

(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1月18日(18.01.2024)



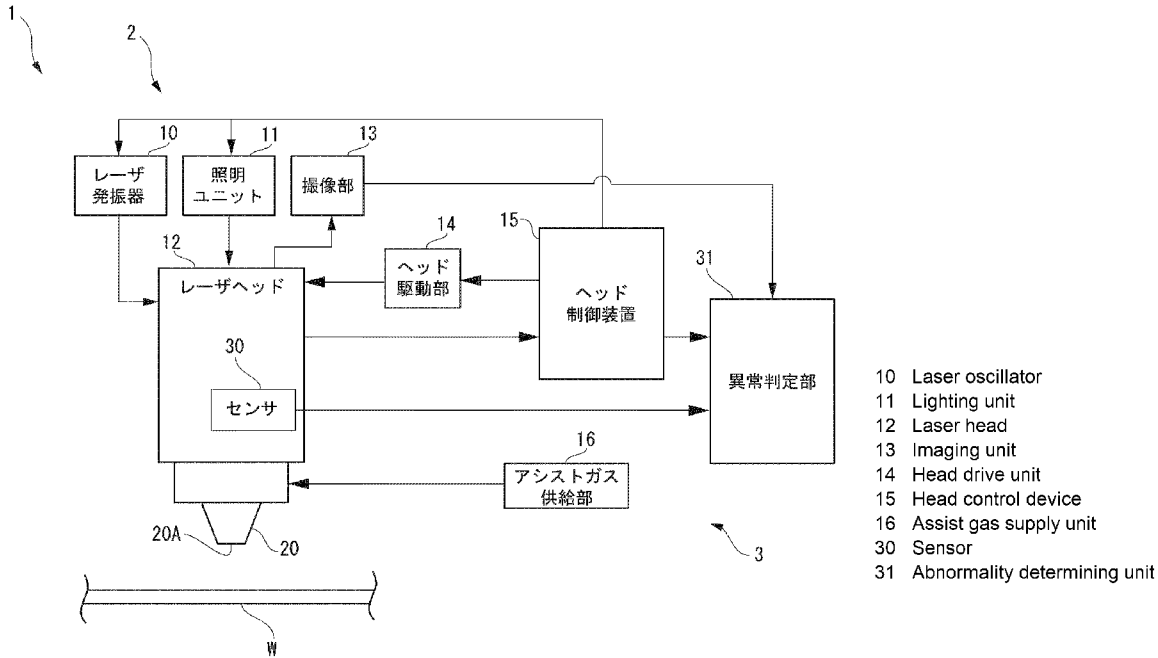
(10) 国際公開番号

WO 2024/014335 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 26/00 (2014.01) B23K 26/08 (2014.01)
B23K 26/03 (2006.01) B23K 31/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/024579
- (22) 国際出願日: 2023年7月3日(03.07.2023)
- (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 2022-113303 2022年7月14日(14.07.2022) JP
- (71) 出願人: 村田機械株式会社 (MURATA MACHINERY, LTD.) [JP/JP]; 〒6018326 京都府京都市南区吉祥院南落合町3番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 橋本 将吾 (HASHIMOTO, Shogo); 〒6128686 京都府京都市伏見区竹田向代町136番地村田機械株式会社内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 西 和哉 (NISHI, Kazuya); 〒1700013 東京都豊島区東池袋3-9-7 東池袋織本ビル6F 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, 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,

(54) Title: ABNORMALITY DETERMINING DEVICE, LASER PROCESSING MACHINE, AND ABNORMALITY DETERMINING METHOD

(54) 発明の名称: 異常判定装置、レーザ加工機、及び異常判定方法



(57) Abstract: [Problem] To provide an abnormality determining device, a laser processing machine, and an abnormality determining method capable of accurately determining a processing abnormality with respect to a workpiece. [Solution] An abnormality determining device (3) for determining a processing abnormality on a workpiece W, the device comprising: a storage unit (41) that, when a moving unit (12) moves and a processing unit (20) performs normal processing on a workpiece W while moving with respect to the workpiece W, associates and stores a state quantity detected by a sensor unit (30) with a movement-related value acquired by an acquiring unit (40); a calculating unit (42) that calculates the normal

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, 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))

range of a state quantity for each movement-related value on the basis of information stored in the storage unit (41); and a determining unit (43) that determines, on the basis of the calculation results by the calculating unit (42), whether the state quantity detected by the sensor unit (30) after the normal range has been calculated is within the normal range.

(57) 要約: 【課題】ワークに対する加工異常を精度よく判定することが可能な異常判定装置、レーザ加工機、及び異常判定方法を提供する。【解決手段】ワークWの加工異常を判定する異常判定装置(3)であって、移動部(12)の移動に伴って加工部(20)がワークWに対して移動しつつワークWに正常な加工を行う際に、センサ部(30)により検出される状態量を、取得部(40)により取得された移動関係値と対応付けて蓄積する蓄積部(41)と、蓄積部(41)に蓄積された情報に基づき、状態量の正常範囲を移動関係値毎に算出する算出部(42)と、正常範囲が算出された後にセンサ部(30)により検出される状態量が正常範囲内であるか否かを、算出部(42)による算出結果に基づいて判定する判定部(43)と、を備える。

明 細 書

発明の名称：異常判定装置、レーザ加工機、及び異常判定方法
技術分野

[0001] 本発明は、異常判定装置、レーザ加工機、及び異常判定方法に関する。

背景技術

[0002] レーザ加工機は、ワークに対してレーザヘッドを移動させながらレーザ光を照射することでワークに対して切断等のレーザ加工を行う。レーザ加工機においては、ワークに対して適切にレーザ加工を行うことが求められている。そのため、レーザ加工において、テスト加工又は実際の加工で良好な加工品質が得られた場合に、作業者が所定の操作を行うことでレーザ出力量基準値を記憶させ、この値に基づいてレーザ加工を行うことが提案されている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特公平7－61553号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] レーザ加工機などの加工装置では、加工品質を管理するために、加工装置によるワークの加工に関連する状態量を検出するセンサが設置される場合がある。センサが検出した状態量は、予め設定された正常な状態量の範囲（以下、「正常範囲」という。）から外れたか否かでワークに対する加工異常の有無を判定する際に用いられる。この正常範囲は、加工装置の稼働状況によっては広く（緩和して）設定される場合がある。正常範囲を広くすると、本来異常と判定すべき状態であっても異常と判定されない事態が発生する場合があった。従って、加工異常の判定精度を向上させる観点から、より適切な正常範囲を取得することが望まれている。上記した特許文献1では、レーザ出力量基準値に基づいてレーザ加工を行うだけであり、上記した不具合を解

消することができない。

[0005] 本発明は、ワークに対する加工異常を精度よく判定することが可能な異常判定装置、レーザ加工機、及び異常判定方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の態様に係る異常判定装置は、ワークに対して移動する移動部と、前記移動部に設けられ、前記移動部と共に前記ワークに対して移動しつつ前記ワークに対して加工を行う加工部と、を有する加工装置における前記ワークの加工異常を判定する異常判定装置であって、前記移動部に設けられ、前記移動部と共に前記ワークに対して移動しつつ前記加工装置による前記ワークの加工に関連する状態量を検出するセンサ部と、前記移動部の移動に関する移動関係値を取得する取得部と、前記移動部の移動に伴って前記加工部が前記ワークに対して移動しつつ前記ワークに正常な加工を行う際に、前記センサ部により検出される前記状態量を、前記取得部により取得された前記移動関係値と対応付けて蓄積する蓄積部と、前記蓄積部に蓄積された情報に基づき、前記状態量の正常範囲を前記移動関係値毎に算出する算出部と、前記正常範囲が算出された後において、前記移動部の移動に伴って前記加工部が前記ワークに対して移動しつつ前記ワークに加工を行う際に、前記センサ部により検出される前記状態量が前記正常範囲内であるか否かを、前記算出部による算出結果に基づいて判定する判定部と、を備える。

[0007] 本発明の態様に係るレーザ加工機は、ワークに対して移動するレーザヘッドと、前記レーザヘッドに設けられ、前記レーザヘッドと共に前記ワークに対して移動しつつ前記ワークにレーザ光を射出して前記ワークを加工するレーザ射出部と、前記ワークの加工異常を判定する異常判定装置と、を備える。前記異常判定装置は、前記レーザヘッドに設けられ、前記レーザヘッドと共に前記ワークに対して移動しつつ前記レーザ加工機の状態量を検出するセンサ部と、前記レーザヘッドの移動に関する移動関係値を取得する取得部と、前記レーザヘッドの移動に伴って前記レーザ射出部が前記ワークに対して移動しつつ前記ワークに正常な加工を行う際に、前記センサ部により検出さ

れる前記状態量を、前記取得部により取得された前記移動関係値と対応付けて蓄積する蓄積部と、前記蓄積部に蓄積された情報に基づき、前記状態量の正常範囲を、前記移動関係値毎に算出する算出部と、前記正常範囲が算出された後において、前記レーザヘッドが前記ワークに対して移動しつつ前記ワークに加工を行う際に、前記センサ部により検出される前記状態量が前記正常範囲内であるか否かを、前記算出部による算出結果に基づいて判定する判定部と、を備える。

[0008] 本発明の態様に係る異常判定方法は、ワークに対して移動する移動部と、前記移動部に設けられ、前記移動部と共に前記ワークに対して移動しつつ前記ワークに対して加工を行う加工部と、を有する加工装置における前記ワークの加工異常を判定する方法であって、前記移動部の移動に伴って前記加工部が前記ワークに対して移動しつつ前記ワークに正常に加工を行う際に、前記移動部と共に前記ワークに対して移動するセンサ部により前記加工装置の状態量を検出することと、前記移動部の移動に関する移動関係値を取得部により取得することと、前記センサ部により検出される前記状態量を、前記取得部により取得された前記移動関係値と対応付けて蓄積部により蓄積することと、前記蓄積部に蓄積された情報に基づき、前記状態量の正常範囲を、算出部により前記移動関係値毎に算出することと、前記正常範囲が算出された後において、前記移動部の移動に伴って前記加工部が前記ワークに対して移動しつつ前記ワークに加工を行う際に、前記センサ部により検出される前記状態量が前記正常範囲内であるか否かを、前記算出部による算出結果に基づいて判定することと、を含む。

発明の効果

[0009] 上記態様に係る異常判定装置、レーザ加工機及び異常判定方法は、移動部の移動に関する移動関係値を考慮して正常範囲を設定するため、ワークに対する加工異常を精度よく判定することができる。

[0010] また、上記態様の異常判定装置において、移動関係値は、移動部の移動速度を含んでもよい。この構成により、移動速度を考慮して正常範囲を設定す

るため、ワークに対する加工異常を精度よく判定することができる。また、上記態様の異常判定装置において、移動関係値は、移動部の移動方向を含んでもよい。この構成により、移動方向を考慮して正常範囲を設定するため、ワークに対する加工異常を精度よく判定することができる。また、上記態様の異常判定装置において、移動部は、レーザ加工機に備えるレーザヘッドであり、加工部は、レーザ光を射出するレーザヘッドのレーザ射出部であってもよい。この構成により、レーザ加工機において、ワークに対するレーザ加工の加工異常を精度よく判定することができる。

[0011] また、上記態様の異常判定装置において、算出部は、蓄積部に蓄積された情報に基づき、正常範囲を示すテーブルを移動関係値毎に算出し、判定部は、センサ部により検出される状態量が正常範囲内であるか否かをテーブルに基づいて判定してもよい。また、算出部は、蓄積部に蓄積された情報に基づき、移動関係値毎の正常範囲を算出するための演算式を導出し、判定部は、センサ部により検出される状態量が正常範囲内であるか否かを演算式に基づいて判定してもよい。この構成により、テーブル又は演算式を用いてワークに対する加工異常を精度よく判定することができる。また、上記態様の異常判定装置において、センサ部は、状態量として、光量、温度、音、及び画像の解析結果のうち少なくとも1つを検出してもよい。この構成により、光量、温度、音、及び画像の解析結果のうち少なくとも1つから、加工異常を検知することができる。また、上記態様のレーザ加工機において、判定部によりセンサ部により検出される状態量が正常範囲外であると判定された場合、ワークの加工を停止するヘッド制御装置を備えてもよい。この構成により、加工異常があった場合には、自動でワークの加工を停止させることができる。また、上記態様のレーザ加工機において、判定部によりセンサ部により検出される状態量が正常範囲外であると判定された場合、センサ部により検出される状態量が正常範囲内となるまでレーザヘッドの移動速度を変化させるヘッド制御装置を備えてもよい。この構成により、ワークに対する加工異常があった場合に、ワークの加工を停止させずにその加工異常に対処すること

ができ、生産性の低下を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施形態に係るレーザ加工機及び異常判定装置の一例を示す図である。

[図2]レーザヘッドの構成の一例を示す図である。

[図3]異常判定部の機能部の一例を示す図である。

[図4A]テーブルの第1の例を示す図である。

[図4B]テーブルの第1の例を示す図である。

[図5A]テーブルの第2の例を示す図である。

[図5B]テーブルの第2の例を示す図である。

[図5C]テーブルの第2の例を示す図である。

[図6]速度設定範囲の分割方法を示す図である。

[図7A]正常範囲算出テーブルから状態量の正常範囲を求める方法を説明する図である。

[図7B]正常範囲算出テーブルから状態量の正常範囲を求める方法を説明する図である。

[図7C]正常範囲算出テーブルから状態量の正常範囲を求める方法を説明する図である。

[図8]実施形態に係る異常判定方法のフロー図である。

[図9]テスト加工形状の第1の例を示す図である。

[図10]テスト加工形状の第2の例である。

[図11]比較例に係るレーザ加工機における異常判定の問題点を示す図である。

[図12]比較例に係るレーザ加工において得られる状態量と移動速度及び移動方向とのそれぞれとの関係を示す図である。

[図13]伝達関数を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、実施形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明さ

れている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。なお、図面において、同一又は類似の部分には同一の符号を付して、重複する説明を省く場合がある。また、図面における要素の形状及び大きさなどはより明確な説明のために誇張されることがあり、実際の製品とは形状、寸法等が異なっている場合がある。

[0014] 図1は、実施形態に係るレーザ加工機1及び異常判定装置3の一例を示す図である。また、図2は、図1のレーザ加工機1に備えられたレーザヘッド12の構成の一例を示す図である。本実施形態に係るレーザ加工機1は、レーザ光Lを出射して加工対象であるワークWに対して、切断、マーキングなどのレーザ加工を行う装置である。レーザ加工機1は、加工装置2と、異常判定装置3とを備えている。加工装置2は、レーザ発振器10と、照明ユニット11と、レーザヘッド12と、撮像部13と、ヘッド駆動部14と、ヘッド制御装置15と、アシストガス供給部16とを備える。

[0015] レーザ発振器10は、加工用レーザ光L1を発生させる。例えば、加工用レーザは、赤外線レーザ光である。レーザ発振器10は、光ファイバFを介してレーザヘッド12に接続されている。光ファイバFは、レーザ発振器10から出力される加工用レーザ光L1をレーザヘッド12に導入する。照明ユニット11は、レーザアレイ11A及びコリメータ11Bを備える。レーザアレイ11Aは、加工用レーザ光L1と異なる波長の照明用レーザ光L2を発する。コリメータ11Bは、レーザアレイ11Aから照明用レーザ光L2が入射する位置に設けられ、レーザアレイ11Aから入射する照明用レーザ光L2を平行光に変換する。

[0016] レーザヘッド12は、ノズル20からレーザ光L（加工用レーザ光L1及び照明用レーザ光L2）をワークWに向けて照射する。レーザヘッド12は、ワークWに対して、X方向、Y方向、Z方向に相対的に移動可能に設けられる。レーザヘッド12は、ワークWに対して相対的に移動しながら、ワークWに形成する切断ラインに沿って加工用レーザ光L1を照射することで切断加工を行う。なお、レーザヘッド12は、「移動部」の一例である。

- [0017] 図2に示すように、レーザヘッド12は、ノズル20と、コリメータ21と、ビームスプリッタ22と、集光レンズ23と、ハーフミラー24と、波長選択フィルタ25と、結像レンズ26とを備える。ノズル20は、レーザヘッド12の下方（－Z側）に取り付けられる。ノズル20は、下方方向に向けられている。ノズル20は、出射孔20Aを有する。
- [0018] 加工用レーザ光L1及び照明用レーザ光L2は、出射孔20Aから下方方向に向けて照射される。ノズル20は、ガス供給管等を介してアシストガス供給部16に接続される。ノズル20は、加工用レーザ光L1を照射する領域に向けて、アシストガス供給部16からのアシストガスをワークWに供給する。なお、ノズル20は、加工部の一例であって、レーザ射出部に相当する。なお、照明ユニット11、撮像部13、ビームスプリッタ22、ハーフミラー24、波長選択フィルタ25、結像レンズ26等の構成は、センサ30が光量、温度、音等を検出する態様（画像の解析結果以外の状態量を検出する態様）においては、必ずしも設けられなくともよい。
- [0019] コリメータ21は、加工用レーザ光L1の入射側の焦点が光ファイバFの端部の位置と一致するように設けられ、レーザ発振器10から出力される加工用レーザ光L1を平行光に変換する。ビームスプリッタ22は、コリメータ21を通過した加工用レーザ光L1が入射する位置に設けられ、加工用レーザ光L1を透過し、照明用レーザ光L2を反射させる集光レンズ23は、ビームスプリッタ22からの加工用レーザ光L1が入射する位置に設けられ、入射する加工用レーザ光L1を集光する。集光レンズ23は、光学系駆動部（図示なし）によって光軸に沿って移動可能である。この光学系駆動部によってワークW側の焦点が調整される。
- [0020] ハーフミラー24は、コリメータ11Bを通過した照明用レーザ光L2が入射する位置に設けられ、照明用レーザ光L2の一部を反射し、一部を通過させる。ハーフミラー24で反射した照明用レーザ光L2は、ビームスプリッタ22を反射する。集光レンズ23は、ビームスプリッタ22を反射した照明用レーザ光L2を集光する。ワークWにおいて照明用レーザ光L2が照

射される領域は、ワークWに対して加工用レーザ光L1が照射される領域を含むように設定される。

[0021] ワークWからの戻り光は、集光レンズ23を通過してビームスプリッタ22に入射する。戻り光は、照明用レーザ光L2がワークWで反射錯乱した光と、加工用レーザ光L1がワークWで反射した光とを含む。照明用レーザ光L2に由来する光は、ビームスプリッタ22で反射してハーフミラー24に入射する。同様に、加工用レーザ光L1に由来する光は、ビームスプリッタ22で反射してハーフミラー24に入射する。ワークWが溶融した溶融金属がワークWの切断面等に溶着している場合、戻り光は、溶融金属から放射される赤外から近赤外の波長帯の光を含む。溶融金属に起因する光は、ビームスプリッタ22を反射してハーフミラー24に入射する。

[0022] 波長選択フィルタ25は、例えば、ダイクロイックミラー、ノッチフィルター等である。ハーフミラー24に入射した戻り光は、ハーフミラー24を通過して波長選択フィルタ25に入射する。照明用レーザ光L2に由来する光は、波長選択フィルタ25で反射して結像レンズ26に入射する。一方、加工用レーザ光L1に由来する光は、波長選択フィルタ25を透過する。結像レンズ26は、波長選択フィルタ25で反射した光を撮像部13に集光する。

[0023] 撮像部13は、レーザヘッド12に設けられる。撮像部13は、加工用レーザ光L1が照射される領域を撮像する装置である。撮像部13は、撮像素子13Aを備える。撮像素子13Aは、照明用レーザ光L2の照明がワークWで反射錯乱した戻り光を検出し、画像データを生成するイメージセンサである。撮像部13は、撮像素子13Aにより生成された画像データをヘッド制御装置15に送信する。

[0024] ヘッド駆動部14は、ヘッド制御装置15に制御され、レーザヘッド12をX方向、Y方向、及びZ方向の各方向に移動させる。ヘッド駆動部14は、例えば、X方向に移動可能なガントリと、ガントリに対してY方向に移動可能なスライダと、スライダに対してZ方向に移動可能な昇降部とを有する

。なお、ヘッド駆動部 14 は、上記の構成に限定されず、ロボットアーム等の他の構成により実現されてもよい。

[0025] ヘッド制御装置 15 は、ヘッド駆動部 14 を制御することで、レーザヘッド 12 の移動を制御する。例えば、ヘッド制御装置 15 は、レーザヘッド 12 の位置情報を所定の周期で取得し、その取得した位置情報に基づいてヘッド駆動部 14 を制御することでレーザヘッド 12 の移動を制御する。また、ヘッド制御装置 15 は、レーザヘッド 12 の位置情報に基づいて、レーザヘッド 12 の移動に関する値である移動関係値を求める。移動関係値は、例えばレーザヘッド 12 の移動速度及び移動方向の両方又はいずれか一方である。なお、移動方向とは、レーザ加工の加工方向である。ヘッド制御装置 15 は、求めた移動関係値があらかじめ設定された設定値になるようにヘッド駆動部 14 を制御する。また、ヘッド制御装置 15 は、求めた移動関係値を異常判定装置 3 に出力する。

[0026] アシストガス供給部 16 は、レーザヘッド 12 に接続されている。アシストガス供給部 16 は、ノズル 20 内にアシストガスを供給する装置である。アシストガスは、レーザ加工において、溶融した材料を除去するために用いられる。アシストガスの供給源としては、例えば、ガスボンベ、工場の供給ライン等が用いられる。アシストガスとしては、例えば、窒素ガス、空気、窒素と酸素とを混合したガス等が用いられる。

[0027] 異常判定装置 3 は、撮像素子 13A により生成された画像データに基づいて、加工状態に関するデータを生成する画像処理部（図示せず）を有してもよい。例えば、当該画像処理部は、加工状態に関するデータとして、例えば、カーフ幅を示すデータを生成してもよいし、ワーク W における溶解金属の挙動など燃焼状態を示す数値情報を作成してもよいし、その両方であってもよい。加工状態に関するデータは、上述の画像の解析結果の一例であってもよい。異常判定装置 3 は、加工装置 2 におけるワーク W の加工異常を判定する。異常判定装置 3 は、センサ 30 と、異常判定部 31 とを備える。

[0028] センサ 30 は、レーザヘッド 12 に設けられる。センサ 30 は、例えば、

レーザヘッド 1 2 に一体的に設けられ、レーザヘッド 1 2 の移動に伴って同様に移動するように構成されている。センサ 3 0 は、レーザヘッド 1 2 の内部に設けられてもよい。センサ 3 0 は、レーザヘッド 1 2 の移動に伴い当該レーザヘッド 1 2 と共にワーク W に対して移動しつつ、加工装置 2 によるワーク W の加工に関連する状態量 X を検出する。状態量 X とは、加工装置 2 が正常か異常かを異常判定部 3 1 にて判定するための 1 つ又は複数のデータであり、加工装置 2 の状態を直接的又は間接的に示す値である。ここで、センサ 3 0 は、本発明の「センサ部」の一例である。例えば、本発明の「センサ部」は、状態量 X として光量、温度、音、及び画像の解析結果のうち少なくとも 1 つを検出する。

[0029] 一例として、本発明の「センサ部」は、以下に列挙するセンサのいずれか又は 2 つ以上のセンサを有してもよい。すなわち、状態量 X は、以下に列挙する 1 つ又は複数のセンサが検出したセンサ値であってもよい。

(a) レーザ光を収束・拡散させるための集光レンズ 2 3 の発熱を検出する温度センサ。

(b) 加工用レーザ光 L 1 の反射光の光量を検出する光量センサ。

(c) レーザヘッド 1 2 周辺の音を検出する音センサ。

(d) 加工点付近の画像に基づき切断溝の大きさ、熔融金属の挙動を監視する画像センサ。

[0030] なお、上記のセンサ部が上記 (a)、上記 (b) 又は上記 (c) に例示したセンサである場合には、上記のセンサ部は、センサ 3 0 に相当する。この場合には、照明ユニット 1 1、撮像部 1 3 及び上記画像処理部は、本発明を実施する上で必須な構成ではない。一方、上記のセンサ部が上記 (d) のセンサである場合には、上記のセンサ部は、照明ユニット 1 1、撮像部 1 3 及び上述の画像処理部に相当する。この場合には、図 1 に例示するセンサ 3 0 は、本発明を実施する上で必須な構成ではない。上記のセンサ部が照明ユニット 1 1、撮像部 1 3 及び上述の画像処理部に相当する場合には、異常判定装置 3 は、例えば、照明ユニット 1 1、撮像部 1 3 及び上述の画像処理部を

センサ部として備える。ここで、上記の画像処理部は、異常判定部 31 に含まれてもよいし、異常判定部 31 以外の装置であってもよい。異常判定部 31 以外の装置は、例えば、撮像部 13 であってもよい。以下に示す例では、説明の便宜上、上記のセンサ部がセンサ 30 である場合を例として説明する。

[0031] 異常判定部 31 は、例えばコンピュータなどの情報処理装置である。異常判定部 31 は、ヘッド制御装置 15 に接続されており、相互に情報を送受可能である。異常判定部 31 は、センサ 30 に接続されている。異常判定部 31 は、センサ 30 により検出された状態量 X に基づいて、加工装置 2 におけるワーク W の加工異常を判定する。

[0032] 図 3 は、異常判定部 31 の機能部の一例を示す図である。図 3 に示すように、異常判定部 31 は、取得部 40 と、蓄積部 41 と、算出部 42 と、判定部 43 と、出力部 44 とを備える。これらの構成要素は、例えば、CPU (Central Processing Unit) 等のハードウェアプロセッサがプログラム (ソフトウェア) を実行することにより実現される。また、これらの構成要素のうち一部又は全部は、LSI (Large Scale Integrated circuit) 又は ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field-Programmable Gate Array)、GPU (Graphics Processing Unit) 等のハードウェア (回路部; circuitry を含む) によって実現されてもよいし、ソフトウェアとハードウェアの協働によって実現されてもよい。

[0033] プログラムは、予め HDD (Hard Disk Drive) 又はフラッシュメモリ等の記憶装置 (非一過性の記憶媒体を備える記憶装置) に格納されていてもよいし、DVD 又は CD-ROM 等の着脱可能な記憶媒体 (非一過性の記憶媒体) に格納されており、記憶媒体がドライブ装置に装着されることで記憶装置にインストールされてもよい。記憶装置は、例えば、HDD、フラッシュメモリ、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)、ROM (Read Only Memory)、又は RAM (Random Access Memory) 等により構成される。

- [0034] 取得部４０は、レーザヘッド１２の移動に関する移動関係値を取得する。
例えば、取得部４０は、ヘッド制御装置１５から移動関係値を取得する。取得部４０は、例えばヘッド制御装置１５と通信するための通信インターフェースを有してもよい。
- [0035] 蓄積部４１は、レーザヘッド１２が移動しながらノズルからレーザ光を照射することでワークＷに正常なレーザ加工（以下、「テスト加工」という。）が行われる際に、センサ３０により検出される状態量Ｘを、取得部４０により取得された移動関係値に対応付けて蓄積する。換言すれば、蓄積部４１は、テスト加工中において、一定周期ごとに、センサ３０により検出される状態量Ｘと、取得部４０により取得された移動関係値と対応付けて蓄積する。なお、本発明の「センサ部」が上記（ｄ）のセンサである場合には、異常判定部３１は、機能部として、さらに上述の画像処理部を備えてもよい。この場合には、蓄積部４１は、画像処理部から画像の解析結果を状態量Ｘとして取得する。
- [0036] テスト加工は、テスト用のワークＷ（以下、「テスト用ワーク」という。）の加工異常が発生していない状態でのレーザ加工である。例えば、テスト加工の加工条件は、過度の燃焼、切断不良による加工物の品質低下が発生せずにレーザ加工できるように事前に調整される。このテスト加工において、ワークＷに正常なレーザ加工が行われているか否かの判断は、実際のワークの加工の様子や加工性状等に鑑みて作業者が行う。この形態により、蓄積部４１には、正常なレーザ加工時での状態量Ｘと移動関係値とが対応付けられた情報のテストデータが蓄積部４１に蓄積される。なお、テスト加工中においてセンサ３０により検出される状態量Ｘを他と区別する目的として、「状態量Ｘ１」と称する場合がある。
- [0037] 算出部４２は、蓄積部に蓄積された、正常なレーザ加工時での状態量Ｘと移動関係値とが対応付けられた情報のテストデータに基づき、状態量Ｘの正常な範囲（以下、「正常範囲」という。）を、移動関係値毎に算出する。例えば、算出部４２は、蓄積部４１に蓄積されたテストデータに基づいて、移

動関係値毎の状態量Xの正常範囲を直接的又は間接的に定めたテーブル100を作成する。なお、算出部42は、ワークW（ワークWの材質及び板厚など）ごとにテーブル100を作成してもよいし、ワークWを加工する加工条件ごとにテーブル100を作成してもよいし、その両方であってもよい。加工条件とは、例えば、加工用レーザ光L1の出力、ワークに対する加工用レーザ光L1の焦点位置、及びアシストガスの圧力である。

[0038] 例えば、テーブル100は、移動速度及び移動方向毎に状態量Xの正常範囲をマトリクス状に直接的に定めたテーブル（以下、「正常範囲テーブル」という。）であって、1つ又は複数のテーブルから構成されてもよい。図4は、本実施形態に係る正常範囲テーブルの第1の例を示す図である。図4では、正常範囲として、状態量Xの最大値と最小値とが絶対値で表されている。図4に示す正常範囲テーブルは、最小値テーブル（図4A）と、最大値テーブル（図4B）とを有する。最小値テーブルは、移動速度の設定範囲（以下、「速度設定範囲」という。）及び移動方向の設定範囲（以下、「方向設定範囲」という。）毎に状態量Xの正常範囲の最小値がマトリクス状に定められたテーブルである。最大値テーブルは、速度設定範囲及び方向設定範囲毎に状態量Xの正常範囲の最大値がマトリクス状に定められたテーブルである。

[0039] 図5は、テーブル100の第2の例を示す図である。テーブル100は、移動速度及び移動方向毎に状態量Xの正常範囲をマトリクス状に間接的に定めたテーブルであってもよい。例えば、テーブル100は、図5に示すように、移動速度及び移動方向毎に状態量Xの正常範囲を算出するための情報（例えば、統計情報）をマトリクス状に定めたテーブル（以下、「正常範囲算出テーブル」という。）であって、1つ又は複数のテーブルから構成されてもよい。図5に示す正常範囲算出テーブルでは、統計情報として、平均値、標準偏差、及びサンプル数が用いられている。より具体的には、図5に示す正常範囲算出テーブルは、平均値テーブル（図5A）と、標準偏差テーブル（図5B）と、サンプル数テーブル（図5C）とを有する。

[0040] 平均値テーブルは、速度設定範囲及び方向設定範囲毎に状態量 $\times 1$ の平均値がマトリクス状に定められたテーブルである。標準偏差テーブルは、速度設定範囲及び方向設定範囲毎に状態量 $\times 1$ の標準偏差がマトリクス状に定められたテーブルである。サンプル数テーブルは、速度設定範囲及び方向設定範囲毎に状態量 $\times 1$ のサンプル数がマトリクス状に定められたテーブルである。この状態量 $\times 1$ のサンプル数とは、平均値テーブル又は標準偏差テーブルの作成に用いられた状態量 $\times 1$ の数である。なお、正常範囲を算出するための統計情報は、平均値、標準偏差、及びサンプル数に限定されず、例えば尖度及び歪度などの他の統計情報を含んでもよい。

[0041] 図6は、速度設定範囲の分割方法を示す図である。各速度設定範囲の幅は、すべて同じ幅であってもよいし、すべてが同じ幅でなくてもよく、例えば速度が高くなるにつれてより速度設定範囲の幅が広くなるように指数関数的に設定されてもよい。すなわち、正常範囲テーブルを移動速度及び移動方向ごとにマトリクス状に分割する場合の分割方法として、図6（A）に示すように線形に等分することで分割してもよいし、図6（B）に示すように速度が高くなるにつれてより広範囲に取れるように速度設定範囲を指数関数状に分割してもよい。

[0042] 速度設定範囲を線形に等分割する方法は、構成が単純であり、低速など速度が安定する場合において正常範囲を移動速度に確実に紐づけたい場合などに有用である。速度設定範囲を指数関数的に分割する方法は、高速な領域で移動速度の変化が大きい場合においてもテーブル上で参照されるパラメータが変化しにくいため、異常の判定基準を安定させることができる。すなわち、速度設定範囲を指数関数的に分割する方法は、高速な領域で移動速度の変化が大きい場合において有用である。図6（B）の例では、速度設定範囲21～33 m/minについて同一のテーブルパラメータが参照される。一方、図6（A）では、速度設定範囲21～33 m/minについて、3つのテーブルパラメータを参照する必要がある。

[0043] 判定部43は、レーザヘッド12が移動することでテスト用ではないワー

クWに対して実際のレーザ加工（以下、「実加工」という。）が行われる際に、センサ30により検出される状態量Xが正常範囲内であるか否かの異常有無判定を、算出部42の算出結果の一例であるテーブル100に基づいて判定する。実加工は、テーブル100が算出された後に行われる。

[0044] 例えば、判定部43は、実加工中において、センサ30が検出した状態量Xと、レーザヘッド12の移動関係値とを一定周期ごとに取得する。実加工中の状態量Xを「状態量X2」と称する場合がある。判定部43は、実加工中の移動関係値に対応づけられた正常範囲を、正常範囲テーブルから取得する。そして、判定部43は、状態量X2が、読み取った正常範囲内か否かを一定周期ごとに判定する。判定部43は、状態量X2が正常範囲外である場合には、加工異常があると判定する。例えば、判定部43は、状態量X2が1回でも正常範囲外になった場合には、加工異常があると判定する。

[0045] ただし、この形態に限定されず、判定部43は、直近の所定期間の間において、状態量X2が正常範囲外になった回数が規定回数（1以上の整数）を超えた場合には、加工異常があると判定してもよい。なお、異常があると判定した回数は、直近の所定期間の間において、連続して状態量Xが正常範囲外になった回数であってもよい。なお、上記の規定回数は、加工対象であるワークW及び加工条件によって変更可能であってもよい。

[0046] なお、異常有無判定に正常範囲算出テーブルを用いる場合には、算出部42は、実加工中において、センサ30が検出した状態量X2と、実加工中の移動関係値とを一定周期ごとに取得する。そして、算出部42は、実加工中の移動関係値に対応づけられた平均値及び標準偏差を取得し、取得した平均値及び標準偏差に基づいて正常範囲を作成する。

[0047] 図7は、正常範囲算出テーブルから状態量Xの正常範囲を求める方法を説明する図である。図7Aに示すように、算出部42は、正常範囲算出テーブルから取得した平均値及び標準偏差に基づいて、式（1）に示す上限値と式（2）に示す下限値との間の範囲を正常範囲として算出してもよい。ただし、この形態に限定されず、算出部42は、式（1）に示す上限値以下の範囲

を正常範囲として算出してもよいし（図 7 B）、式（2）に示す下限値以上の範囲を正常範囲として算出してもよい（図 7 C）。判定部 4 3 は、上述した異常有無判定と同様の方法で、状態量 X 2 が正常範囲内か否かを判定する

[0048] 上限値＝平均値＋ $\alpha 1$ ×標準偏差 …（1）

下限値＝平均値－ $\alpha 2$ ×標準偏差 …（2）

[0049] ゲイン $\alpha 1$ 及びゲイン $\alpha 2$ のそれぞれは、同じ値であってもよいし、互いに異なる値であってもよい。図 7 に示す例では、 $\alpha 1$ 及び $\alpha 2$ はともに「3」である場合を例として示している。なお、 $\alpha 1$ 及び $\alpha 2$ のそれぞれは、尖度及び歪度に基づいて設定されてもよい。

[0050] ここで、判定部 4 3 は、ある周期で取得した実加工中の移動関係値に対応づけられたサンプル数が極端に少ない場合には、その周期での状態量 X 2 の異常判定を実施しなくてもよいし、その周期での異常判定においてゲイン $\alpha 1$ 及びゲイン $\alpha 2$ の各値を「3」から「4」に上げるなどのゲインを調整する処理を実施してもよい。

[0051] 出力部 4 4 は、判定部 4 3 の判定結果を出力する。例えば、出力部 4 4 は、判定部 4 3 によって加工異常があると判定された場合のみ、その判定結果を出力してもよい。例えば、出力部 4 4 は、判定部 4 3 の判定結果を表示装置（図示せず）に出力することで当該表示装置に判定部 4 3 の判定結果を表示させてもよい。ただし、この形態に限定されず、出力部 4 4 は、判定部 4 3 の判定結果を有線又は無線の通信ネットワーク経由で、ユーザが利用する通信端末に対して出力してもよい。また、判定部 4 3 の判定結果は、加工条件へのフィードバック制御（移動速度を落とすなど）に用いられてもよい。例えば、出力部 4 4 は、判定部 4 3 によって加工異常があると判定された場合には、その判定結果を示す信号をヘッド制御装置 1 5 に出力してもよい。ヘッド制御装置 1 5 は、判定部 4 3 の判定結果を示す信号を取得した場合には、移動速度が正常範囲内になるまで移動速度を変化させるフィードバック制御を実施してもよい。

[0052] 以下に、本実施形態に係る異常判定方法の流れについて説明する。図 8 は

、本実施形態に係る異常判定方法のフロー図である。レーザ加工機 1 は、まずテスト加工を開始する（ステップ S 1 0 1）。異常判定装置 3 は、テスト加工中において、センサ 3 0 により検出される状態量 X をレーザヘッド 1 2 の移動関係値に対応付けて蓄積する（ステップ S 1 0 2）。異常判定装置 3 は、蓄積部に蓄積された情報に基づき、状態量 X の正常範囲を移動関係値毎に算出する（ステップ S 1 0 3）。

[0053] ここで、テスト加工において、レーザ加工機 1 は、テスト用ワークに対してあらかじめ設定された形状（以下、「テスト加工形状」という。）にレーザ加工する。テスト加工形状は、実加工で加工する形状で頻出する移動速度及び移動方向について、十分な量のサンプル数が確保できる形状である。図 9 は、テスト加工形状の第 1 の例である。例えば、レーザ加工機 1 は、図 9 に示すように、レーザヘッドを移動させながら、テスト加工形状として複数の正十二角形が入れ子状となる第 1 の形状にレーザ加工する。レーザ加工機 1 は、レーザヘッド 1 2 の最高速度を各正十二角形で変化させてもよい。第 1 の形状は、30°ごとの各移動方向での状態量 X を均等なサンプル数で発生させることが可能である。

[0054] 図 1 0 は、テスト加工形状の第 2 の例である。例えば、レーザ加工機 1 は、図 1 0 に示すように、レーザヘッドを移動させながら、テスト加工形状として複数の正方形が入れ子状となる第 2 の形状にレーザ加工する。例えば、レーザ加工機 1 は、レーザヘッド 1 2 の最高速度を各正方形で変化させ、正方形の角を丸く加工する。第 2 の形状は、テスト加工形状が矩形に限定される場合において、移動方向が 0°、90°、180°、270° のそれぞれであるときの状態量 X 1 のデータ数をより多く蓄積することが可能となる。また、第 2 の形状では正方形の角を丸く加工するため、0°、90°、180°、270° 以外の移動方向での状態量 X 1 を蓄積することができる。

[0055] ステップ S 1 0 1 からステップ S 1 0 3 までの処理が、実加工が行われる前に実施される処理である。これらの処理が完了した後に、実加工が行われる（ステップ S 1 0 4）。なお、ステップ S 1 0 1 からステップ S 1 0 3 ま

での処理を一度実行した後は、加工対象（ワークの材質、形状）が変わらない限りは、ステップS 1 0 1からステップS 1 0 3までを再度実行することなく一定期間（場合によっては数か月以上）、以下に説明する実加工を行うものであってもよい。実加工が行われると、異常判定装置3は、加工異常があるか否かの異常判定を行う（ステップS 1 0 5）。例えば、異常判定装置3は、実加工時において、移動関係値及び状態量X 2を取得する。そして、異常判定装置3は、取得した移動関係値に対応付けられた正常範囲を、ステップS 1 0 3で算出した移動関係値毎の正常範囲の中から選択する。そして、異常判定装置3は、選択した正常範囲内に状態量X 2が収まっているか否かを判定し、状態量X 2が正常範囲内に収まっている場合には、加工異常がないと判定する。異常判定装置3は、例えば、1回又は複数回にわたって状態量X 2が正常範囲外となった場合には、加工異常があると判定する。

[0056] 異常判定装置3は、ステップS 1 0 5において加工異常が発生していないと判定した場合には、実加工が完了したか否かを判定する（ステップS 1 0 6）。異常判定装置3は、実加工が完了していない場合には、再度ステップS 1 0 5に移行する。

[0057] 出力部4 4は、ステップS 1 0 5において判定部4 3によって加工異常があると判定された場合には、その判定結果を、例えば表示装置に出力する（ステップS 1 0 7）。この形態により、出力部4 4は、利用者に対して加工異常を報知する。なお、出力部4 4は、加工異常がないと判定された場合には、その判定結果を出力してもよいし、出力しなくてもよい。なお、異常判定装置3は、ステップS 1 0 5において加工異常と判定した場合には、ヘッド制御装置1 5と通信を行って実加工を停止させてもよい。例えば、異常判定装置3は、ステップS 1 0 5において加工異常と判定した場合には、その旨を示す信号である加工異常信号を、ヘッド制御装置1 5に送信する。ヘッド制御装置1 5は、加工異常信号を受信した場合には、ワークの加工を停止してもよい。ただし、これに限定されず、ヘッド制御装置1 5は、加工異常信号を受信した場合には、ワークの加工を停止させるのではなく、実加工に

おける移動速度を落とすなどフィードバック制御を実行してもよい。一例として、ヘッド制御装置 15 は、加工異常信号を受信した場合には、センサ 30 などのセンサ部により検出される状態量 X が正常範囲内となるまでレーザヘッド 12 の移動速度を変化させてもよい。換言すれば、ヘッド制御装置 15 は、判定部 43 によりセンサ部により検出される状態量 X が正常範囲外であると判定された場合、センサ部により検出される状態量 X が正常範囲内となるまでレーザヘッド 12 の移動速度を変化させてもよい。この構成により、レーザ加工機 1 は、ワーク W に対する加工異常があった場合に、ワーク W の加工を停止させずにその加工異常に対処することができる。

[0058] 以下に、本実施形態に係る作用効果について説明する。図 11 は、比較例に係るレーザ加工機における異常判定の問題点を示す図である。図 12 は、正常なレーザ加工において得られる状態量と、移動速度及び移動方向のそれぞれとの関係を示す図である。図 11 (A) では正常なレーザ加工において得られる状態量を示し、その際のレーザヘッドの移動速度と移動方向を図 11 (B) 及び図 11 (C) に示す。

[0059] 本願発明者は、図 11 及び図 12 に示すように、レーザヘッド 12 の移動速度、移動方向などの移動関係値によって正常時での状態量 X の取りうる値が異なることがあることを見出した。この要因としては、伝熱の仕方、既にワークに蓄えられている熱量の影響が異なること、レーザビームの形状、芯ずれ、センサ 30 自体の指向性などが考えられる。従来の異常判定では、レーザヘッド 12 の移動速度及び移動方向などの移動関係値による状態量 X の違いを考慮していない。また、正常に加工できている場合に誤って加工異常と判定される「誤判定」をなるべく発生させないように、図 11 (A) に示す広い範囲 200 を正常範囲として設定している場合がある。

[0060] ここで、範囲 200 は、移動関係値によらず固定された範囲である。従って、範囲 200 内の一部の範囲 210 は、正常なレーザ加工で得られる状態量 X の範囲から外れている場合があり、状態量 X が範囲 210 内にある場合には加工異常が起きている可能性が考えられる。このような場合に、上記の

ように正常範囲を範囲200に設定していると、加工異常があっても加工異常の発生を検出できない場合が起こり得る。本実施形態の異常判定装置3は、移動関係値を加味した範囲、すなわち移動関係値に応じて変動する範囲300を正常範囲として設定する。このような構成により、範囲210内の状態量Xを検出した場合には加工異常と判定することが可能となり、ワークWに対する加工異常を精度よく判定することが可能となる。

[0061] なお、上記の実施形態において、センサ30などのセンサ部が検出した状態量Xは、異常判定装置3に直接送信されている。ただし、この形態に限定されず、センサ部が検出した状態量Xは、ヘッド制御装置15に送信されてもよい。この場合には、ヘッド制御装置15から異常判定装置3に状態量Xが送信される。

[0062] 上記の実施形態において、異常判定装置3は、ヘッド制御装置15から移動関係値を取得する。ただし、この形態に限定されず、異常判定装置3（例えば、取得部40）は、レーザヘッド12の位置情報をヘッド制御装置15又はレーザヘッド12から取得し、取得したレーザヘッド12の位置情報に基づいて移動関係値を求めてもよい。また、異常判定装置3は、ヘッド制御装置15から移動関係値を取得することと、レーザヘッド12の位置情報に基づいて移動関係値を求めることを併用してもよい。この場合には、異常判定装置3の取得部40は、ヘッド制御装置15から取得した移動関係値と、自身で求めた移動関係値とにおいて、いずれか一方を用いてもよいし、両方の値の平均値を移動関係値として新たに求めてもよい。

[0063] 上記の実施形態において、移動関係値毎の状態量Xの正常範囲をテーブル100として設定する場合を例として説明した。ただし、この形態に限定されず、例えば、算出部42は、蓄積部41に蓄積された情報に基づき、移動関係値毎の状態量Xの正常範囲を演算式として算出してもよい。正常範囲を演算式として表現する場合には、例えば以下のような式（3）から式（5）が考えられる。

[0064]
$$X_{min} \leq X \leq X_{max} \quad \cdots (3)$$

$$X_{\max}(v, \theta) = a_0 V^2 + a_1 V + a_2 + b_0 \sin(b_1 \theta + b_2) \quad \dots$$

(4)

$$X_{\min}(v, \theta) = c_0 V^2 + c_1 V + c_2 + d_0 \sin(d_1 \theta + d_2) \quad \dots$$

(5)

[0065] $X_{\min}$ が状態量 X の正常値での最大値であり、 $X_{\max}$ が状態量 X の正常値での最小値である。 v がレーザーヘッド12の移動速度であり、 θ がレーザーヘッド12の移動方向を示す。 a_n, b_n, c_n, d_n (n は1～3)は、定数であって、加工対象、加工条件、状態量 X の種類ごとに設定されてもよい。

[0066] 上記の実施形態において、算出部42が、正常範囲算出テーブルから取得した平均値及び標準偏差に基づいて、式(1)に示す上限値と式(2)に示す下限値との間の範囲を正常範囲として算出する例を説明したが、この形態に限定されない。例えば、算出部42は、正常範囲算出テーブルから取得した平均値に基づいて、式(6)に示す上限値と式(7)に示す下限値との間の範囲を正常範囲として算出してもよい。ただし、この形態に限定されず、算出部42は、式(6)に示す上限値以下の範囲を正常範囲として算出してもよいし、式(7)に示す下限値以上の範囲を正常範囲として算出してもよい。なお、以下に示す固定値は、あらかじめ設定されており、蓄積部41に蓄積された情報に基づいて設定されてもよい。

[0067] 上限値＝平均値＋固定値 $\dots$ (6)

下限値＝平均値－固定値 $\dots$ (7)

[0068] 上記の実施形態において、判定部43は、異常判定において、状態量 X の変化率を考慮し、状態量 X_2 の変化率が基準値から外れる場合に加工異常と判定してもよい。例えば、状態量 X_2 を一定周期 T で取得すると仮定し、時間 t での状態量 X_2 を $X(t)$ と表す。ここで、状態量 X_2 の変化率は、単位時間あたりの状態量 X_2 の変化率 $\Delta X(t)$ と、移動距離あたりの状態量 X の変化率 $\Delta' X(t)$ との両方又はいずれかである。変化率 $\Delta X(t)$ は、以下の式(8)で表される。変化率 $\Delta' X(t)$ は、以下の式(9)で表される。

[0069] $\Delta X(t) = (X(t) - \Delta X(t-T)) / T \quad \dots (8)$

$\Delta X'(t) = (X(t) - \Delta X(t-T)) / (v(t) \cdot T) \quad \dots (9)$

[0070] 判定部43は、実加工中において、変化率 $\Delta X(t)$ を算出し、この変化率 $\Delta X(t)$ が上限値を超えた場合に、加工異常と判定してもよい。判定部43は、変化率 $\Delta X(t)$ が下限値を下回った場合に、加工異常と判定してもよい。判定部43は、変化率 $\Delta X(t)$ が上限値と下限値との間の範囲から外れた場合に、加工異常と判定してもよい。

[0071] また、判定部43は、実加工中において、変化率 $\Delta'X(t)$ を算出し、この変化率 $\Delta'X(t)$ が上限値を超えた場合に、加工異常と判定してもよい。判定部43は、変化率 $\Delta'X(t)$ が下限値を下回った場合に、加工異常と判定してもよい。判定部43は、変化率 $\Delta'X(t)$ が上限値と下限値との間の範囲から外れた場合に、加工異常と判定してもよい。

[0072] ここで、状態量 X の変化率を用いて異常判定を行う場合において、状態量 X の変化率の上限値及び下限値は、蓄積部41に蓄積された情報に基づいて算出されてもよい。換言すれば、算出部42は、蓄積部41に蓄積された情報に基づき、状態量 X の正常範囲として、移動関係値毎に状態量 X の変化率の上限値と下限値とを算出してもよい。この場合、状態量 X の変化率の上限値と下限値とは、テーブルで設定されてもよいし、演算式で設定されてもよい。また、上記変化率の上限値及び下限値は、加工対象であるワーク W 及び加工条件によって変更可能であってもよい。

[0073] 上記の実施形態の異常判定において、正常範囲からの状態量の逸脱の発生の連続性を考慮できる伝達関数 G を設けてもよい。図13は、本実施形態に係る伝達関数 G を示す図である。判定部43は、正常か異常かの判定を例えば0から1までの連続量として扱い、1次遅れなどの伝達関数 G を用いて、加工異常の有無を判定してもよい。例えば、判定部43は、正常を「0」とし、異常を「1」として一定周期ごとの状態量 X_2 が正常か異常かを示す値を、1次遅れなどの伝達関数 G に入力する。そして、判定部43は、伝達関

数Gから出力される値が、閾値Sを上回ったときのみを加工異常と判定する。この構成により、長時間継続した異常のみを検知することができる。なお、閾値Sは、加工対象であるワークW及び加工条件によって変更可能であってもよい。

[0074] 上記の実施形態において、状態量Xが複数のセンサ値を含む場合には、算出部42は、移動関係値毎の状態量Xの正常範囲（例えば、テーブル100、演算式など）を、センサ値ごとに算出してもよい。この場合には、判定部43は、各センサ値で個別に異常判定を行ってもよい。判定部43は、センサ値ごとの判定結果のうち、1つでも正常範囲からの逸脱、すなわちセンサ値の異常を検出した場合には、加工異常と判定してもよい。ただし、この形態に限定されず、例えば、センサ値の異常を許容する上限の項目数を設け、その項目数を上回る数のセンサ値の異常を検出した場合には、加工異常と判定してもよい。また、判定部43は、各センサ値の異常判定に比重を設けて、合算したスコアを生成してもよい。そして、判定部43は、そのスコアが所定値を上回った場合に加工異常と判定してもよい。なお、当該所定値は、加工対象であるワークW及び加工条件によって変更可能であってもよい。

[0075] 上記の実施形態において、状態量Xが複数のセンサ値を含む場合には、判定部43は、複数のセンサ値の挙動について相関をとって新たな判定指標である状態量X3を生成し、この生成した状態量X3に対して異常判定を行ってもよい。この場合には、算出部42は、移動関係値毎の状態量X3の正常範囲を、テーブル100、式(3)～式(5)に例示した演算式などの上述した方法で算出する。

[0076] 上記の実施形態では、異常判定装置3がレーザ加工機1に適用される場合を一例として説明した。ただし、異常判定装置3が適用される装置は、レーザ加工機1に限定されず、NC（Numerical Control：数値制御）を使って絵を描くプロッタ、スカイピング加工を行うスカイピングマシン、又はマシンングセンタなどに適用可能である。

[0077] <付記>

上記実施形態は、少なくとも以下の構成を開示する。

(構成1)

ワークに対して移動する移動部と、前記移動部に設けられ、前記移動部と共に前記ワークに対して移動しつつ前記ワークに対して加工を行う加工部と、を有する加工装置における前記ワークの加工異常を判定する異常判定装置であって、

前記加工装置による前記ワークの加工に関連する状態量を検出するセンサ部と、

前記移動部の移動に関する移動関係値を取得する取得部と、

前記移動部の移動に伴って前記加工部が前記ワークに対して移動しつつ前記ワークに正常な加工を行う際に、前記センサ部により検出される前記状態量を、前記取得部により取得された前記移動関係値と対応付けて蓄積する蓄積部と、

前記蓄積部に蓄積された情報に基づき、前記状態量の正常範囲を前記移動関係値毎に算出する算出部と、

前記正常範囲が算出された後において、前記移動部の移動に伴って前記加工部が前記ワークに対して移動しつつ前記ワークに加工を行う際に、前記センサ部により検出される前記状態量が前記正常範囲内であるか否かを、前記算出部による算出結果に基づいて判定する判定部と、

を備える、異常判定装置。

(構成2)

前記移動関係値は、前記移動部の移動速度を含む、
構成1に記載の異常判定装置。

(構成3)

前記移動関係値は、前記移動部の移動方向を含む、
構成1又は構成2に記載の異常判定装置。

(構成4)

前記移動部は、前記レーザ加工機に備えるレーザヘッドであり、

前記加工部は、レーザ光を射出する前記レーザヘッドのレーザ射出部である、

構成 1 から構成 3 のいずれかの構成に記載の異常判定装置。

(構成 5)

前記算出部は、前記蓄積部に蓄積された情報に基づき、前記正常範囲を示すテーブルを、前記移動関係値毎に算出し、

前記判定部は、前記センサ部により検出される前記状態量が前記正常範囲内であるか否かを、前記テーブルに基づいて判定する、

構成 1 から構成 4 のいずれかの構成に記載の異常判定装置。

(構成 6)

前記算出部は、前記蓄積部に蓄積された情報に基づき、前記移動関係値毎の前記正常範囲を算出するための演算式を導出し、

前記判定部は、前記センサ部により検出される前記状態量が前記正常範囲内であるか否かを、前記演算式に基づいて判定する、

構成 1 から構成 5 のいずれかの構成に異常判定装置。

(構成 7)

前記センサ部は、前記状態量として、光量、温度、音、及び画像の解析結果のうち少なくとも 1 つを検出する、

構成 1 から構成 6 のいずれかの構成に記載の異常判定装置。

(構成 8)

ワークに対して移動するレーザヘッドと、前記レーザヘッドに設けられ、前記レーザヘッドと共に前記ワークに対して移動しつつ前記ワークにレーザ光を射出して前記ワークを加工するレーザ射出部と、構成 1 から構成 7 のいずれかの構成に記載の異常判定装置と、を備えるレーザ加工機。

(構成 9)

前記判定部により前記センサ部により検出される前記状態量が前記正常範囲外であると判定された場合、前記ワークの加工を停止するヘッド制御装置を備える、

構成 8 に記載のレーザ加工機。

(構成 10)

前記判定部により前記センサ部により検出される前記状態量が前記正常範囲外であると判定された場合、前記センサ部により検出される前記状態量が前記正常範囲内となるまで前記レーザヘッドの移動速度を変化させるヘッド制御装置を備える、

構成 8 に記載のレーザ加工機。

[0078] 以上、実施形態について説明したが、本発明の技術的範囲は、上記した実施形態に限定されない。また、上記した実施形態に、多様な変更又は改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。そのような変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。また、上記した実施形態で説明した要件の 1 つ以上は、省略されることがある。また、上記した実施形態で説明した要件は、適宜組み合わせることができる。また、実施形態において示した各手順の実行順序は、前の手順の結果を後の手順で用いない限り、任意の順序で実現可能である。また、上記した実施形態における動作に関して、便宜上「まず」、「次に」、「続いて」等を用いて説明したとしても、この順序で実施することが必須ではない。また、法令で許容される限りにおいて、日本特許出願である特願 2022-113303、及び上述の実施形態等で引用した全ての文献の開示を援用して本文の記載の一部とする。

符号の説明

[0079] 1・・・レーザ加工機
2・・・加工装置
3・・・異常判定装置
12・・・レーザヘッド
30・・・センサ
31・・・異常判定部
40・・・取得部

4 1 . . . 蓄積部

4 2 . . . 算出部

4 3 . . . 判定部

4 4 . . . 出力部

請求の範囲

- [請求項1] ワークに対して移動する移動部と、前記移動部に設けられ、前記移動部と共に前記ワークに対して移動しつつ前記ワークに対して加工を行う加工部と、を有する加工装置における前記ワークの加工異常を判定する異常判定装置であって、
- 前記移動部に設けられ、前記移動部と共に前記ワークに対して移動しつつ前記加工装置による前記ワークの加工に関連する状態量を検出するセンサ部と、
- 前記移動部の移動に関する移動関係値を取得する取得部と、
- 前記移動部の移動に伴って前記加工部が前記ワークに対して移動しつつ前記ワークに正常な加工を行う際に、前記センサ部により検出される前記状態量を、前記取得部により取得された前記移動関係値と対応付けて蓄積する蓄積部と、
- 前記蓄積部に蓄積された情報に基づき、前記状態量の正常範囲を前記移動関係値毎に算出する算出部と、
- 前記正常範囲が算出された後において、前記移動部の移動に伴って前記加工部が前記ワークに対して移動しつつ前記ワークに加工を行う際に、前記センサ部により検出される前記状態量が前記正常範囲内であるか否かを、前記算出部による算出結果に基づいて判定する判定部と、
- を備える、異常判定装置。
- [請求項2] 前記移動関係値は、前記移動部の移動速度を含む、請求項1に記載の異常判定装置。
- [請求項3] 前記移動関係値は、前記移動部の移動方向を含む、請求項1に記載の異常判定装置。
- [請求項4] 前記移動部は、前記レーザ加工機に備えるレーザヘッドであり、前記加工部は、レーザ光を射出する前記レーザヘッドのレーザ射出部である、

請求項 1 に記載の異常判定装置。

[請求項5] 前記算出部は、前記蓄積部に蓄積された情報に基づき、前記正常範囲を示すテーブルを、前記移動関係値毎に算出し、

前記判定部は、前記センサ部により検出される前記状態量が前記正常範囲内であるか否かを、前記テーブルに基づいて判定する、

請求項 1 に記載の異常判定装置。

[請求項6] 前記算出部は、前記蓄積部に蓄積された情報に基づき、前記移動関係値毎の前記正常範囲を算出するための演算式を導出し、

前記判定部は、前記センサ部により検出される前記状態量が前記正常範囲内であるか否かを、前記演算式に基づいて判定する、

請求項 1 に記載の異常判定装置。

[請求項7] 前記センサ部は、前記状態量として、光量、温度、音、及び画像の解析結果のうち少なくとも 1 つを検出する、

請求項 1 に記載の異常判定装置。

[請求項8] ワークに対して移動するレーザヘッドと、前記レーザヘッドに設けられ、前記レーザヘッドと共に前記ワークに対して移動しつつ前記ワークにレーザ光を射出して前記ワークを加工するレーザ射出部と、前記ワークの加工異常を判定する異常判定装置と、を備えるレーザ加工機であって、

前記異常判定装置は、

前記レーザヘッドに設けられ、前記レーザヘッドと共に前記ワークに対して移動しつつ前記レーザ加工機の状態量を検出するセンサ部と、

前記レーザヘッドの移動に関する移動関係値を取得する取得部と、

前記レーザヘッドの移動に伴って前記レーザ射出部が前記ワークに対して移動しつつ前記ワークに正常な加工を行う際に、前記センサ部により検出される前記状態量を、前記取得部により取得された前記移動関係値と対応付けて蓄積する蓄積部と、

前記蓄積部に蓄積された情報に基づき、前記状態量の正常範囲を、前記移動関係値毎に算出する算出部と、

前記正常範囲が算出された後において、前記レーザヘッドが前記ワークに対して移動しつつ前記ワークに加工を行う際に、前記センサ部により検出される前記状態量が前記正常範囲内であるか否かを、前記算出部による算出結果に基づいて判定する判定部と、

を備える、レーザ加工機。

[請求項9] 前記判定部により前記センサ部により検出される前記状態量が前記正常範囲外であると判定された場合、前記ワークの加工を停止するヘッド制御装置を備える、

請求項8に記載のレーザ加工機。

[請求項10] 前記判定部により前記センサ部により検出される前記状態量が前記正常範囲外であると判定された場合、前記センサ部により検出される前記状態量が前記正常範囲内となるまで前記レーザヘッドの移動速度を変化させるヘッド制御装置を備える、

請求項8に記載のレーザ加工機。

[請求項11] ワークに対して移動する移動部と、前記移動部に設けられ、前記移動部と共に前記ワークに対して移動しつつ前記ワークに対して加工を行う加工部と、を有する加工装置における前記ワークの加工異常を判定する方法であって、

前記移動部の移動に伴って前記加工部が前記ワークに対して移動しつつ前記ワークに正常に加工を行う際に、前記移動部と共に前記ワークに対して移動するセンサ部により前記加工装置の状態量を検出することと、

前記移動部の移動に関する移動関係値を取得部により取得することと、

前記センサ部により検出される前記状態量を、前記取得部により取得された前記移動関係値と対応付けて蓄積部により蓄積することと、

前記蓄積部に蓄積された情報に基づき、前記状態量の正常範囲を、算出部により前記移動関係値毎に算出することと、

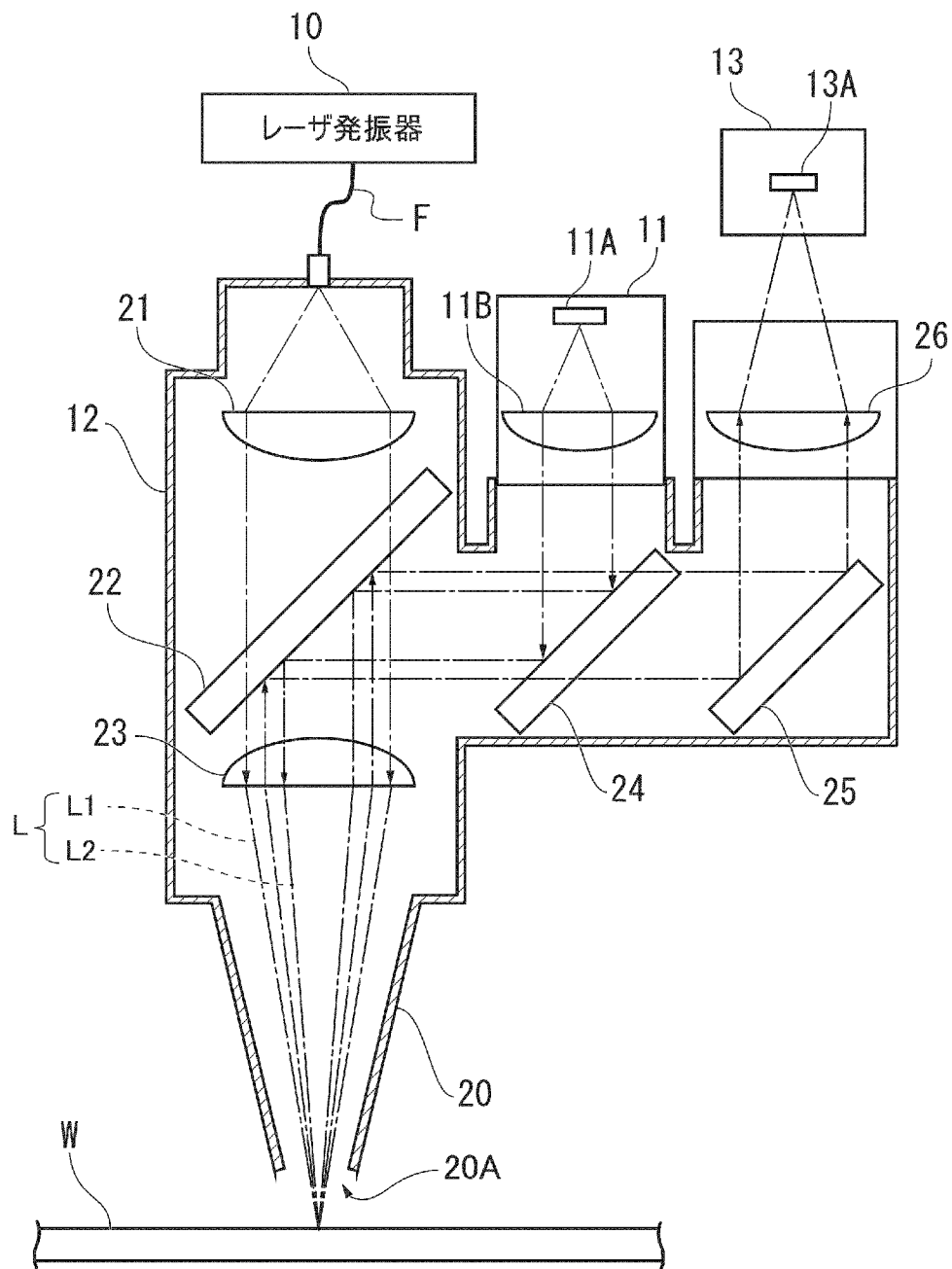
前記正常範囲が算出された後において、前記移動部の移動に伴って前記加工部が前記ワークに対して移動しつつ前記ワークに加工を行う際に、前記センサ部により検出される前記状態量が前記正常範囲内であるか否かを、前記算出部による算出結果に基づいて判定することと

、

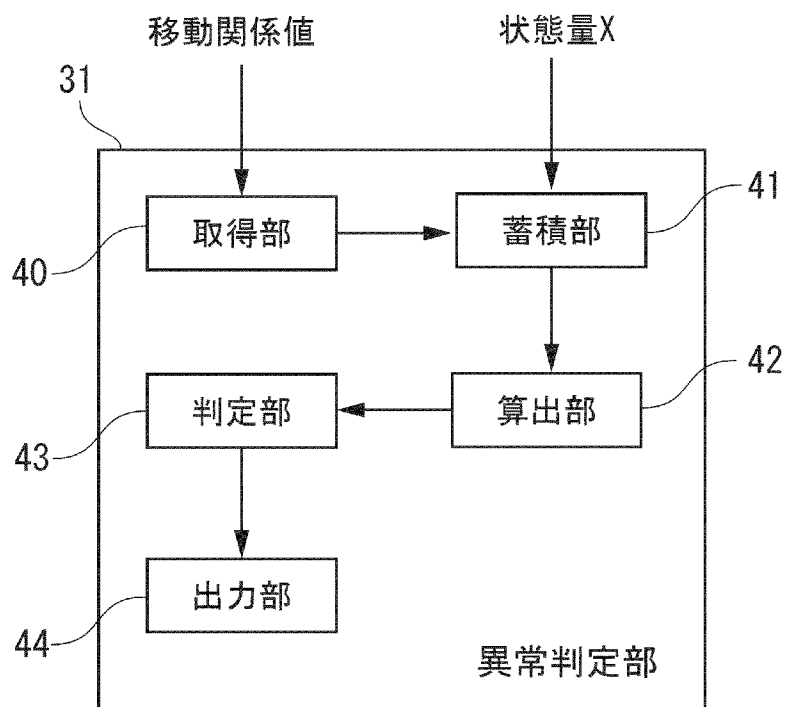
を含む、異常判定方法。

[illegible]

[図2]



[図3]



[図4A]

MIN			移動方向[degree]						
移動速度[m/min]			-15	15	45	75	105	135	...
			~	~	~	~	~	~	
			15	45	75	105	135	165	
0.0	-	5.0	20	25	30	25	22	19	...
5.0	-	10.0	30	35	40	35	32	29	...
10.0	-	15.0	40	45	50	45	42	39	...
15.0	-	20.0	50	55	60	55	52	49	...
20.0		25.0	65	70	75	70	67	64	...
...			...	...	...	...	...	...	...

[図4B]

MAX			移動方向[degree]						
移動速度[m/min]			-15	15	45	75	105	135	...
			~	~	~	~	~	~	
			15	45	75	105	135	165	
0.0	-	5.0	85	100	120	100	90	88	...
5.0	-	10.0	100	115	135	115	105	103	...
10.0	-	15.0	115	130	150	130	120	118	...
15.0	-	20.0	130	145	165	145	135	132	...
20.0		25.0	150	165	185	165	155	152	...
...			...	...	...	...	...	...	...

[図5A]

平均値			移動方向[degree]						
移動速度[m/min]			-15	15	45	75	105	135	...
			～	～	～	～	～	～	
			15	45	75	105	135	165	
0.0	-	5.0	60	63	65	64	61	58	...
5.0	-	10.0	65	68	70	69	66	63	...
10.0	-	15.0	70	73	75	74	69	72	...
15.0	-	20.0	76	79	84	83	79	77	...
20.0		25.0	83	86	93	90	82	80	...
...			...	...	...	...	...	...	...

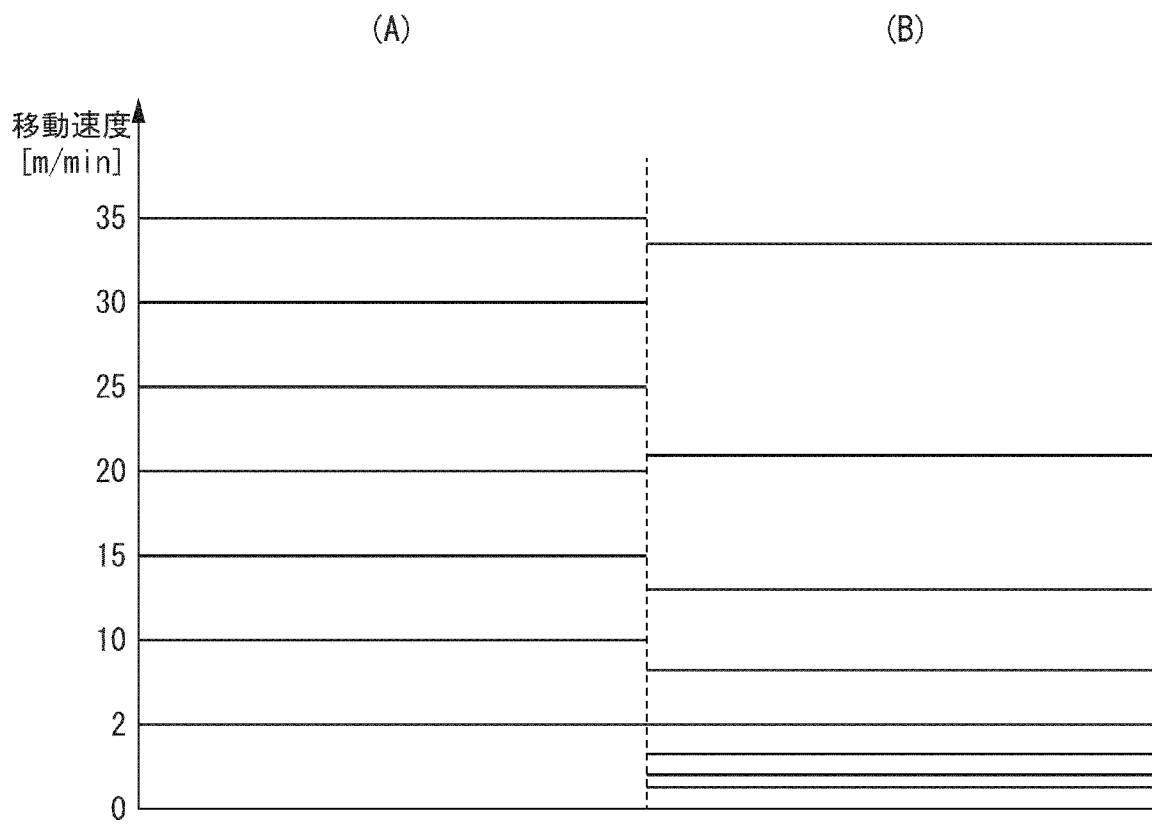
[図5B]

標準偏差 σ			移動方向[degree]						
移動速度[m/min]			-15	15	45	75	105	135	...
			~	~	~	~	~	~	
			15	45	75	105	135	165	
0.0	-	5.0	10	10	10	9	7	8	...
5.0	-	10.0	12	11	12	13	15	9	...
10.0	-	15.0	16	15	15	15	18	11	...
15.0	-	20.0	20	19	16	17	21	15	...
20.0		25.0	23	22	18	21	24	17	...
...			...	...	...	...	...	...	...

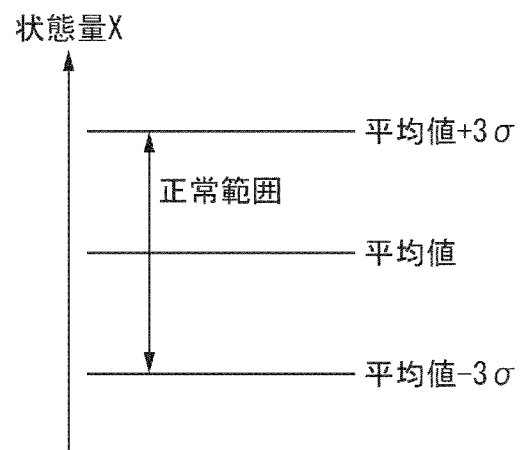
[図5C]

サンプル数			移動方向[degree]						
移動速度[m/min]			-15	15	45	75	105	135	...
			~	~	~	~	~	~	
			15	45	75	105	135	165	
0.0	-	5.0	100	101	99	103	105	102	...
5.0	-	10.0	121	132	122	125	112	105	...
10.0	-	15.0	134	141	151	145	143	132	...
15.0	-	20.0	98	100	102	101	100	98	...
20.0		25.0	75	86	91	98	100	76	...
...			...	...	...	...	...	...	...

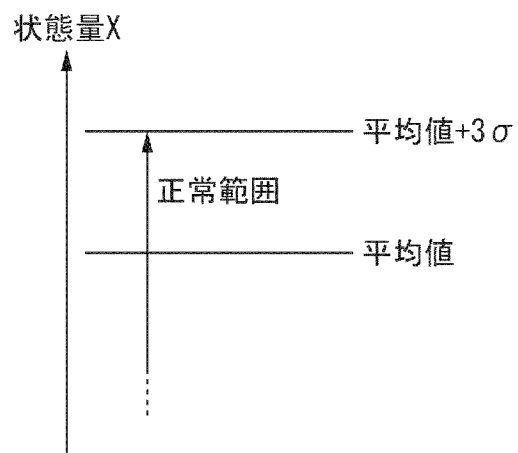
[図6]



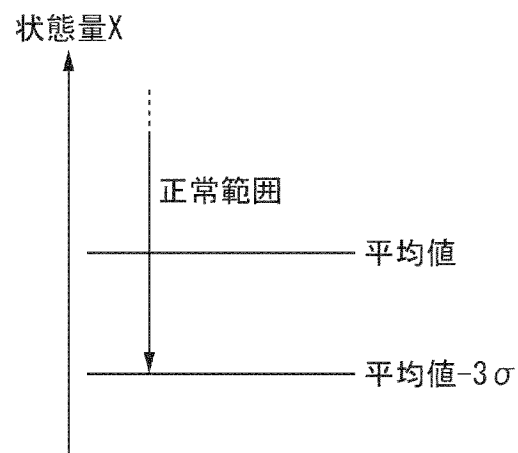
[図7A]



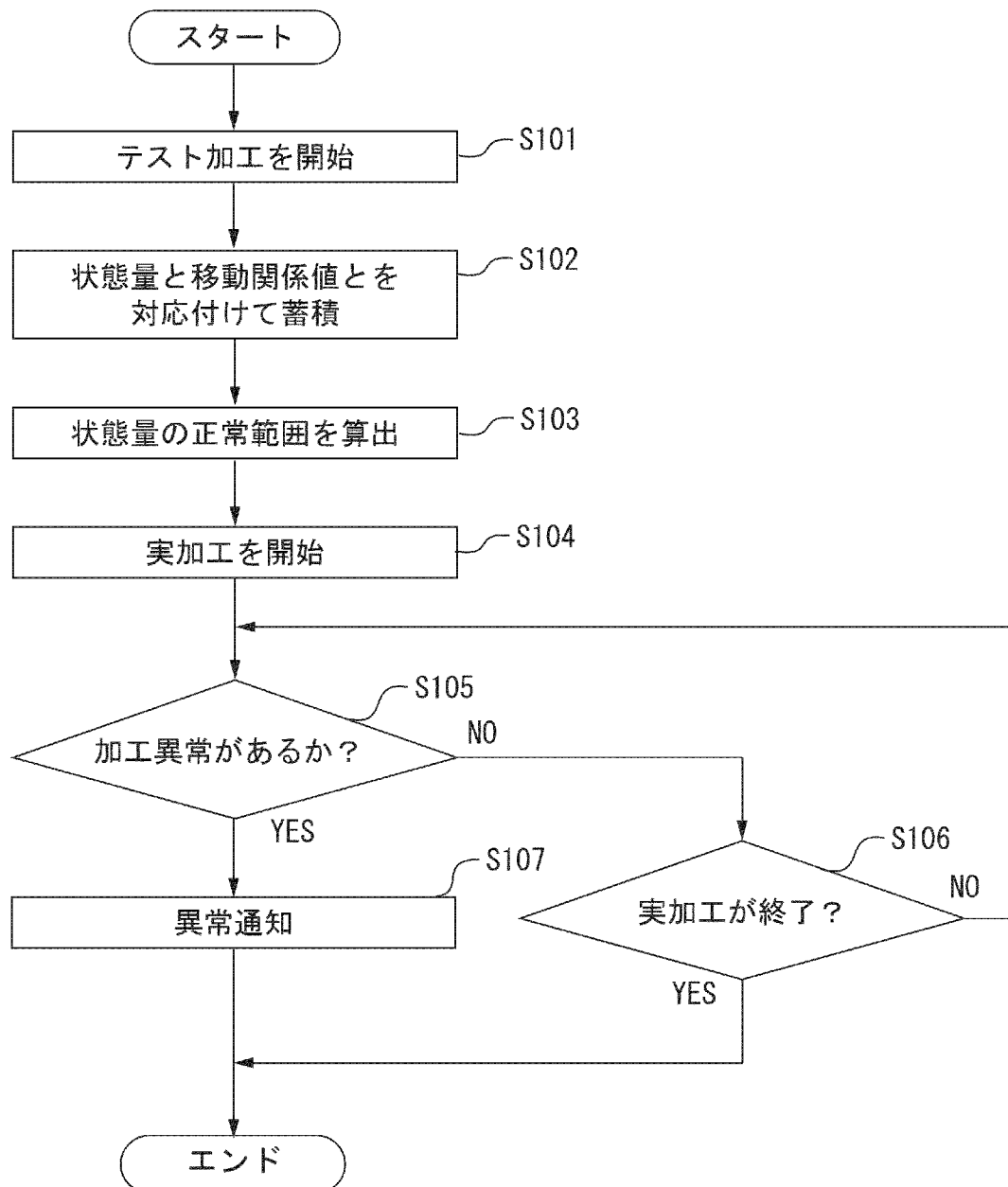
[図7B]



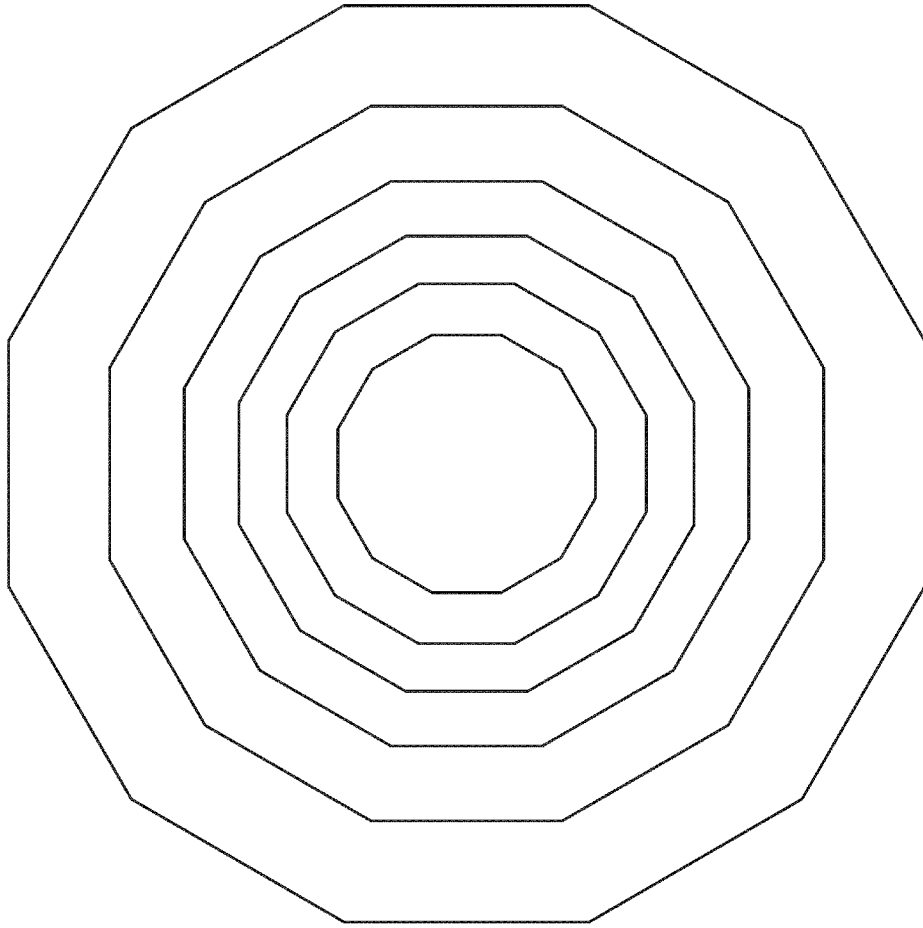
[図7C]



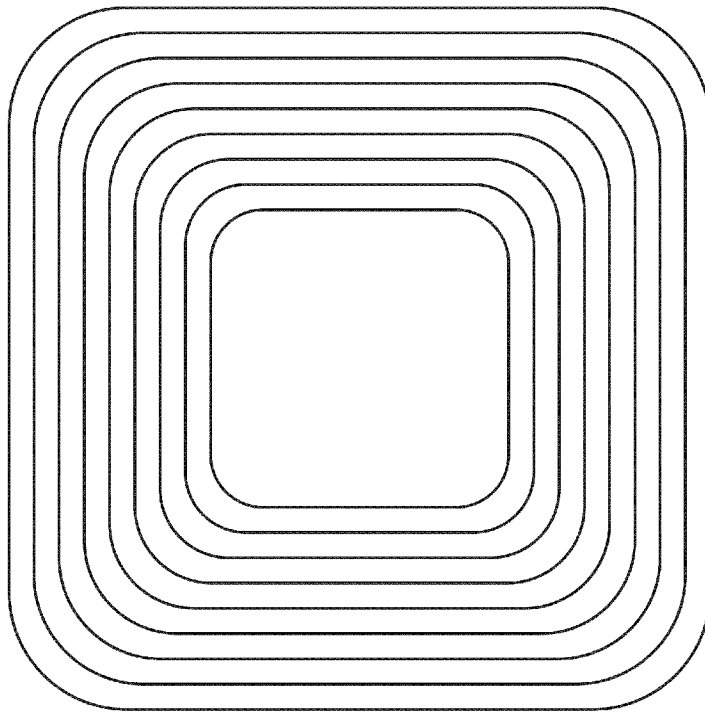
[図8]



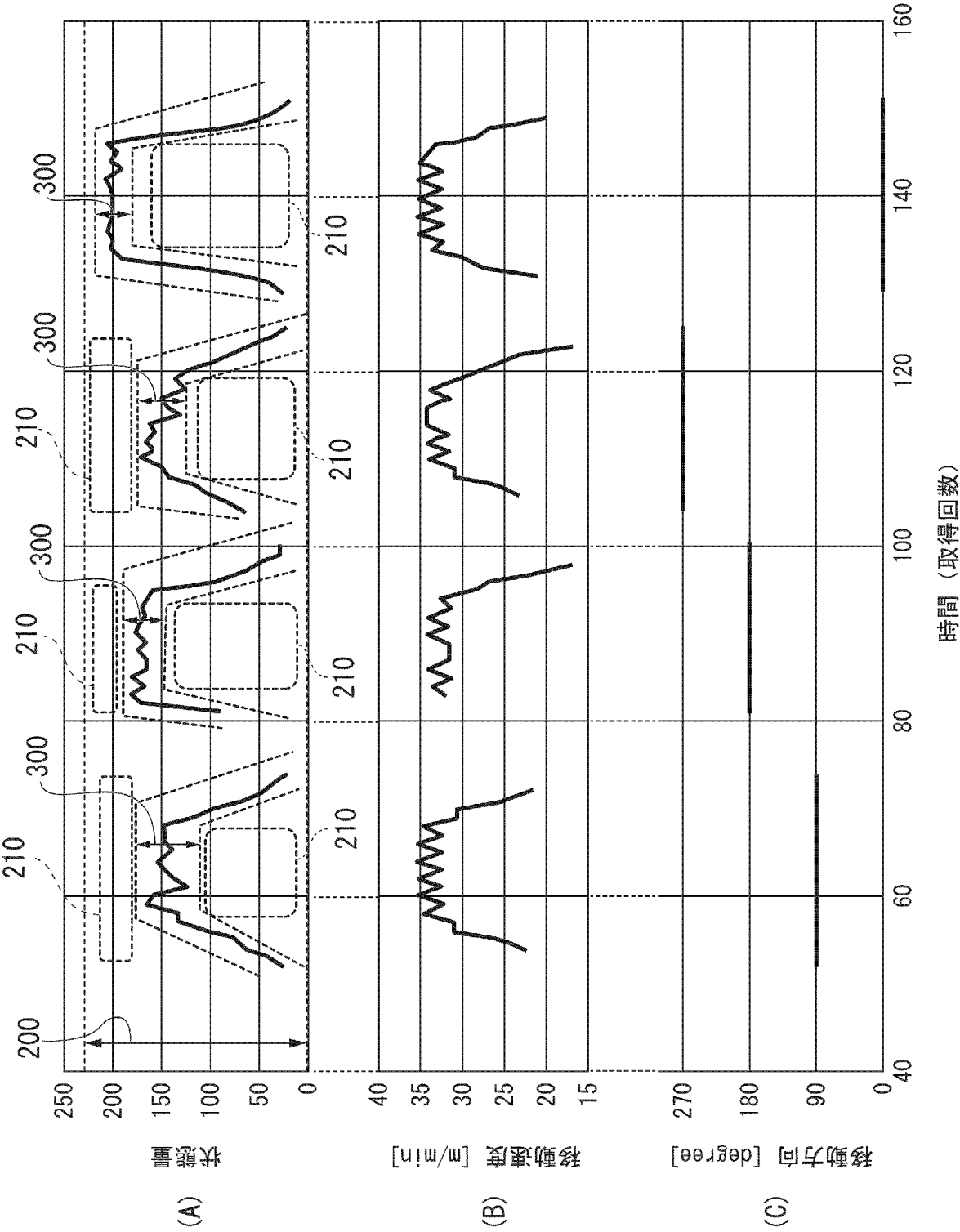
[図9]



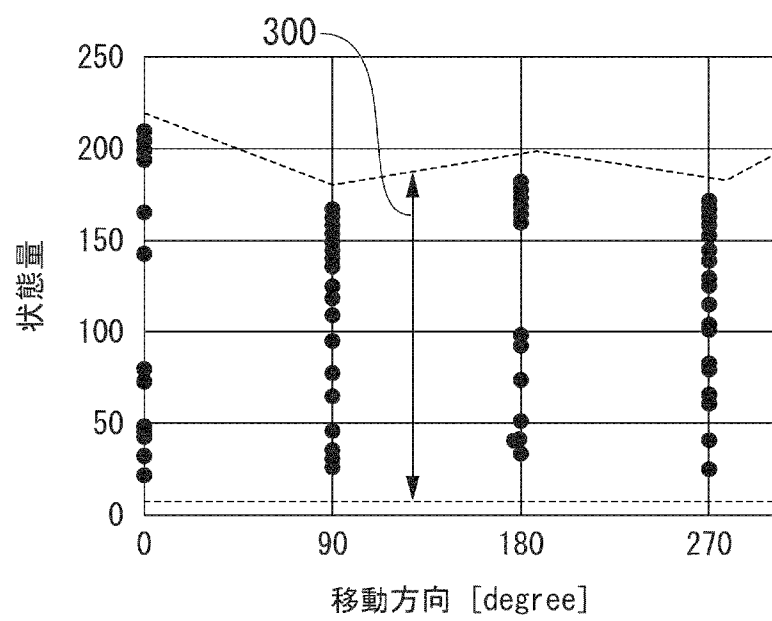
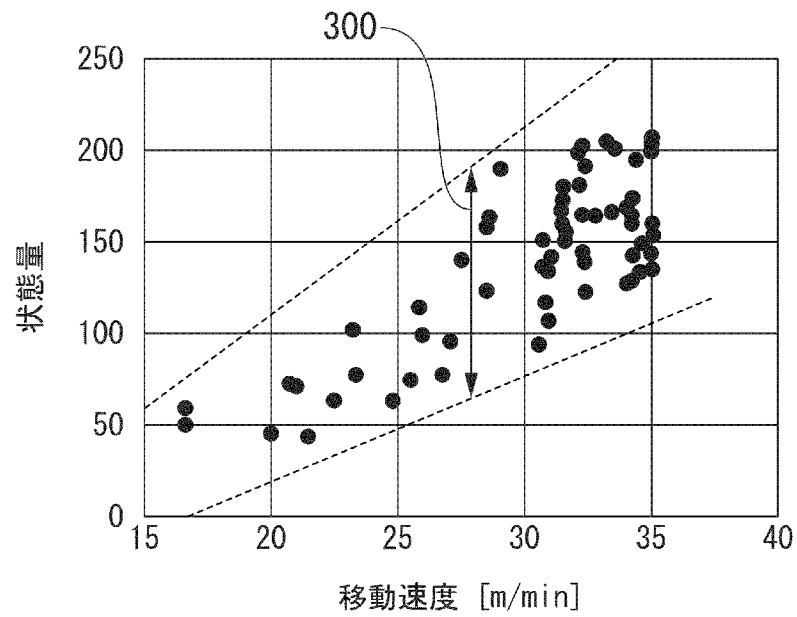
[図10]



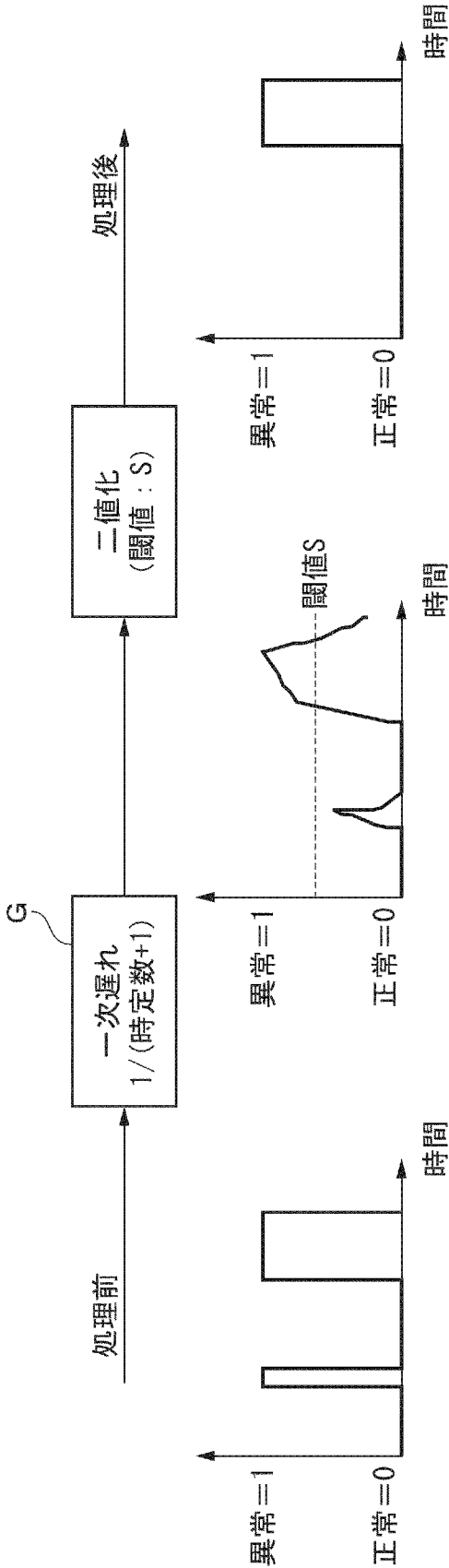
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/024579

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B23K 26/00**(2014.01)i; **B23K 26/03**(2006.01)i; **B23K 26/08**(2014.01)i; **B23K 31/00**(2006.01)i

FI: B23K26/00 Q; B23K26/00 P; B23K26/03; B23K26/08 Z; B23K31/00 N

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)

B23K26/00; B23K26/03; B23K26/08; B23K31/00

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2019/159659 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 22 August 2019 (2019-08-22) paragraphs [0027]-[0050], [0099]-[0102], [0110], fig. 1-5, 9	1-6, 8-9, 11
Y		7
Y	JP 2018-79502 A (NISSAN MOTOR) 24 May 2018 (2018-05-24) paragraph [0012]	7
A	JP 2000-153379 A (SUMITOMO HEAVY IND LTD) 06 June 2000 (2000-06-06) entire text, all drawings	1-11
A	JP 2017-113789 A (AISIN SEIKI) 29 June 2017 (2017-06-29) entire text, all drawings	1-11

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

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 July 2023

Date of mailing of the international search report

08 August 2023

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/024579

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2019/159659	A1	22 August 2019	US 2020/0376591 A1 paragraphs [0040]-[0063], [0112]-[0115], [0123], fig. 1-5, 9 CN 111107959 A	
JP	2018-79502	A	24 May 2018	(Family: none)	
JP	2000-153379	A	06 June 2000	(Family: none)	
JP	2017-113789	A	29 June 2017	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23K 26/00(2014.01)i; B23K 26/03(2006.01)i; B23K 26/08(2014.01)i; B23K 31/00(2006.01)i FI: B23K26/00 Q; B23K26/00 P; B23K26/03; B23K26/08 Z; B23K31/00 N										
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）） B23K26/00; B23K26/03; B23K26/08; B23K31/00										
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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								
X	WO 2019/159659 A1（パナソニックIPマネジメント株式会社）22.08.2019（2019 - 08 - 22） 段落0027 - 0050, 0099 - 0102, 0110, 図1 - 5, 9	1-6, 8-9, 11								
Y		7								
Y	JP 2018-79502 A（日産自動車株式会社）24.05.2018（2018 - 05 - 24） 段落0012	7								
A	JP 2000-153379 A（住友重機械工業株式会社）06.06.2000（2000 - 06 - 06） 全文、全図	1-11								
A	JP 2017-113789 A（アイシン精機株式会社）29.06.2017（2017 - 06 - 29） 全文、全図	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、一般的技术水準を示すもの “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 28.07.2023		国際調査報告の発送日 08.08.2023								
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） 山内 隆平 3P 1958 電話番号 03-3581-1101 内線 3363								

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/JP2023/024579

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2019/159659	A1	22.08.2019	US 2020/0376591 A1 段落 0040-0063, 0112-0115, 01 23, 図 1-5, 9 CN 111107959 A	
JP	2018-79502	A	24.05.2018	(ファミリーなし)	
JP	2000-153379	A	06.06.2000	(ファミリーなし)	
JP	2017-113789	A	29.06.2017	(ファミリーなし)	