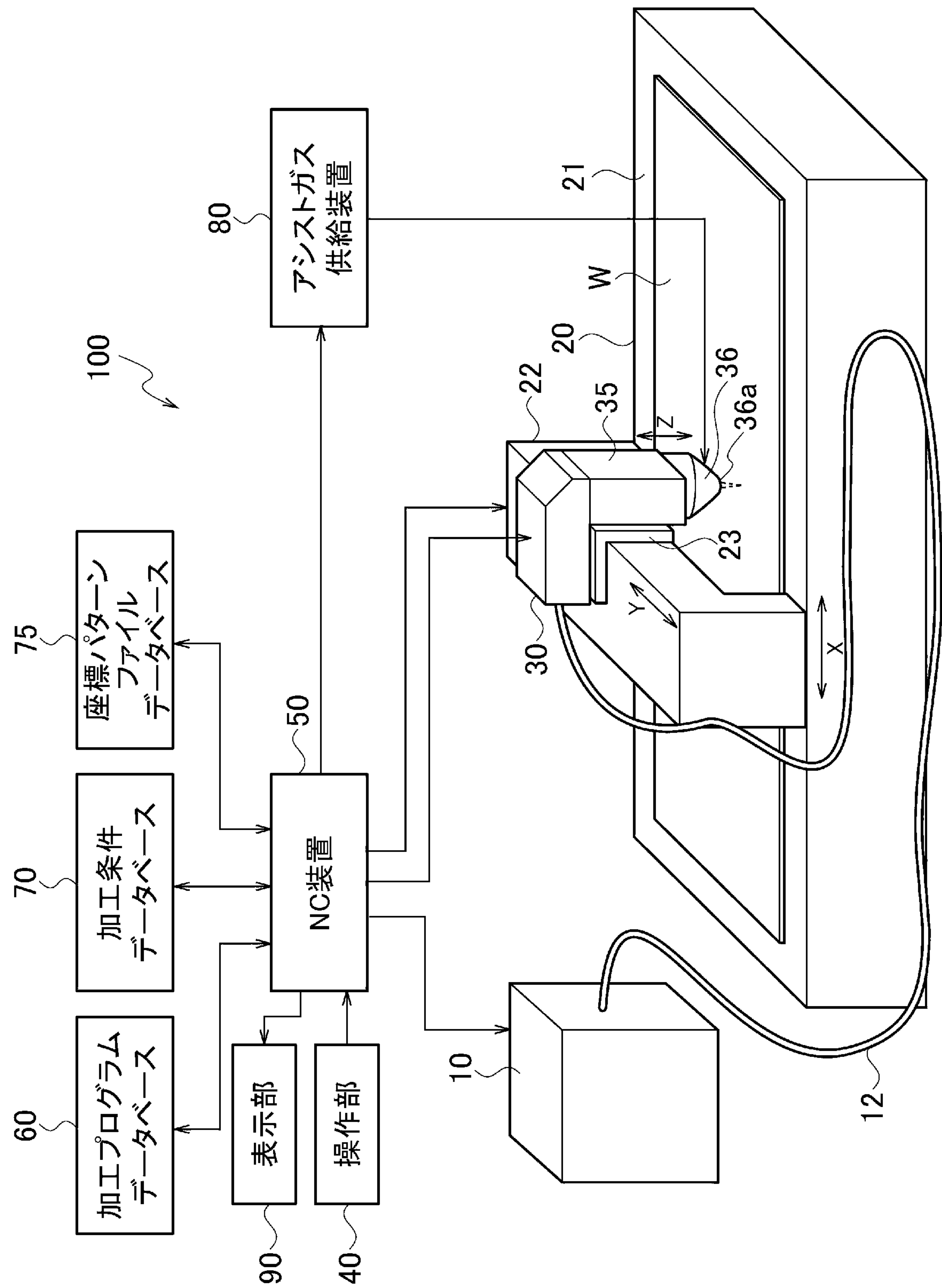
前記第2の複数の座標値よりなる軌跡パターンデータを記憶部に記憶し、

前記加工条件に設定されている速度が0を超える速度であるとき、前記加工ヘッドを前記加工条件に設定されている速度で移動させるよう前記移動機構を制御し、かつ、前記記憶部に記憶された軌跡パターンデータに基づいてレーザビームを振動させるよう前記ビーム振動機構を制御する

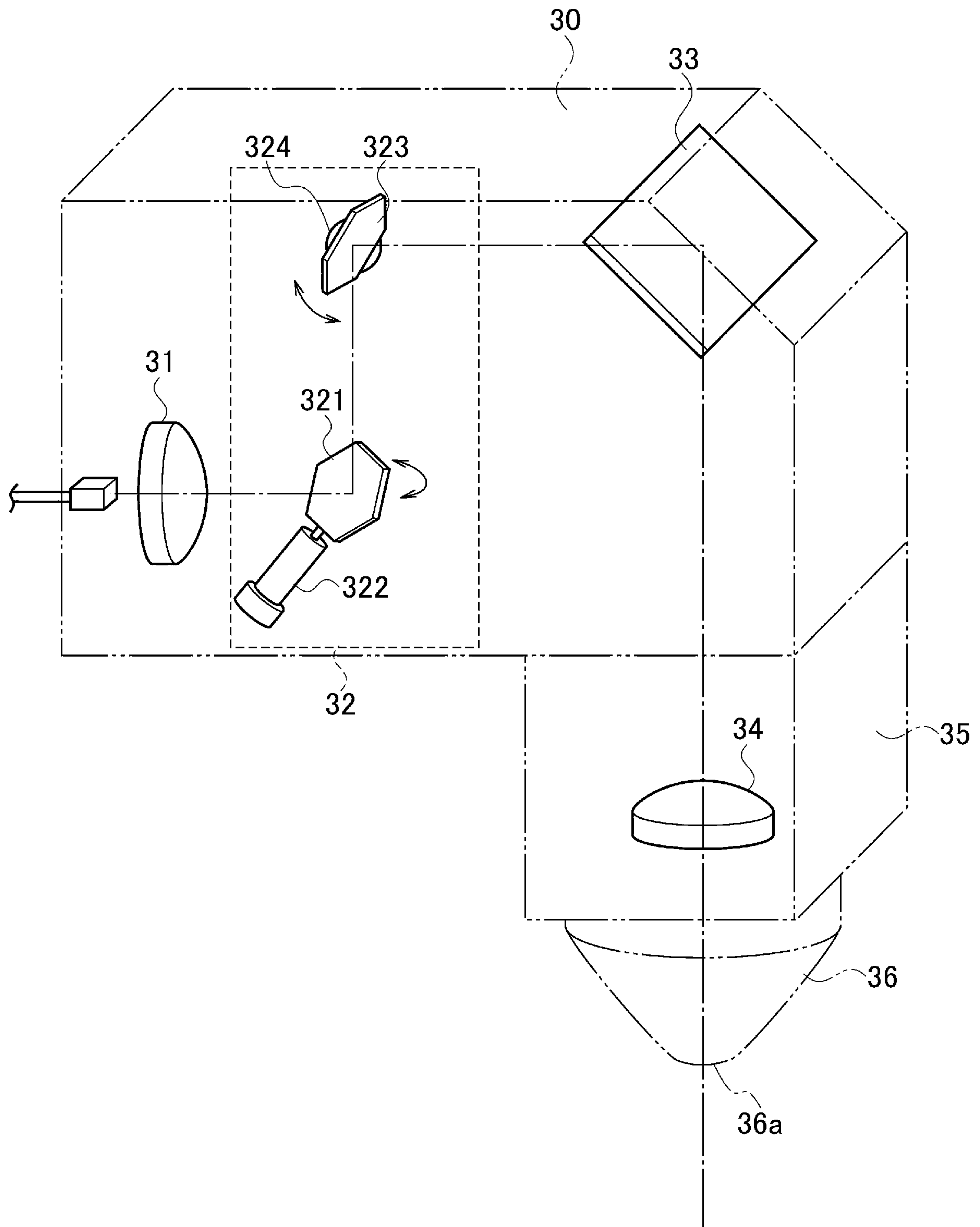
レーザ加工機の制御方法。

[請求項11] 前記加工条件に設定されている速度が0であるとき、前記加工ヘッドを移動させないよう前記移動機構を制御し、かつ、前記記憶部に記憶された軌跡パターンデータに基づいてレーザビームを振動させるよう前記ビーム振動機構を制御する請求項10に記載のレーザ加工機の制御方法。

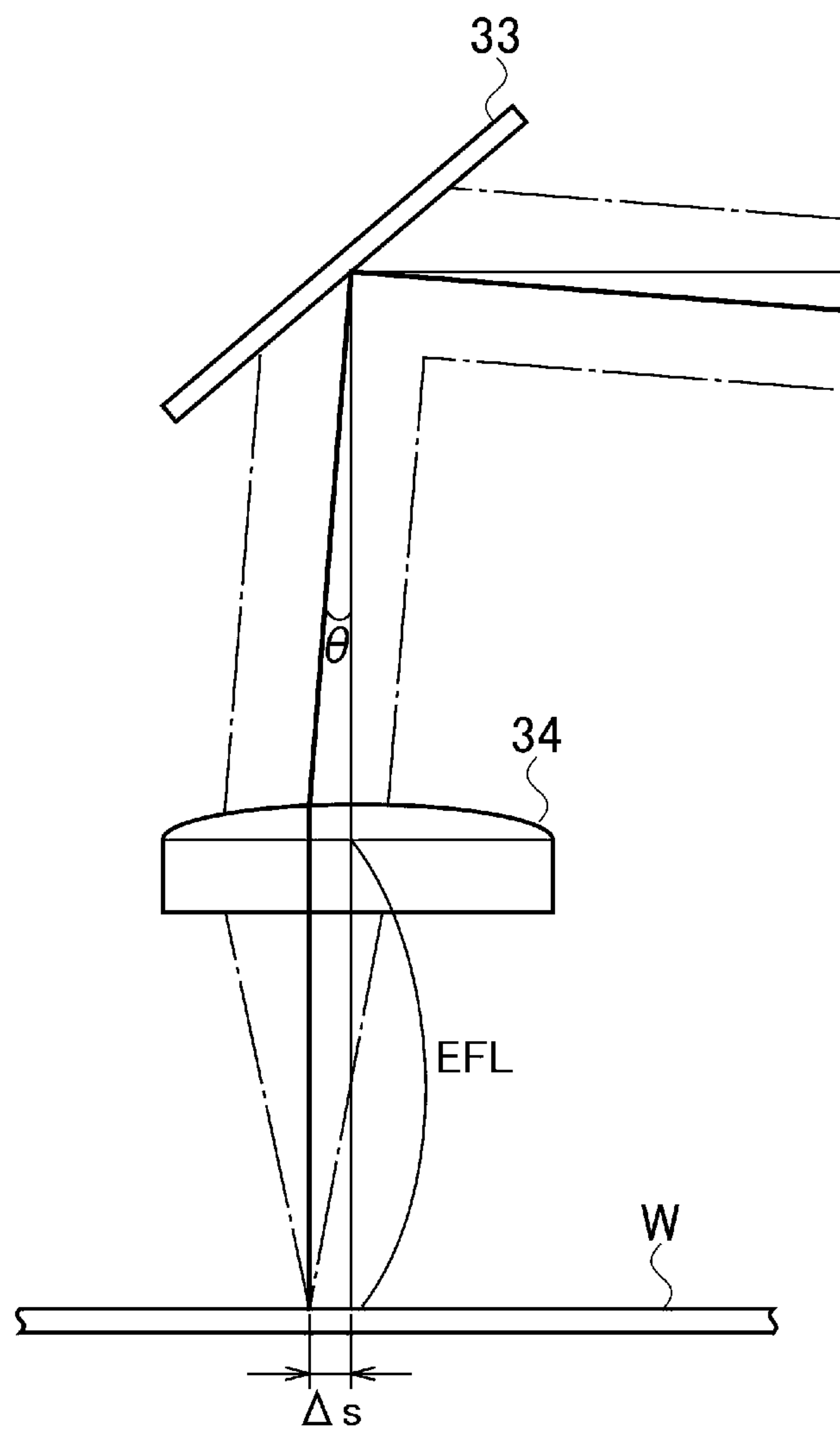
[図1]



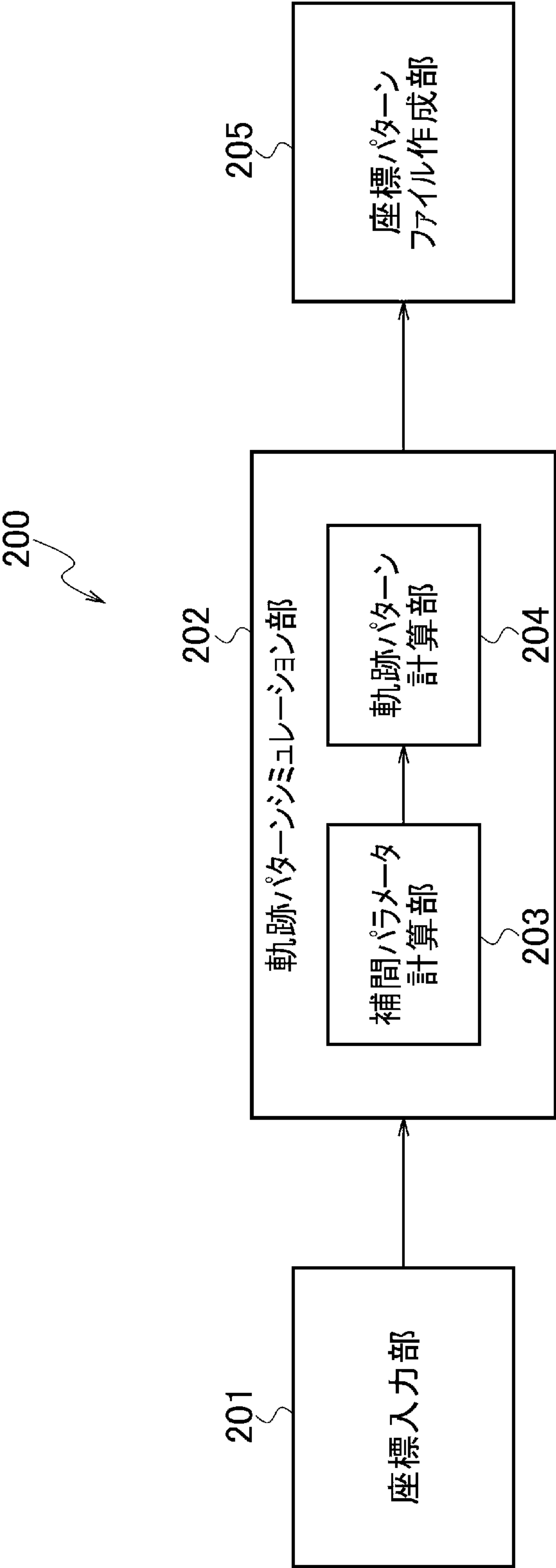
[図2]



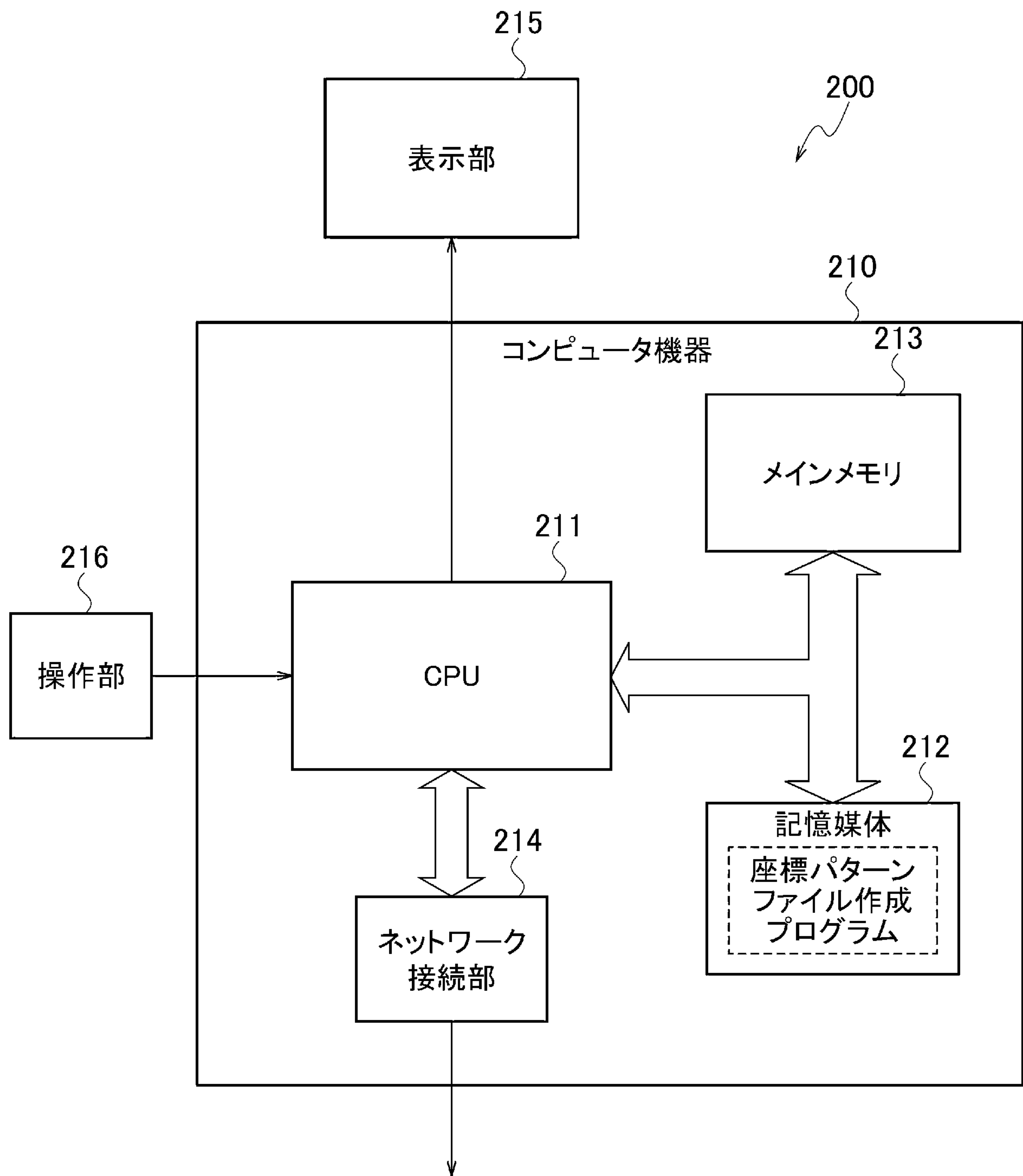
[図3]



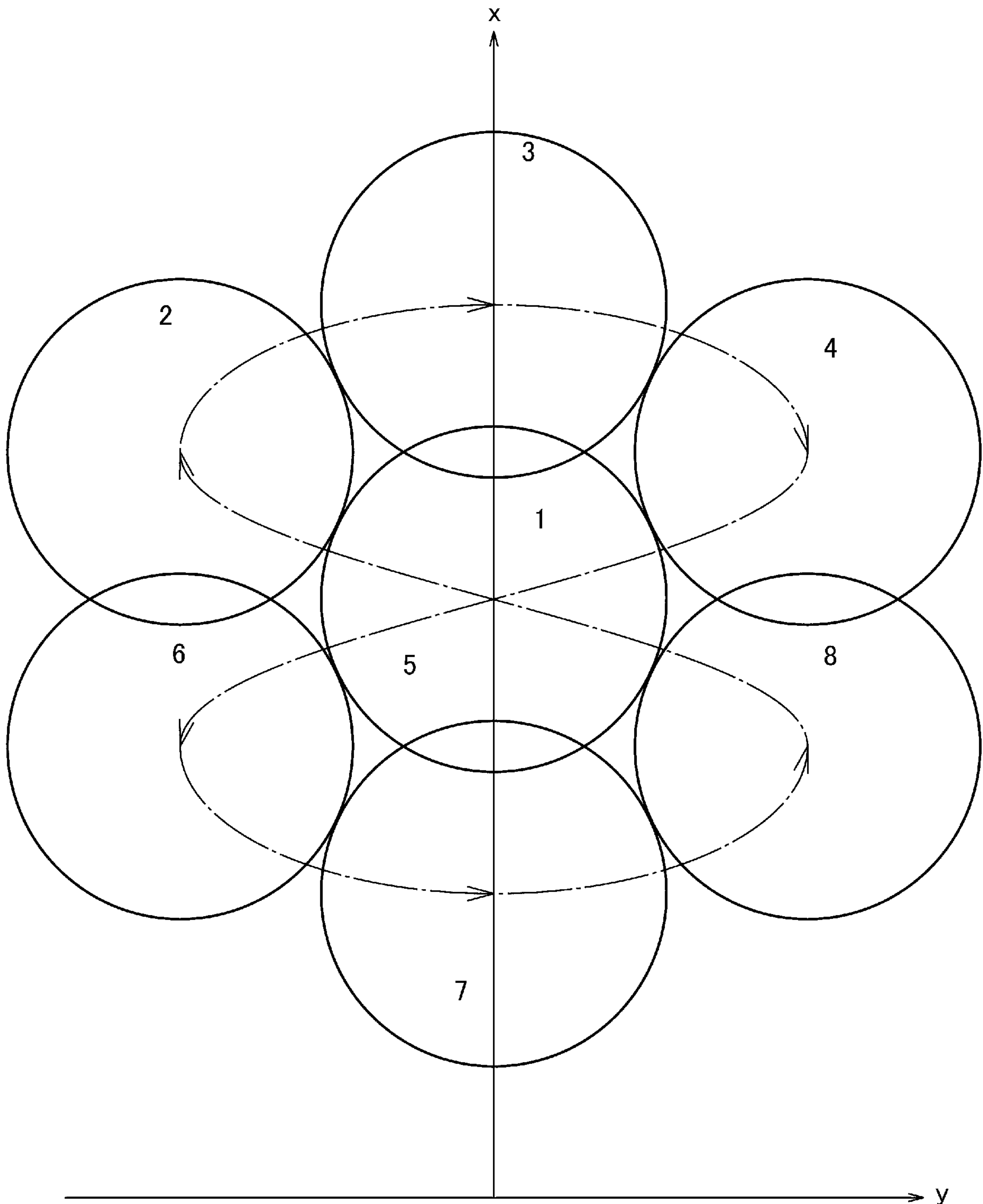
[図4]



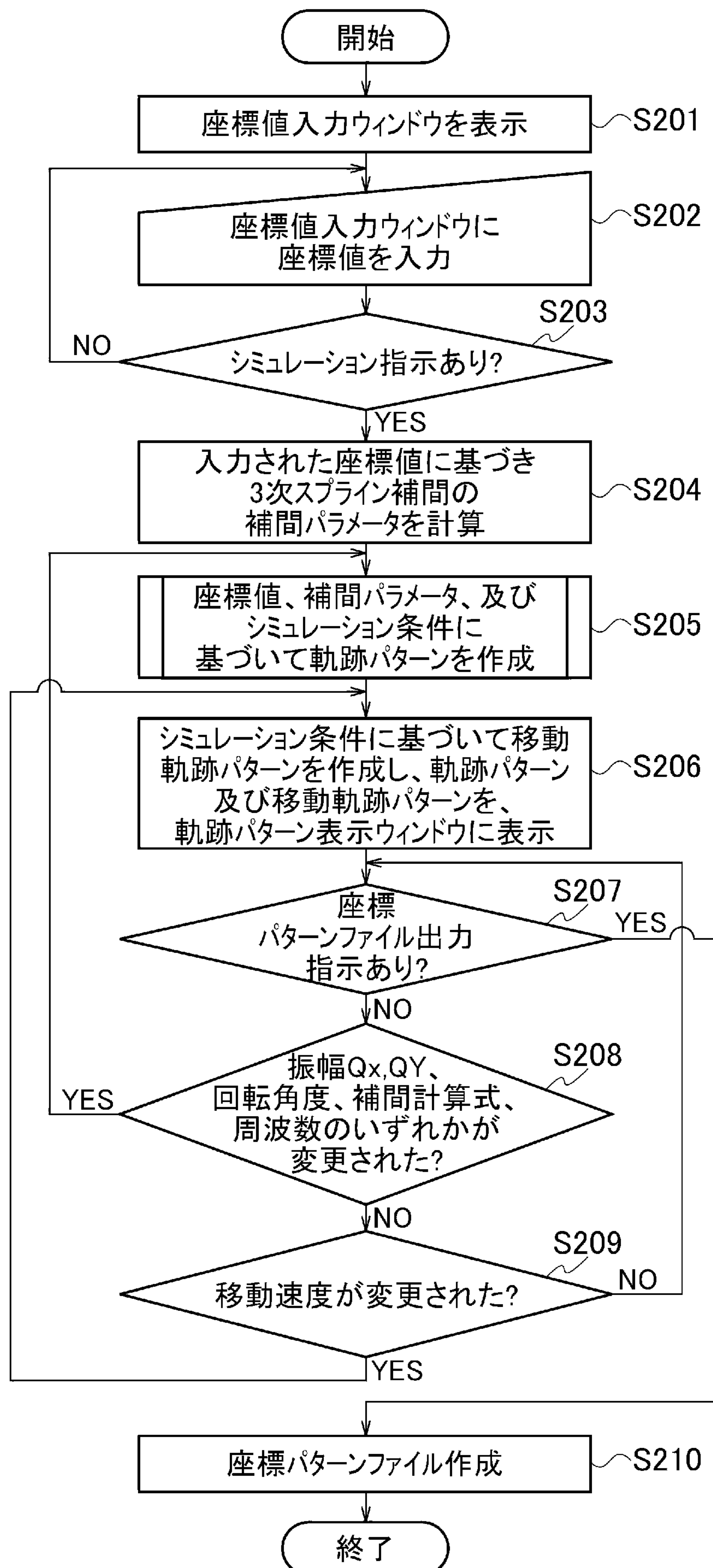
[図5]



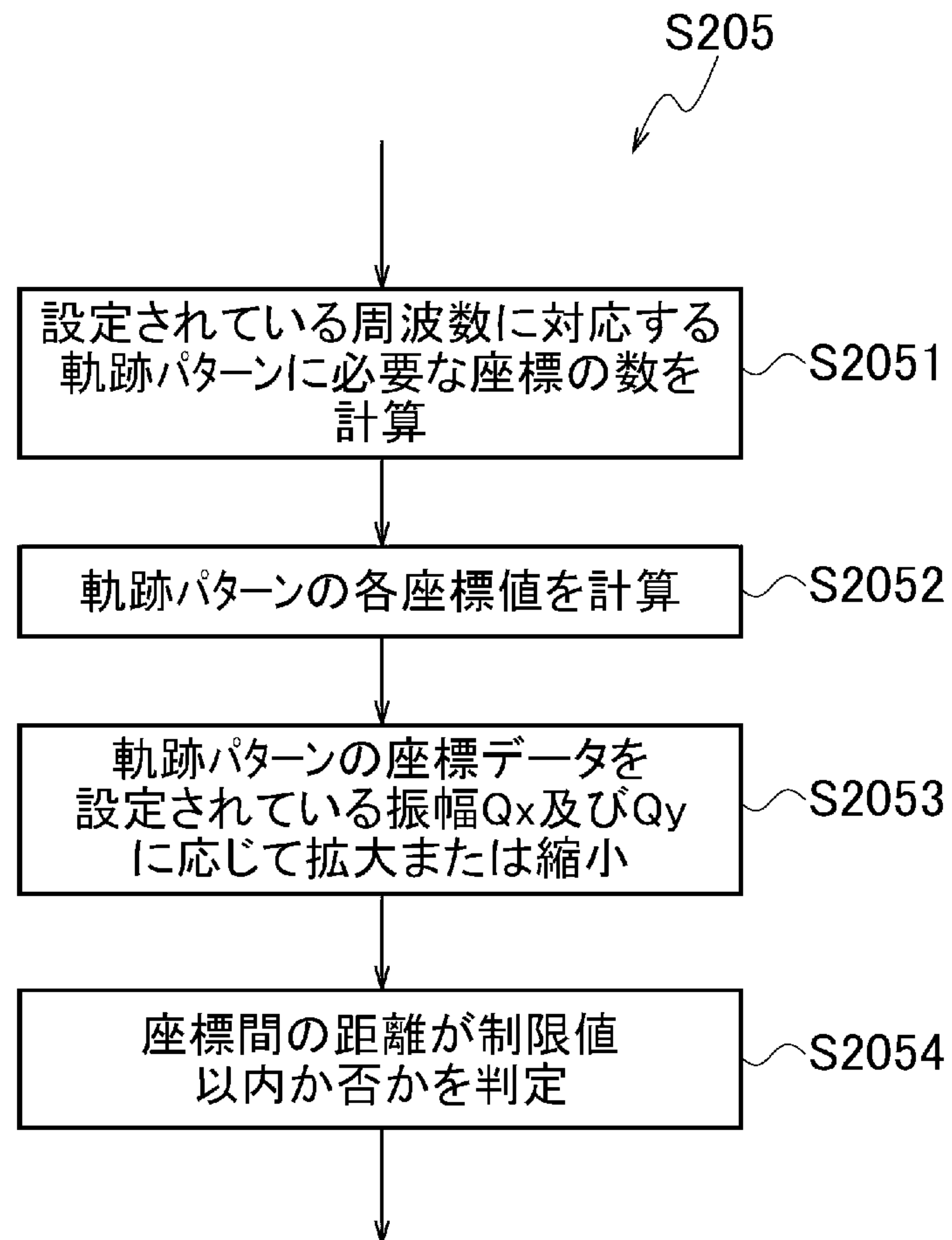
[図6]



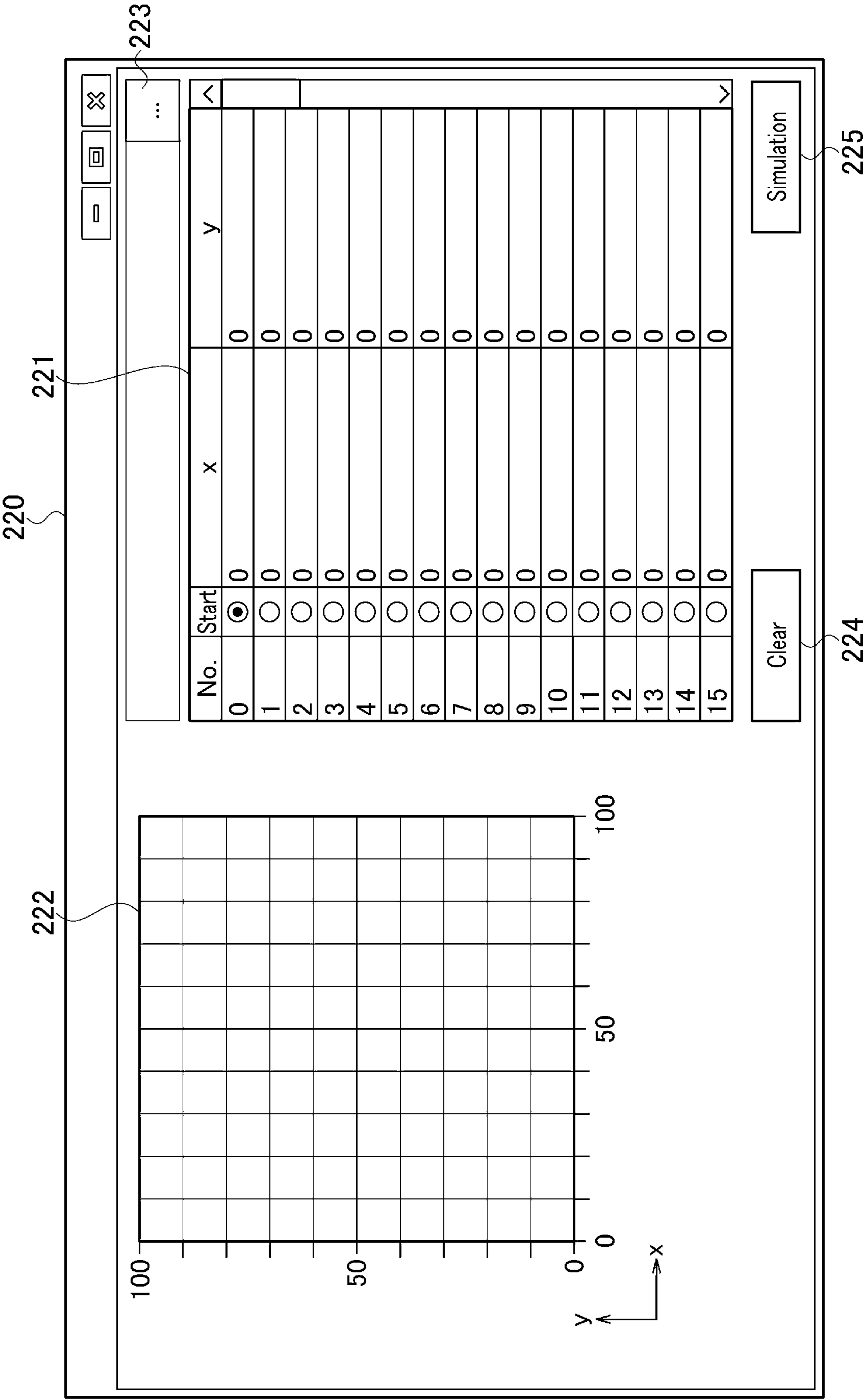
[図7]



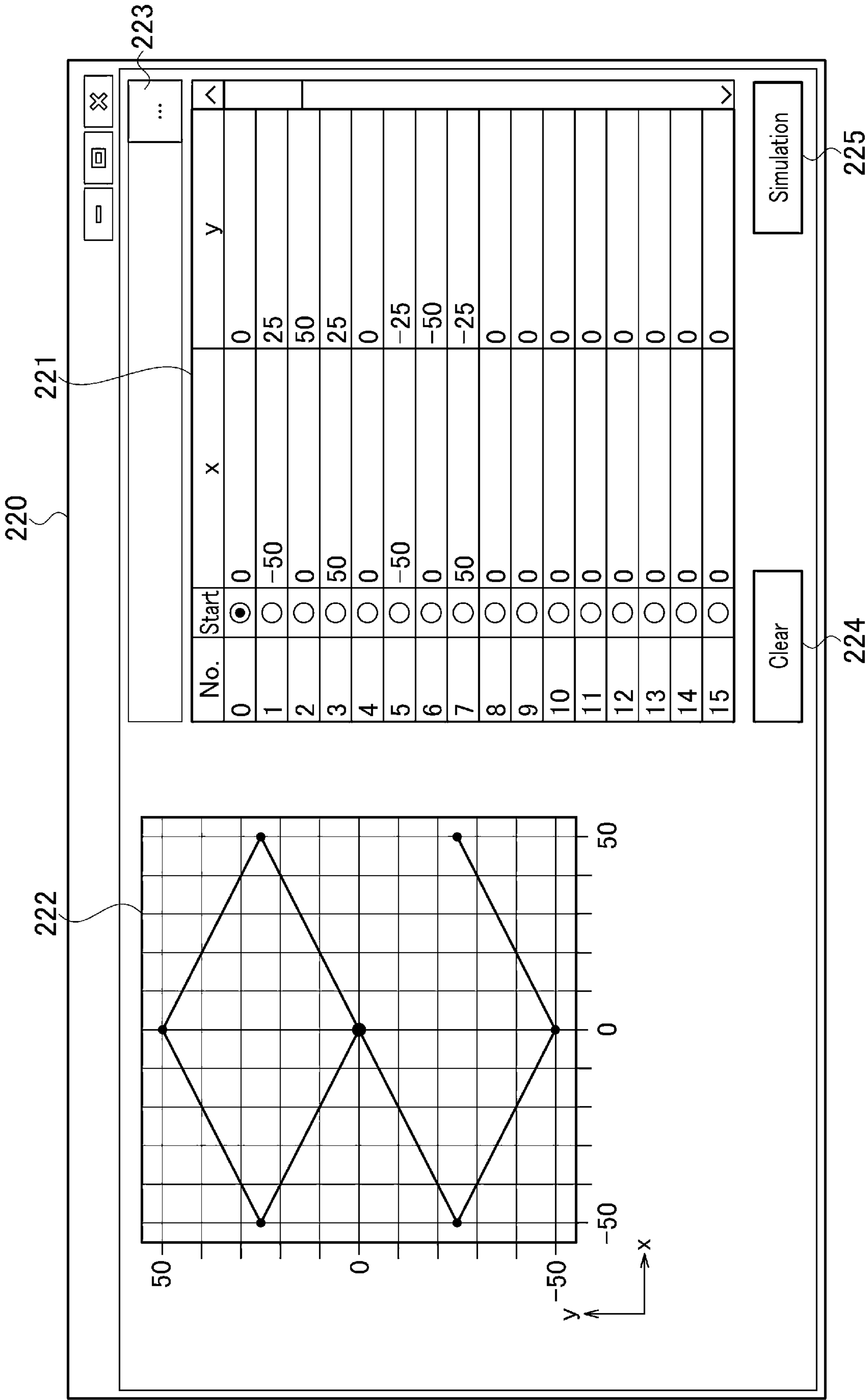
[図8]



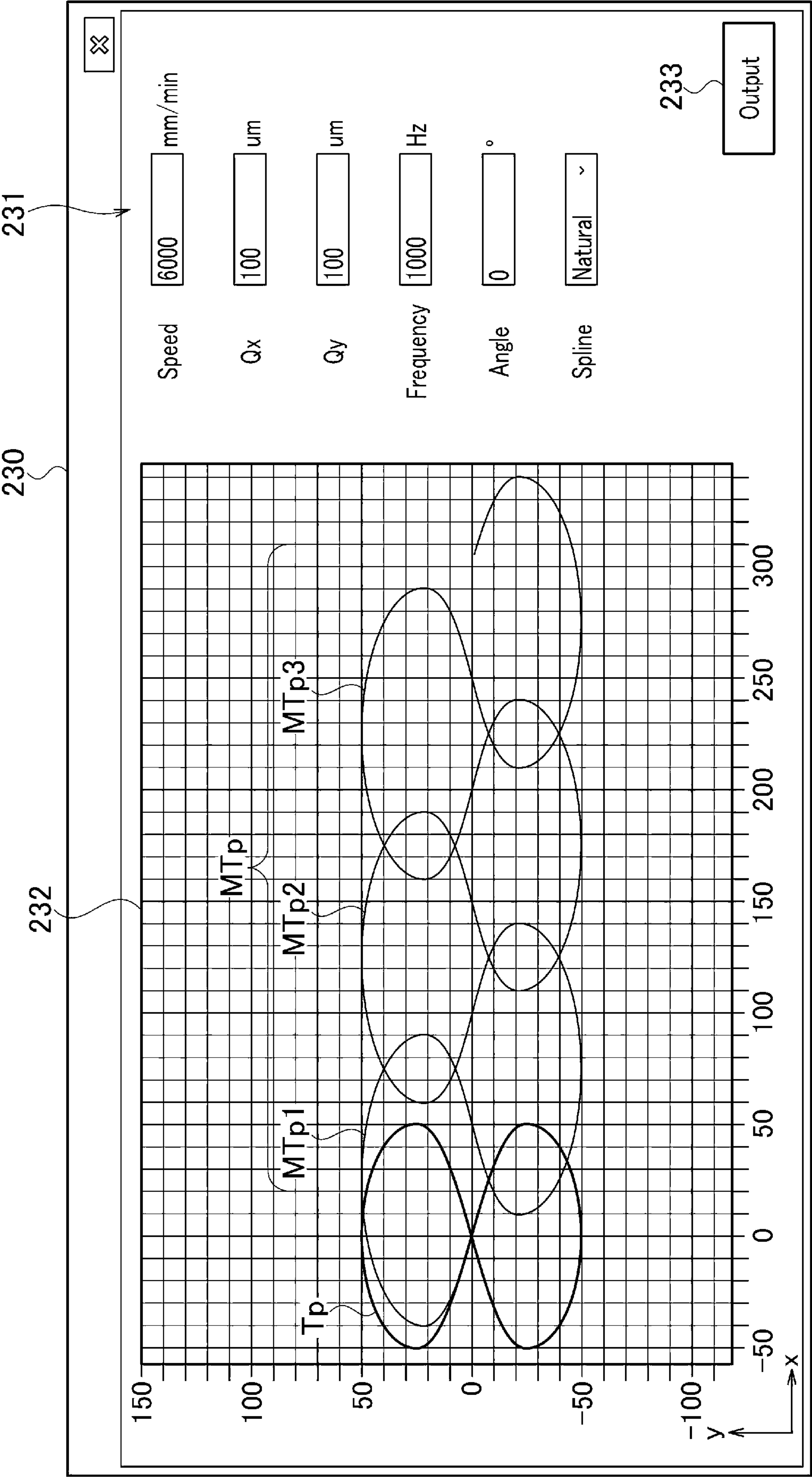
[図9]



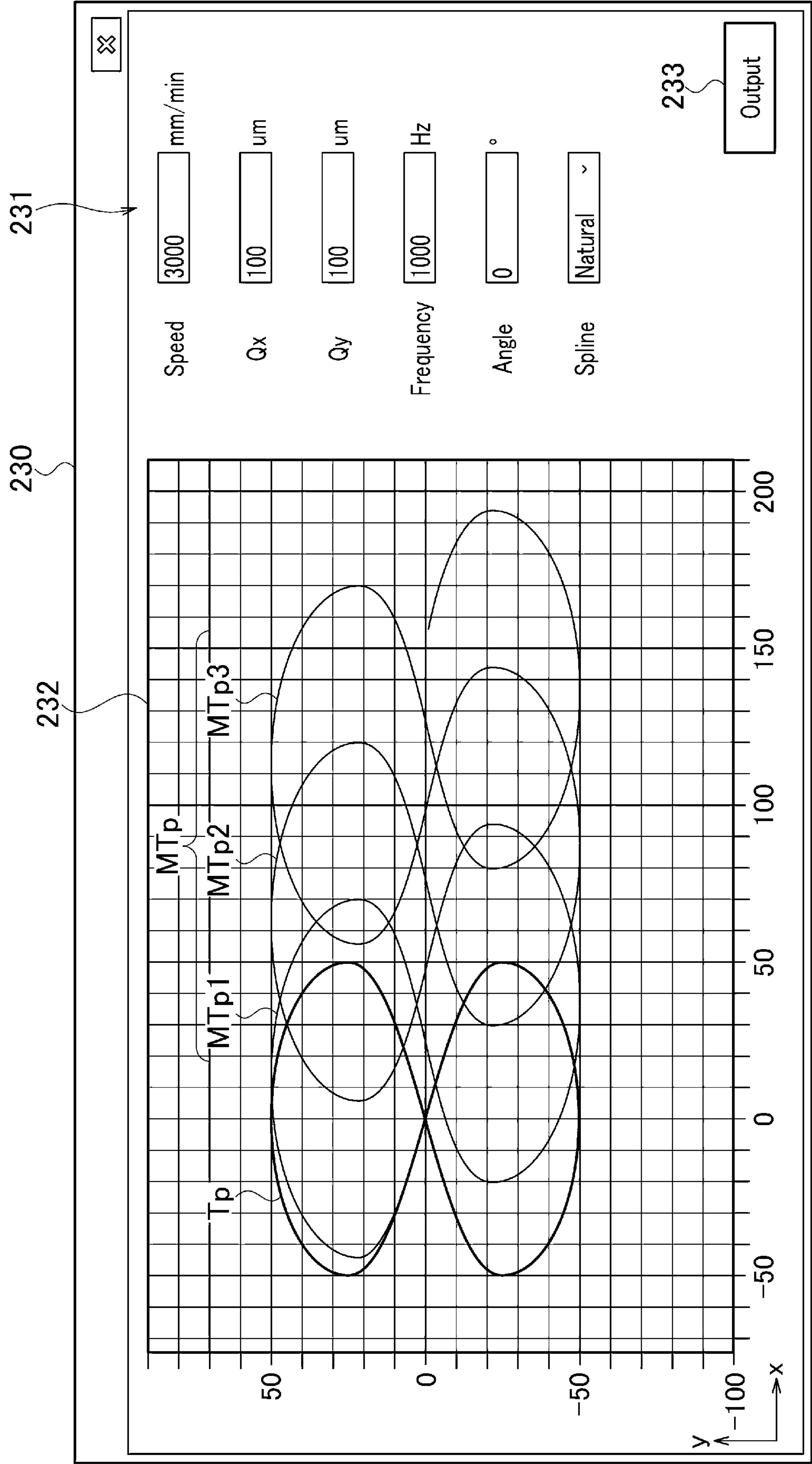
[図10]



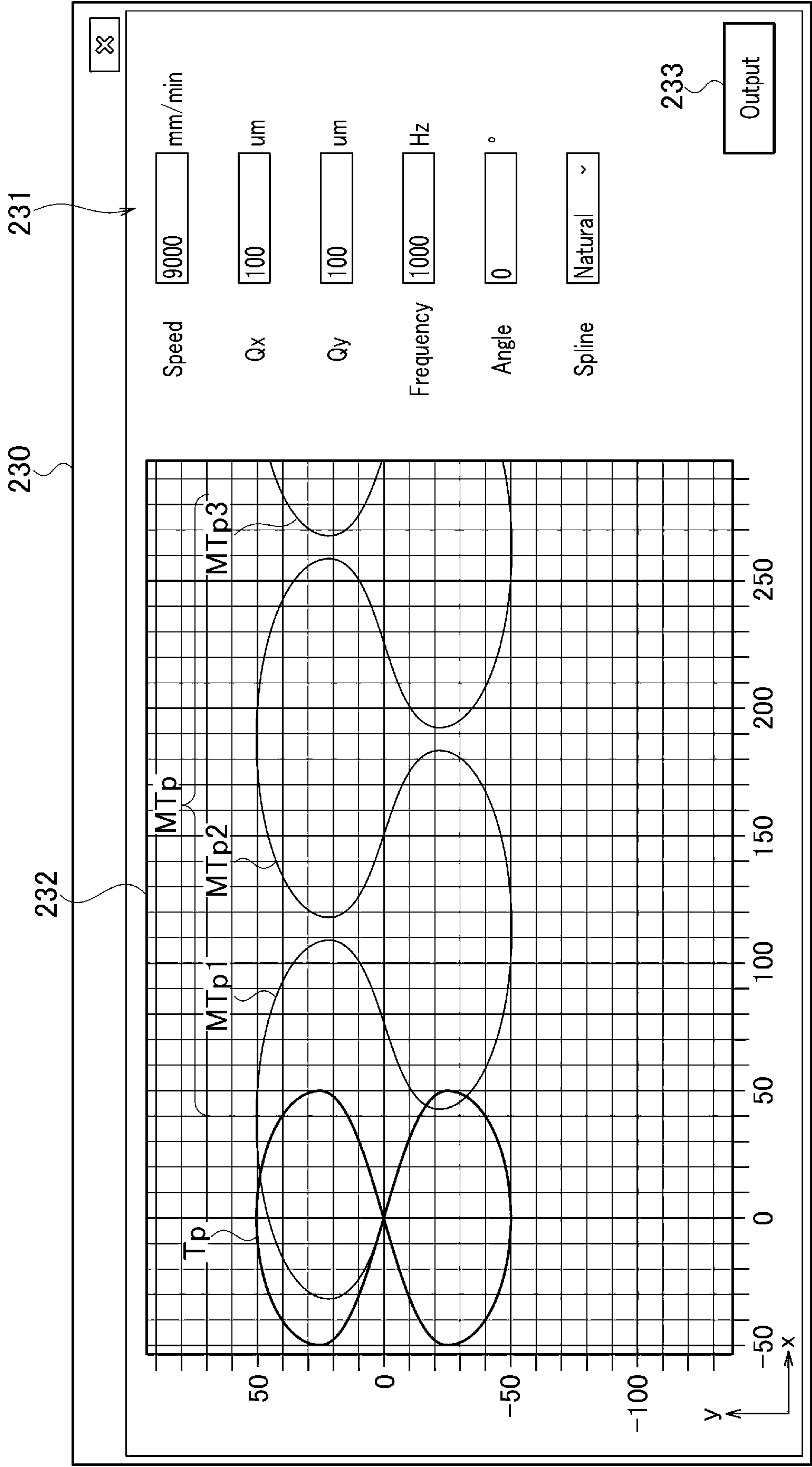
[図11]



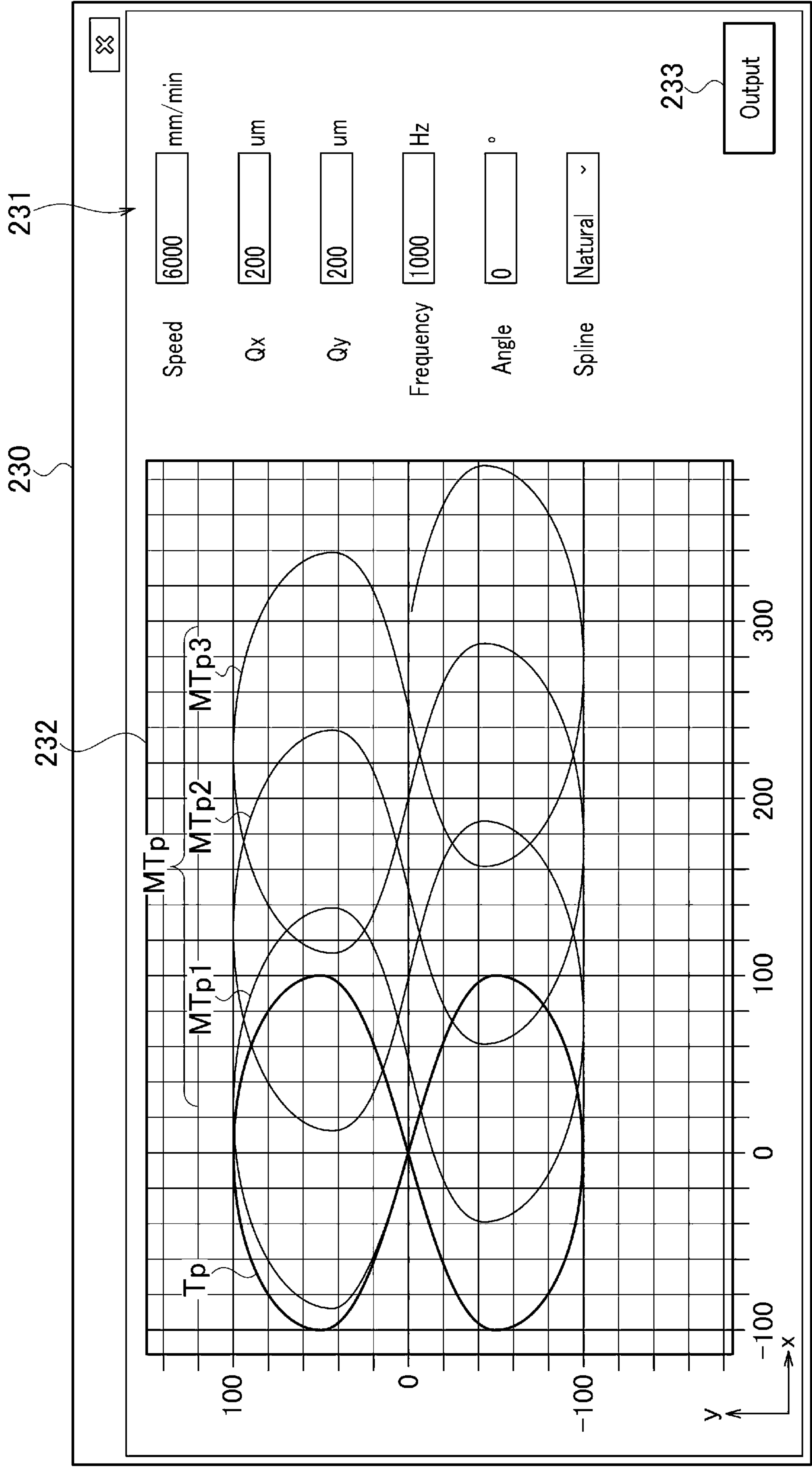
[図12]



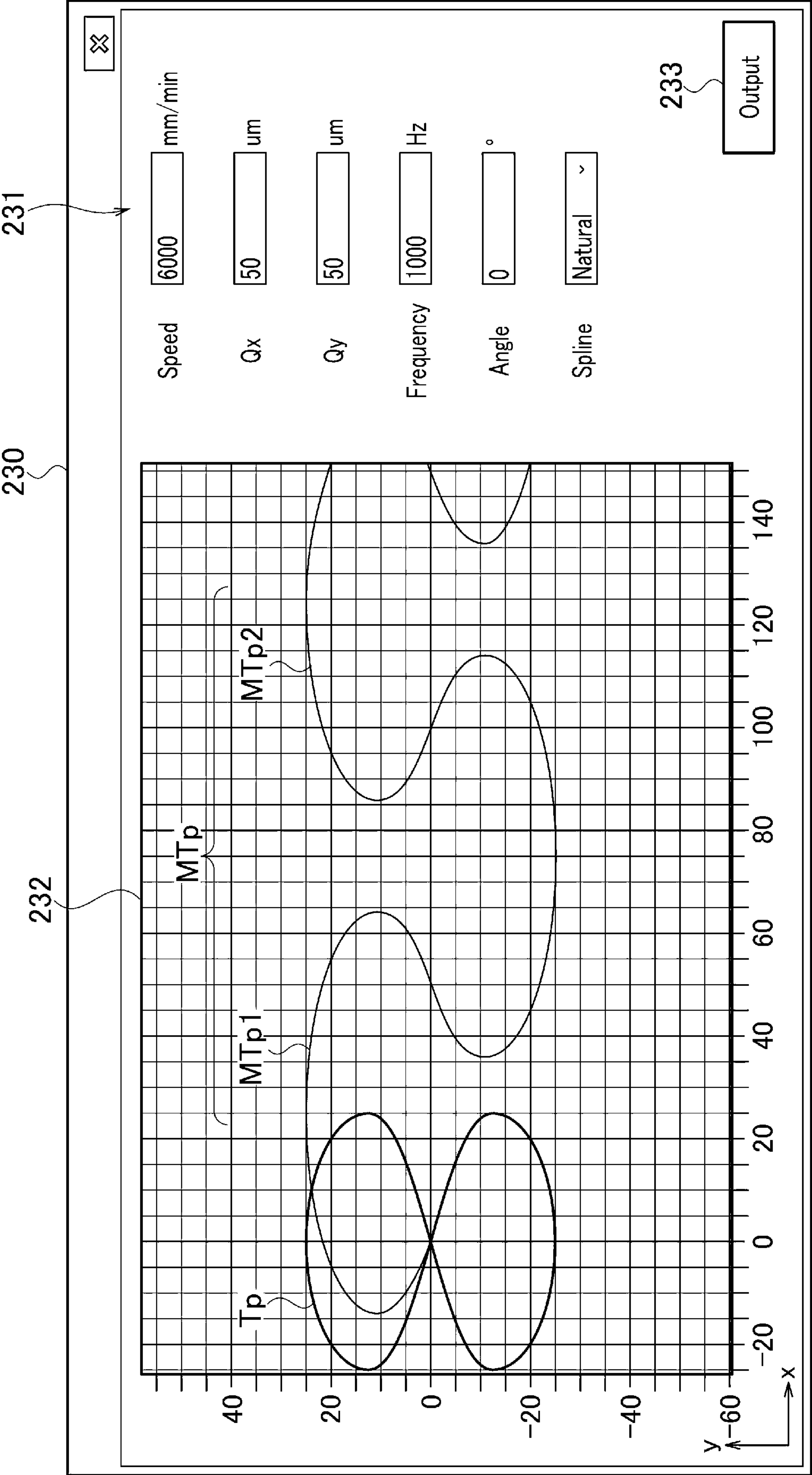
[図13]



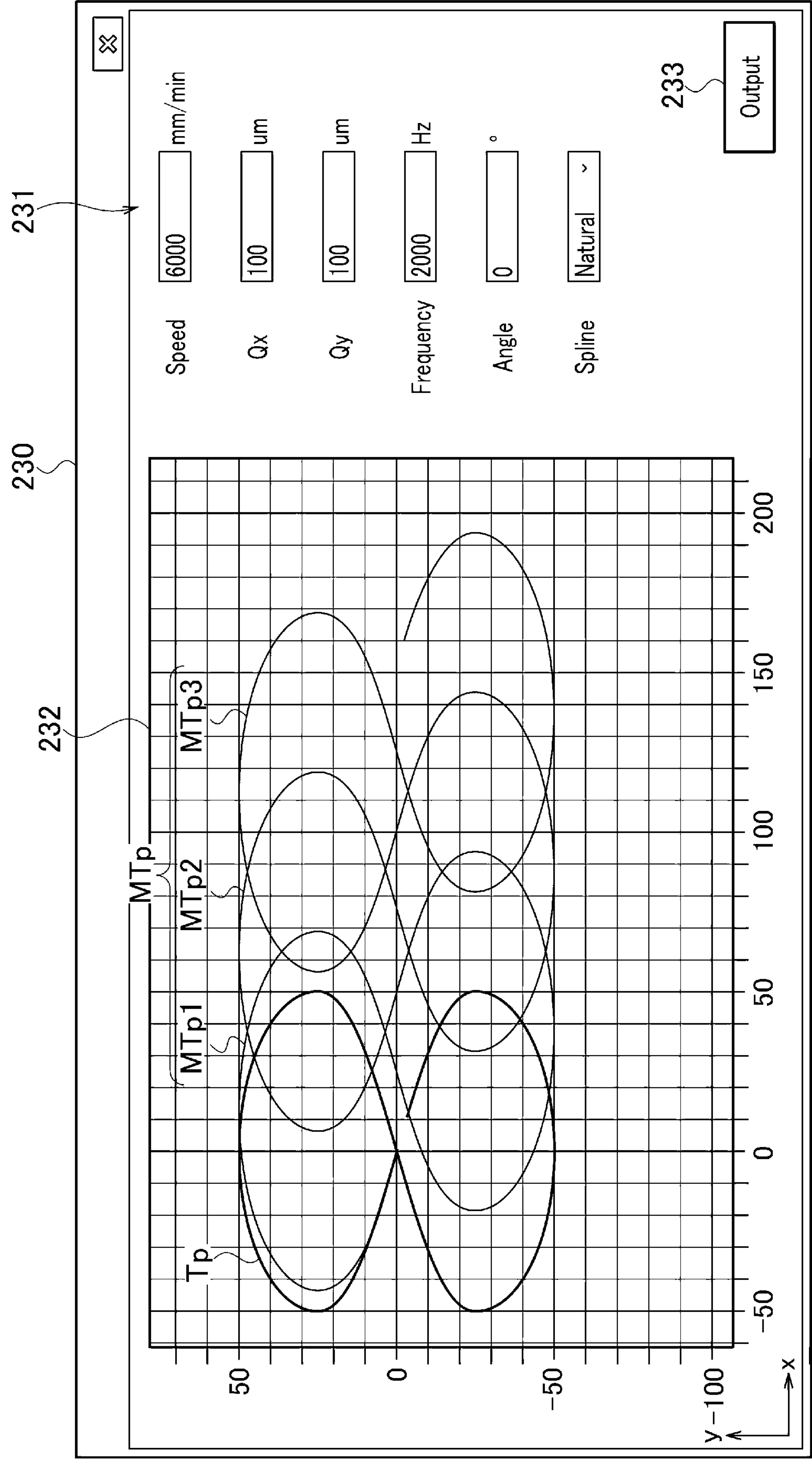
[図14]



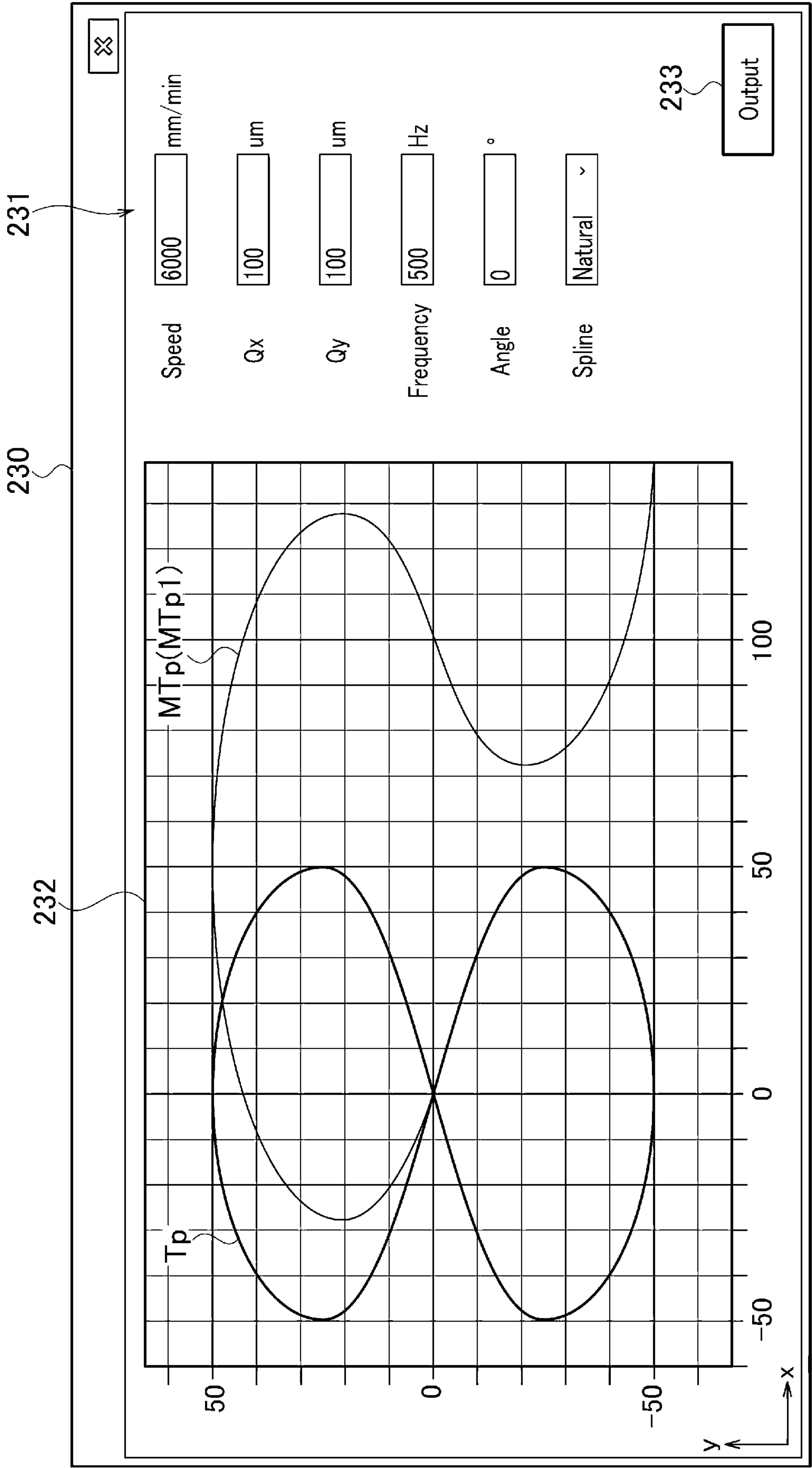
[図15]



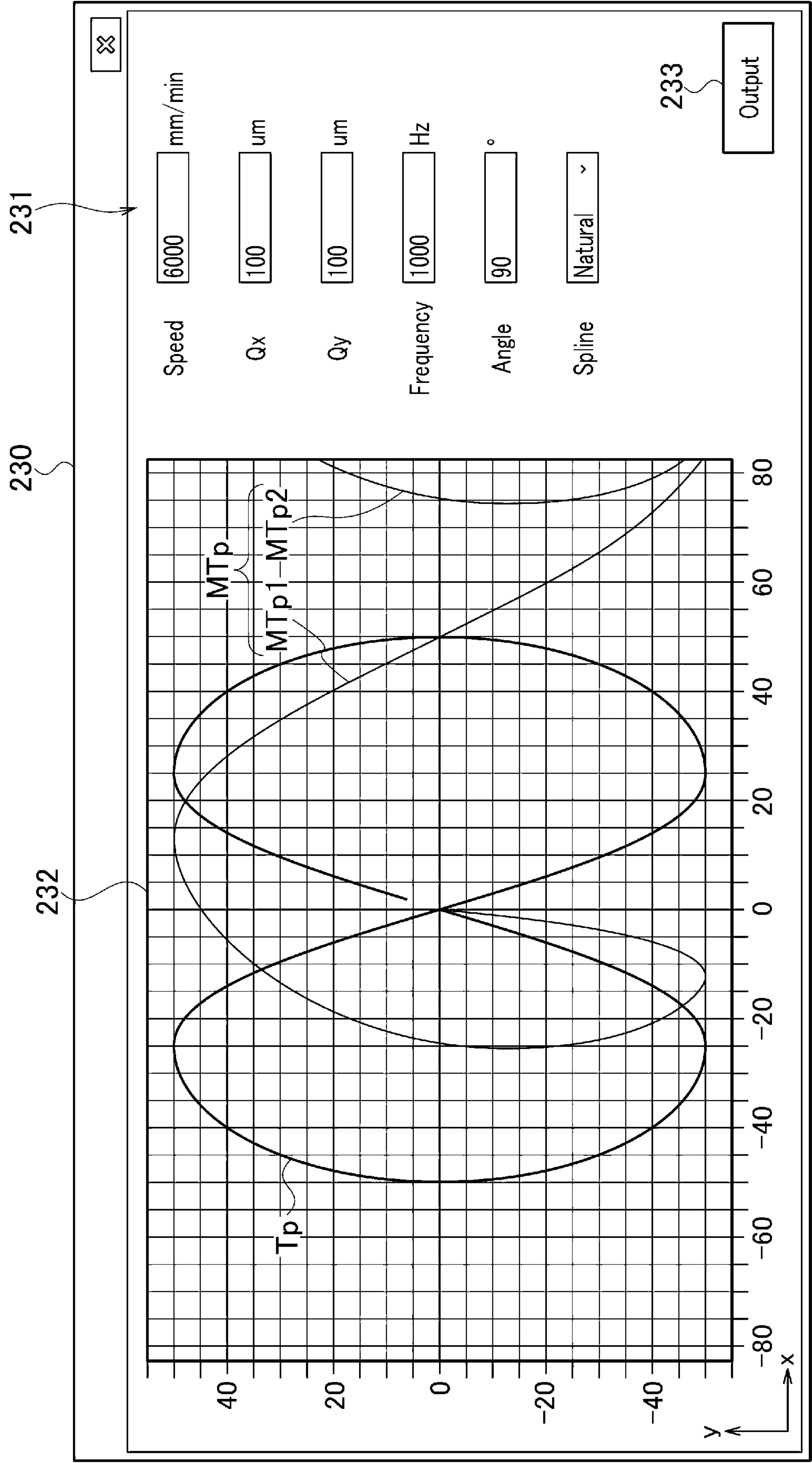
[図16]



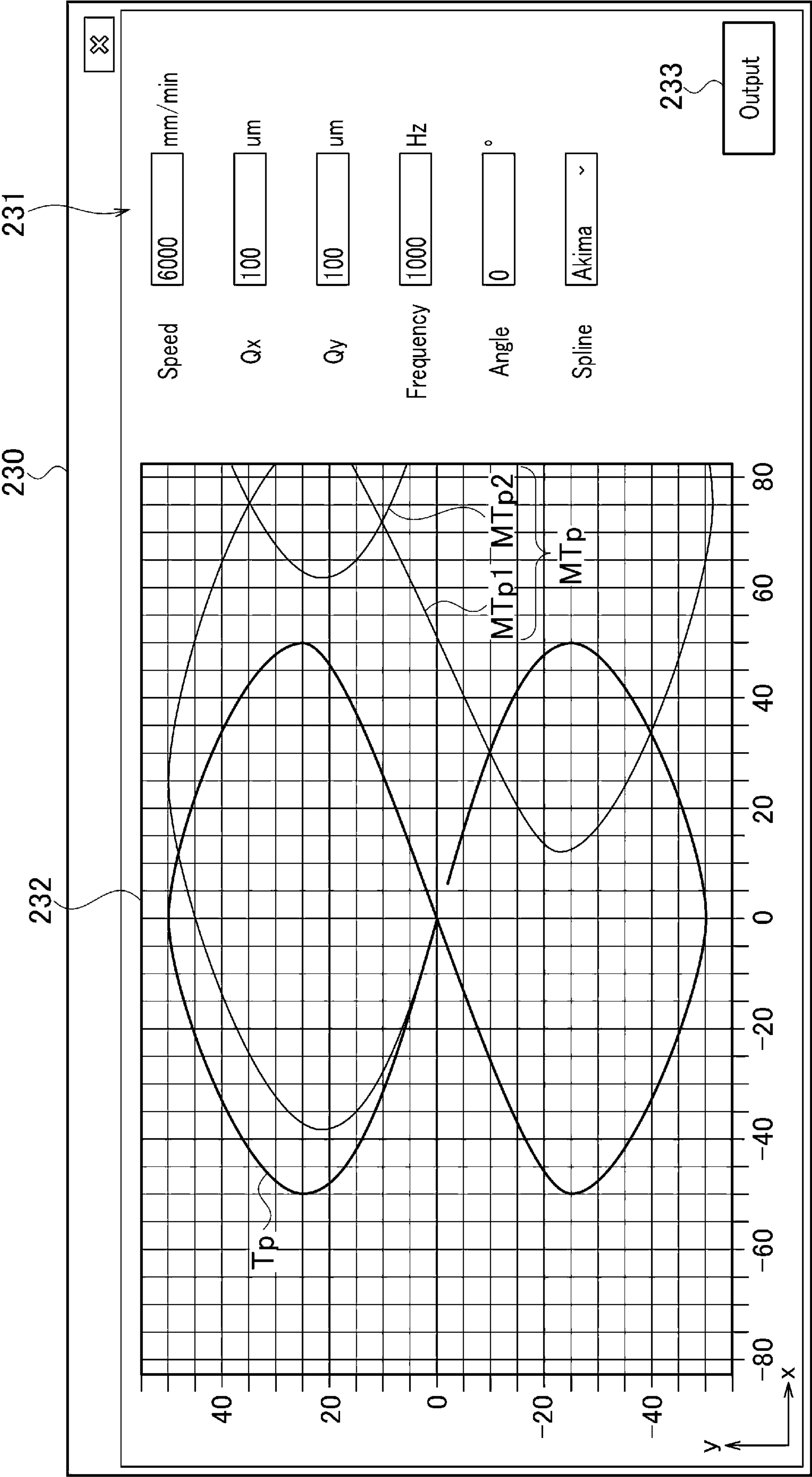
[図17]



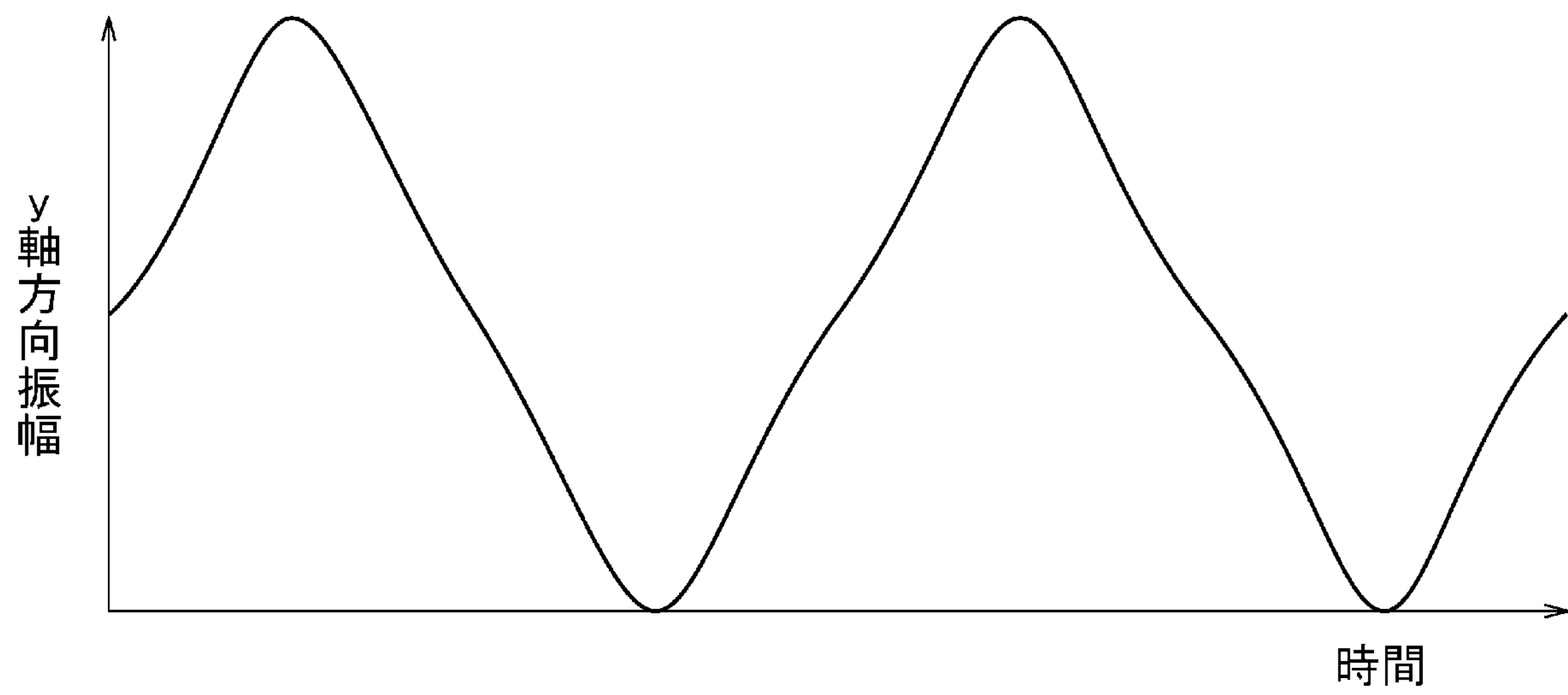
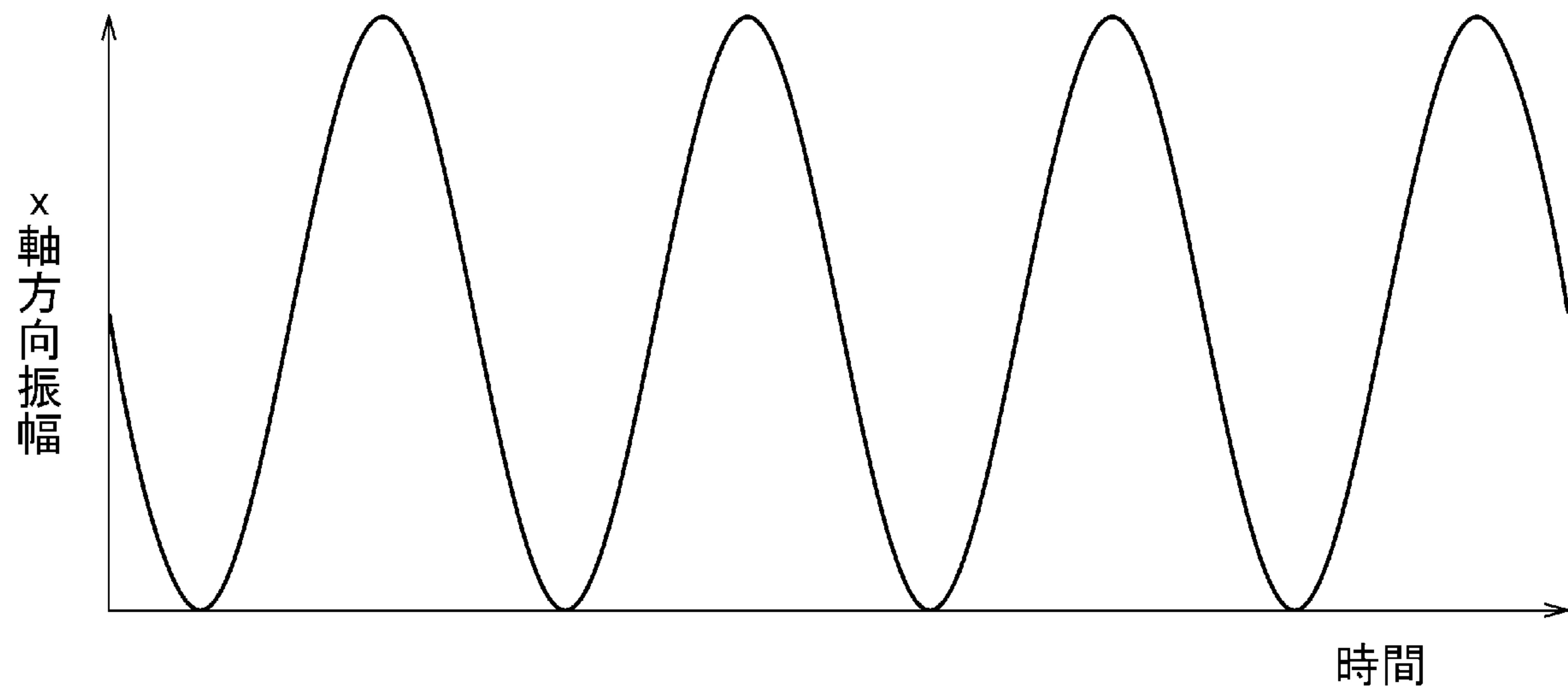
[図18]



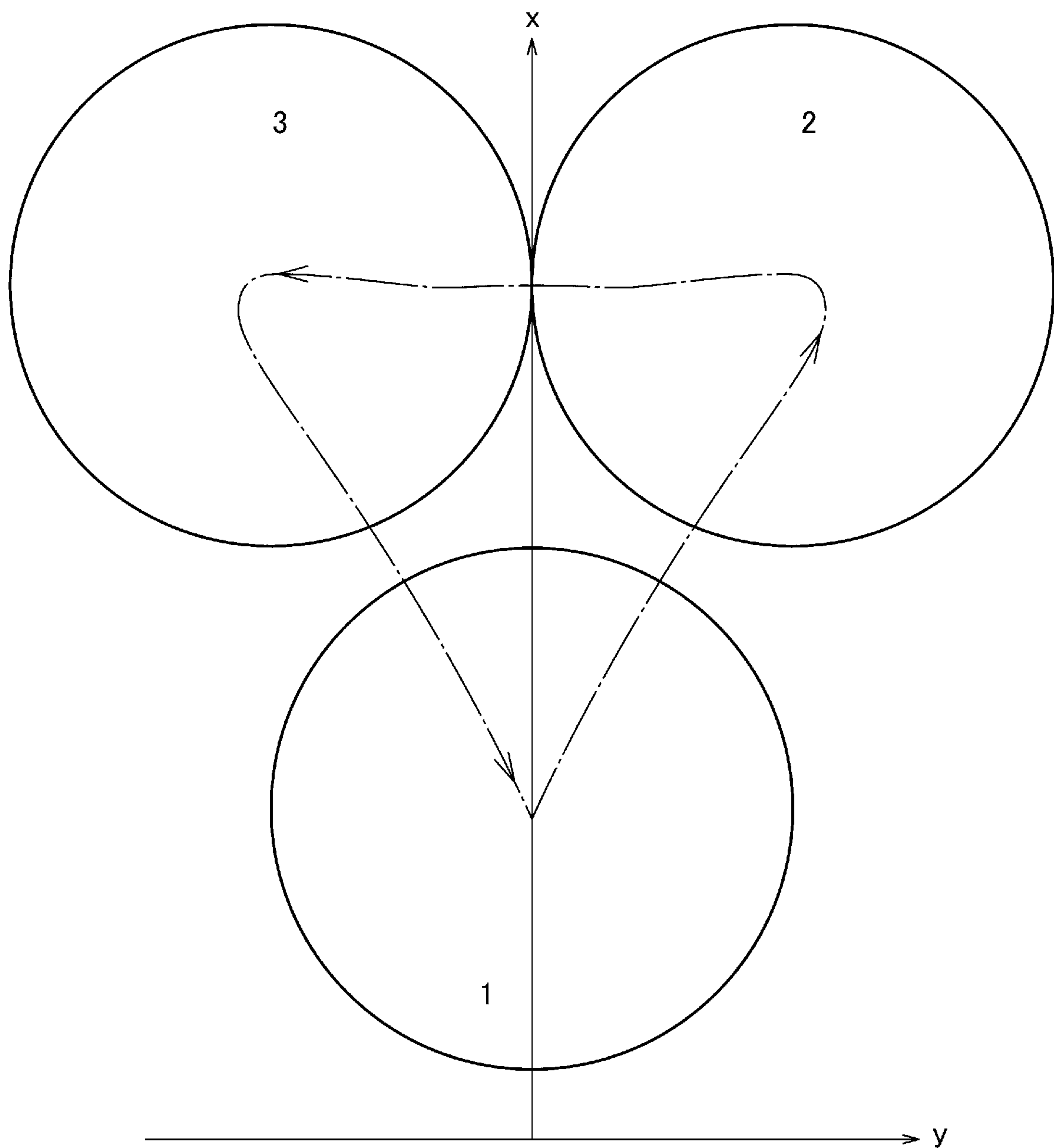
[図19]



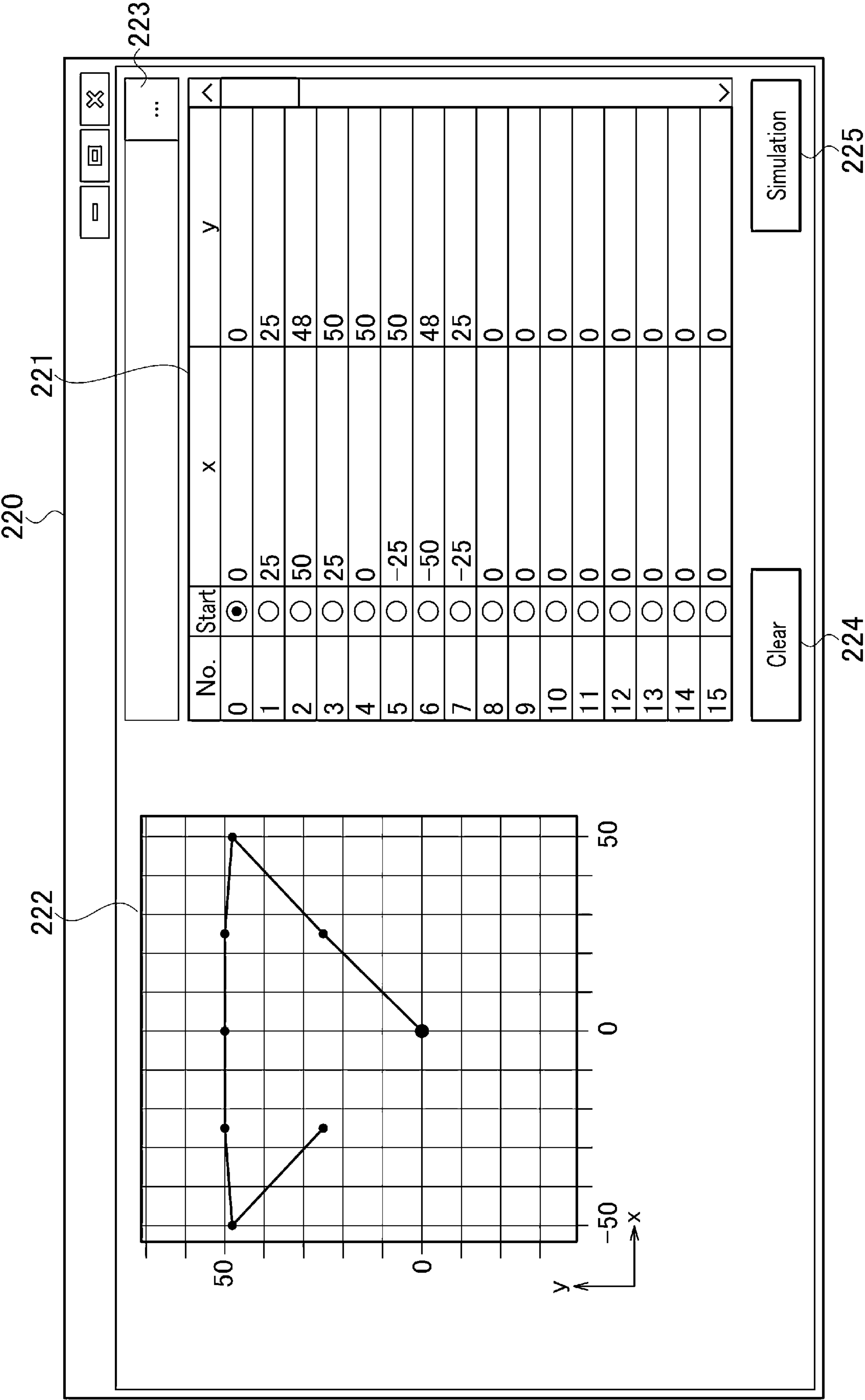
[図20]



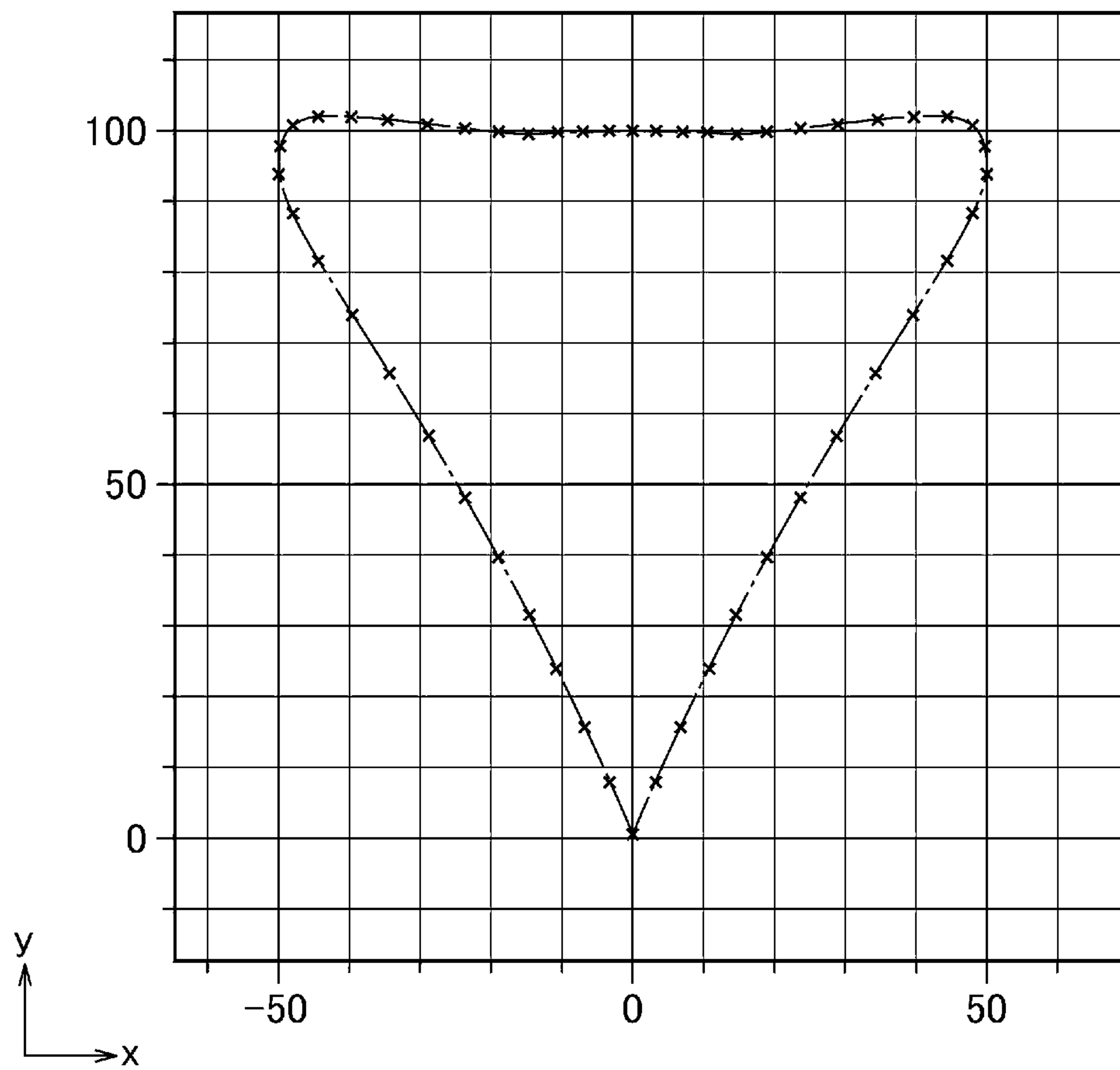
[図21]



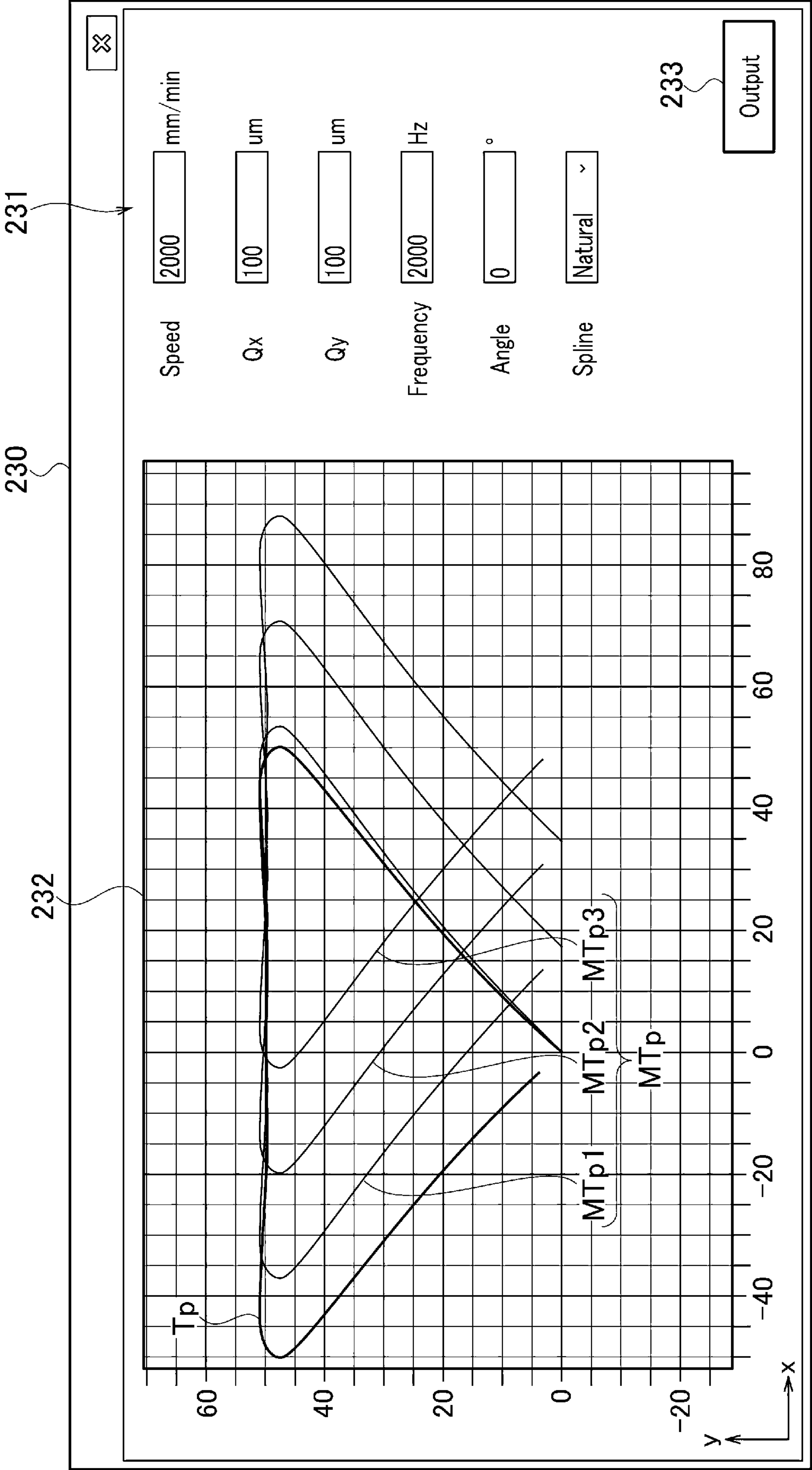
[図22]



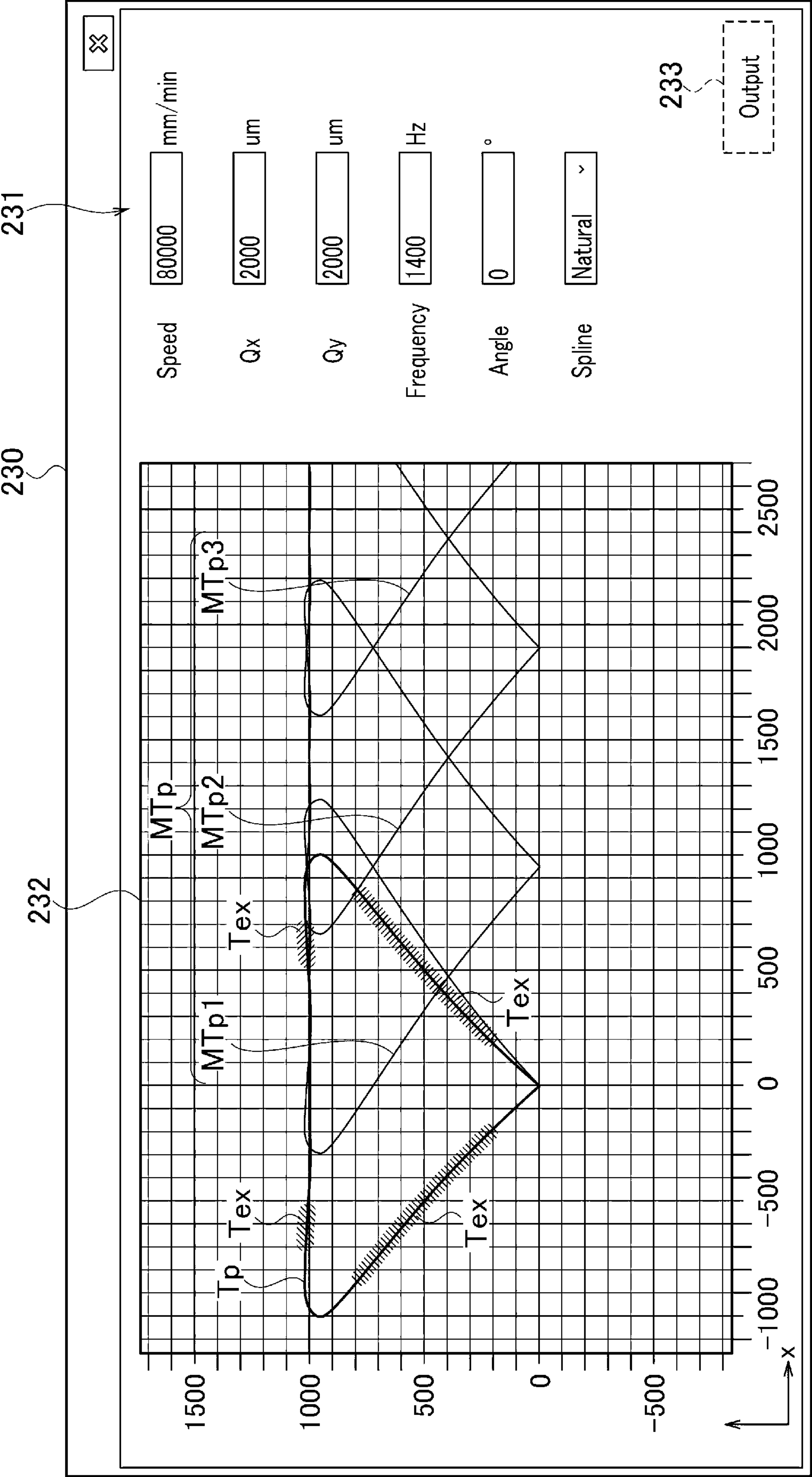
[図23]



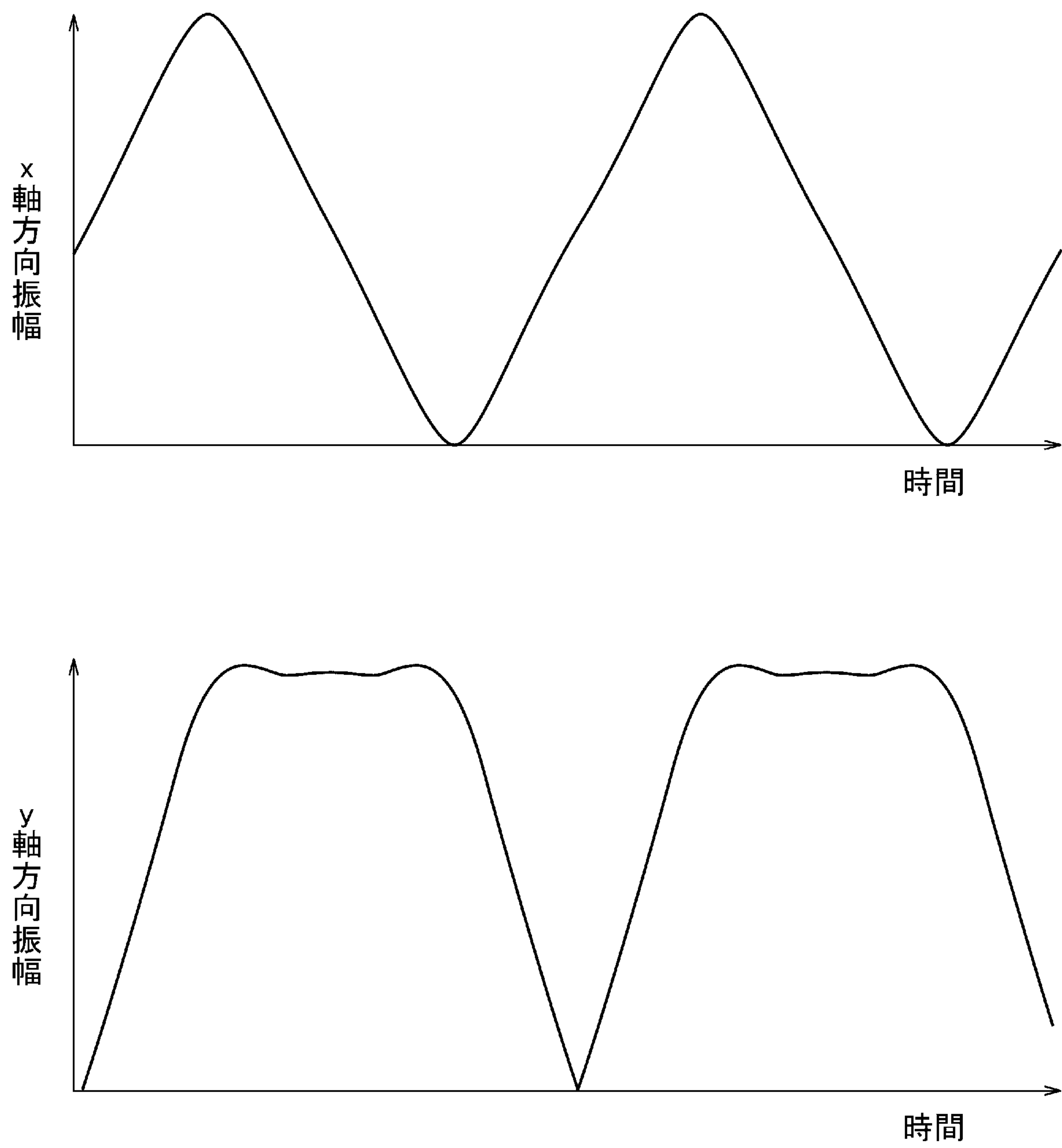
[図24]



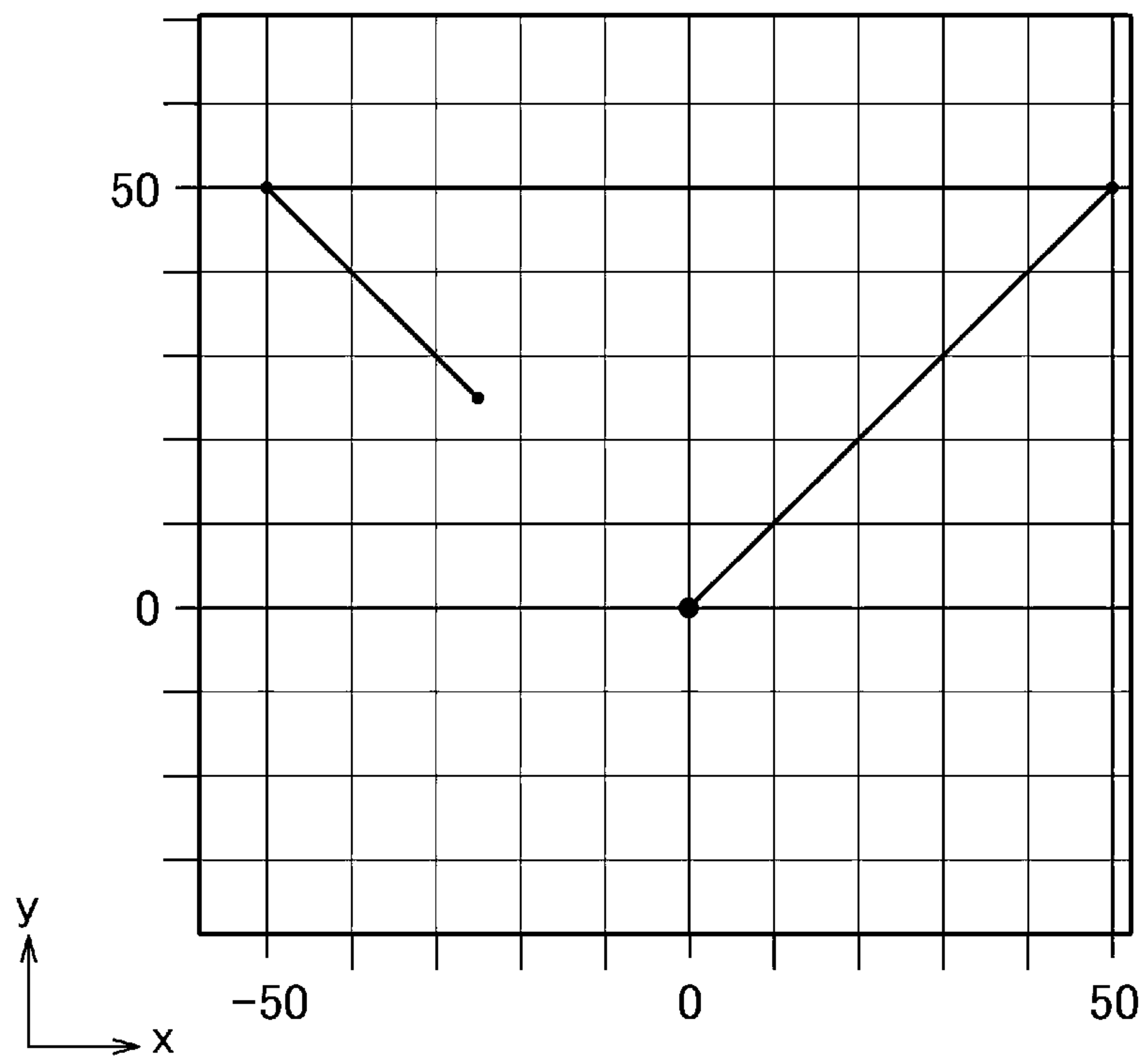
[図25]



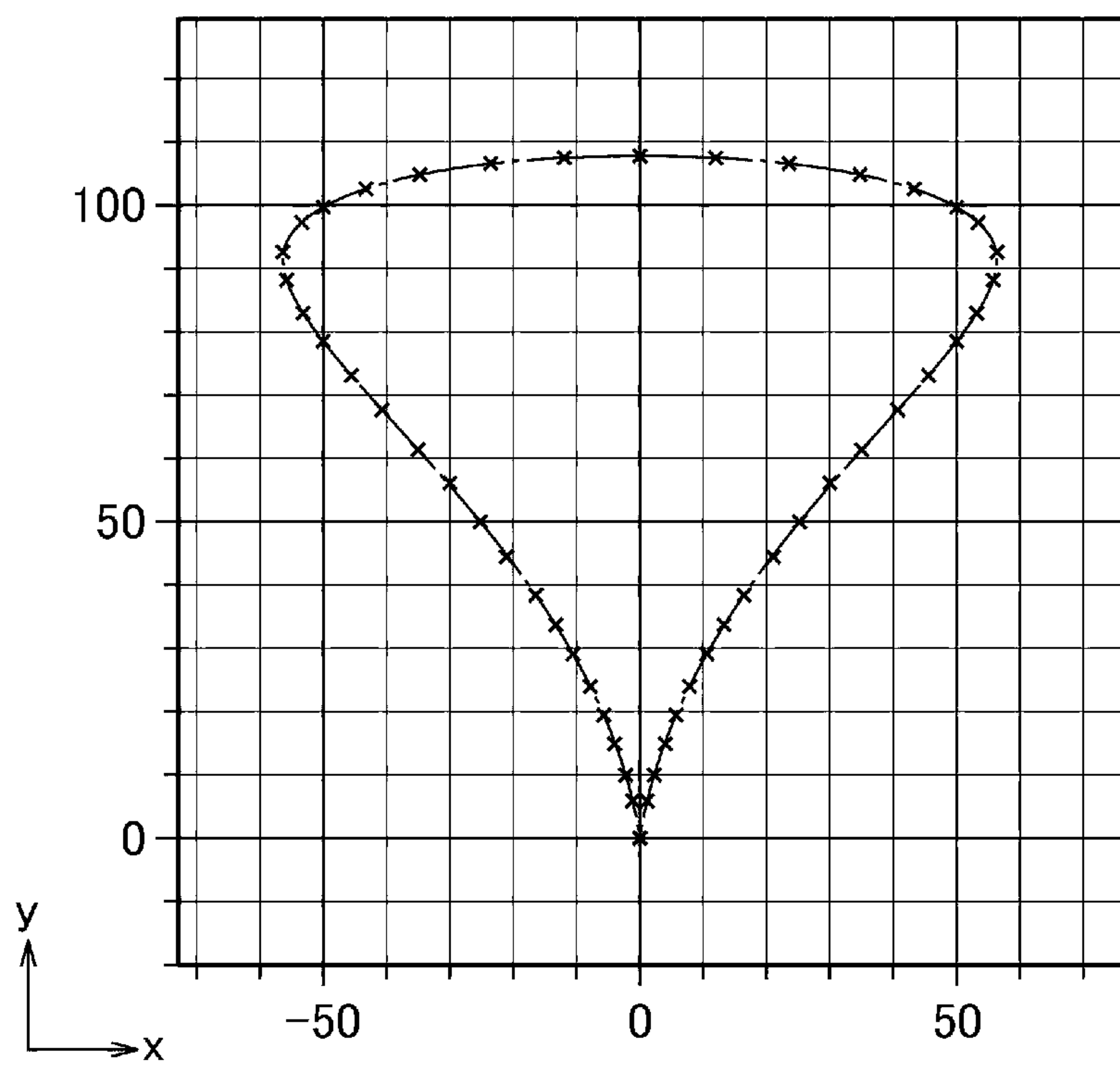
[図26]



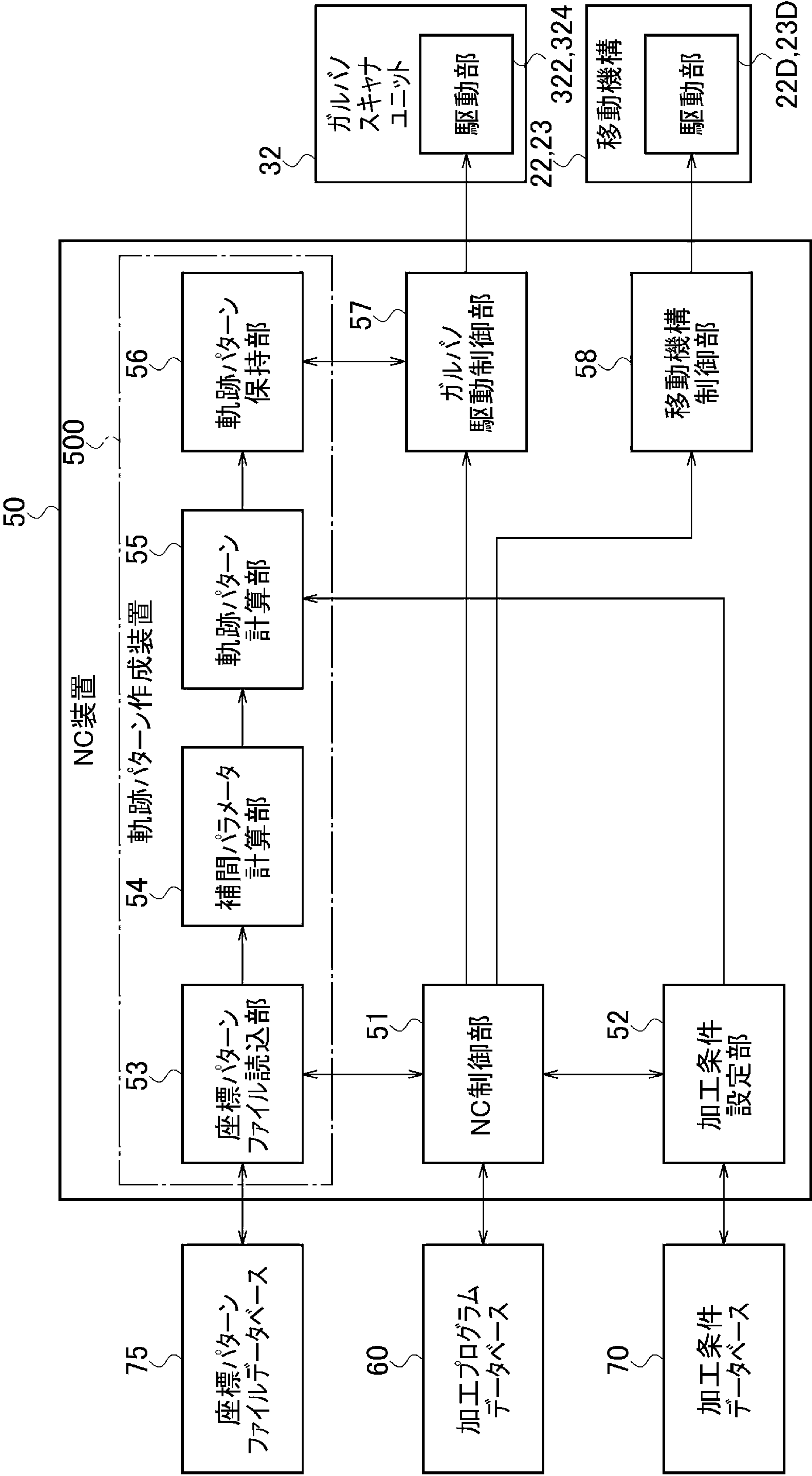
[図27]



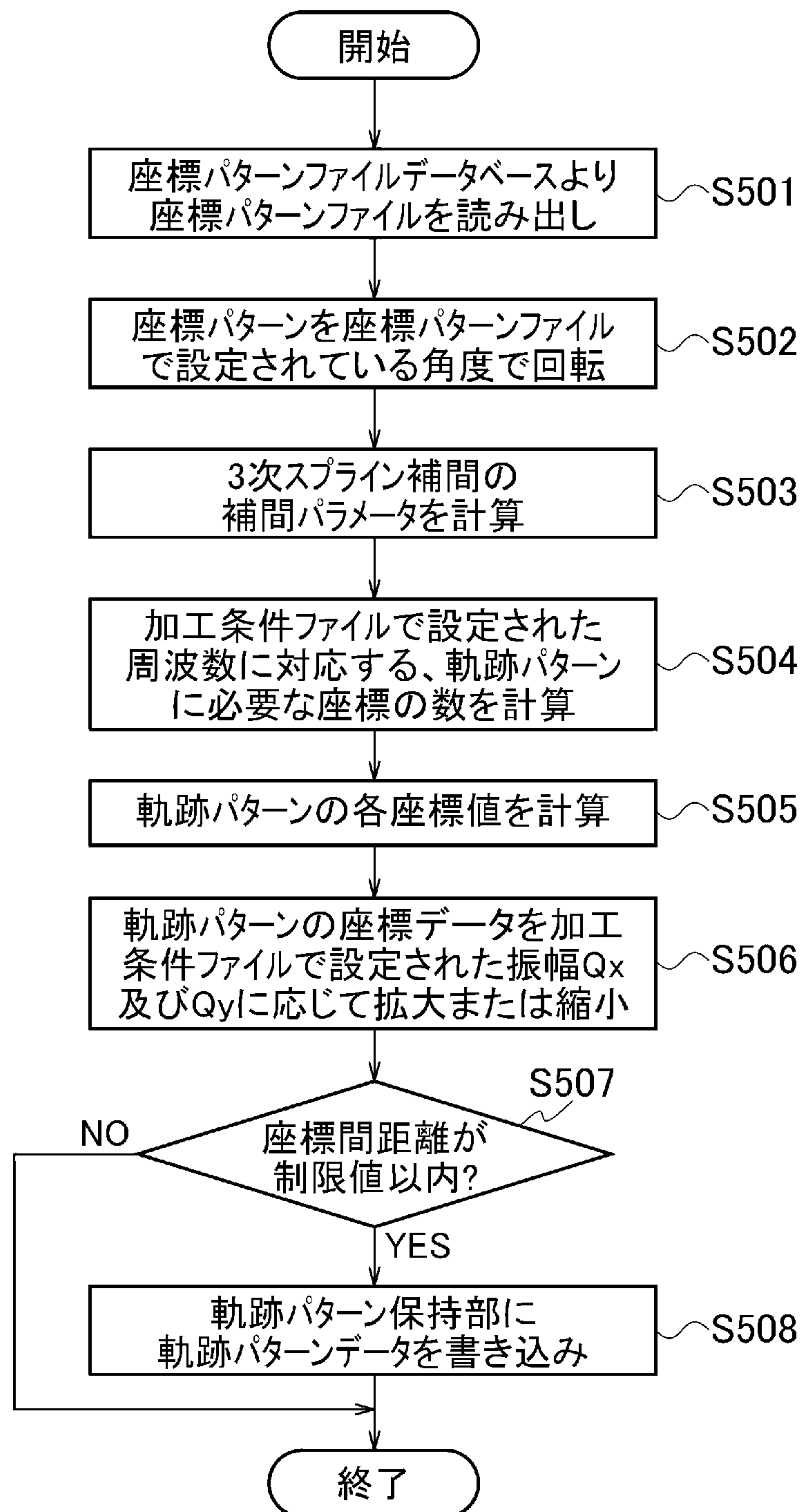
[図28]



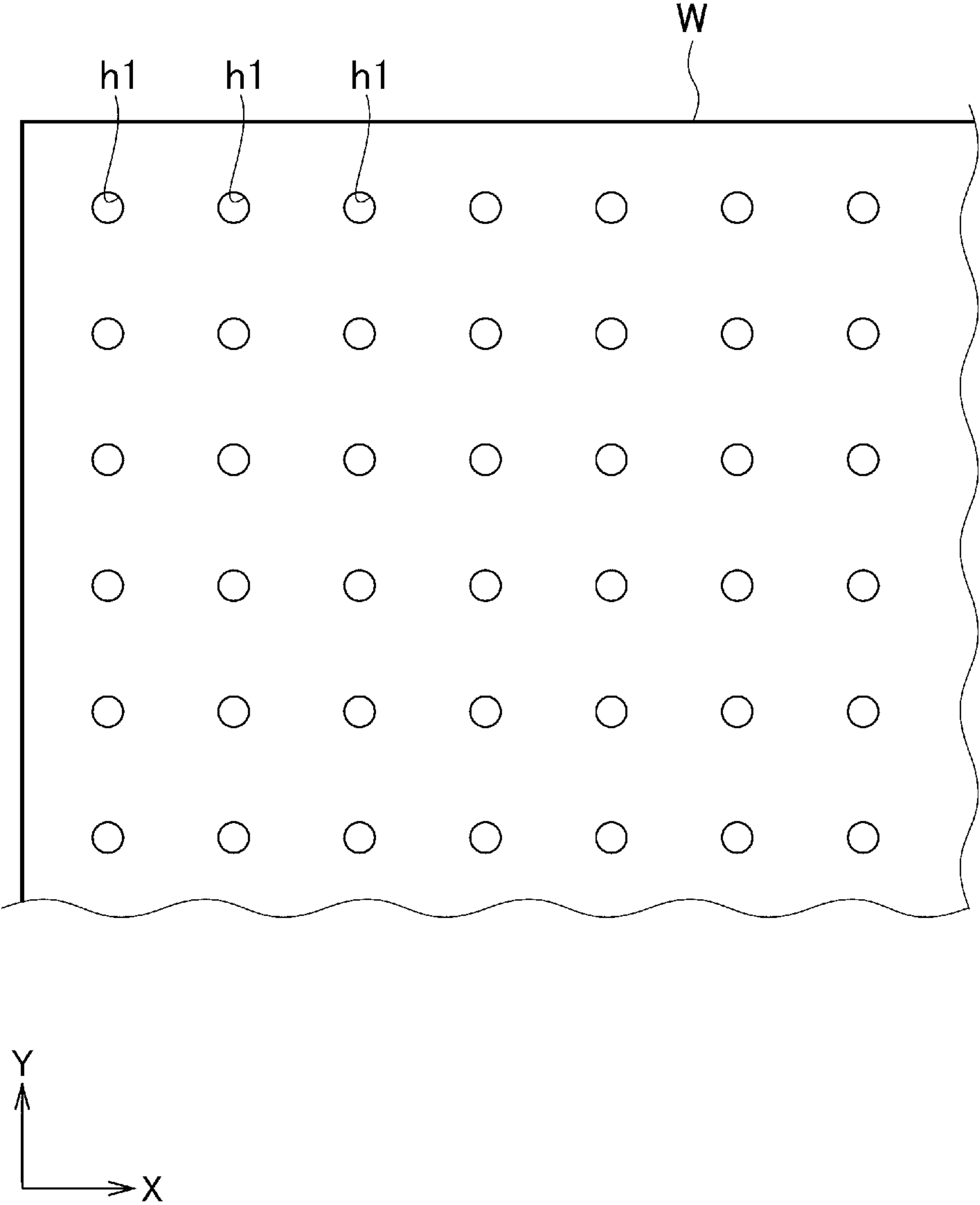
[図29]



[図30]

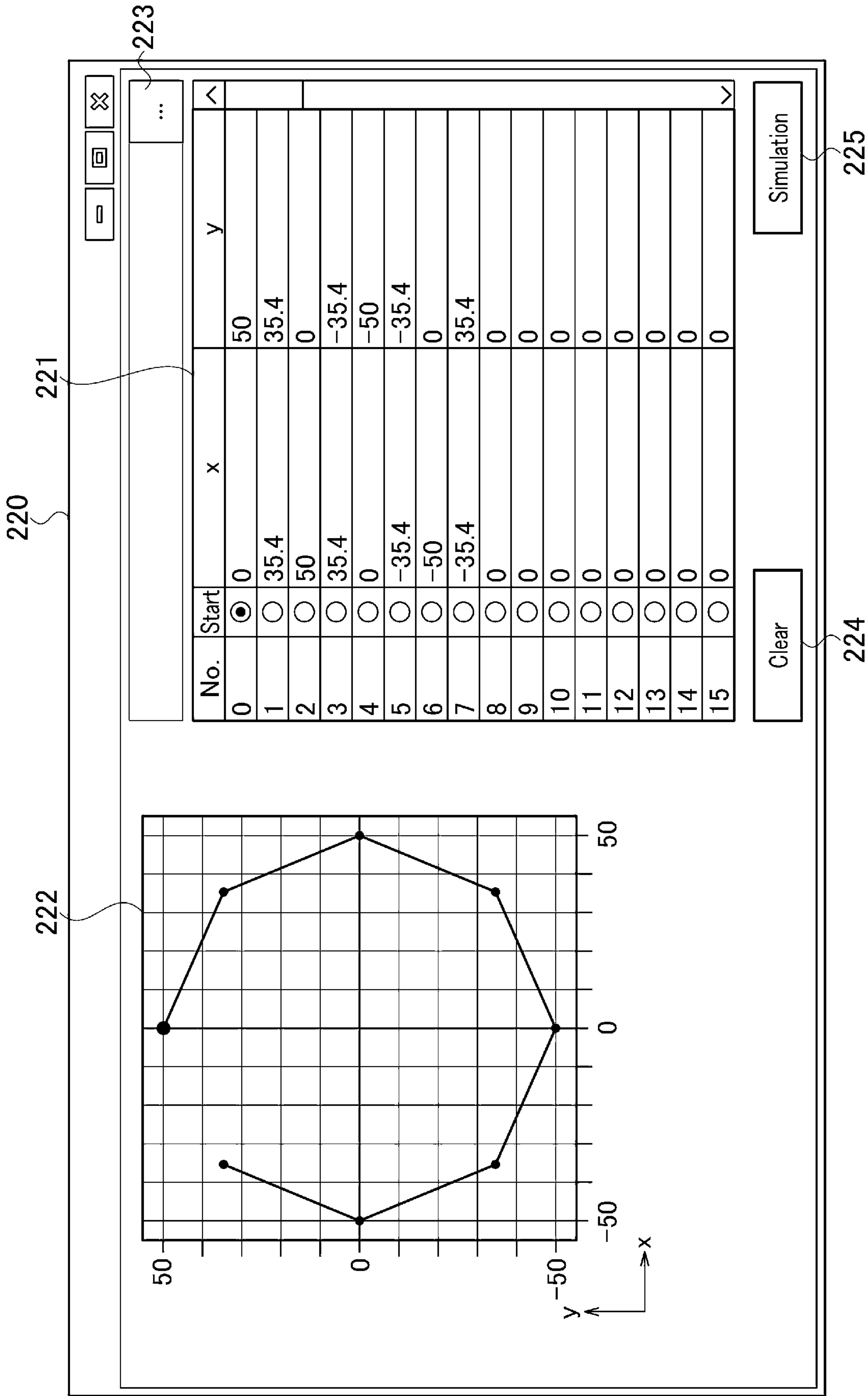


[図31]

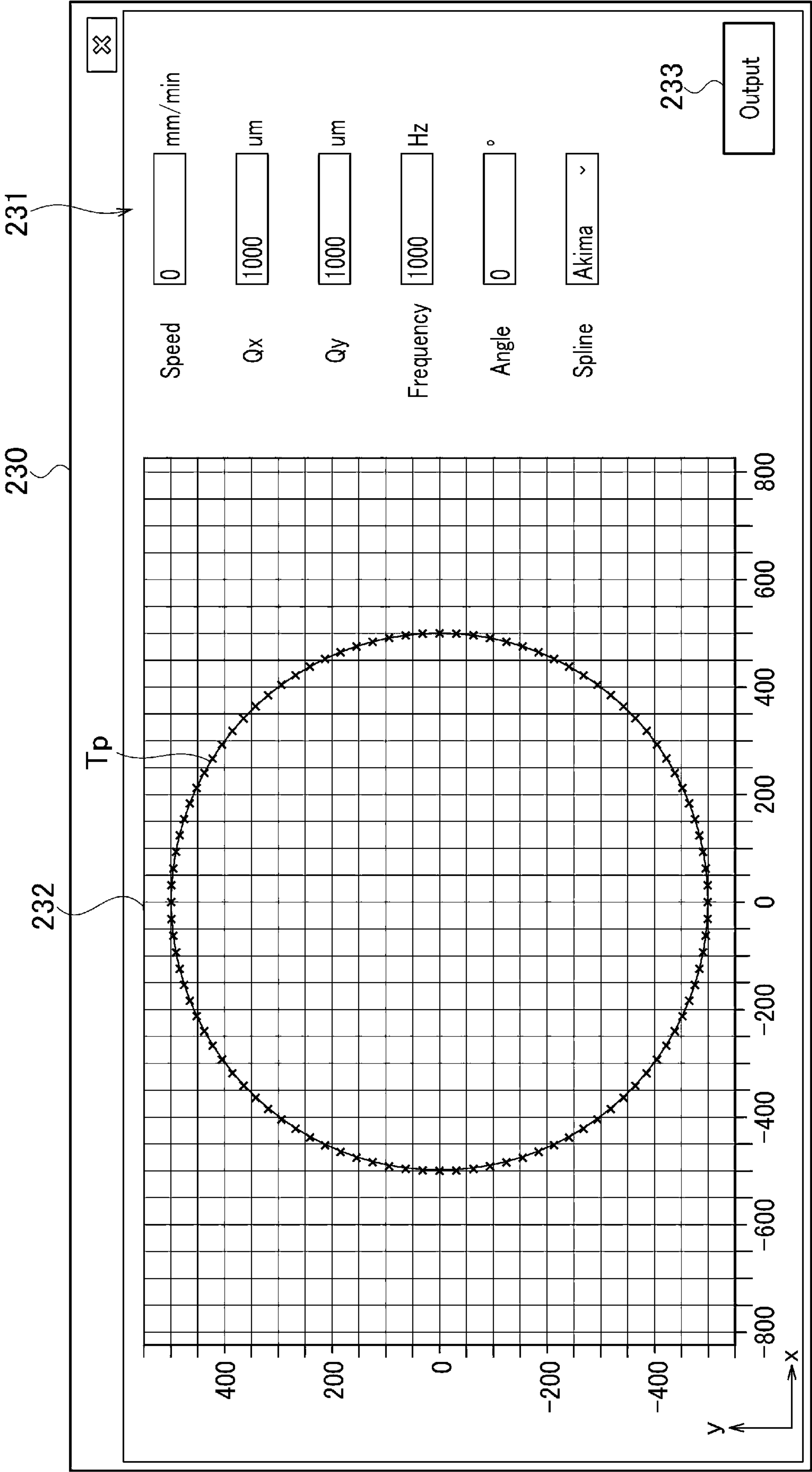


[illegible][illegible]

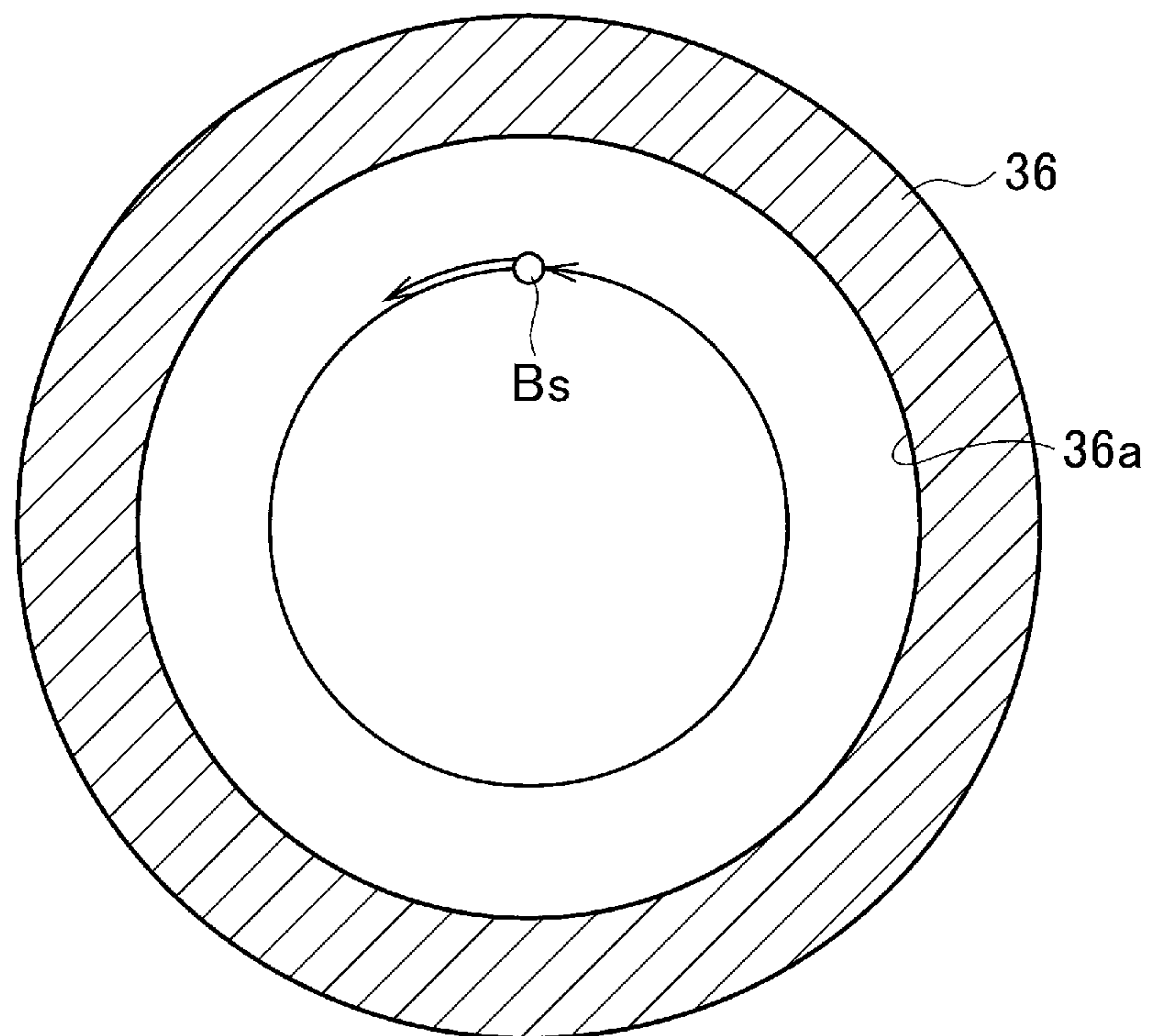
[図33]



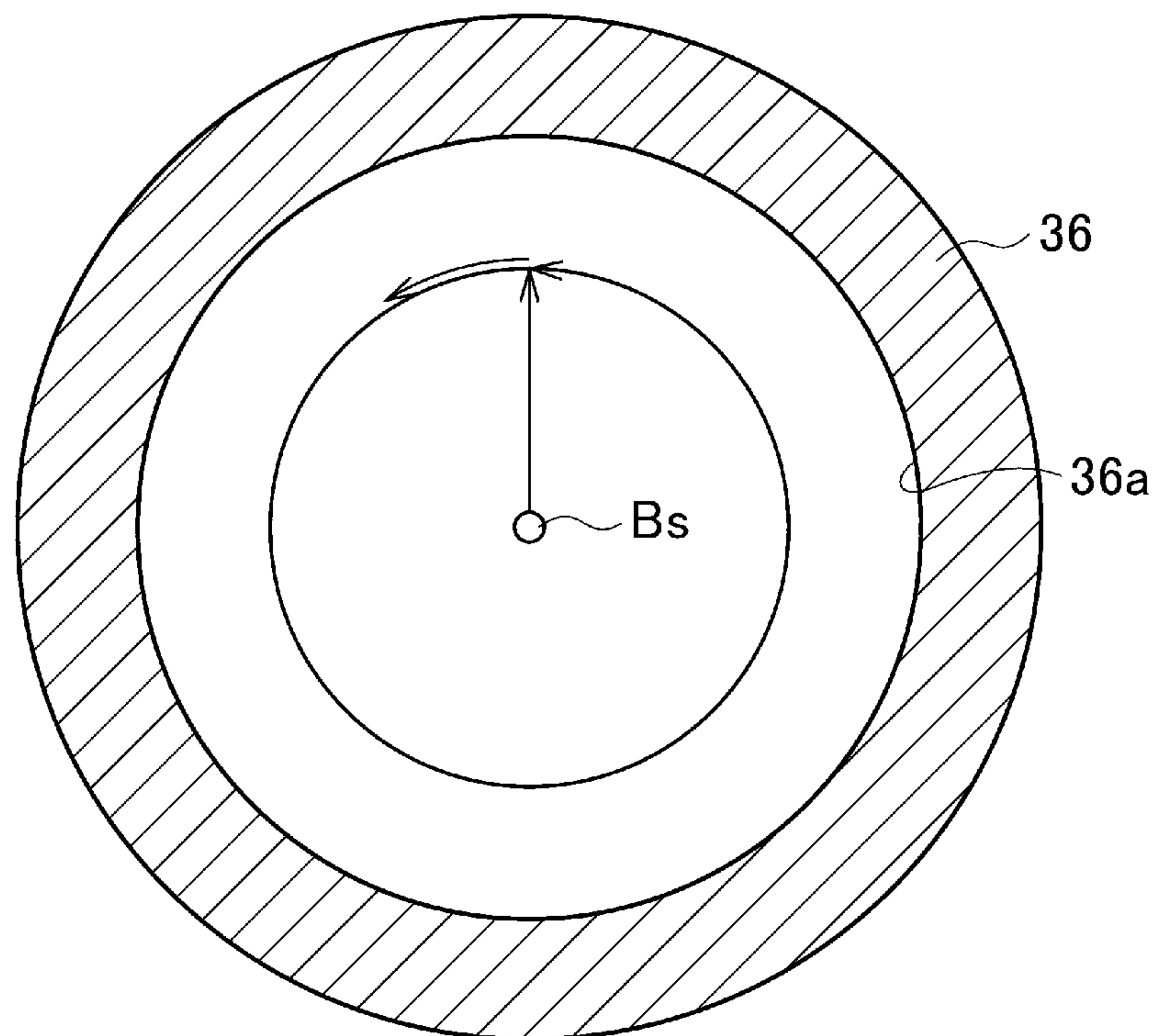
[図34]



[図35A]



[図35B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/044510

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B23K26/082(2014.01) i, G05B19/4069(2006.01) i,
G05B19/4093(2006.01) i

FI: B23K26/082, G05B19/4069, G05B19/4093L

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. B23K26/082, G05B19/4069, G05B19/4093

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 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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 2012-218030 A (YASKAWA ELECTRIC CORPORATION) 12 November 2012 (2012-11-12), paragraphs [0018]- [0056]	1-11
A	JP 2005-279730 A (NIPPON STEEL CORPORATION) 13 October 2005 (2005-10-13), paragraph [0015]	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search

06 January 2021

Date of mailing of the international search report

19 January 2021

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/044510

JP 2012-218030 A	12 November 2012	US 2012/0255937 A1 paragraphs [0030]-[0071] EP 2508293 A1 paragraphs [0018]-[0059] CN 102728953 A paragraphs [0030]-[0085]
JP 2005-279730 A	13 October 2005	(Family: none)

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2020/044510
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） B23K 26/082(2014.01)i; G05B 19/4069(2006.01)i; G05B 19/4093(2006.01)i FI: B23K26/082; G05B19/4069; G05B19/4093 L		
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）） B23K26/082; G05B19/4069; G05B19/4093		
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 2 1 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 2 1 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 2 1 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 2012-218030 A（株式会社安川電機）12.11.2012（2012 - 11 - 12） 段落0018-0056	1-11
A	JP 2005-279730 A（新日本製鐵株式会社）13.10.2005（2005 - 10 - 13） 段落0015	1-11
☐ 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 06.01.2021	国際調査報告の発送日 19.01.2021	
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） 正木 裕也 3P 4859 電話番号 03-3581-1101 内線 3363	

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2012-218030	A	12.11.2012	US 2012/0255937 A1 段落0030-0071 EP 2508293 A1 段落0018-0059 CN 102728953 A 段落0030-0085	
JP	2005-279730	A	13.10.2005	(ファミリーなし)	