

(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10月21日(21.10.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/210037 A1

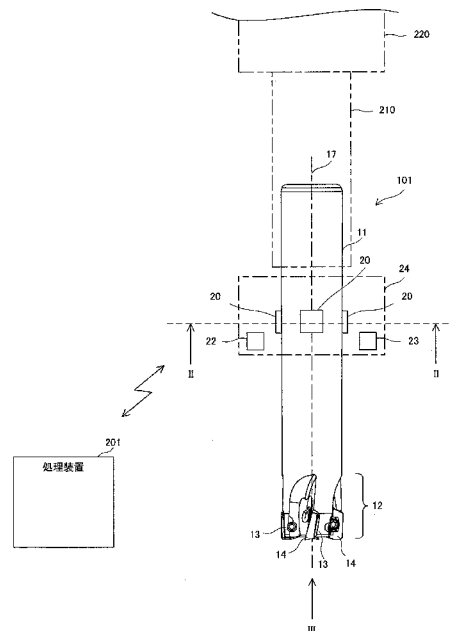
- (51) 国際特許分類:
B23C 9/00 (2006.01) *B23Q 17/09* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/016248
- (22) 国際出願日: 2020年4月13日(13.04.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 住友電気工業株式会社
(**SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.**)
[JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜
四丁目5番33号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 小池雄介(**KOIKE, Yusuke**); 〒5410041
大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人ワンディー・IPパー
トナース(**ONEDEE IP PARTNERS**); 〒5320003
大阪市淀川区宮原五丁目1番28号新大
阪八千代ビル別館 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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) **Title:** CUTTING SYSTEM, DISPLAY SYSTEM, PROCESSING DEVICE, PROCESSING METHOD, AND PROCESSING PROGRAM

(54) 発明の名称: 切削システム、表示システム、処理装置、処理方法および処理プログラム

[図1]

301



201... Processing device

(57) **Abstract:** The present invention achieves exceptional functionality pertaining to cutting blades in a cutting tool. A cutting system comprises a cutting tool for milling machining, a plurality of sensors, and a processing unit. The cutting tool performs cutting machining in which two or more cutting blades are used. The plurality of sensors measure physical quantities that indicate a state pertaining to a load of the cutting tool during cutting machining. The processing unit generates, on the basis of measurement results from the sensors at a plurality of measurement timings, two-dimensional data for

[続葉有]

WO 2021/210037 A1

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)）

each of the measurement timings, the two-dimensional data pertaining to the load in two directions within a plane perpendicular to the axis of rotation of the cutting tool. The processing unit moreover sorts the generated two-dimensional data into one of a plurality of unit regions, the number of which is equal to or greater than the number of cutting blades, in the plane, and senses an abnormality in the cutting blades on the basis of the two-dimensional data for each of the unit regions.

(57) 要約：切削工具における切刃に関する優れた機能を実現する。切削システムは、フライス加工用の切削工具と、複数のセンサと、処理部とを備え、前記切削工具は、2以上の切刃を用いた切削加工を行い、前記複数のセンサは、切削加工時の前記切削工具の負荷に関する状態を示す物理量を計測し、前記処理部は、複数の計測タイミングにおける各前記センサの計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成し、生成した各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、前記単位領域ごとの前記2次元データに基づいて、前記切刃の異常を検知する。

明 細 書

発明の名称：

切削システム、表示システム、処理装置、処理方法および処理プログラム
技術分野

[0001] 本開示は、切削システム、表示システム、処理装置、処理方法および処理プログラムに関する。

背景技術

[0002] 特許文献1（特開2015-77658号公報）には、以下のような状態計測装置が開示されている。すなわち、状態計測装置は、切削加工中の切削工具の状態を計測する状態計測装置であって、前記切削工具は、1以上の刃部を持ち、回転しながら前記刃部を加工物に当接させて前記加工物を加工する回転体で構成され、前記刃部又は前記刃部の近傍に取り付けられ、前記刃部の状態を計測する計測部と、前記切削工具に取り付けられ、前記計測部により計測された計測値を、所定のサンプリングレートで取得してAD変換するAD変換器と、前記AD変換器から前記計測値を取得する都度、前記取得した計測値をデジタルの無線通信を用いて送信する送信部と、前記切削工具の外部に設けられたモニタ装置とを備え、前記モニタ装置は、前記送信部により送信された計測値を受信する受信部と、前記受信部により前記計測値が受信される都度、前記計測値を表示部に表示させると共に前記計測値を記憶部に蓄積させるデータ管理部とを備える。

先行技術文献

特許文献

- [0003] 特許文献1：特開2015-77658号公報
特許文献2：特開2013-132734号公報
特許文献3：特開2018-43317号公報
特許文献4：特開2018-24086号公報
特許文献5：特開2006-71485号公報

特許文献6：特開平 1 1 - 1 1 8 6 2 5 号公報

特許文献7：特開 2 0 1 6 - 4 0 0 7 1 号公報

特許文献8：米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 2 6 1 2 0 7 号明細書

特許文献9：欧州特許出願公開第 3 4 8 6 7 3 7 号明細書

特許文献10：特開 2 0 1 8 - 2 4 0 8 6 号公報

発明の概要

- [0004] (1) 本開示の切削システムは、フライス加工用の切削工具と、複数のセンサと、処理部とを備え、前記切削工具は、2以上の切刃を用いた切削加工を行い、前記複数のセンサは、切削加工時の前記切削工具の負荷に関する状態を示す物理量を計測し、前記処理部は、複数の計測タイミングにおける各前記センサの計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成し、生成した各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、前記単位領域ごとの前記2次元データに基づいて、前記切刃の異常を検知する。
- [0005] (8) 本開示の処理装置は、複数のセンサの計測結果であって、2以上の切刃を用いた切削加工を行うフライス加工用の切削工具における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の計測結果を取得する取得部と、前記取得部により取得された、複数の計測タイミングにおける各前記センサの前記計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成する生成部と、前記生成部により生成された各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、前記単位領域ごとの前記2次元データに基づいて、前記切刃の異常を検知する検知部とを備える。
- [0006] (9) 本開示の処理方法は、処理装置における処理方法であって、複数のセンサの計測結果であって、2以上の切刃を用いた切削加工を行うフライス加工用の切削工具における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の

計測結果を取得するステップと、取得した複数の計測タイミングにおける各前記センサの前記計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成するステップと、生成した各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、前記単位領域ごとの前記2次元データに基づいて、前記切刃の異常を検知するステップとを含む。

[0007] (10) 本開示の処理プログラムは、処理装置において用いられる処理プログラムであって、コンピュータを、複数のセンサの計測結果であって、2以上の切刃を用いた切削加工を行うフライス加工用の切削工具における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の計測結果を取得する取得部と、前記取得部により取得された、複数の計測タイミングにおける各前記センサの前記計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成する生成部と、前記生成部により生成された各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、前記単位領域ごとの前記2次元データに基づいて、前記切刃の異常を検知する検知部、として機能させるためのプログラムである。

[0008] (11) 本開示の表示システムは、フライス加工用の切削工具と、複数のセンサと、処理装置とを備え、前記切削工具は、2以上の切刃を用いた切削加工を行い、前記複数のセンサは、切削加工時の前記切削工具の負荷に関する状態を示す物理量を計測し、前記処理装置は、複数の計測タイミングにおける各前記センサの計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成し、生成した各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、分類の結果を表示する処理を行う。

[0009] (14) 本開示の処理装置は、複数のセンサの計測結果であって、2以上

の切刃を用いた切削加工を行うフライス加工用の切削工具における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の計測結果を取得する取得部と、前記取得部により取得された、複数の計測タイミングにおける各前記センサの前記計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成する生成部と、前記生成部により生成された各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、分類の結果を表示する処理を行う表示処理部とを備える。

[0010] (15) 本開示の処理方法は、処理装置における処理方法であって、複数のセンサの計測結果であって、2以上の切刃を用いた切削加工を行うフライス加工用の切削工具における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の計測結果を取得するステップと、取得した複数の計測タイミングにおける各前記センサの前記計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成するステップと、生成した各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、分類の結果を表示する処理を行うステップとを含む。

[0011] (16) 本開示の処理プログラムは、処理装置において用いられる処理プログラムであって、コンピュータを、複数のセンサの計測結果であって、2以上の切刃を用いた切削加工を行うフライス加工用の切削工具における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の計測結果を取得する取得部と、前記取得部により取得された、複数の計測タイミングにおける各前記センサの前記計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成する生成部と、前記生成部により生成された各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、分類の結果を表示する処理を行う表示処理部、として機能させるためのプログラムである。

[0012] 本開示の一態様は、このような特徴的な処理部を備える切削システムとして実現され得るだけでなく、切削システムの一部または全部を実現する半導体集積回路として実現され得る。また、本開示の一態様は、このような特徴的な処理部を備える処理装置として実現され得るだけでなく、処理装置の一部または全部を実現する半導体集積回路として実現され得る。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図 1 は、本開示の実施の形態に係る切削システムの構成を示す図である。

[図2]図 2 は、本開示の実施の形態に係る切削工具の構成を示す断面図である。

[図3]図 3 は、本開示の実施の形態に係る切削工具の構成を示す矢視図である。

[図4]図 4 は、本開示の実施の形態に係る処理装置における無線通信部により取得されるひずみセンサの計測結果の一例を示す図である。

[図5]図 5 は、本開示の実施の形態に係る処理装置における無線通信部により取得されるひずみセンサの計測結果の一例を示す図である。

[図6]図 6 は、本開示の実施の形態に係る処理装置における無線通信部により取得されるひずみセンサの計測結果の一例を示す図である。

[図7]図 7 は、本開示の実施の形態に係る処理装置における無線通信部により取得されるひずみセンサの計測結果の一例を示す図である。

[図8]図 8 は、本開示の実施の形態に係る切削システムにおける処理装置の構成を示す図である。

[図9]図 9 は、本開示の実施の形態に係る切削工具を模式的に示す斜視図である。

[図10]図 10 は、本開示の実施の形態に係る処理装置における生成部により生成される 2 次元データの一例を示す図である。

[図11]図 11 は、本開示の実施の形態に係る処理装置における生成部により生成される 2 次元データの他の例を示す図である。

[図12]図12は、本開示の実施の形態に係る処理装置における処理部による2次元データの分類の結果の一例を示す図である。

[図13]図13は、本開示の実施の形態に係る処理装置における処理部により算出される移動標準偏差 m_s の一例を示す図である。

[図14]図14は、本開示の実施の形態に係る処理装置における処理部により算出される平均値 A_{ms} の一例を示す図である。

[図15]図15は、本開示の実施の形態に係る処理装置における処理部により算出される差分 D_{ms} の一例を示す図である。

[図16]図16は、本開示の実施の形態に係る処理装置における処理部により算出される移動標準偏差 MS の一例を示す図である。

[図17]図17は、本開示の実施の形態に係る切削工具における切刃の切削抵抗の算出結果を示す度数分布である。

[図18]図18は、本開示の実施の形態に係る切削工具における切刃の切削抵抗の算出結果を示す度数分布である。

[図19]図19は、本開示の実施の形態に係る処理装置における表示部に表示される表示画面の一例を示す図である。

[図20]図20は、本開示の実施の形態に係る処理装置における処理部による単位領域の決定方法を示す図である。

[図21]図21は、本開示の実施の形態に係る切削システムにおける処理装置が切刃の状態を判定する際の動作手順の一例を定めたフローチャートである。

[図22]図22は、本開示の実施の形態に係る切削システムにおける検知処理および表示処理のシーケンスの一例を示す図である。

[図23]図23は、本開示の実施の形態の変形例7に係る処理装置における処理部により算出される移動平均 ma の一例を示す図である。

[図24]図24は、本開示の実施の形態の変形例7に係る処理装置における処理部により算出される平均値 A_{ma} の一例を示す図である。

[図25]図25は、本開示の実施の形態の変形例7に係る処理装置における処

理部により算出される差分 Dma の一例を示す図である。

[図26]図 26 は、本開示の実施の形態の変形例 7 に係る処理装置における処理部により算出される移動標準偏差 MA の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 従来、切削工具にセンサを取り付け、切削加工時のセンサによる計測結果に基づいて、切削工具における切刃の異常を検知する技術が提案されている。

[0015] [本開示が解決しようとする課題]

このような特許文献 1 の技術を超えて、切削工具における切刃に関する優れた機能を実現することが可能な技術が望まれる。

[0016] 本開示は、上述の課題を解決するためになされたもので、その目的は、切削工具における切刃に関する優れた機能を実現することが可能な切削システム、表示システム、処理装置、処理方法および処理プログラムを提供することである。

[0017] [本開示の効果]

本開示によれば、切削工具における切刃に関する優れた機能を実現することができる。

[0018] [本開示の実施形態の説明]

最初に、本開示の実施形態の内容を列記して説明する。

[0019] (1) 本開示の実施の形態に係る切削システムは、フライス加工用の切削工具と、複数のセンサと、処理部とを備え、前記切削工具は、2 以上の切刃を用いた切削加工を行い、前記複数のセンサは、切削加工時の前記切削工具の負荷に関する状態を示す物理量を計測し、前記処理部は、複数の計測タイミングにおける各前記センサの計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における 2 方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの 2 次元データをそれぞれ生成し、生成した各前記 2 次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、前記単位領域ごとの前記 2 次元データに基づいて、前記切刃の異常を検知

する。

[0020] このように、複数のセンサの計測結果に基づいて生成した各 2 次元データを回転軸と垂直な平面内における複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、単位領域ごとの 2 次元データに基づいて切刃の異常を検知する構成により、切刃の異常の発生に伴って生じる一部の単位領域のみにおける 2 次元データの変化を、切削条件の変化に伴って生じるすべての単位領域における 2 次元データの変化と区別して検知することができるため、切刃の異常を正確に検知することができる。したがって、切削工具における切刃に関する優れた機能を実現することができる。

[0021] (2) 好ましくは、前記処理部は、前記各 2 次元データを前記切刃の数と同数の前記単位領域のうちのいずれかに分類する。

[0022] このような構成により、各単位領域における 2 次元データを用いて各切刃に加わる切削抵抗を解析することができるため、一部の単位領域のみにおける 2 次元データが変化した場合に当該単位領域に対応する切刃を異常の発生した切刃として特定することができるとともに、各単位領域における 2 次元データを切刃の異常の検知以外の各種解析に用いることができる。

[0023] (3) 好ましくは、前記処理部は、前記 2 次元データの生成および分類を順次行い、前記 2 次元データの時間変化が所定値以上である前記単位領域の数に基づいて、前記切刃の異常を検知する。

[0024] このような構成により、各単位領域における 2 次元データの微小な変化をより確実に検知することができるため、切刃の異常をより正確に検知することができる。

[0025] (4) より好ましくは、前記処理部は、前記複数の単位領域の前記 2 次元データに基づく指標値をそれぞれ算出し、前記単位領域ごとの前記指標値と、各前記単位領域の前記指標値の平均値との差分の標準偏差を算出し、算出した前記標準偏差に基づいて、前記切刃の異常を検知する。

[0026] このように、単位領域ごとの指標値と、各単位領域の指標値の平均値との差分の標準偏差に着目することにより、切刃の異常の発生に基づく 2 次元デ

一タの変化をより正確に検知することができるため、切刃の異常をより正確に検知することができる。

[0027] (5) より好ましくは、前記切削システムは、前記切削工具における前記切刃の数と相関の無い数の前記センサを備える。

[0028] このような構成により、切刃の数に関わらず、多様な切削工具と所定数のセンサとを用いて切削システムを構築することができる。

[0029] (6) より好ましくは、前記切削システムは、前記切削工具における前記切刃の数よりも少数の前記センサを備える。

[0030] このような構成により、たとえば切刃の数と同数のセンサを備えるシステムと比べて必要なセンサの数を低減することができるため、より低コストで切削システムを構築することができる。

[0031] (7) より好ましくは、前記切削工具は、シャンク部を備え、前記複数のセンサは、前記シャンク部に設けられる。

[0032] このような構成により、各切刃の状態を示す物理量をより正確に測定することができるため、切刃の異常をより正確に検知することができる。

[0033] (8) 本開示の実施の形態に係る処理装置は、複数のセンサの計測結果であって、2以上の切刃を用いた切削加工を行うフライス加工用の切削工具における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の計測結果を取得する取得部と、前記取得部により取得された、複数の計測タイミングにおける各前記センサの前記計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成する生成部と、前記生成部により生成された各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、前記単位領域ごとの前記2次元データに基づいて、前記切刃の異常を検知する検知部とを備える。

[0034] このように、複数のセンサの計測結果に基づいて生成した各2次元データを回転軸と垂直な平面内における複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、単位領域ごとの2次元データに基づいて切刃の異常を検知する構成により

、切刃の異常の発生に伴って生じる一部の単位領域のみにおける２次元データの変化を、切削条件の変化に伴って生じるすべての単位領域における２次元データの変化と区別して検知することができるため、切刃の異常を正確に検知することができる。したがって、切削工具における切刃に関する優れた機能を実現することができる。

[0035] （９）本開示の実施の形態に係る処理方法は、処理装置における処理方法であって、複数のセンサの計測結果であって、２以上の切刃を用いた切削加工を行うフライス加工用の切削工具における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の計測結果を取得するステップと、取得した複数の計測タイミングにおける各前記センサの前記計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における２方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの２次元データをそれぞれ生成するステップと、生成した各前記２次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、前記単位領域ごとの前記２次元データに基づいて、前記切刃の異常を検知するステップとを含む。

[0036] このように、複数のセンサの計測結果に基づいて生成した各２次元データを回転軸と垂直な平面内における複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、単位領域ごとの２次元データに基づいて切刃の異常を検知する方法により、切刃の異常の発生に伴って生じる一部の単位領域のみにおける２次元データの変化を、切削条件の変化に伴って生じるすべての単位領域における２次元データの変化と区別して検知することができるため、切刃の異常を正確に検知することができる。したがって、切削工具における切刃に関する優れた機能を実現することができる。

[0037] （１０）本開示の実施の形態に係る処理プログラムは、処理装置において用いられる処理プログラムであって、コンピュータを、複数のセンサの計測結果であって、２以上の切刃を用いた切削加工を行うフライス加工用の切削工具における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の計測結果を取得する取得部と、前記取得部により取得された、複数の計測タイミングにお

ける各前記センサの前記計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成する生成部と、前記生成部により生成された各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、前記単位領域ごとの前記2次元データに基づいて、前記切刃の異常を検知する検知部、として機能させるためのプログラムである。

[0038] このように、複数のセンサの計測結果に基づいて生成した各2次元データを回転軸と垂直な平面内における複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、単位領域ごとの2次元データに基づいて切刃の異常を検知する構成により、切刃の異常の発生に伴って生じる一部の単位領域のみにおける2次元データの変化を、切削条件の変化に伴って生じるすべての単位領域における2次元データの変化と区別して検知することができるため、切刃の異常を正確に検知することができる。したがって、切削工具における切刃に関する優れた機能を実現することができる。

[0039] (11) 本開示の実施の形態に係る表示システムは、フライス加工用の切削工具と、複数のセンサと、処理装置とを備え、前記切削工具は、2以上の切刃を用いた切削加工を行い、前記複数のセンサは、切削加工時の前記切削工具の負荷に関する状態を示す物理量を計測し、前記処理装置は、複数の計測タイミングにおける各前記センサの計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成し、生成した各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、分類の結果を表示する処理を行う。

[0040] このように、複数のセンサの計測結果に基づいて生成した各2次元データを回転軸と垂直な平面内における複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、分類の結果を表示する構成により、たとえば、各切刃の状態を単位領域ごとの2次元データとして表示することができるため、切刃ごとの状態をユー

ザに認識させることができる。したがって、切削工具における切刃に関する優れた機能を実現することができる。

[0041] (12) 好ましくは、前記処理装置は、前記分類の結果として、前記2次元データを前記単位領域ごとに異なる態様で表示する処理を行う。

[0042] このような構成により、2次元データの分類結果をより視認し易い態様で表示することができる。

[0043] (13) 好ましくは、前記処理装置は、前記2次元データの生成および分類を順次行い、前記単位領域ごとの前記2次元データの時間変化を示す情報をさらに表示する処理を行う。

[0044] このような構成により、たとえば切刃の状態の時間変化を単位領域ごとの2次元データの時間変化としてユーザに認識させることができる。

[0045] (14) 本開示の実施の形態に係る処理装置は、複数のセンサの計測結果であって、2以上の切刃を用いた切削加工を行うフライス加工用の切削工具における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の計測結果を取得する取得部と、前記取得部により取得された、複数の計測タイミングにおける各前記センサの前記計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成する生成部と、前記生成部により生成された各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、分類の結果を表示する処理を行う表示処理部とを備える。

[0046] このように、複数のセンサの計測結果に基づいて生成した各2次元データを回転軸と垂直な平面内における複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、分類の結果を表示する構成により、たとえば、各切刃の状態を単位領域ごとの2次元データとして表示することができるため、切刃ごとの状態をユーザに認識させることができる。したがって、切削工具における切刃に関する優れた機能を実現することができる。

[0047] (15) 本開示の実施の形態に係る処理方法は、処理装置における処理方

法であって、複数のセンサの計測結果であって、2以上の切刃を用いた切削加工を行うフライス加工用の切削工具における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の計測結果を取得するステップと、取得した複数の計測タイミングにおける各前記センサの前記計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成するステップと、生成した各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、分類の結果を表示する処理を行うステップとを含む。

[0048] このように、複数のセンサの計測結果に基づいて生成した各2次元データを回転軸と垂直な平面内における複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、分類の結果を表示する方法により、たとえば、各切刃の状態を単位領域ごとの2次元データとして表示することができるため、切刃ごとの状態をユーザに認識させることができる。したがって、切削工具における切刃に関する優れた機能を実現することができる。

[0049] (16) 本開示の実施の形態に係る処理プログラムは、処理装置において用いられる処理プログラムであって、コンピュータを、複数のセンサの計測結果であって、2以上の切刃を用いた切削加工を行うフライス加工用の切削工具における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の計測結果を取得する取得部と、前記取得部により取得された、複数の計測タイミングにおける各前記センサの前記計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成する生成部と、前記生成部により生成された各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、分類の結果を表示する処理を行う表示処理部、として機能させるためのプログラムである。

[0050] このように、複数のセンサの計測結果に基づいて生成した各2次元データを回転軸と垂直な平面内における複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、分類の結果を表示する構成により、たとえば、各切刃の状態を単位領域ご

との２次元データとして表示することができるため、切刃ごとの状態をユーザに認識させることができる。したがって、切削工具における切刃に関する優れた機能を実現することができる。

[0051] 以下、本開示の実施の形態について図面を用いて説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。また、以下に記載する実施の形態の少なくとも一部を任意に組み合わせてもよい。

[0052] [切削システム]

図１は、本開示の実施の形態に係る切削システムの構成を示す図である。

[0053] 図１を参照して、切削システム３０１は、フライス加工用の切削工具１０１と、複数のひずみセンサ２０と、処理装置２０１とを備える。切削システム３０１は、表示システムの一例である。処理装置２０１は、切削システム３０１における処理部の一例である。

[0054] [切削工具]

切削工具１０１は、２以上の切刃を用いた切削加工を行う。切削工具１０１は、たとえば、フライス盤等の工作機械において使用されるエンドミルであり、金属等からなる切削対象物の転削加工に用いられる。切削工具１０１は、たとえば刃先交換式のエンドミルである。切削工具１０１は、アーバ等の工具ホルダ２１０に保持された状態で使用される。

[0055] 工具ホルダ２１０は、工作機械の主軸２２０に取り付けられる。主軸２２０は、柱状であり、工具ホルダ２１０に回転力を与える。工具ホルダ２１０は、主軸２２０の延長線上に配置される柱状の部材である。具体的には、工具ホルダ２１０の上端部が、主軸２２０に保持される。また、工具ホルダ２１０の下端部が、切削工具１０１を保持する。

[0056] 切削工具１０１は、シャンク部１１と、ハウジング２４と、電池２２と、無線通信装置２３と、刃取付部１２とを備える。図１では、ハウジング２４を想像線である二点鎖線により示している。

[0057] 刃取付部１２は、切削工具１０１におけるシャンク部１１よりも先端側に設けられる。

刃取付部 12 は、たとえば 4 つの刃固定部 13 を含む。各刃固定部 13 には、切刃 14 が取り付けられる。

[0058] たとえば、ひずみセンサ 20 は、切削工具 101 におけるシャンク部 11 に設けられる。より詳細には、ひずみセンサ 20 は、たとえば接着剤または粘着剤を介してシャンク部 11 の周面に取り付けられる。

[0059] ハウジング 24 は、シャンク部 11 に取り付けられたひずみセンサ 20 を格納する。具体的には、ハウジング 24 は、図示しない底板部および側壁部を含む。ハウジング 24 は、ひずみセンサ 20 を下方および側方から覆う。

[0060] 電池 22 および無線通信装置 23 は、ハウジング 24 に格納される。たとえば、電池 22 および無線通信装置 23 は、ハウジング 24 の底板部または側壁部に固定される。無線通信装置 23 は、たとえば通信用 IC (Integrated Circuit) 等の通信回路を含む。

[0061] 電池 22 は、図示しない電力線を介して、ひずみセンサ 20 および無線通信装置 23 と接続されている。電池 22 は、電力線を介して、ひずみセンサ 20 および無線通信装置 23 へ電力を供給する。電力線には、電力供給のオンおよびオフを切り替えるスイッチが設けられている。

[0062] たとえば、切削システム 301 は、切削工具 101 における切刃 14 の数と相関の無い数のひずみセンサ 20 を備える。また、たとえば、切削システム 301 は、切削工具 101 における切刃 14 の数よりも少数のひずみセンサ 20 を備える。より詳細には、切削システム 301 は、たとえば 3 つのひずみセンサ 20 を備える。

[0063] 図 2 は、本開示の実施の形態に係る切削工具の構成を示す断面図である。図 2 は、図 1 における I-I 線矢視断面図である。

[0064] 図 2 を参照して、ひずみセンサ 20 として、ひずみセンサ 20A, 20B, 20C がシャンク部 11 に設けられる。ひずみセンサ 20B は、シャンク部 11 の周方向においてひずみセンサ 20C が設けられた位置から 90° ずれた位置に設けられる。ひずみセンサ 20A は、シャンク部 11 の周方向においてひずみセンサ 20B が設けられた位置から 90° ずれた位置に設けら

れる。ひずみセンサ20A, 20Cは、シャンク部11の回転軸17を介して点対称となる位置に設けられる。ひずみセンサ20A, 20B, 20Cは、たとえば、シャンク部11の回転軸17に沿う方向において、同じ位置に設けられてもよいし、互いに異なる位置に設けられてもよい。

[0065] なお、ひずみセンサ20A, 20B, 20Cは、刃取付部12の位置に関わらず、たとえば上述のようにシャンク部11の周面にそれぞれ設けられればよい。すなわち、ひずみセンサ20A, 20B, 20Cは、シャンク部11の周面において、刃固定部13から回転軸17に沿った位置に設けられる必要はない。

[0066] 以下では、説明のため、回転軸17に直交する平面において、回転軸17からひずみセンサ20Aが設けられた位置へ方向をX方向と称し、回転軸17からひずみセンサ20Bが設けられた位置へ方向をY方向と称する。

[0067] 図3は、本開示の実施の形態に係る切削工具の構成を示す矢視図である。図3は、図1におけるIII方向から見た矢視図である。

[0068] 図3を参照して、刃取付部12は、刃固定部13として、刃固定部13A, 13B, 13C, 13Dを含む。刃固定部13A, 13B, 13C, 13Dは、この順に、刃取付部12の周方向において時計回りに90°ずつずれた位置にそれぞれ設けられる。

[0069] 刃固定部13A, 13B, 13C, 13Dには、切刃14として、切刃14A, 14B, 14C, 14Dがそれぞれ取り付けられる。

[0070] 切刃14は、たとえばスローアウェイチップである。切刃14は、たとえばネジ止めにより刃固定部13に取り付けられる。なお、切刃14は、ネジ止め以外の手段により刃固定部13に固定されてもよい。また、切削工具101は、刃取付部12の代わりに、シャンク部11と一体となった切刃14を備える、いわゆるソリッドエンドミルであってもよい。

[0071] ひずみセンサ20は、切削加工時の切削工具101の負荷に関する状態を示す物理量を計測する。より詳細には、ひずみセンサ20は、切削加工時の切削工具101の負荷に関する状態を示す物理量として、回転軸17に平行

な方向におけるシャンク部 11 のひずみ ε を計測する。

[0072] 図 4 ～図 7 は、本開示の実施の形態に係る処理装置における無線通信部により取得されるひずみセンサの計測結果の一例を示す図である。図 4 は、ひずみセンサ 20A によるひずみ ε の計測結果を示す時系列データであり、図 5 は、図 4 における領域 A の拡大図である。図 6 は、ひずみセンサ 20B によるひずみ ε の計測結果を示す時系列データであり、図 7 は、図 6 における領域 B の拡大図である。図 4 ～図 7 において、横軸は時間 [秒] であり、縦軸はひずみである [$\mu\varepsilon$] である。

[0073] 図 4 ～図 7 を参照して、ひずみセンサ 20 は、たとえば、切削加工の開始時刻である時刻 t_s から終了時刻である時刻 t_e までの期間においてひずみ ε を計測し、たとえばひずみ ε に応じたレベルのアナログ信号を図示しない信号線経由で無線通信装置 23 へ送信する。

[0074] 無線通信装置 23 は、ひずみセンサ 20 から受信したアナログ信号を所定のサンプリング周期で AD (Analog Digital) 変換し、変換後のデジタル値であるセンサ計測値を生成する。より詳細には、無線通信装置 23 は、ひずみセンサ 20A から受けるひずみ ε のアナログ信号を AD 変換することによりセンサ計測値 s_x を生成し、ひずみセンサ 20B から受けるひずみ ε のアナログ信号を AD 変換することによりセンサ計測値 s_y を生成し、ひずみセンサ 20C から受けるひずみ ε のアナログ信号を AD 変換することによりセンサ計測値 s_r を生成する。

[0075] 無線通信装置 23 は、生成したセンサ計測値 s_x , s_y , s_r にサンプリングタイミングを示すタイムスタンプを付与し、タイムスタンプが付与されたセンサ計測値 s_x , s_y , s_r を図示しない記憶部に保存する。

[0076] 無線通信装置 23 は、たとえば所定周期で、当該記憶部から 1 または複数組のセンサ計測値 s_x , s_y , s_r を取得し、取得したセンサ計測値 s_x , s_y , s_r および対応のひずみセンサ 20 の識別情報を含む無線信号を生成し、生成した無線信号を処理装置 201 へ送信する。

[0077] [処理装置]

図8は、本開示の実施の形態に係る切削システムにおける処理装置の構成を示す図である。

[0078] 図8を参照して、処理装置201は、無線通信部110と、生成部120と、処理部130と、記憶部140と、表示部150とを備える。無線通信部110は、取得部の一例である。処理部130は、検知部の一例であり、かつ表示処理部の一例である。

[0079] 無線通信部110は、たとえば通信用IC等の通信回路により実現される。生成部120および処理部130は、たとえば、CPU (Central Processing Unit) およびDSP (Digital Signal Processor) 等のプロセッサによって実現される。記憶部140は、たとえば不揮発性メモリである。表示部150は、たとえばディスプレイである。なお、表示部150は、処理装置201の外部に設けられてもよい。

[0080] (無線通信部)

無線通信部110は、切削工具101の切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量を計測するひずみセンサ20による計測結果を取得する。

[0081] より詳細には、無線通信部110は、切削工具101における無線通信装置23と無線による通信を行う。無線通信装置23および無線通信部110は、たとえば、IEEE 802.15.4に準拠したZigBee、IEEE 802.15.1に準拠したBluetooth (登録商標) およびIEEE 802.15.3aに準拠したUWB (Ultra Wide Band) 等の通信プロトコルを用いた無線による通信を行う。なお、無線通信装置23と無線通信部110との間において、上記以外の通信プロトコルが用いられてもよい。

[0082] 無線通信部110は、切削工具101における無線通信装置23から受信した無線信号からセンサ計測値 s_x , s_y , s_r および識別情報を取得する。そして、無線通信部110は、当該センサ計測値 s_x , s_y , s_r を当該識別情報に対応付けて記憶部140に保存する。

[0083] (生成部)

生成部120は、無線通信部110により取得された、複数の計測タイミングにおける各ひずみセンサ20による計測結果に基づいて、切削工具101におけるシャンク部11の回転軸17と垂直な平面内における2方向の負荷に関する、計測タイミングごとの2次元データDをそれぞれ生成する。

[0084] 生成部120は、無線通信部110によりセンサ計測値 s_x , s_y , s_r が記憶部140に保存されると、記憶部140に保存されたセンサ計測値 s_x , s_y , s_r に基づいて2次元データDを生成する。

[0085] 図9は、本開示の実施の形態に係る切削工具を模式的に示す斜視図である。

[0086] 図9を参照して、切削工具101による切削加工を行う際に、切削対象物から切刃14に荷重、すなわち切削抵抗 F [N] が加わる。

[0087] たとえば、生成部120は、センサ計測値 s_x , s_y , s_r に基づいて、シャンク部11の回転軸17と垂直な平面であって、切刃14を通る平面である切削抵抗作用面18内において、X方向の負荷により生じるモーメント M_x およびY方向の負荷により生じるモーメント M_y を示す2次元データDを生成する。

[0088] より詳細には、記憶部140は、センサ計測値 s_x , s_y , s_r をモーメント M_x , M_y に変換するための変換式を記憶している。たとえば、当該変換式は、特許文献5および6等に記載の技術を用いて予め作成される。より詳細には、当該変換式は、切削工具101に既知の荷重を加えたときに得られるセンサ計測値 s_x , s_y , s_r に基づいて予め作成される変換行列である。

[0089] 生成部120は、記憶部140におけるセンサ計測値 s_x , s_y , s_r および変換行列に基づいて、モーメント M_x , M_y を示す2次元データDを生成する。

[0090] 生成部120は、2次元データDの生成を順次行う。より詳細には、生成部120は、無線通信部110によりセンサ計測値 s_x , s_y , s_r が記憶

部 1 4 0 に保存されるたびに 2 次元データ D を生成し、生成した 2 次元データ D を処理部 1 3 0 へ出力する。

[0091] なお、生成部 1 2 0 は、変換行列を用いることなく、センサ計測値 s_x , s_y , s_r に基づいて、ひずみセンサ 2 0 A が設けられた位置におけるひずみ ε 、およびひずみセンサ 2 0 B が設けられた位置におけるひずみ ε を示す 2 次元データ D を生成する構成であってもよい。

[0092] (処理部)

図 1 0 は、本開示の実施の形態に係る処理装置における生成部により生成される 2 次元データの一例を示す図である。図 1 0 は、切刃 1 4 に異常が発生する前の期間におけるセンサ計測値 s_x , s_y , s_r に基づいて生成された約 8 0 0 0 個の 2 次元データ D を、縦軸がモーメント M_x [Nm] であり、かつ横軸がモーメント M_y [Nm] である 2 次元座標 C (C 1) 上にプロットしたものである。

[0093] 図 1 1 は、本開示の実施の形態に係る処理装置における生成部により生成される 2 次元データの他の例を示す図である。図 1 1 は、ある切刃 1 4 が欠損した後の期間におけるセンサ計測値 s_x , s_y , s_r に基づいて生成された約 8 0 0 0 個の 2 次元データ D を、縦軸がモーメント M_x [Nm] であり、かつ横軸がモーメント M_y [Nm] である 2 次元座標 C (C 2) 上にプロットしたものである。

[0094] 図 1 0 および図 1 1 を参照して、切刃 1 4 が欠損する前後において、生成部 1 2 0 により生成される 2 次元データ D に微小な変化が生じる。処理部 1 3 0 は、生成部 1 2 0 により生成された 2 次元データ D を解析することにより、切刃 1 4 の欠損等の異常を検知する。

[0095] より詳細には、処理部 1 3 0 は、生成部 1 2 0 により生成された各 2 次元データ D を回転軸 1 7 と垂直な平面内における切刃 1 4 の数以上の複数の単位領域 A のうちのいずれかに分類する処理である分類処理を行う。たとえば、処理部 1 3 0 は、分類処理として、各 2 次元データ D を 2 次元座標 C 1 における複数の単位領域 A のうちのいずれかに分類する。そして、処理部 1 3

0は、単位領域ごとの2次元データDに基づいて、切刃14の異常を検知する処理である検知処理を行う。

[0096] 単位領域Aは、360度をn分割したときの各々の領域である。ここで、nは、切刃14の数以上の整数であるとする。たとえば、単位領域Aは、回転軸17と垂直な平面を、当該平面上の直線であって回転軸17を通る複数の直線により回転軸17まわりにn等分したときの各々の領域である。あるいは、単位領域Aは、2次元座標C1を、原点を通る複数の直線により原点まわりにn等分したときの各々の領域である。

[0097] (分類処理)

図12は、本開示の実施の形態に係る処理装置における処理部による2次元データの分類の結果の一例を示す図である。

[0098] 図12を参照して、生成部120により生成される2次元データDは、2次元座標C上において略十字形状を有し、原点から延びる4つのデータ群に分類することができる。ここで、各データ群は、切削工具101の各切刃14が受ける切削抵抗Fに対応する。

[0099] そこで、たとえば、処理部130は、生成部120から受けた複数の2次元データDを切刃14の数と同数の単位領域Aのうちのいずれかに分類する。すなわち、処理部130は、各2次元データDを2次元座標Cにおける4つの単位領域Aである単位領域A1、A2、A3、A4のうちのいずれかに分類する。単位領域A1、A2、A3、A4は、2次元座標C1を、2次元座標C1の原点を通る2本の直線により原点まわりに4等分したときの各々の領域である。

[0100] より詳細には、単位領域A1、A2、A3、A4は、2次元座標Cにおいて、2次元座標Cにおける原点を通る、互いに直交する2本の直線である境界線L1、L2により分けられた領域である。

[0101] たとえば、記憶部140は、境界線L1を示す2次関数F1と、境界線L2を示す2次関数F2とを記憶している。たとえば、処理部130は、予め、生成部120から受けた複数の2次元データDに基づいて2次関数F1、

F 2 を生成し、生成した 2 次関数 F 1, F 2 を記憶部 1 4 0 に保存する。2 次関数 F 1, F 2 を生成する処理については後述する。

[0102] また、たとえば、記憶部 1 4 0 は、各単位領域 A と、各切刃 1 4 との対応関係を示す対応情報 R を記憶している。たとえば、当該対応情報 R は、テスト用の切刃 1 4 を用いた切削加工時に処理装置 2 0 1 において取得したセンサ計測値 s_x , s_y , s_r に基づいて生成される 2 次元データ D に基づいて予め生成される。以下では、単位領域 A 1 が切刃 1 4 A に対応し、単位領域 A 2 が切刃 1 4 B に対応し、単位領域 A 3 が切刃 1 4 C に対応し、単位領域 A 4 が切刃 1 4 D に対応するものとする。

[0103] 処理部 1 3 0 は、生成部 1 2 0 から 2 次元データ D を受けると、受けた 2 次元データ D が示すモーメント M_x , M_y と、記憶部 1 4 0 における 2 次関数 F 1, F 2 とに基づいて、当該モーメント M_x , M_y が属する単位領域 A を判定し、判定した単位領域 A に当該 2 次元データ D を分類する。

[0104] たとえば、処理部 1 3 0 は、生成部 1 2 0 から受けた 2 次元データ D の分類を順次行う。より詳細には、処理部 1 3 0 は、生成部 1 2 0 から 2 次元データ D を受けるたびに、受けた 2 次元データ D をいずれかの単位領域 A に分類する。処理部 1 3 0 は、2 次元データ D をいずれかの単位領域 A に分類すると、分類先の単位領域 A を示す分類情報を当該 2 次元データ D に付与し、分類情報が付与された当該 2 次元データ D を記憶部 1 4 0 に保存する。

[0105] 以下では、単位領域 A 1 に分類された 2 次元データ D を「2 次元データ D 1」と称し、単位領域 A 2 に分類された 2 次元データ D を「2 次元データ D 2」と称し、単位領域 A 3 に分類された 2 次元データ D を「2 次元データ D 3」と称し、単位領域 A 4 に分類された 2 次元データ D を「2 次元データ D 4」と称する。

[0106] (検知処理)

たとえば、処理部 1 3 0 は、2 次元データ D の時間変化が所定値以上である単位領域 A の数に基づいて、検知処理を行う。

[0107] たとえば、処理部 1 3 0 は、複数の単位領域 A の 2 次元データ D に基づく

指標値をそれぞれ算出する。そして、処理部 130 は、算出した指標値の時間変化に基づいて検知処理を行う。

[0108] より詳細には、処理部 130 は、生成部 120 から受けた 2 次元データ D を分類すると、単位領域 A ごとの指標値として、各単位領域 A における 2 次元データ D の原点からの距離 R の移動標準偏差 m_s を算出する。具体的には、処理部 130 は、2 次元データ D1 の距離 R1 の移動標準偏差 m_{s1} 、2 次元データ D2 の距離 R2 の移動標準偏差 m_{s2} 、2 次元データ D3 の距離 R3 の移動標準偏差 m_{s3} 、および 2 次元データ D4 の距離 R4 の移動標準偏差 m_{s4} を算出する。

[0109] 図 13 は、本開示の実施の形態に係る処理装置における処理部により算出される移動標準偏差 m_s の一例を示す図である。図 13 は、横軸が時間 [秒] であり、縦軸が移動標準偏差 m_s [Nm] であるグラフ G1 を示している。図 13 において、実線は移動標準偏差 m_{s1} を示しており、破線は移動標準偏差 m_{s2} を示しており、一点鎖線は移動標準偏差 m_{s3} を示しており、二点鎖線は移動標準偏差 m_{s4} を示している。

[0110] 図 13 を参照して、処理部 130 は、算出した移動標準偏差 m_s の時間変化に基づいて検知処理を行う。

[0111] ここで、各移動標準偏差 m_s は、切削工具 101 における各切刃 14 が受ける切削抵抗 F に対応する値である。そして、切り込み量等の切削条件が変化すると、切削条件の変化に伴ってすべての切刃 14 が受ける切削抵抗 F が変化することにより、すべての単位領域 A における移動標準偏差 m_s が変化する一方で、一部の切刃 14 において異常が発生すると、異常が発生した当該切刃 14 が受ける切削抵抗 F が変化することにより、当該切刃 14 に対応する単位領域 A における移動標準偏差 m_s のみが変化する。

[0112] そこで、処理部 130 は、各移動標準偏差 m_s の変化をモニタし、すべての移動標準偏差 m_s が所定値以上変化した場合、当該移動標準偏差 m_s の変化は切刃 14 の異常によるものではないと判断する一方で、一部の移動標準偏差 m_s が所定値以上変化したことを検知すると、切刃 14 に異常が発生し

たと判断する。

[0113] ただし、切刃 14 に異常が発生したことによる移動標準偏差 m_s の変化は微小であり、容易に検知することができない場合がある。そこで、たとえば、処理部 130 は、単位領域 A ごとの移動標準偏差 m_s と、各単位領域 A の移動標準偏差 m_s の平均値 A_{m_s} との差分 D_{m_s} の移動標準偏差 MS を算出する。

[0114] より詳細には、処理部 130 は、移動標準偏差 $m_{s1} \sim m_{s4}$ の平均値 A_{m_s} を算出する。そして、処理部 130 は、各移動標準偏差 m_s と、移動標準偏差 m_s の平均値 A_{m_s} との差分 D_{m_s} の移動標準偏差 MS を算出する。具体的には、処理部 130 は、移動標準偏差 m_{s1} と平均値 A_{m_s} との差分 D_{m_s1} の移動標準偏差 $MS1$ 、移動標準偏差 m_{s2} と平均値 A_{m_s} との差分 D_{m_s2} の移動標準偏差 $MS2$ 、移動標準偏差 m_{s3} と平均値 A_{m_s} との差分 D_{m_s3} の移動標準偏差 $MS3$ 、および移動標準偏差 m_{s4} と平均値 A_{m_s} との差分 D_{m_s4} の移動標準偏差 $MS4$ を算出する。

[0115] 図 14 は、本開示の実施の形態に係る処理装置における処理部により算出される平均値 A_{m_s} の一例を示す図である。図 14 は、横軸が時間（秒）であり、縦軸が平均値 A_{m_s} （Nm）であるグラフ G2 を示している。

[0116] 図 15 は、本開示の実施の形態に係る処理装置における処理部により算出される差分 D_{m_s} の一例を示す図である。図 15 は、横軸が時間（秒）であり、縦軸が差分 D_{m_s} （Nm）であるグラフ G3 を示している。図 15 において、実線は差分 D_{m_s1} を示しており、破線は差分 D_{m_s2} を示しており、一点鎖線は差分 D_{m_s3} を示しており、二点鎖線は差分 D_{m_s4} を示している。

[0117] 図 16 は、本開示の実施の形態に係る処理装置における処理部により算出される移動標準偏差 MS の一例を示す図である。図 16 は、横軸が時間（秒）であり、縦軸が移動標準偏差 MS （Nm）であるグラフ G4 を示している。図 16 において、実線は移動標準偏差 $MS1$ を示しており、破線は移動標準偏差 $MS2$ を示しており、一点鎖線は移動標準偏差 $MS3$ を示しており、

二点鎖線は移動標準偏差MS 4を示している。

[0118] 図16を参照して、たとえば、処理部130は、算出した移動標準偏差MSに基づいて、切刃14の異常を検知する。より詳細には、処理部130は、各移動標準偏差MSの変化をモニタし、すべての移動標準偏差MSが上昇した場合、当該移動標準偏差MSの上昇は切刃14の異常によるものではないと判断する一方で、一部の移動標準偏差MSが上昇したことを検知すると、切刃14に異常が発生したと判断する。

[0119] 具体的には、処理部130は、切削加工の開始時刻である時刻 t_s および終了時刻である時刻 t_e において各移動標準偏差MSが一斉に上昇するが、当該移動標準偏差MSの上昇は切刃14の異常によるものではないと判断する。一方、処理部130は、時刻 t_1 および時刻 t_2 において、移動標準偏差MS 2, MS 3のみが上昇したことを検知すると、記憶部140における対応情報Rに基づいて、単位領域A 2, A 3にそれぞれ対応する切刃14 B, 14 Cの少なくともいずれか一方において異常が発生したと判断する。

[0120] ここで、ある切刃14が欠損すると、当該切刃14の切削量が低減することにより、当該切刃14の次に切削対象物に接触する切刃14における切削抵抗Fが増大する。具体的には、切刃14 Aが欠損すると、切刃14 Aの次に切削対象物に接触する切刃14 Bにおける切削抵抗Fが増大する。その結果、欠損した切刃14 Aに対応する移動標準偏差MS 1だけでなく、切刃14 Aが切削対象物に接触した直後に切削対象物に接触する切刃14 Bに対応する移動標準偏差MS 2も上昇する場合がある。

[0121] そこで、処理部130は、隣り合う複数の単位領域A 2, A 3における移動標準偏差MS 2, MS 3が上昇した場合、移動標準偏差MS 2, MS 3に対応する、連続して切削対象物に接触する切刃14 B, 14 Cのうちの最初に切削対象物に接触する切刃14 Bが欠損したと判断する。

[0122] 図13および図15から明らかなように、単位領域Aごとの移動標準偏差MSの変化量の差は、単位領域Aごとの移動標準偏差msの変化量の差と比べて大きい。したがって、移動標準偏差MSを用いて検知処理を行うことに

より、切刃 14 における異常をより容易に検知することができる。

[0123] (移動標準偏差 MS について)

以下、移動標準偏差 m_s と平均値 A_{ms} との差分 D_{ms} の移動標準偏差 MS を算出する意義について、詳細に説明する。

[0124] 切削工具 101 を用いた切削加工の開始後、 n 番目に切削対象物に切り込む切刃 14 に加わる切削抵抗 F_n は、以下の式 (1) により表される。

[数1]

$$F_n = K(a_p + h_n) \times (f_z + r_n - r(n-1)) \cdots (1)$$

[0125] ここで、 K は、比切削抵抗である。 a_p は、切刃 14 の回転軸 17 方向における切込み量である。 h_n は、 n 番目に切削対象物に切り込む切刃 14 の回転軸 17 方向における位置ずれである。 f_z は、一刃あたりの送り量である。 r_n は、 n 番目に切削対象物に切り込む切刃 14 の、シャンク部 11 の半径方向における位置ずれである。なお、切込み量 a_p および送り量 f_z は、切削条件として設定された設定値である。

[0126] 式 (1) において、 $r_n - r(n-1)$ を Δr_n とし、式 (1) を展開すると、切削抵抗 F_n は、以下の式 (2) の通りである。

[数2]

$$F_n = K(a_p \times f_z + a_p \times \Delta r_n + h_n \times f_z + h_n \times \Delta r_n) \cdots (2)$$

[0127] 式 (2) において、 $h_n \times \Delta r_n$ の項は無視できる程小さい値であるので、切削抵抗 F_n は、以下の式 (3) により表すことができる。

[数3]

$$F_n = K(a_p \times f_z + a_p \times \Delta r_n + h_n \times f_z) \cdots (3)$$

[0128] 式 (3) において、たとえば、 $a_p \times \Delta r_n$ の項は $h_n \times f_z$ の項の 3 倍程度の値であり、 $a_p \times f_z$ の項は $a_p \times \Delta r_n$ の項の 10 倍程度の値である。 a_p および f_z は、加工条件における設定値に応じて定まる値である。

一方、 h_n および Δr_n は、切刃14を刃固定部13へ取り付けの際の取り付け位置のずれ、または切刃14の欠損によって生じる値であるので、 h_n および Δr_n に着目することにより、切刃14の欠損をより正確に検知することができる。

[0129] 図17および図18は、本開示の実施の形態に係る切削工具における切刃の切削抵抗の算出結果を示す度数分布である。より詳細には、図17および図18は、切刃14を刃固定部13へ取り付けの際の取り付け位置のずれを考慮して切刃14の切削抵抗のばらつきを数値計算することにより得られる度数分布を示している。図17および図18において、横軸は、切込み量 a_p と送り量 f_z との積 $a_p f_z$ に対する切削抵抗 F の割合 P [%]であり、縦軸は度数である。図17は、切削工具101に取り付けられた4つの切刃14のうちの1つの切刃14の切削抵抗 F の割合 P である割合 P_s を示しており、図18は、切削工具101に取り付けられた4つの切刃14の切削抵抗 F の平均値 F_{mean} の割合 P である割合 P_m を示している。

[0130] 図17を参照して、1つの切刃14の切削抵抗 F の割合 P_s のばらつきは、切刃14を刃固定部13へ取り付けの際の取り付け位置のずれに起因するものと考えられる。一方、図18を参照して、各切刃14の切削抵抗 F の平均値 F_{mean} の割合 P_m は、割合 P_s と比べてばらつきが小さく、割合 P_m は100%とみなすことができる。すなわち、平均値 F_{mean} は、切削条件として設定された設定値である切込み量 a_p および送り量 f_z に基づいて定まる値とほぼ等しい値であると仮定することができ、具体的には以下の式(4)により表すことができる。

[数4]

$$F_{mean} = K \times a_p \times f_z \cdots (4)$$

[0131] 式(3)および式(4)より、切削抵抗 F_n と平均値 F_{mean} との差分 DF は、以下の式(5)により表すことができる。

[数5]

$$DF = F_n - F_{mean} = K(ap \times \Delta r_n + h_n \times fz) \cdots (5)$$

[0132] 式(5)に示すように、差分DFは、式(3)から $ap \times fz$ の項を消去したものであり、 h_n または Δr_n を含む項のみによって表される。したがって、切削抵抗 F_n と平均値 F_{mean} との差分DFに着目することにより、正確な検知処理を行うことができる。

[0133] ここで、上述したように、移動標準偏差 m_s は、切削工具101における各切刃14が受ける切削抵抗Fに対応する値である。一方、移動標準偏差 $m_{s1} \sim m_{s4}$ の平均値 A_{ms} は、すべての切刃14が受ける切削抵抗Fの平均値 F_{mean} に対応する値である。したがって、移動標準偏差 m_s の平均値 A_{ms} との差分 D_{ms} を算出し、差分 D_{ms} の移動標準偏差MSに着目することにより、切刃14の異常の発生に基づく2次元データDの変化すなわち切削抵抗Fの変化をより正確に検知することができ、より正確な検知処理を行うことができる。

[0134] なお、処理部130は、移動標準偏差MSに基づいて切刃14の異常を検知する構成に限定されず、たとえば自己回帰モデル(ARモデル)、自己回帰移動平均モデル(ARMAモデル)およびBayesian Online Change point Detection等の他の手法を用いて切刃14の異常を検知する構成であってもよい。

[0135] (表示処理)

処理部130は、分類処理を行うと、分類の結果を表示部150に表示する処理である表示処理を行う。

[0136] 図19は、本開示の実施の形態に係る処理装置における表示部に表示される表示画面の一例を示す図である。

[0137] 図19を参照して、たとえば、処理部130は、分類の結果として、2次元データDのプロットおよび単位領域Aが図示された2次元座標Cを含む表示画面DSを表示部150に表示する処理を行う。

[0138] たとえば、処理部130は、2次元データDを単位領域Aごとに異なる態様で表示する処理を行う。より詳細には、たとえば、処理部130は、単位領域Aごとに異なる色のプロットが図示された2次元座標Cを含む表示画面DSを表示部150に表示する処理を行う。あるいは、処理部130は、単位領域Aごとに異なる形状のプロットが図示された2次元座標Cを含む表示画面DSを表示部150に表示する処理を行う。あるいは、処理部130は、単位領域Aごとに異なる色および形状のプロットが図示された2次元座標Cを含む表示画面DSを表示部150に表示する処理を行う。

[0139] また、たとえば、処理部130は、単位領域Aごとの2次元データDの時間変化を表示する処理を行う。より詳細には、処理部130は、2次元座標Cとともに、移動標準偏差 m_s の時間変化を示すグラフG1、および移動標準偏差 M_s の時間変化を示すグラフG4を含む表示画面DSを表示部150に表示する処理を行う。

[0140] (2次関数F1, F2の生成)

処理部130は、生成部120から受けた複数の2次元データDを用いて、2次関数F1, F2を生成する。

[0141] 図20は、本開示の実施の形態に係る処理装置における処理部による単位領域の決定方法を示す図である。

[0142] 図20を参照して、たとえば、処理部130は、初めに、各2次元データDを極座標系に変換する。そして、処理部130は、2次元座標Cにおける原点を通る、互いに直交する2本の直線である暫定境界線 $L_{p1}(\theta)$, $L_{p2}(\theta)$ により、各2次元データDを2次元座標Cにおける4つの暫定単位領域 A_{p1} , A_{p2} , A_{p3} , A_{p4} に分類する。

[0143] そして、処理部130は、暫定単位領域 A_{p1} を規定する暫定境界線 $L_{p1}(\theta)$, $L_{p2}(\theta)$ の2等分線 L_{b1} と、暫定単位領域 A_{p1} に分類した各2次元データDとの成す角度の和である角度和 $A_{sum1}(\theta)$ を算出する。同様に、処理部130は、暫定単位領域 A_{p2} を規定する暫定境界線 $L_{p1}(\theta)$, $L_{p2}(\theta)$ の2等分線 L_{b2} と、暫定単位領域 A_{p2} に分

類した各2次元データDとの成す角度の和である角度和 $A_{sum2}(\theta)$ を算出する。また、処理部130は、暫定単位領域 A_{p3} を規定する暫定境界線 $L_{p1}(\theta)$ 、 $L_{p2}(\theta)$ の2等分線 L_{b1} と、暫定単位領域 A_{p3} に分類した各2次元データDとの成す角度の和である角度和 $A_{sum3}(\theta)$ を算出する。また、処理部130は、暫定単位領域 A_{p4} を規定する暫定境界線 $L_{p1}(\theta)$ 、 $L_{p2}(\theta)$ の2等分線 L_{b2} と、暫定単位領域 A_{p4} に分類した各2次元データDとの成す角度の和である角度和 $A_{sum4}(\theta)$ を算出する。

[0144] 処理部130は、角度和 $A_{sum1}(\theta)$ 、 $A_{sum2}(\theta)$ 、 $A_{sum3}(\theta)$ 、 $A_{sum4}(\theta)$ の和を評価値 $V(\theta)$ として算出する。

[0145] そして、処理部130は、暫定境界線 $L_{p1}(\theta)$ 、 $L_{p2}(\theta)$ を原点まわりに微小角度たとえば 1° ずらし、 1° ずらして得られる暫定境界線 $L_{p1}(\theta+1)$ 、 $L_{p2}(\theta+1)$ を用いて、上述した手順で評価値 $V(\theta+1)$ を算出する。処理部130は、このようにして、暫定境界線 $L_{p1}(\theta)$ 、 $L_{p2}(\theta)$ を原点まわり 360° 回転するまで 1° ずつずらしながら、評価値 $V(\theta+n)$ を繰り返し算出する。ここで、 n は1以上かつ 360 以下の整数である。

[0146] 処理部130は、評価値 $V(\theta+n)$ が最小となるときに暫定境界線 $L_{p1}(\theta+n)$ 、 $L_{p2}(\theta+n)$ を境界線 L_1 、 L_2 として決定し、当該境界線 L_1 を示す2次関数 F_1 および当該境界線 L_2 を示す2次関数 F_2 を生成し、生成した2次関数 F_1 、 F_2 を記憶部140に保存する。

[0147] 処理部130は、切削加工を行うたびに、切削加工の開始前に2次関数 F_1 、 F_2 を生成してもよいし、切刃14またはセンサ20の交換等によって切刃14とセンサ20との位置関係が変化するたびに2次関数 F_1 、 F_2 を生成してもよい。

[0148] [動作の流れ]

本開示の実施の形態に係る切削システムにおける各装置は、メモリを含むコンピュータを備え、当該コンピュータにおけるCPU等の演算処理部は、

以下のフローチャートおよびシーケンスの各ステップの一部または全部を含むプログラムを当該メモリから読み出して実行する。これら複数の装置のプログラムは、それぞれ、HDD (Hard Disk Drive)、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory)、DVD-ROM (Digital Versatile Disk Read Only Memory) および半導体メモリ等の記録媒体に格納された状態で流通する。これら複数の装置のプログラムは、それぞれ、外部からインストールすることができる。たとえば、これら複数の装置のプログラムは、上記記録媒体からインストールすることができる。また、たとえば、これら複数の装置のプログラムは、所定のサーバ等から、電気通信回線、無線通信回線、有線通信回線、およびインターネットを代表とするネットワークを経由してダウンロードし、インストールすることができる。また、たとえば、これら複数の装置のプログラムは、所定のサーバ等からデータ放送等によりダウンロードし、インストールすることができる。

[0149] 図21は、本開示の実施の形態に係る切削システムにおける処理装置が切削の状態を判定する際の動作手順の一例を定めたフローチャートである。

[0150] 図21を参照して、まず、処理装置201は、切削工具101における無線通信装置23からの無線信号を待ち受け（ステップS102でNO）、無線信号を受信すると（ステップS102でYES）、受信した無線信号からセンサ計測値 s_x , s_y , s_r および識別情報を取得する（ステップS104）。

[0151] 次に、処理装置201は、取得したセンサ計測値 s_x , s_y , s_r および記憶部140における変換行列に基づいて、モーメント M_x , M_y を示す2次元データDを生成する（ステップS106）。

[0152] 次に、処理装置201は、生成した2次元データDを単位領域A1, A2, A3, A4のうちのいずれかに分類する（ステップS108）。

[0153] 次に、処理装置201は、単位領域Aごとに、2次元データDに基づく移動標準偏差MSを算出する（ステップS110）。

- [0154] 次に、処理装置201は、各单位領域Aに対応する複数の移動標準偏差MSのうちの一部の移動標準偏差MSのみが上昇した場合（ステップS112でYES）、切刃14において異常が発生したと判断する（ステップS114）。
- [0155] 次に、処理装置201は、2次元データDのプロットおよび単位領域Aが図示された2次元座標C、移動標準偏差msの時間変化を示すグラフG1、ならびに移動標準偏差MSの時間変化を示すグラフG3を含む表示画面DSを表示部150に表示する処理を行う（ステップS116）。
- [0156] 次に、処理装置201は、切削工具101における無線通信装置23からの新たな無線信号を待ち受ける（ステップS102でNO）。
- [0157] 一方、処理装置201は、各单位領域Aに対応するすべての移動標準偏差MSが上昇しなかった場合またはすべての移動標準偏差MSが上昇した場合（ステップS112でNO）、切刃14において異常が発生していないと判断する（ステップS118）。
- [0158] 次に、処理装置201は、2次元データDのプロットおよび単位領域Aが図示された2次元座標C、移動標準偏差msの時間変化を示すグラフG1、および移動標準偏差MSの時間変化を示すグラフG4を含む表示画面DSを表示部150に表示する処理を行う（ステップS116）。
- [0159] 次に、処理装置201は、切削工具101における無線通信装置23からの新たな無線信号を待ち受ける（ステップS102でNO）。
- [0160] なお、上記ステップS112、S114、S118と、ステップS116との順番は、上記に限らず、順番を入れ替えてもよい。また、上記ステップS112、S114、S118と、ステップS116とのいずれか一方を行わなくてもよい。
- [0161] 図22は、本開示の実施の形態に係る切削システムにおける検知処理および表示処理のシーケンスの一例を示す図である。
- [0162] 図22を参照して、まず、切削工具101は、2以上の切刃を用いた切削加工を開始する（ステップS202）。

- [0163] 次に、切削工具101に設けられたひずみセンサ20は、シャンク部11のひずみ ε の計測を開始する（ステップS204）。
- [0164] 次に、切削工具101は、ひずみセンサ20からのアナログ信号に基づくセンサ計測値 s_x , s_y , s_r を無線信号に含めて処理装置201へ送信する（ステップS206）。
- [0165] 次に、処理装置201は、切削工具101から受信した無線信号からセンサ計測値 s_x , s_y , s_r を取得し、取得したセンサ計測値 s_x , s_y , s_r および記憶部140における変換行列に基づいて、モーメント M_x , M_y を示す2次元データDを生成する（ステップS208）。
- [0166] 次に、処理装置201は、分類処理を行う（ステップS210）。
- [0167] 次に、処理装置201は、検知処理を行う（ステップS212）。
- [0168] 次に、処理装置201は、表示処理を行う（ステップS214）。
- [0169] 次に、切削工具101は、ひずみセンサ20からのアナログ信号に基づく新たなセンサ計測値 s_x , s_y , s_r を無線信号に含めて処理装置201へ送信する（ステップS216）。

[0170] [変形例1]

本開示の実施の形態に係る切削工具101は、4つの刃固定部13を含むエンドミルであるとしたが、これに限定するものではない。切削工具101は、2つ、3つまたは5つ以上の刃固定部13を含む構成であってもよい。また、切削工具101は、エンドミル以外の工具たとえば正面フライスであってもよい。

[0171] [変形例2]

本開示の実施の形態に係る切削システム301は、切削工具101における切刃14の数と相関の無い数のひずみセンサ20を備える構成であるとしたが、これに限定するものではない。切削システム301は、切刃14の数と何らかの相関を有する数のひずみセンサ20を備える構成であってもよい。

- [0172] また、切削システム301は、切削工具101における切刃14の数より

も少数のひずみセンサ 20 を備える構成であるとしたが、これに限定するものではない。切削システム 301 は、切削工具 101 における切刃 14 の数以上の数のひずみセンサ 20 を備える構成であってもよい。

[0173] [変形例 3]

本開示の実施の形態に係る切削システム 301 では、ひずみセンサ 20 は、切削工具 101 におけるシャンク部 11 に設けられる構成であるとしたが、これに限定するものではない。ひずみセンサ 20 は、切削工具 101 における刃取付部 12 に設けられてもよい。また、ひずみセンサ 20 は、たとえば工具ホルダ 210 に設けられてもよい。

[0174] [変形例 4]

本開示の実施の形態に係る切削システム 301 では、ひずみセンサ 20 は、回転軸 17 に平行な方向におけるシャンク部 11 のひずみ ε を計測する構成であるとしたが、これに限定するものではない。ひずみセンサ 20 は、シャンク部 11 のせん断ひずみを計測する構成であってもよい。

[0175] この場合、たとえば、生成部 120 は、ひずみセンサ 20 により計測されたせん断ひずみを示すセンサ計測値に基づいて、切削抵抗作用面 18 において切削工具 101 が受ける X 方向の荷重 F_x および Y 方向の荷重 F_y を示す 2 次元データ D を生成する。

[0176] また、切削システム 301 は、複数のセンサとして、ひずみセンサ 20 の代わりに、またはひずみセンサ 20 に加えて、加速度センサ、速度センサおよび変位センサ等の他のセンサを備える構成であってもよい。

[0177] この場合、生成部 120 は、センサによる計測結果に基づいて、切削抵抗作用面 18 内における切削工具 101 の X 方向の加速度および Y 方向の加速度を示す 2 次元データ D、
切削抵抗作用面 18 内における切削工具 101 の X 方向の速度および Y 方向の速度を示す 2 次元データ D、または切削抵抗作用面 18 内における切削工具 101 の X 方向の変位および Y 方向の変位を示す 2 次元データ D を生成する。

[0178] なお、加速度センサまたは速度センサを用いる場合、計測結果に基づいて生成部120により生成される2次元データDであって、ある切刃14に加わる切削抵抗Fに関する2次元データDと、回転軸17に関して当該切刃14の点対称の位置にある他の切刃14に加わる切削抵抗Fに関する2次元データDとが、2次元座標Cにおいて概ね同じ位置に現れてしまい、各2次元データDを切刃14ごとに分類することが困難となる場合がある。

[0179] したがって、加速度センサまたは速度センサを用いる場合、回転軸17に関して点対称の位置に切刃14が設けられない切削工具101を用いることが好ましい。具体的には、加速度センサまたは速度センサを用いる場合、たとえば、刃取付部12において回転軸17周りに等間隔に3つの刃固定部13を備える切削工具101、または刃取付部12において回転軸17周りに等間隔に5つの刃固定部13を備える切削工具101を用いることが好ましい。

[0180] [変形例5]

本開示の実施の形態に係る処理装置201では、処理部130は、生成部120から受けた複数の2次元データDを、回転軸17と垂直な平面内における切刃14の数と同数すなわち4つの単位領域Aのうちのいずれかに分類する構成であるとしたが、これに限定するものではない。処理部130は、複数の2次元データDを、回転軸17と垂直な平面内における切刃14の数より大きい数の単位領域Aのうちのいずれかに分類する構成であってもよい。

[0181] たとえば、処理部130は、複数の2次元データDを、回転軸17と垂直な平面内における12個の単位領域Aのうちのいずれかに分類する処理である分類処理を行う。この場合、単位領域Aは、360度を30度ごとに分割したときの各々の領域である。すなわち、単位領域Aは、回転軸17と垂直な平面を、当該平面上の直線であって回転軸17を通る6本の直線により回転軸17まわりに12等分したときの各々の領域である。

[0182] [変形例6]

本開示の実施の形態に係る処理装置 201 では、処理部 130 は、2次元データ D に基づく指標値の時間変化に基づいて切刃 14 の異常を検知する構成であるとしたが、これに限定するものではない。処理部 130 は、2次元データ D に基づく指標値の絶対値に基づいて切刃 14 の異常を検知する構成であってもよい。

[0183] [変形例 7]

本開示の実施の形態に係る処理装置 201 では、処理部 130 は、各単位領域 A における移動標準偏差 m_s を算出する構成であるとしたが、これに限定するものではない。処理部 130 は、単位領域 A ごとの指標値として、各単位領域 A における移動最大値を算出する構成であってもよいし、各単位領域 A における移動平均 m_a を算出する構成であってもよい。

[0184] たとえば、処理部 130 は、各単位領域 A における 2次元データ D の原点からの距離 R の移動平均 m_a を算出する。具体的には、処理部 130 は、2次元データ D1 の距離 R1 の移動平均 m_{a1} 、2次元データ D2 の距離 R2 の移動平均 m_{a2} 、2次元データ D3 の距離 R3 の移動平均 m_{a3} 、および 2次元データ D4 の距離 R4 の移動平均 m_{a4} を算出する。

[0185] 図 23 は、本開示の実施の形態の変形例 7 に係る処理装置における処理部により算出される移動平均 m_a の一例を示す図である。図 23 は、横軸が時間 [秒] であり、縦軸が移動平均 m_a [Nm] であるグラフ G5 を示している。図 23 において、実線は移動平均 m_{a1} を示しており、破線は移動平均 m_{a2} を示しており、一点鎖線は移動平均 m_{a3} を示しており、二点鎖線は移動平均 m_{a4} を示している。

[0186] 図 23 を参照して、処理部 130 は、算出した移動平均 m_a の時間変化に基づいて検知処理を行う。

[0187] たとえば、処理部 130 は、単位領域 A ごとの移動平均 m_a と、各単位領域 A の移動平均 m_a の平均値 A_{ma} との差分 D_{ma} の移動標準偏差 MA を算出する。

[0188] より詳細には、処理部 130 は、移動平均 $m_{a1} \sim m_{s4}$ の平均値 A_{ma}

を算出する。そして、処理部130は、各移動平均 m_a と、移動平均 m_a の平均値 A_{ma} との差分 D_{ma} の移動標準偏差 MA を算出する。具体的には、処理部130は、移動平均 m_{a1} と平均値 A_{ma} との差分 D_{ma1} の移動標準偏差 MA_1 、移動平均 m_{a2} と平均値 A_{ma} との差分 D_{ma2} の移動標準偏差 MA_2 、移動平均 m_{a3} と平均値 A_{ma} との差分 D_{ma3} の移動標準偏差 MA_3 、および移動平均 m_{a4} と平均値 A_{ma} との差分 D_{ma4} の移動標準偏差 MA_4 を算出する。

[0189] 図24は、本開示の実施の形態の変形例7に係る処理装置における処理部により算出される平均値 A_{ma} の一例を示す図である。図24は、横軸が時間（秒）であり、縦軸が平均値 A_{ma} （Nm）であるグラフG6を示している。

[0190] 図25は、本開示の実施の形態の変形例7に係る処理装置における処理部により算出される差分 D_{ma} の一例を示す図である。図25は、横軸が時間（秒）であり、縦軸が差分 D_{ma} （Nm）であるグラフG7を示している。図25において、実線は差分 D_{ma1} を示しており、破線は差分 D_{ma2} を示しており、一点鎖線は差分 D_{ma3} を示しており、二点鎖線は差分 D_{ma4} を示している。

[0191] 図26は、本開示の実施の形態の変形例7に係る処理装置における処理部により算出される移動標準偏差 MA の一例を示す図である。図26は、横軸が時間（秒）であり、縦軸が移動標準偏差 MA （Nm）であるグラフG8を示している。図26において、実線は移動標準偏差 MA_1 を示しており、破線は移動標準偏差 MA_2 を示しており、一点鎖線は移動標準偏差 MA_3 を示しており、二点鎖線は移動標準偏差 MA_4 を示している。

[0192] 図26を参照して、たとえば、処理部130は、算出した移動標準偏差 MA に基づいて、切刃14の異常を検知する。より詳細には、処理部130は、各移動標準偏差 MA の変化をモニタし、すべての移動標準偏差 MA が上昇した場合、当該移動標準偏差 MA の上昇は切刃14の異常によるものではないと判断する一方で、一部の移動標準偏差 MA が上昇したことを検知すると

、切刃 14 に異常が発生したと判断する。

[0193] [変形例 8]

本開示の実施の形態に係る切削システム 301 では、処理部 130 は、生成部 120 から受けた 2 次元データ D を分類すると、各单位領域 A における 2 次元データ D の原点からの距離 R の移動標準偏差 m_s を算出する構成であるとしたが、これに限定するものではない。処理部 130 は、各单位領域 A において、所定のしきい値以上の距離 R のみを用いて移動標準偏差 m_s を算出する構成であってもよい。すなわち、処理部 130 は、2 次元データ D の足切りを行う構成であってもよい。距離 R が所定未満である 2 次元データは、切刃 14 が切削対象物に接触する前または後のデータである場合があるところ、このような 2 次元データ D の足切りを行うことにより、より正確な検知処理を行うことができる。

[0194] [変形例 9]

本開示の実施の形態に係る切削システム 301 は、切削工具 101 とは別個に処理装置 201 を備える構成であるとしたが、これに限定するものではない。処理装置 201 は、切削工具 101 に設けられる構成であってもよいし、工作機械に設けられる構成であってもよい。また、処理装置 201 は、検知処理および表示処理を行う構成であるとしたが、これに限定するものではない、処理装置 201 は、検知処理および表示処理のいずれか一方を行わない構成であってもよい。

[0195] ところで、切削工具における切刃に関する優れた機能を実現することが可能な技術が望まれる。

[0196] たとえば、特許文献 1 には、切削工具における各切刃にひずみセンサを取り付け、各ひずみセンサの計測値に基づいて対応の切刃の異常を検知することが記載されている。しかしながら、特許文献 1 に記載の技術では、あるタイミングにおいて複数の切刃が切削対象物に接触するような切削加工を行った場合、各ひずみセンサの計測値は、対応の切刃以外の他の切刃に加わる切削抵抗の影響を受けた値、すなわち切削対象物に接触する複数の切刃に加わ

る切削抵抗の影響を受けた値となってしまう。言い換えると、特許文献 1 に記載の技術では、1 つの刃部のみに加わる切削抵抗に関する計測値を対応のひずみセンサから取得することができない。したがって、切刃の異常を正確に検知することができない場合がある。また、特許文献 1 に記載の技術では、切刃の数に対応する数のセンサを要するため、切刃の数の増大に応じてコストが増大する。

[0197] また、特許文献 2 に記載の技術では、切刃の数および切削工具の回転数等の切削条件に対してセンサによる計測結果を A/D 変換する際のサンプリング周波数が十分でない場合、センサによる計測値のピークを正確に検出することができず、切刃の異常を正確に検知することができない場合がある。

[0198] また、特許文献 8, 9 に記載の技術では、各切刃の回転軸方向およびシャンクの半径方向における位置ずれの影響により、センサの計測結果から得られる 2 次元の投影図が非対称になってしまい、切刃の異常を正確に検知することができない場合がある。

[0199] また、特許文献 10 に記載の技術では、工作機械の主軸の駆動力を測定するセンサを用いることが記載されているが、このようなセンサによる計測結果に基づいて切刃の異常を検知しようとすると、たとえば切削工具の回転数等の加工条件を用いた解析を行う必要があり、構成および処理が複雑化する。また、特許文献 10 に記載の技術では、センサによる計測結果に基づいて生成される 2 次元データ D を単位領域 A に分類する処理を行わないため、たとえば切刃に加わる切削抵抗を切刃ごとに解析することができず、切刃の異常を正確に検知することができない場合がある。

[0200] これに対して、本開示の実施の形態に係る切削システム 301 では、切削工具 101 は、2 以上の切刃 14 を用いた切削加工を行う。ひずみセンサ 20 は、切削加工時の切削工具 101 の負荷に関する状態を示す物理量を計測する。処理装置 201 は、複数の計測タイミングにおけるひずみセンサ 20 の計測結果に基づいて、切削工具 101 の回転軸と垂直な平面内における 2 方向の負荷に関する、計測タイミングごとの 2 次元データ D をそれぞれ生成

し、生成した各2次元データDを当該平面内における切刃14の数以上の複数の単位領域Aのうちのいずれかに分類し、単位領域Aごとの2次元データDに基づいて、切刃14の異常を検知する。

[0201] 本開示の実施の形態に係る処理装置201では、無線通信部110は、ひずみセンサ20の計測結果であって、2以上の切刃を用いた切削加工を行うフライス加工用の切削工具101における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の計測結果を取得する。生成部120は、無線通信部110により取得された、複数の計測タイミングにおける各ひずみセンサ20の計測結果に基づいて、切削工具101の回転軸17と垂直な平面内における2方向の負荷に関する、計測タイミングごとの2次元データDをそれぞれ生成する。処理部130は、生成部120により生成された各2次元データDを当該平面内における切刃14の数以上の複数の単位領域Aのうちのいずれかに分類し、単位領域Aごとの2次元データDに基づいて、切刃14の異常を検知する。

[0202] 本開示の実施の形態に係る処理方法は、処理装置201における処理方法である。この処理方法では、まず、処理装置201が、ひずみセンサ20の計測結果であって、2以上の切刃14を用いた切削加工を行うフライス加工用の切削工具101における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の計測結果を取得する。次に、処理装置201が、取得した複数の計測タイミングにおける各ひずみセンサ20の計測結果に基づいて、切削工具101の回転軸17と垂直な平面内における2方向の負荷に関する、計測タイミングごとの2次元データDをそれぞれ生成する。次に、処理装置201が、生成した各2次元データDを当該平面内における切刃14の数以上の複数の単位領域Aのうちのいずれかに分類し、単位領域Aごとの2次元データDに基づいて、切刃14の異常を検知する。

[0203] このように、ひずみセンサ20の計測結果に基づいて生成した各2次元データDを回転軸17と垂直な平面内における複数の単位領域Aのうちのいずれかに分類し、単位領域Aごとの2次元データDに基づいて切刃14の異常

を検知する構成および方法により、切刃の異常の発生に伴って生じる一部の単位領域のみにおける２次元データDの変化を、切削条件の変化に伴って生じるすべての単位領域における２次元データDの変化と区別して検知することができるため、切刃の異常を正確に検知することができる。

[0204] したがって、本開示の実施の形態に係る切削システム、処理装置および処理方法では、切削工具における切刃に関する優れた機能を実現することができる。

[0205] 本開示の実施の形態に係る切削システム１０１では、切削工具１０１は、２以上の切刃１４を用いた切削加工を行う。ひずみセンサ２０は、切削加工時の切削工具１０１の負荷に関する状態を示す物理量を計測する。処理装置２０１は、複数の計測タイミングにおけるひずみセンサ２０の計測結果に基づいて、切削工具１０１の回転軸と垂直な平面内における２方向の負荷に関する、計測タイミングごとの２次元データDをそれぞれ生成し、生成した各２次元データDを当該平面内における切刃１４の数以上の複数の単位領域Aのうちのいずれかに分類し、分類の結果を表示する処理を行う。

[0206] 本開示の実施の形態に係る処理装置２０１では、無線通信部１１０は、ひずみセンサ２０の計測結果であって、２以上の切刃を用いた切削加工を行うフライス加工用の切削工具１０１における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の計測結果を取得する。生成部１２０は、無線通信部１１０により取得された、複数の計測タイミングにおける各ひずみセンサ２０の計測結果に基づいて、切削工具１０１の回転軸１７と垂直な平面内における２方向の負荷に関する、計測タイミングごとの２次元データDをそれぞれ生成する。処理部１３０は、生成部１２０により生成された各２次元データDを当該平面内における切刃１４の数以上の複数の単位領域Aのうちのいずれかに分類し、分類の結果を表示する処理を行う。

[0207] 本開示の実施の形態に係る処理方法は、処理装置２０１における処理方法である。この処理方法では、まず、処理装置２０１が、ひずみセンサ２０の計測結果であって、２以上の切刃１４を用いた切削加工を行うフライス加工

用の切削工具 101 における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の計測結果を取得する。次に、処理装置 201 が、取得した複数の計測タイミングにおける各ひずみセンサ 20 の計測結果に基づいて、切削工具 101 の回転軸 17 と垂直な平面内における 2 方向の負荷に関する、計測タイミングごとの 2 次元データ D をそれぞれ生成する。次に、処理装置 201 が、生成した各 2 次元データ D を当該平面内における切刃 14 の数以上の複数の単位領域 A のうちのいずれかに分類し、分類の結果を表示する処理を行う。

[0208] このように、ひずみセンサ 20 の計測結果に基づいて生成した各 2 次元データ D を回転軸 17 と垂直な平面内における複数の単位領域 A のうちのいずれかに分類し、分類の結果を表示する構成および方法により、たとえば、各切刃の状態を単位領域 A ごとの 2 次元データとして表示することができるため、切刃 14 ごとの状態をユーザに認識させることができる。

[0209] したがって、本開示の実施の形態に係る表示システム、処理装置および処理方法では、切削工具における切刃に関する優れた機能を実現することができる。

[0210] 上記実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記説明ではなく請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0211] 以上の説明は、以下に付記する特徴を含む。

[付記 1]

フライス加工用の切削工具と、

複数のセンサと、

処理部とを備え、

前記切削工具は、2 以上の切刃を用いた切削加工を行い、

前記複数のセンサは、切削加工時の前記切削工具の負荷に関する状態を示す物理量を計測し、

前記処理部は、複数の計測タイミングにおける各前記センサの計測結果に

基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成し、生成した各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、前記単位領域ごとの前記2次元データに基づいて、前記切刃の異常を検知し、

前記処理部は、前記複数の単位領域の前記2次元データに基づく指標値をそれぞれ算出し、前記単位領域ごとの前記指標値と、各前記単位領域の前記指標値の平均値との差分の標準偏差を算出し、算出した前記標準偏差に基づいて、前記切刃の異常を検知し、

前記処理部は、前記指標値として、各前記単位領域における前記2次元データの、前記平面内における原点からの距離の移動平均または移動標準偏差を算出する、切削システム。

[0212] [付記2]

フライス加工用の切削工具と、

複数のセンサと、

処理装置とを備え、

前記切削工具は、2以上の切刃を用いた切削加工を行い、

前記複数のセンサは、切削加工時の前記切削工具の負荷に関する状態を示す物理量を計測し、

前記処理装置は、複数の計測タイミングにおける各前記センサの計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成し、生成した各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、分類の結果を表示する処理を行い、

前記処理装置は、前記各2次元データを前記切刃の数と同数の前記単位領域のうちのいずれかに分類し、

前記処理装置は、前記分類の結果として、前記2次元データを前記単位領域ごとに異なる態様で表示する処理を行う、表示システム。

符号の説明

[0213]	1 1	シャンク部
	1 2	刃取付部
	1 3	刃固定部
	1 7	回転軸
	1 8	切削抵抗作用面
	2 0	ひずみセンサ
	2 2	電池
	2 3	無線通信装置
	2 4	ハウジング
	1 0 1	切削工具
	1 1 0	無線通信部
	1 2 0	生成部
	1 3 0	処理部
	1 4 0	記憶部
	1 5 0	表示部
	2 0 1	処理装置
	2 1 0	工具ホルダ
	2 2 0	主軸
	3 0 1	切削システム

請求の範囲

- [請求項1] フライス加工用の切削工具と、
 複数のセンサと、
 処理部とを備え、
 前記切削工具は、2以上の切刃を用いた切削加工を行い、
 前記複数のセンサは、切削加工時の前記切削工具の負荷に関する状態を示す物理量を計測し、
 前記処理部は、複数の計測タイミングにおける各前記センサの計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成し、生成した各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、前記単位領域ごとの前記2次元データに基づいて、前記切刃の異常を検知する、切削システム。
- [請求項2] 前記処理部は、前記各2次元データを前記切刃の数と同数の前記単位領域のうちのいずれかに分類する、請求項1に記載の切削システム。
- [請求項3] 前記処理部は、前記2次元データの生成および分類を順次行い、前記2次元データの時間変化が所定値以上である前記単位領域の数に基づいて、前記切刃の異常を検知する、請求項1または請求項2に記載の切削システム。
- [請求項4] 前記処理部は、前記複数の単位領域の前記2次元データに基づく指標値をそれぞれ算出し、前記単位領域ごとの前記指標値と、各前記単位領域の前記指標値の平均値との差分の標準偏差を算出し、算出した前記標準偏差に基づいて、前記切刃の異常を検知する、請求項3に記載の切削システム。
- [請求項5] 前記切削システムは、前記切削工具における前記切刃の数と相関の無い数の前記センサを備える、請求項1から請求項4のいずれか1項

に記載の切削システム。

[請求項6] 前記切削システムは、前記切削工具における前記切刃の数よりも少数の前記センサを備える、請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の切削システム。

[請求項7] 前記切削工具は、シャンク部を備え、
前記複数のセンサは、前記シャンク部に設けられる、請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の切削システム。

[請求項8] 複数のセンサの計測結果であって、2以上の切刃を用いた切削加工を行うフライス加工用の切削工具における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の計測結果を取得する取得部と、

前記取得部により取得された、複数の計測タイミングにおける各前記センサの前記計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成する生成部と、

前記生成部により生成された各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、前記単位領域ごとの前記2次元データに基づいて、前記切刃の異常を検知する検知部とを備える、処理装置。

[請求項9] 処理装置における処理方法であって、

複数のセンサの計測結果であって、2以上の切刃を用いた切削加工を行うフライス加工用の切削工具における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の計測結果を取得するステップと、

取得した複数の計測タイミングにおける各前記センサの前記計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成するステップと、

生成した各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、前記単位領域ごとの

前記 2 次元データに基づいて、前記切刃の異常を検知するステップとを含む、処理方法。

[請求項10]

処理装置において用いられる処理プログラムであって、コンピュータを、

複数のセンサの計測結果であって、2 以上の切刃を用いた切削加工を行うフライス加工用の切削工具における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の計測結果を取得する取得部と、

前記取得部により取得された、複数の計測タイミングにおける各前記センサの前記計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における 2 方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの 2 次元データをそれぞれ生成する生成部と、

前記生成部により生成された各前記 2 次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、前記単位領域ごとの前記 2 次元データに基づいて、前記切刃の異常を検知する検知部、

として機能させるための、処理プログラム。

[請求項11]

フライス加工用の切削工具と、

複数のセンサと、

処理装置とを備え、

前記切削工具は、2 以上の切刃を用いた切削加工を行い、

前記複数のセンサは、切削加工時の前記切削工具の負荷に関する状態を示す物理量を計測し、

前記処理装置は、複数の計測タイミングにおける各前記センサの計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における 2 方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの 2 次元データをそれぞれ生成し、生成した各前記 2 次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、分類の結果を表示する処理を行う、表示システム。

- [請求項12] 前記処理装置は、前記分類の結果として、前記2次元データを前記単位領域ごとに異なる態様で表示する処理を行う、請求項11に記載の表示システム。
- [請求項13] 前記処理装置は、前記2次元データの生成および分類を順次行い、前記単位領域ごとの前記2次元データの時間変化を示す情報をさらに表示する処理を行う、請求項11または請求項12に記載の表示システム。
- [請求項14] 複数のセンサの計測結果であって、2以上の切刃を用いた切削加工を行うフライス加工用の切削工具における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の計測結果を取得する取得部と、
前記取得部により取得された、複数の計測タイミングにおける各前記センサの前記計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成する生成部と、
前記生成部により生成された各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、分類の結果を表示する処理を行う表示処理部とを備える、処理装置。
- [請求項15] 処理装置における処理方法であって、
複数のセンサの計測結果であって、2以上の切刃を用いた切削加工を行うフライス加工用の切削工具における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の計測結果を取得するステップと、
取得した複数の計測タイミングにおける各前記センサの前記計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成するステップと、
生成した各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、分類の結果を表示する処理を行うステップとを含む、処理方法。

[請求項16]

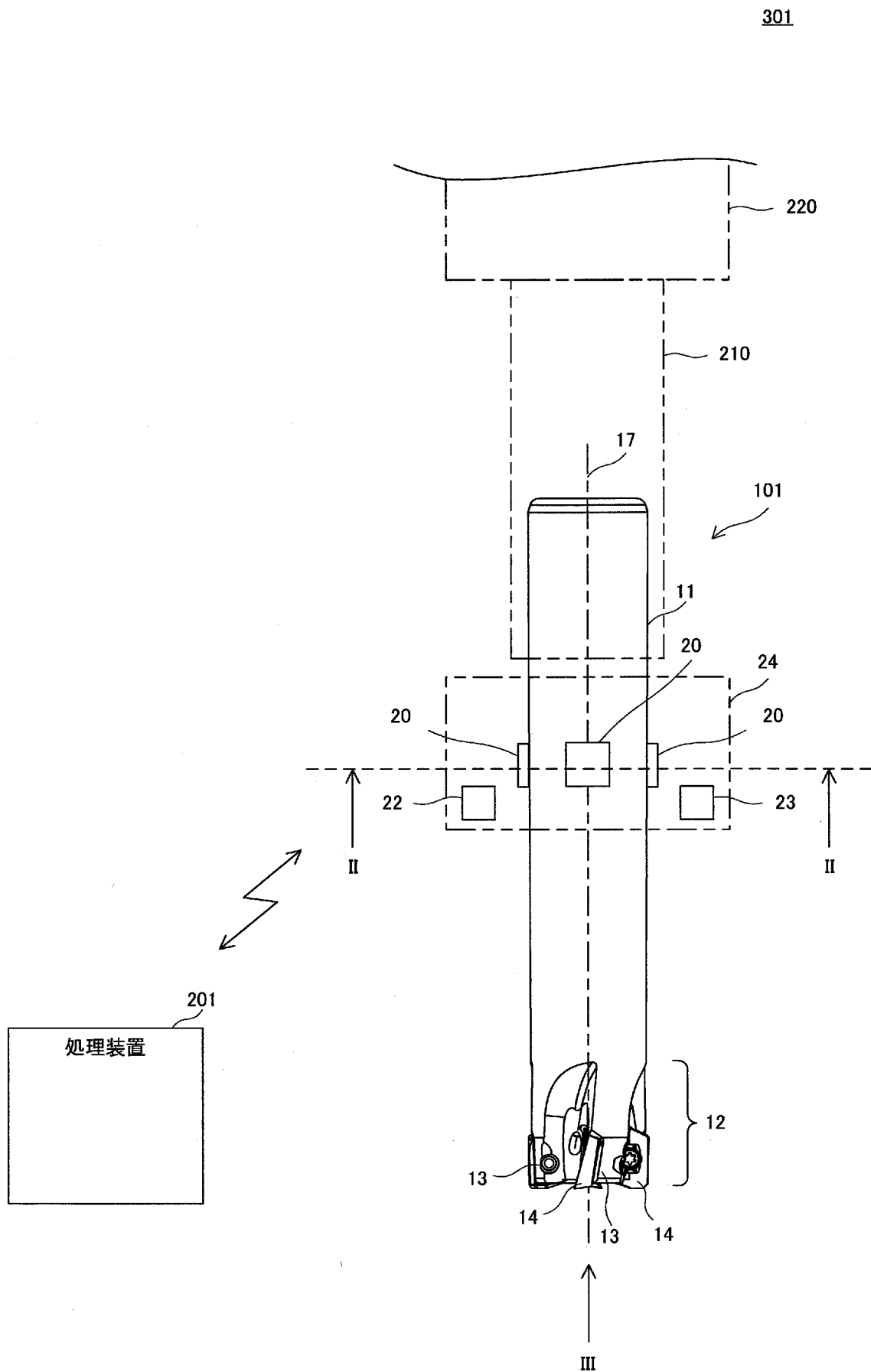
処理装置において用いられる処理プログラムであって、
コンピュータを、

複数のセンサの計測結果であって、2以上の切刃を用いた切削加工を行うフライス加工用の切削工具における、切削加工時の負荷に関する状態を示す物理量の計測結果を取得する取得部と、

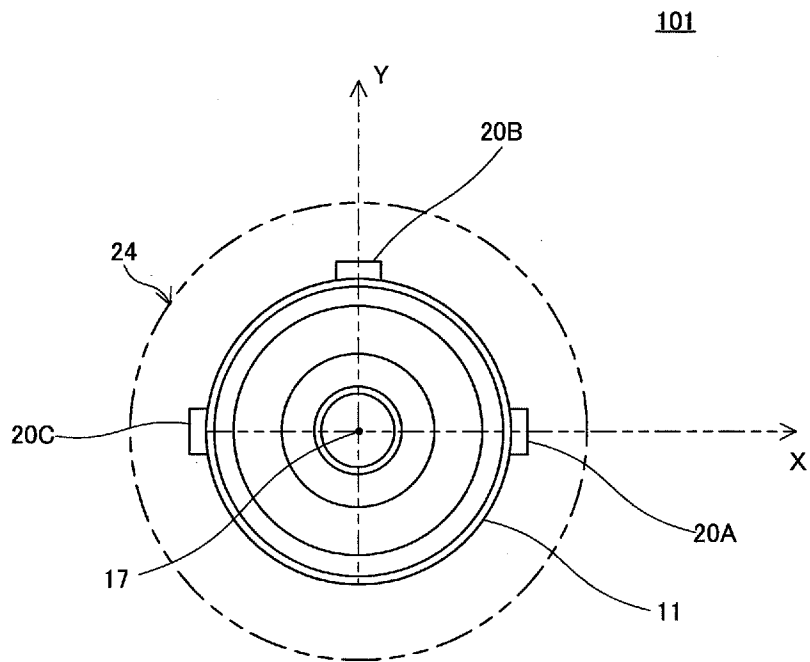
前記取得部により取得された、複数の計測タイミングにおける各前記センサの前記計測結果に基づいて、前記切削工具の回転軸と垂直な平面内における2方向の前記負荷に関する、前記計測タイミングごとの2次元データをそれぞれ生成する生成部と、

前記生成部により生成された各前記2次元データを前記平面内における前記切刃の数以上の複数の単位領域のうちのいずれかに分類し、分類の結果を表示する処理を行う表示処理部、
として機能させるための、処理プログラム。

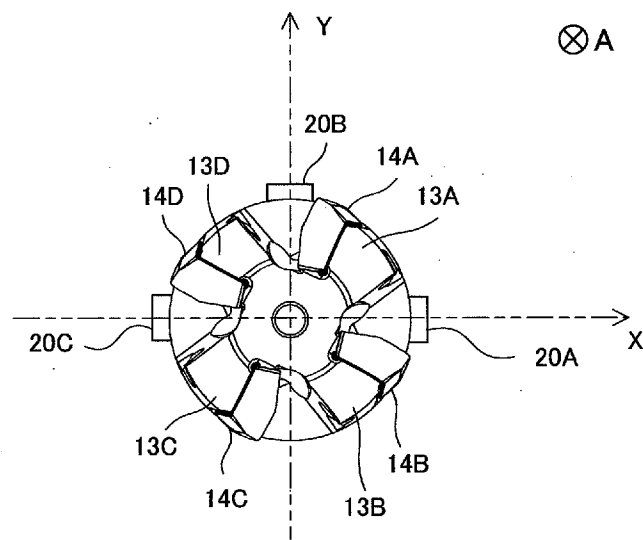
[図1]



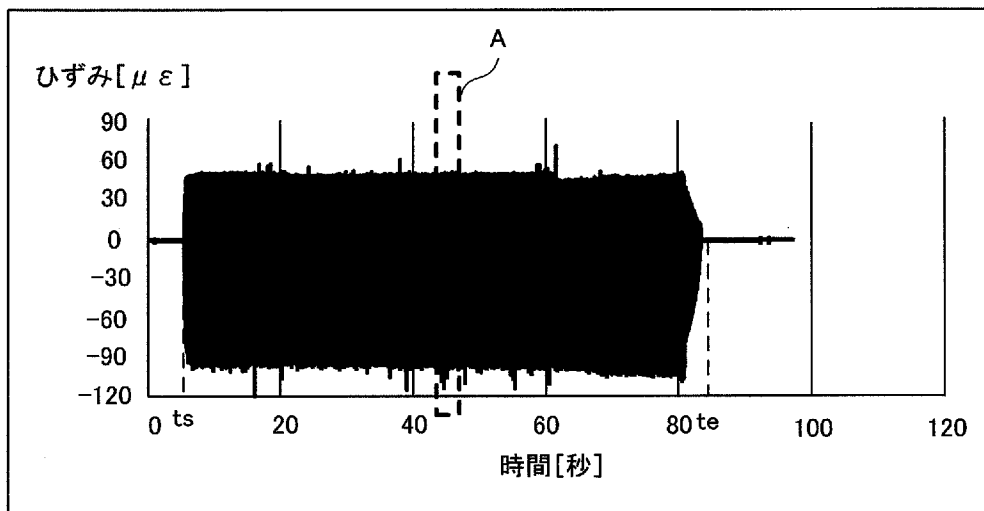
[図2]



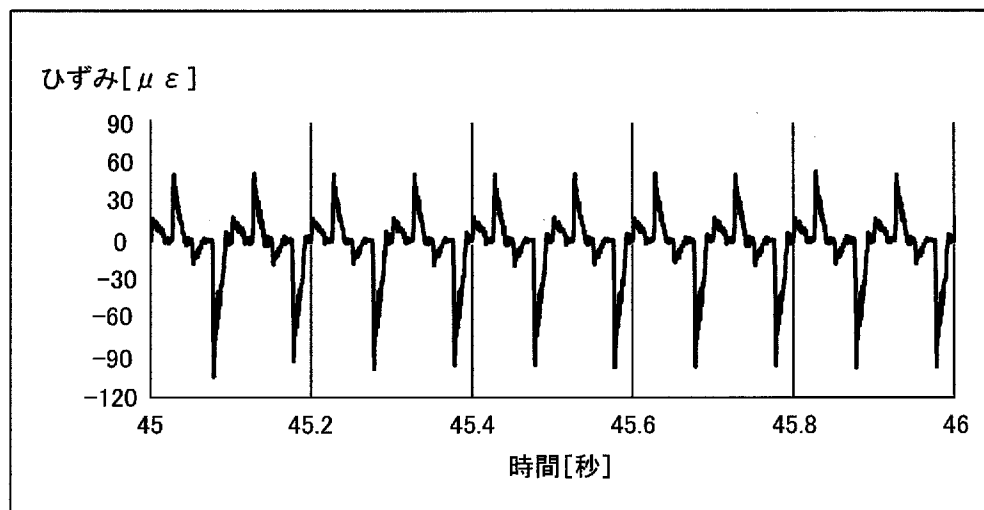
[図3]



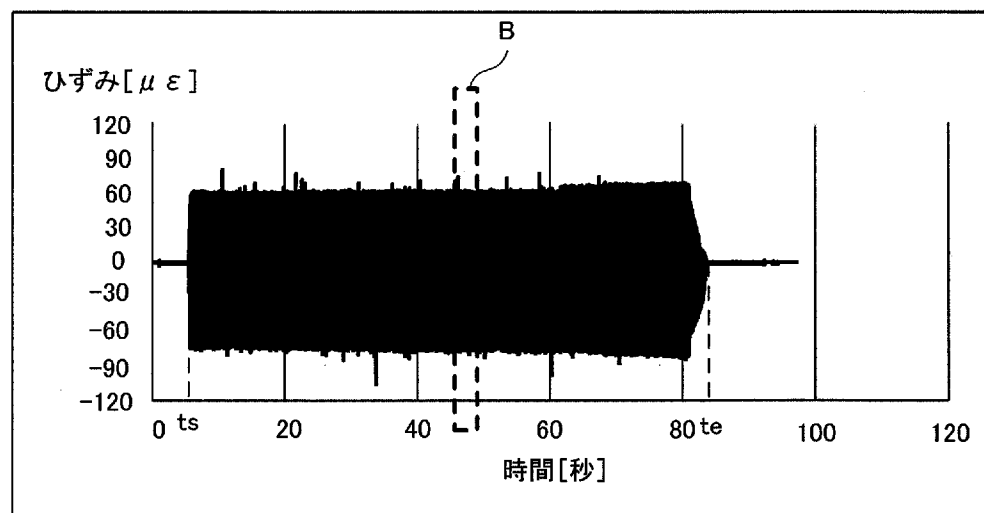
[図4]



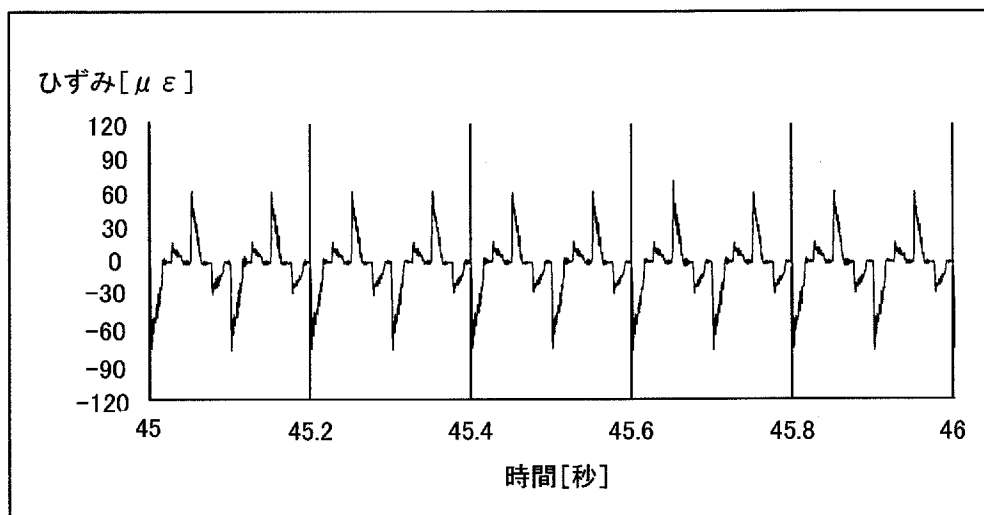
[図5]



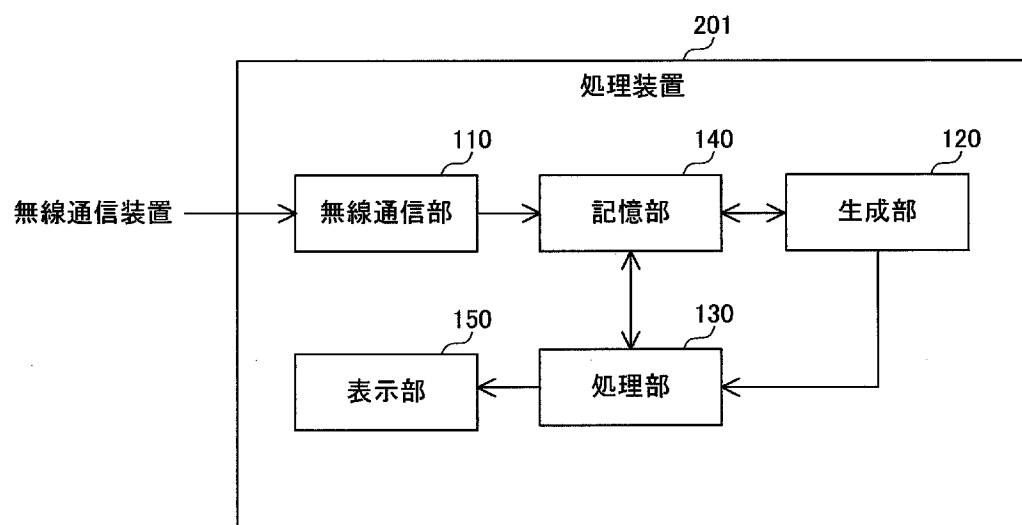
[図6]



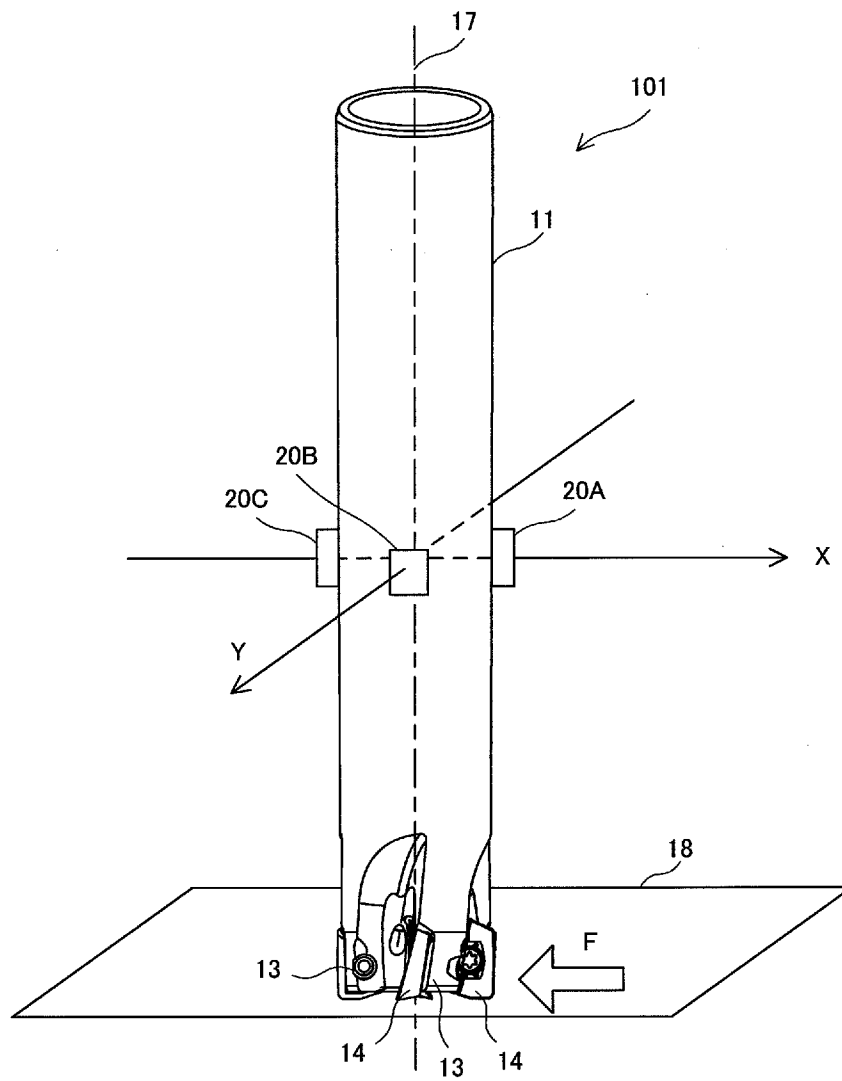
[図7]



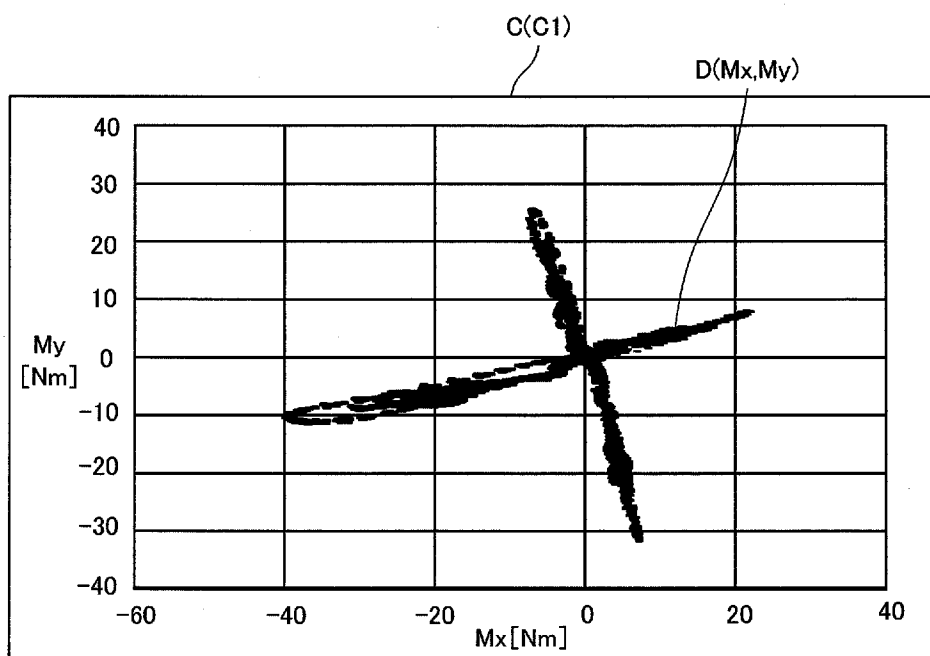
[図8]



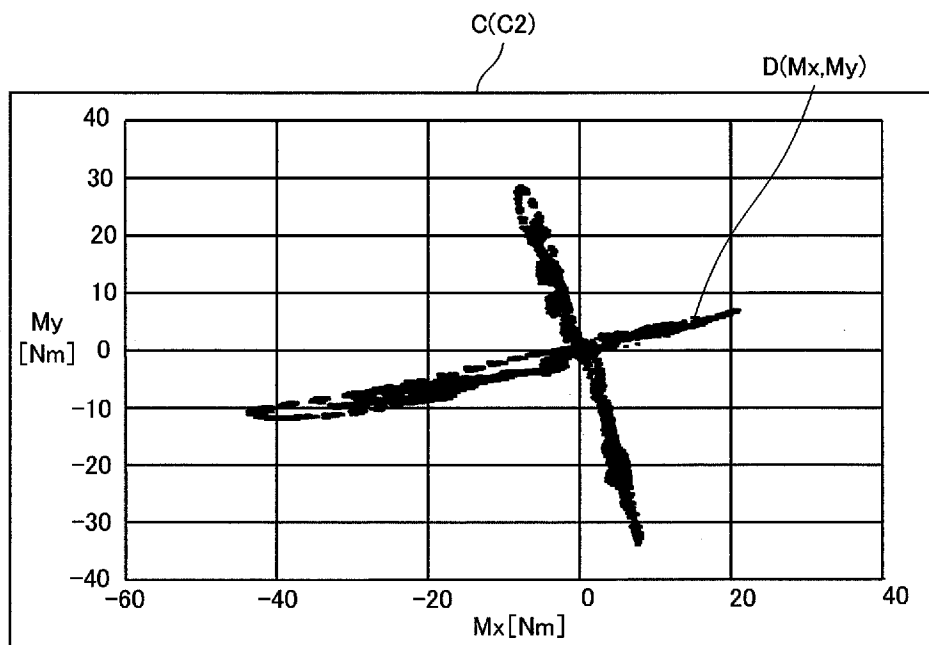
[図9]



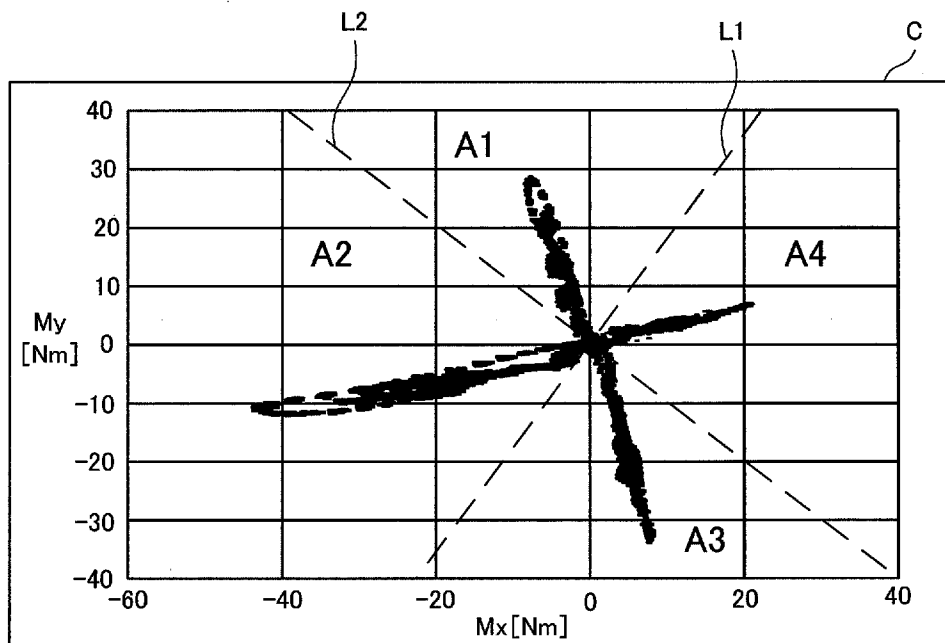
[図10]



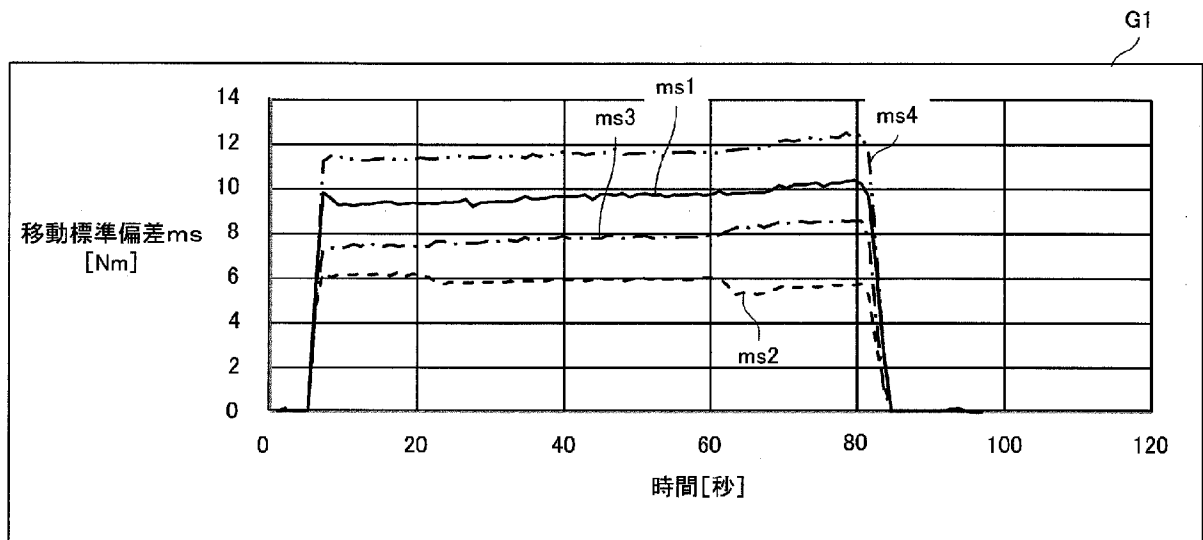
[図11]



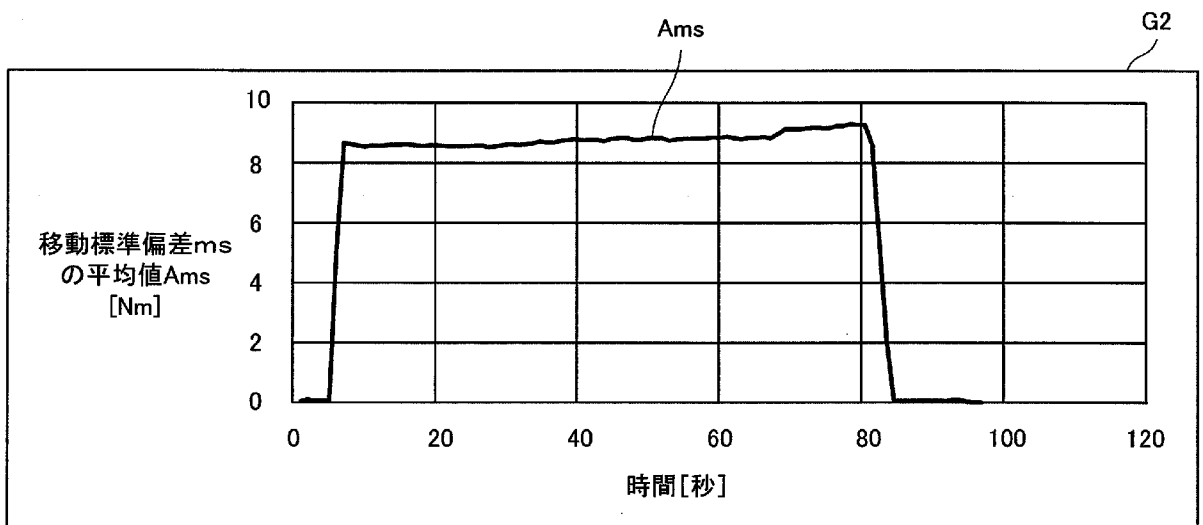
[図12]



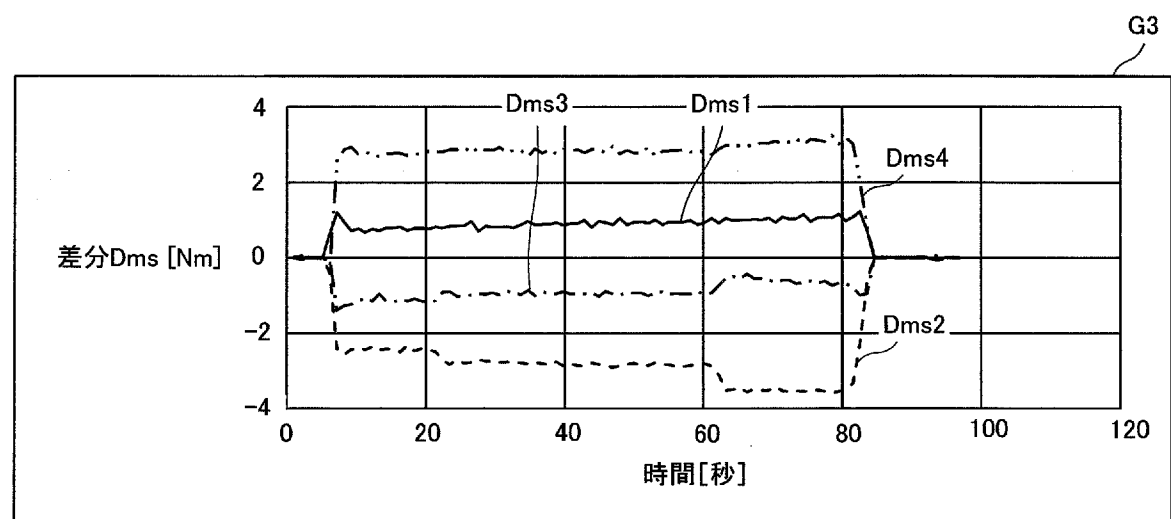
[図13]

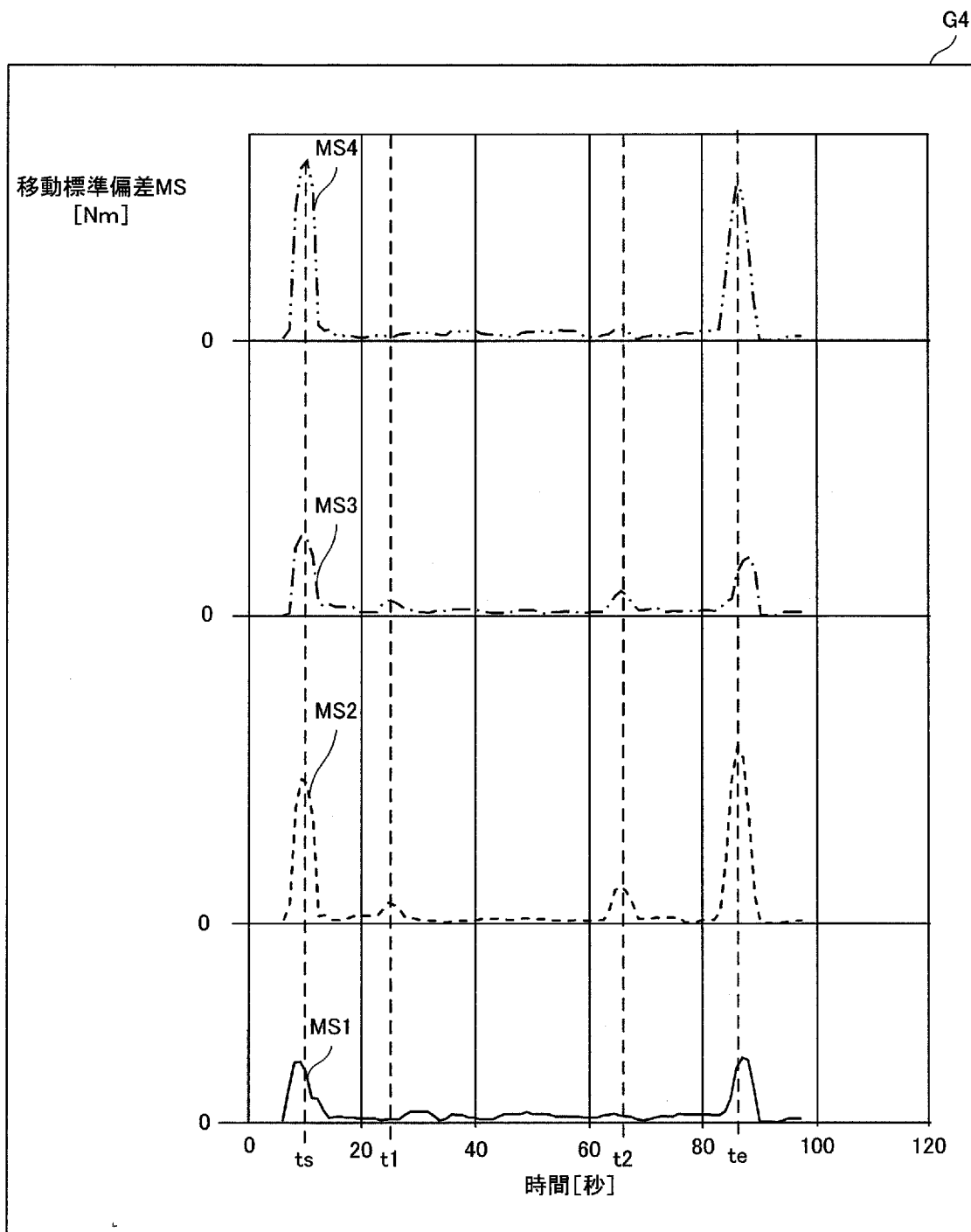


[図14]

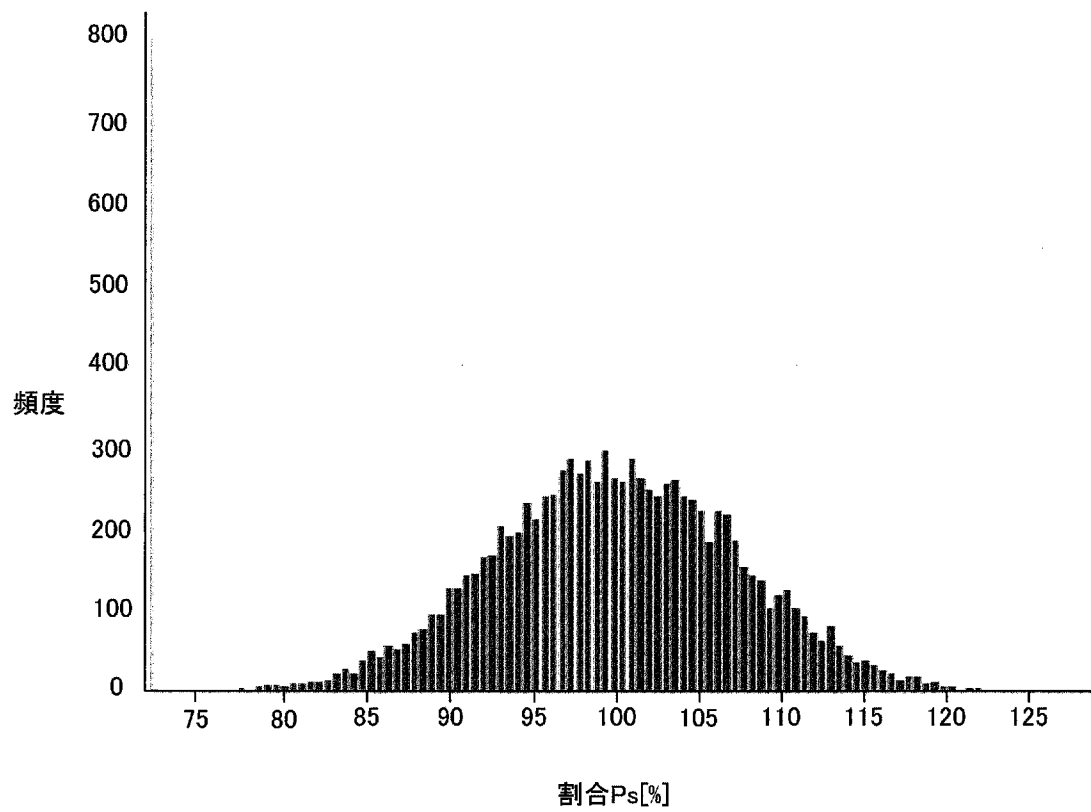


[図15]

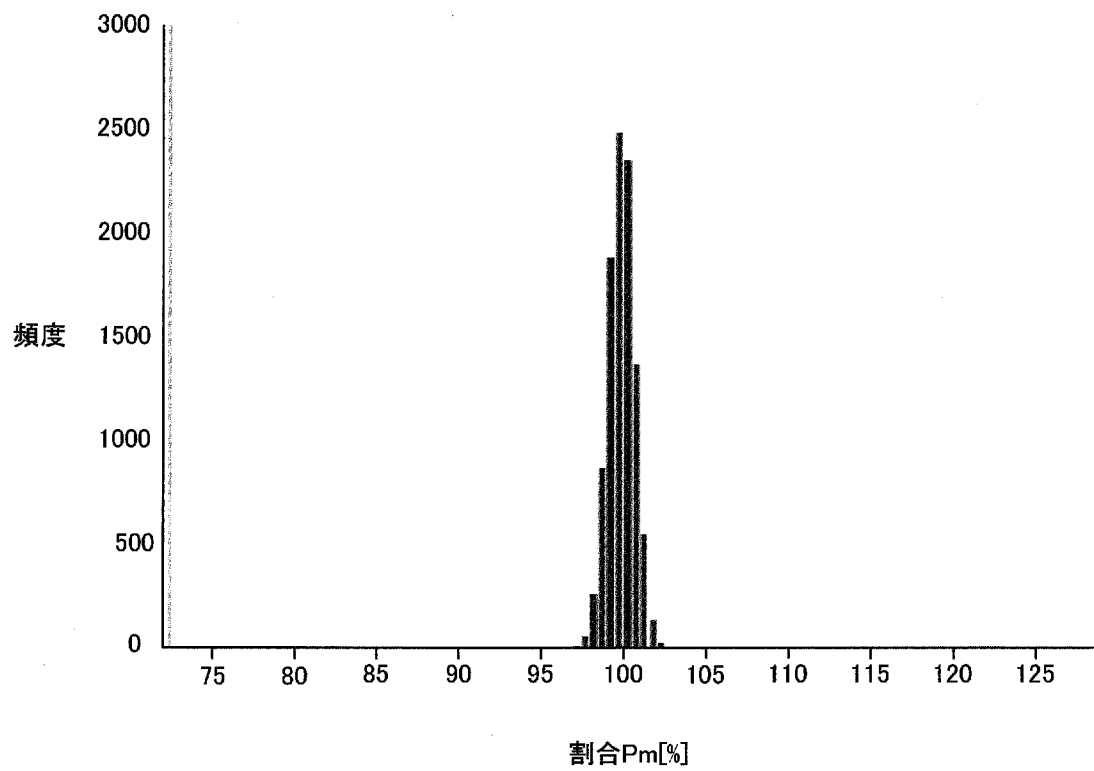




[図17]

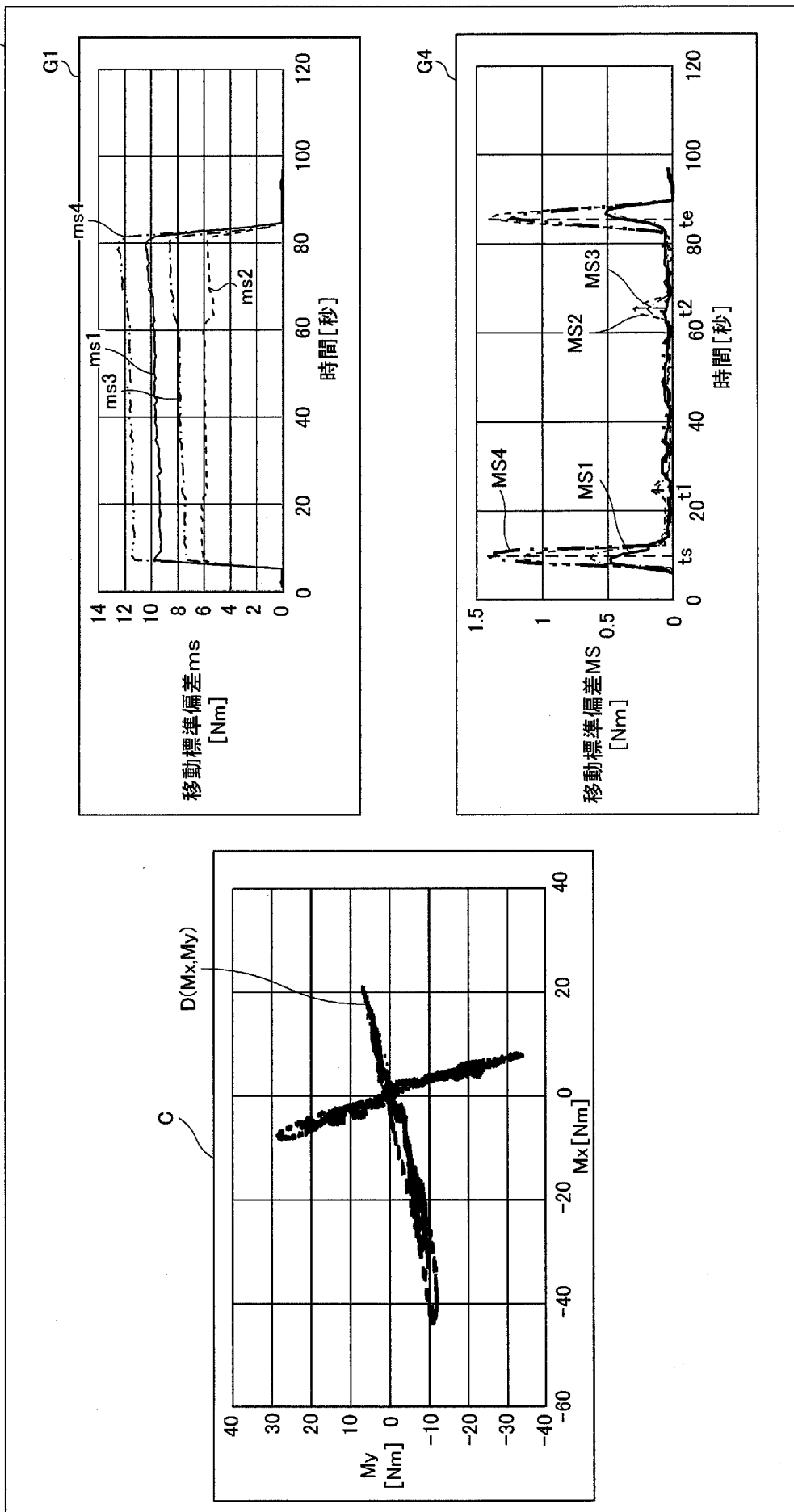


[図18]

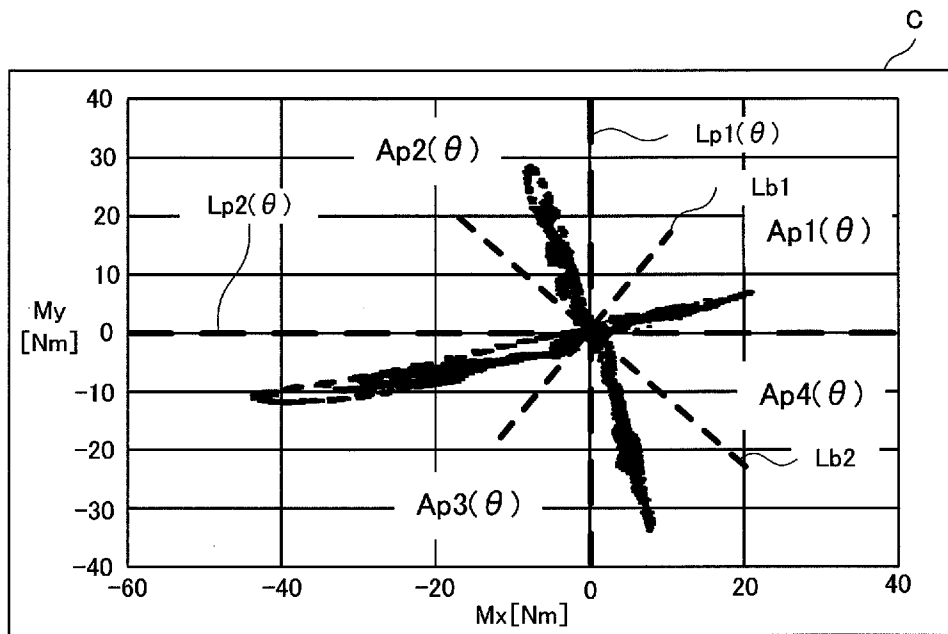


[図19]

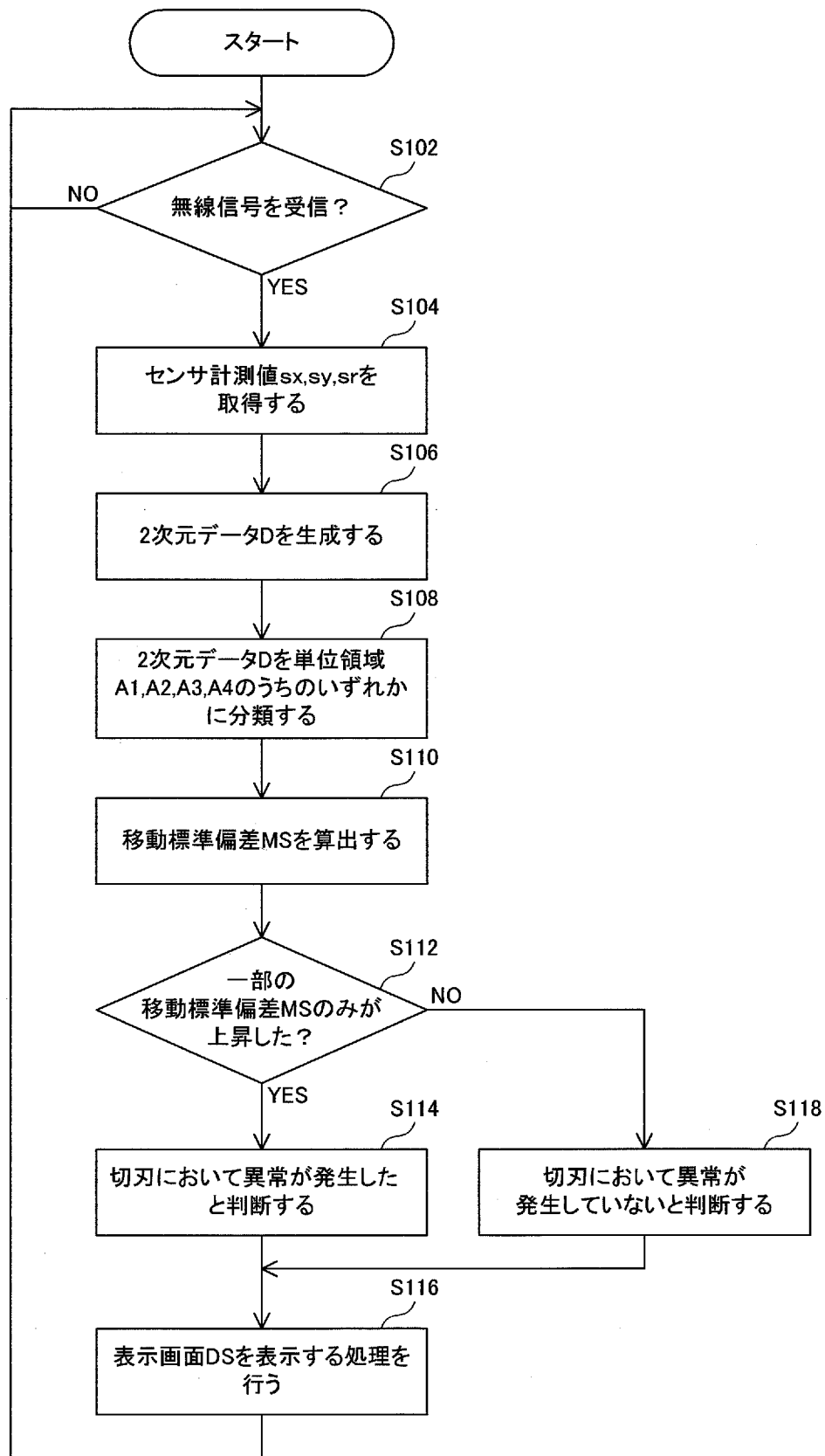
DS



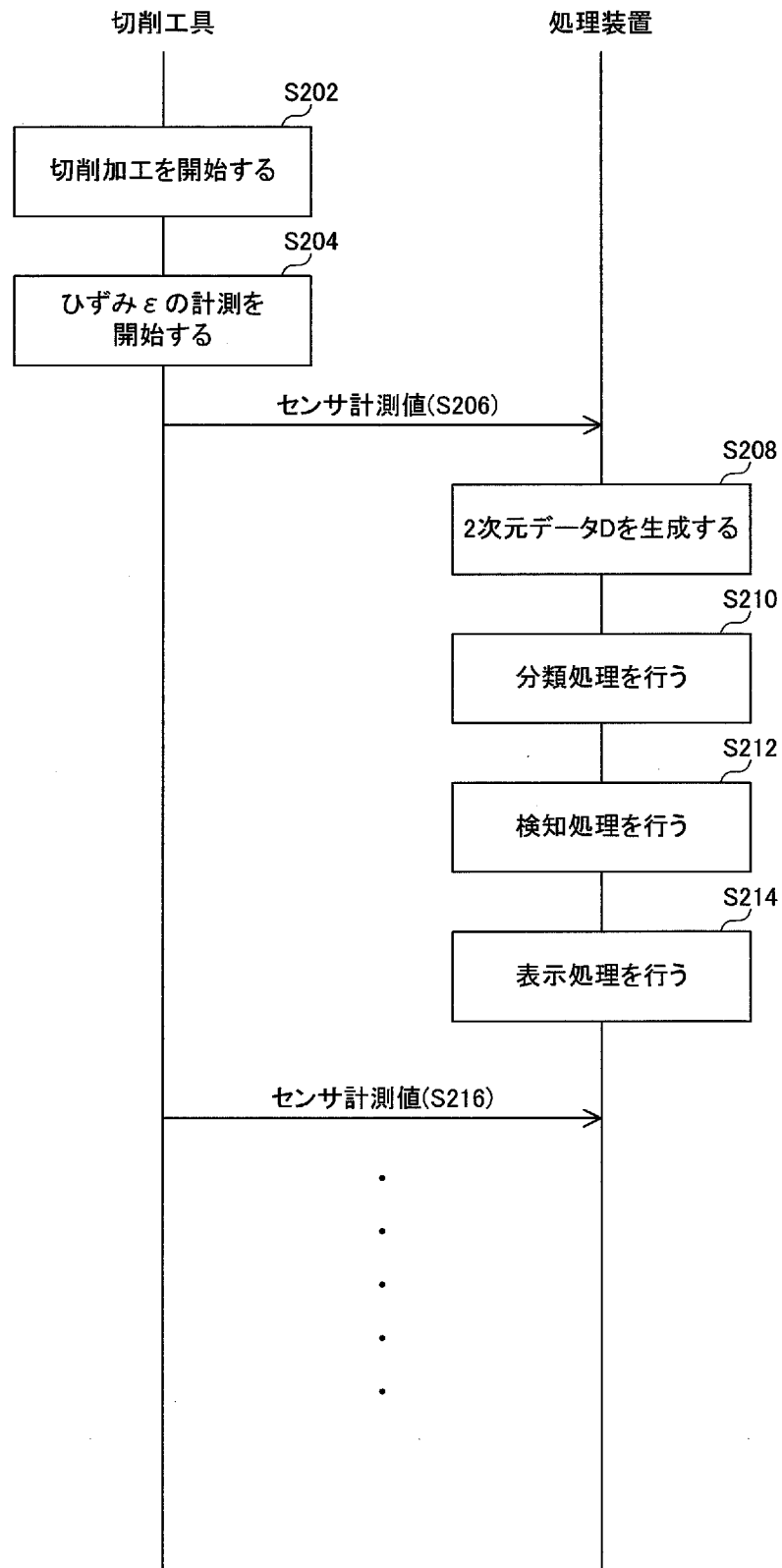
[図20]



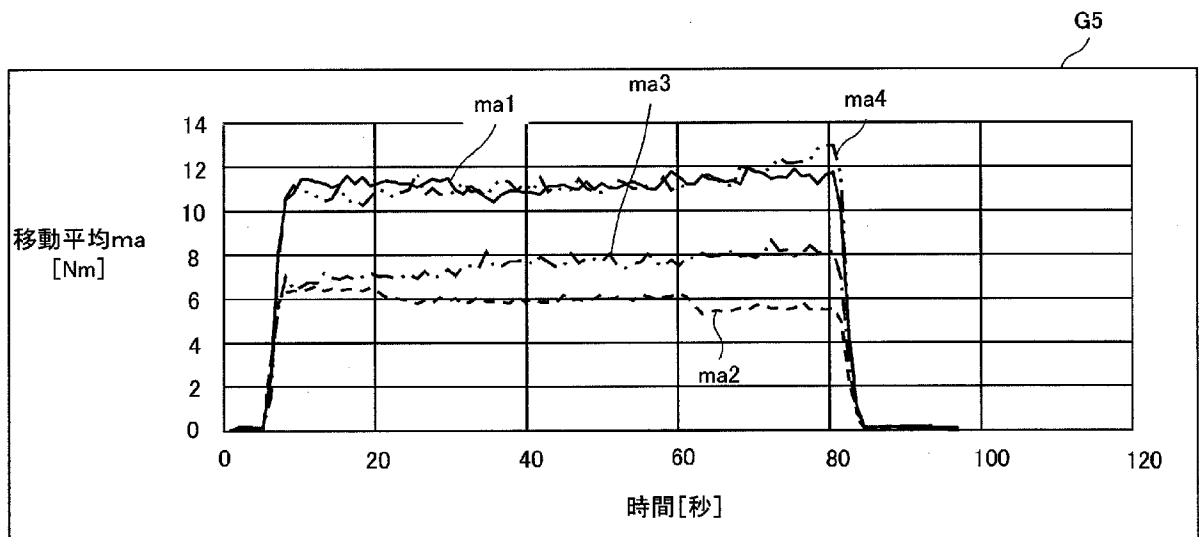
[図21]



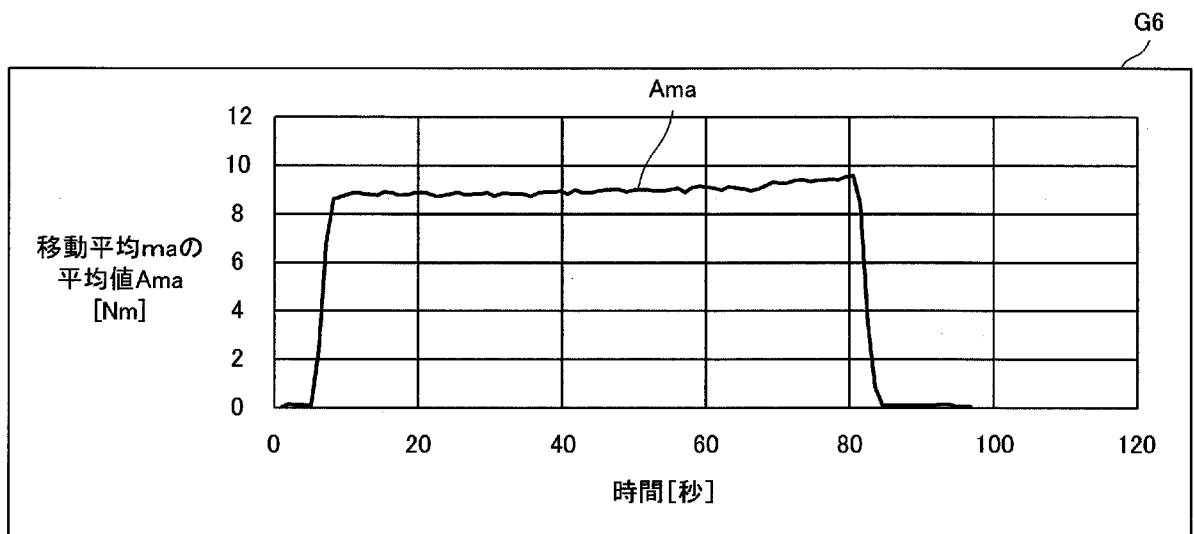
[図22]



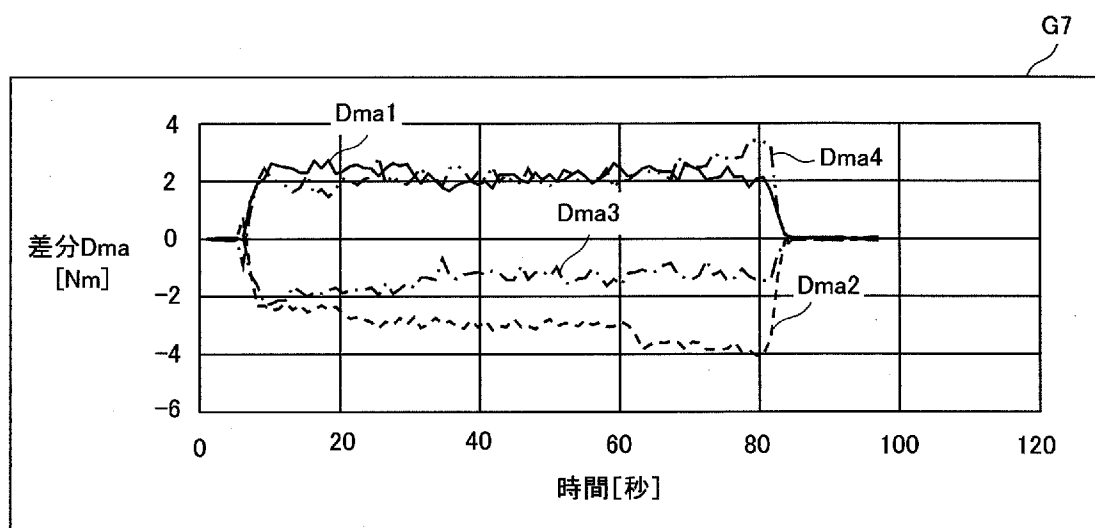
[図23]



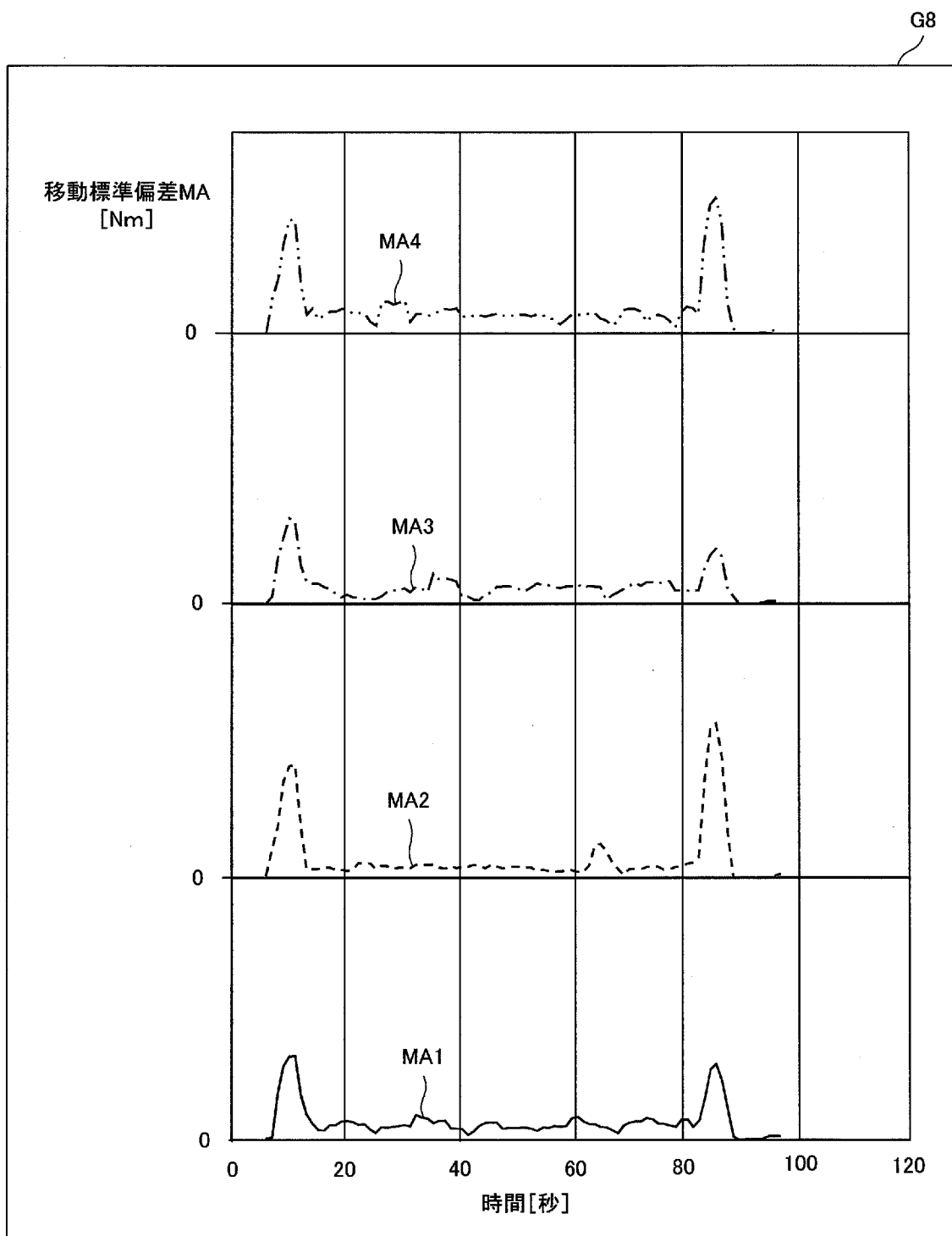
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/016248

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B23C9/00 (2006.01) i, B23Q17/09 (2006.01) i
FI: B23Q17/09 C, B23C9/00 Z

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. B23C9/00, B23Q17/09

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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 2020-11330 A (HITACHI, LTD.) 23 January 2020	1-16
A	JP 6-8106 A (HAMAI SANGYO KK) 18 January 1994	1-16
A	JP 63-62645 A (HATAMURA, Yotaro) 18 March 1988	1-16
A	CN 109940459 A (HARBIN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 28 June 2019	1-16
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 62408/1989 (Laid-open No. 1744/1991) (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 09 January 1991	1-16



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
30.06.2020

Date of mailing of the international search report
07.07.2020

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/JP2020/016248

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2020-11330 A	23.01.2020	US 2020/0026262 A1 DE 102019117684 A1	
JP 6-8106 A	18.01.1994	(Family: none)	
JP 63-62645 A	18.03.1988	(Family: none)	
CN 109940459 A	28.06.2019	(Family: none)	
JP 3-1744 U1	09.01.1991	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23C 9/00(2006.01)i; B23Q 17/09(2006.01)i FI: B23Q17/09 C; B23C9/00 Z														
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）） B23C9/00; B23Q17/09														
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 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020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 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020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 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020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 2020-11330 A (株式会社日立製作所) 23.01.2020 (2020 - 01 - 23)	1-16												
A	JP 6-8106 A (浜井産業株式会社) 18.01.1994 (1994 - 01 - 18)	1-16												
A	JP 63-62645 A (畑村 洋太郎) 18.03.1988 (1988 - 03 - 18)	1-16												
A	CN 109940459 A (UNIV HARBIN SCIENCE & TECH) 28.06.2019 (2019 - 06 - 28)	1-16												
A	日本国実用新案登録出願1-62408号(日本国実用新案登録出願公開3-1744号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (三菱電機株式会社) 09.01.1991 (1991-01-09)	1-16												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 30.06.2020	国際調査報告の発送日 07.07.2020													
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） 久保田 信也 3C 3628 電話番号 03-3581-1101 内線 3324													

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/JP2020/016248

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2020-11330	A	23.01.2020	US	2020/0026262	A1	
				DE	102019117684	A1	
JP	6-8106	A	18.01.1994	(ファミリーなし)			
JP	63-62645	A	18.03.1988	(ファミリーなし)			
CN	109940459	A	28.06.2019	(ファミリーなし)			
JP	3-1744	U1	09.01.1991	(ファミリーなし)			