(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
2015 年 8 月 6 日(06.08.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/114861 A1

(51) 国際特許分類:
G05B 19/18 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/071406

(22) 国際出願日: 2014 年 8 月 13 日(13.08.2014)

(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:
PCT/JP2014/052316 2014 年 1 月 31 日(31.01.2014) JP

(71) 出願人: 株式会社牧野フライス製作所 (**MAKINO MILLING MACHINE CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1528578 東京都目黒区中根２丁目３番１９号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 増宮　泰徳 (**MASUMIYA, Yasunori**); 〒2430303 神奈川県愛甲郡愛川町中津４０２３番地　株式会社牧野フライス製作所内 Kanagawa (JP). 鈴木　恭平 (**SUZUKI, Kyohei**); 〒2430303 神奈川県愛甲郡愛川町中津４０２３番地　株式会社牧野フライス製作所内 Kanagawa (JP). 金谷　潤 (**KANAYA, Jun**); 〒2430303 神奈川県愛甲郡愛川町中津４０２３番地　株式会社牧野フライス製作所内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 青木　篤, 外 (**AOKI, Atsushi** et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目５番１号　虎ノ門３７森ビル　青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ

[続葉有]

(54) **Title**: MACHINING METHOD AND MACHINE-TOOL CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称 : 加工方法および工作機械の制御装置

図1

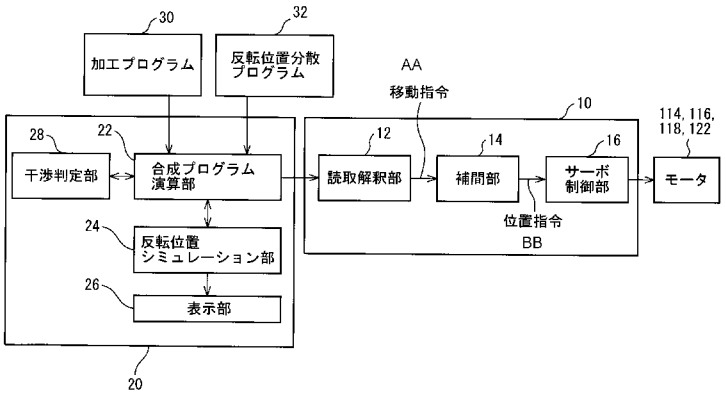


FIG. 1
12 Reading/interpretation unit
14 Interpolation unit
16 Servo control unit
22 Composite-program computation unit
24 Reversal-position simulation unit
26 Display unit
28 Interference determination unit
30 Machining program
32 Reversal-position-dispersing program
114, 116, 118, 122 Motor
AA Movement commands
BB Position commands

(57) **Abstract**: In this machining method, in which a rotary tool (T) is moved relative to a workpiece and/or the workpiece is moved relative to the rotary tool (T) so as to machine a curved surface on said workpiece, rotation in the direction of said curved surface is added to the workpiece (M) such that the positions of reversal marks left on the curved surface per tool path (PT) are dispersed in the direction of said rotation.

(57) 要約:　本発明は、回転工具（Ｔ）とワークとを相対移動させてワークの曲面を加工する加工方法において、ワーク（Ｍ）に前記曲面に沿った方向の回転送りを付加し、前記曲面に生じる反転痕の位置を工具経路（ＰＴ）ごとに前記回転送りの方向に分散させるようにした。

WO 2015/114861 A1

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

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 加工方法および工作機械の制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、回転工具（フライス工具、軸付き砥石など）や、非回転工具（ヘール工具など）を用いてワークとの間で相対移動させ、ワークに曲面やポリゴン形状を形成する加工方法および工作機械の制御装置に関する。

背景技術

[0002] 工作機械は、種々の原因によって生じる駆動系の遅れのため、送り軸に運動誤差を生じることがある。運動誤差を生じる原因の一例として、加工負荷の変動の他、工具経路の象限が切り替わるときや送り軸の送りモータが反転するときに生じるいわゆる反転痕がある。工具経路の象限が切り替わるときの反転痕は象限突起と称されている。反転痕は、加工面に生じる食い込みや突起状の好ましくない加工痕であり、円切削加工、円弧切削加工、楕円やうず巻形の曲線状切削加工などにおいて各軸の送り方向が反転するときに生じる。例えば、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸の直線送りによって曲面を加工する際、各軸の送りの方向が反転するときに、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸の送り装置（ボールねじ、軸受、案内装置等）のバックラッシ、弾性変形、摩擦抵抗による追従遅れのために運動誤差を生じ、それによって反転痕が生じる。

[0003] 反転痕の発生を防止または抑制するために、特許文献１の発明では、送り軸の反転時の速度指令に予め設定された加速速度を加えている。また、特許文献２の発明では、回転工具とワークとを相対移動させワークを切削加工する工作機械において、加工中に回転工具の位相を制御することによって反転痕の発生を防止している。また、特許文献３の発明では、エンドミルとワークとの切削点の送り速度ベクトルの向きと大きさが一定となるように、ＮＣデータを作成し、マシニングセンタの運動精度誤差が加工面の仕上がり精度に与える影響を抑制している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第２５５８５８０号公報

特許文献2：特開２０１３－２０６３４２号公報

特許文献3：特開２０１１－２２８９８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献１の発明によれば、反転痕のサイズは小さくなるが、既述したように、反転痕は、バックラッシ、弾性変形、摩擦抵抗等の機械系に不可避的に伴う原因によって、直動送り軸の送り方向が反転するときに発生するので、反転痕の発生を排除することはできない。更に、反転痕は、直動送り軸の送り方向が反転するときに生じる、つまり１つの曲面において接線または接平面の傾きの正負の符号が変化する領域に集中する。従って、多数のピックフィードを与えて多数の工具経路に沿って工具を相対移動させて曲面を加工する場合、個々の反転痕のサイズ（高さ）が加工誤差範囲に収まっても、多数の反転痕が集中することによって、すじ状の加工痕として視覚的に目立ち、製品として用いることができない場合が生じ得る。また、特許文献２の発明によれば、反転痕が生じない回転工具の位相制御は、高速回転、高速送り領域では難しくなる問題がある。また、特許文献３の発明によれば、マシニングセンタに含まれる各種機構や構造が有する運動精度誤差のうち、切削点の送り速度ベクトルの向きと同じ方向に沿って生じる運動精度誤差がワークに転写されることは防止できるが、エンドミルの周回工具経路は必ずＸ軸とＹ軸の象限切替り点を通過する。と言うことは、加工中にＸ軸とＹ軸の送りモータが反転するので、大なり小なり必ず反転痕は発生する。送りモータの反転位置を周回工具経路ごとに分散させるという技術的思想は開示されていないので、依然として反転痕がすじ状に見える問題は解消されていない。

[0006] 本発明は、こうした従来技術の問題を解決することを技術課題としており、反転痕が特定の領域に集中することなく、加工面の全体に分散するようにした、または反転痕を生じさせないようにした加工方法および工作機械の制

御装置を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0007] 上述の目的を達成するために、本発明によれば、工具とワークとを相対移動させてワークを加工する加工方法において、ワークの加工になくてはならない必須送り軸と、必須ではない少なくとも１つの余剰送り軸を用い、工具経路ごとに送りモータの反転位置を分散させる、または送りモータの反転動作をなくしてワークを加工する加工方法が提供される。

[0008] また、本発明の他の特徴によれば、ワークの加工になくてはならない必須送り軸と、必須ではない少なくとも１つの余剰送り軸を有し、工具とワークとを相対移動させてワークを加工する工作機械の制御装置であって、前記必須送り軸による加工プログラムを実行する間、前記余剰送り軸の動作を含む反転位置分散プログラムを実行し、ワークの加工面における送りモータの反転位置を分散させる重畳部を具備することを特徴とした工作機械の制御装置が提供される。

[0009] 本発明では、回転工具とワークとを相対移動させてワークを加工する加工方法において、ワークに回転送りを付加し、前記ワークの加工面に生じる反転痕の位置を分散させるようにできる。前記ワークは、前記回転工具の軸線周りに回転送りするようにできる。

[0010] 更に、２つの直動送り軸を制御して前記回転工具を１つの曲線経路に沿って前記ワークに対して相対移動させ、前記曲線経路に対して垂直な方向に前記回転工具にピックフィードを与え、前記２つの直動送り軸を制御して前記回転工具を次の曲線経路に沿って前記ワークに対して相対移動させ、これを繰り返して前記ワークに所望の曲面を形成する間、前記２つの直動送り軸に対して垂直な送り軸に平行な軸線周りに前記ワークを回転させるようにできる。

[0011] 前記曲面は凸状曲面としたり、或いは、前記曲面は凹状曲面とすることができる。

[0012] また、本発明は、直交３軸の直動送り軸と少なくとも１つの回転送り軸と

を有し、回転工具とワークとを相対移動させてワークの曲面を加工する工作機械の制御装置において、前記直交３軸の直動送り軸の２つの直動送り軸を同時制御して、前記回転工具を１つの曲線経路に沿って前記ワークに対して相対移動させ、前記曲線経路に対して垂直な方向にピックフィードを与え、前記２つの直動送り軸を同時制御して前記回転工具を隣接する次の曲線経路に沿って前記ワークに対して相対移動させ、これを繰り返して前記ワークに所望の曲面を形成する加工プログラムを実行する間、前記２つの直動送り軸に対して垂直な直動送り軸に平行な軸線周りに前記ワークを回転させる反転位置分散プログラムを実行し、前記曲面に生じる反転痕の位置を前記曲線経路ごとに前記回転送りの方向に分散させる重畳部を具備するようにしてもよい。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、反転痕はワークの加工面に沿って略一様に分散する、または反転痕が生じない。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の第１の実施形態による工作機械の制御装置のブロック図である。

[図2]本発明を適用する工作機械の一例を示す側面図である。

[図3]本発明の加工方法により加工されるワークの一例を示す斜視図である。

[図4]本発明の加工方法によるワークの加工シミュレーション結果を示す略図である。

[図5]従来技術により加工されたワークの略示平面図である。

[図6]本発明の第２の実施形態による工作機械の制御装置のブロック図である。

[図7]本発明の加工方法の他の例により加工されるワークの一例を示す斜視図である。

[図8]図７の矢視線VIII-VIIIに沿うワークの断面図である。

[図9]図７のワークを従来技術によって加工した場合に、Ｘ軸およびＹ軸サー

ボモータの反転によって形成される反転痕を示す斜視図である。

[図10]図９のワークの平面図である。

[図11]図７のワークを従来技術によって加工した場合に、Ｚ軸サーボモータの反転によって形成される反転痕を示す斜視図である。

[図12]図１１のワークの平面図である。

[図13]本発明の加工方法の変形例を示す工作機械の部分側面図である。

[図14]本発明の加工方法の更に他の変形例を示す工作機械の一部を示す略図である。

[図15]本発明の加工方法の更に変形例を示す工作機械の部分斜視図である。

[図16]図１５の工作機械によって加工されるワークの一例を示す斜視図である。

[図17]図１６のワークを従来技術によって加工した場合に、Ｚ軸サーボモータの反転によって形成される反転痕を示す斜視図である。

[図18]図１７の矢視線XVIII-XVIIIに沿う断面図である。

[図19]本発明の加工方法により図１６のワークを加工した場合に形成される反転痕の位置を示す略図断面図である。

[図20]本発明の加工方法により図１６のワークを加工した場合に形成される反転痕の分散を示す略図断面図である。

発明を実施するための形態

[0015] 図２を参照すると、本発明を適用する工作機械の一例が示されている。図２において、本発明の好ましい実施の形態による工作機械１００は、立形マシニングセンタを構成しており、工場の床面に固定された基台としてのベッド１０２、ベッド１０２の前方部分（図２では左側部分）の上面で前後方向またはＹ軸方向（図２では左右方向）に移動可能に設けられたＹ軸スライダ１０６、Ｙ軸スライダ１０６の上面に取り付けられた回転テーブル１２０、ベッド１０２の後方部分（図２では右側部分）で同ベッド１０２の上面に固定されたコラム１０４、該コラム１０４の前面で左右方向またはＸ軸方向（図２では紙面に垂直な方向）に移動可能に設けられたＸ軸スライダ１０８、

Ｘ軸スライダ１０８の前面で上下方向またはＺ軸方向に移動可能に取り付けられ、主軸１１２を回転可能に支持する主軸頭１１０を具備している。

[0016] Ｙ軸スライダ１０６は、ベッド１０２の上面において水平なＹ軸方向（図２の左右方向）に延設された一対のＹ軸案内レール（図示せず）に沿って往復動可能に設けられており、ベッド１０２には、Ｙ軸スライダ１０６をＹ軸案内レールに沿って往復駆動するＹ軸送り装置として、Ｙ軸方向に延設されたボールねじ（図示せず）と、該ボールねじの一端に連結されたＹ軸サーボモータ１１６が設けられており、Ｙ軸スライダ１０６には、前記ボールねじに係合するナット（図示せず）が取り付けられている。Ｙ軸スライダ１０６には、また、Ｙ軸方向のＹ軸スライダ１０６のＹ軸方向の座標位置を測定するＹ軸スケール（図示せず）が取り付けられている。

[0017] 主軸頭１１０は、Ｚ軸に平行な鉛直方向に延びる中心軸線Ｌ周りに回転可能に主軸１１２を支持している。主軸１１２は、Ｙ軸スライダ１０６に対面する先端部に回転工具Ｔを装着するための工具装着穴（図示せず）が形成されている。主軸頭１１０は主軸１１２を回転駆動するサーボモータ（図示せず）を有している。該サーボモータは、主軸頭１１０のハウジングの外側に取り付けるようにできるが、主軸頭１１０のハウジング内面にステーターコイル（図示せず）を設け、そして主軸１１２にローターコイル（図示せず）を配設して所謂ビルトインモータとしてもよい。

[0018] Ｘ軸スライダ１０８は、コラム１０４の上方部分の前面においてＸ軸方向に延設された一対のＸ軸案内レール（図示せず）に沿って往復動可能に設けられている。コラム１０４には、Ｘ軸スライダ１０８をＸ軸案内レールに沿って往復駆動するＸ軸送り装置として、Ｘ軸方向に延設されたボールねじ（図示せず）と、該ボールねじの一端に連結されたＸ軸サーボモータ１１４が設けられており、Ｘ軸スライダ１０８には、前記ボールねじに係合するナット（図示せず）が取り付けられている。コラム１０４には、また、Ｘ軸スライダ１０８のＸ軸方向の座標位置を測定するＸ軸スケール（図示せず）が取り付けられている。

[0019] 主軸頭１１０は、Ｘ軸スライダ１０８の前面においてＺ軸方向（図２では上下方向）に延設された一対のＺ軸案内レールに沿って往復動可能に設けられている。Ｘ軸スライダ１０８には、主軸頭１１０をＺ軸案内レールに沿って往復駆動するＺ軸送り装置として、Ｚ軸方向に延設されたボールねじ（図示せず）と、該ボールねじの一端に連結されたＺ軸サーボモータ１１８が設けられており、主軸頭１１０には、前記ボールねじに係合するナット（図示せず）が取り付けられている。Ｘ軸スライダ１０８には、また、主軸頭１１０のＺ軸方向の座標位置を測定するＺ軸スケール（図示せず）取り付けられている。回転工具ＴはＺ軸送り装置によって、その中心軸線に沿って送られる。

[0020] 回転テーブル１２０は、Ｚ軸に平行な軸線周りに回転可能に設けられ、ワークＭを取り付けるためのワーク取付面を有しており、前記軸線周りの回転送り軸であるＣ軸送り装置を形成する。Ｙ軸スライダ１０６は、前記回転テーブル１２０を回転駆動するＣ軸サーボモータ１２２と、回転テーブル１２０の回転位置を測定するロータリーエンコーダのような回転センサ（図示せず）とを備えている。

[0021] Ｘ軸サーボモータ１１４、Ｙ軸サーボモータ１１６、Ｚ軸サーボモータ１１８、Ｃ軸サーボモータ１２２およびＸ軸スケール、Ｙ軸スケール、Ｚ軸スケールおよび回転センサは、工作機械１００を制御するＮＣ装置１０に接続されている。ＮＣ装置１０によって、Ｘ軸サーボモータ１１４、Ｙ軸サーボモータ１１６、Ｚ軸サーボモータ１１８およびＣ軸サーボモータ１２２へ供給される電力（電流値）が制御される。

[0022] 反転痕は、既述したように、加工面に生じる食い込みや突起などの不良部分であり、円周、円弧、円筒面、球面、ポリゴン形状等を切削加工する場合において、接線の傾きの符号が変わるとき、或いは、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸の各直動送り軸の送り方向が反転するときに生じる。例えば、図３に示すＯリングを成形するための金型を加工する場合、従来技術では図５においてハッチングで示すように、反転痕は、ワークＭの円形溝Ｇの表面上でＸ軸およびＹ

軸の２つの直動送り軸の送り方向が反転する領域、つまりＸＹ平面内で円形溝Ｇの中心Ｏに関する各象限間の境界ＱＢに沿って集中的に発生する。本発明では、反転痕が発生するような加工において、反転痕の発生を抑制するのでなく、反転痕を加工面の全体に分散させるようになっている。反転痕の大きさを小さくする従来からの制御（例えば前述の特許文献１の発明）を併用するのが好しい。

[0023] 本発明の加工方法を実施するためのＮＣ装置の一例を示すブロック図である図１を参照すると、ＮＣ装置１０は、読取解釈部１２、補間部１４およびサーボ制御部１６を具備している。読取解釈部１２は、後述する工具経路生成装置２０からの加工プログラムを読取り解釈して移動指令を補間部１４へ出力する。この移動指令は、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸およびＣ軸方向の送り量と送り速度とを含んでいる。

[0024] 補間部１４は、受け取ったＸ軸、Ｙ軸、Ｚ軸およびＣ軸移動指令を補間演算し、補間関数および送り速度に合った位置指令をサーボ制御部１６に出力する。サーボ制御部１６は、受け取ったＸ軸、Ｙ軸、Ｚ軸およびＣ軸の各位置指令から工作機械１００のＸ軸、Ｙ軸、Ｚ軸およびＣ軸の各送り軸を駆動するための電流値を出力し、これがＸ軸、Ｙ軸、Ｚ軸およびＣ軸のサーボモータ１１４、１１６、１１８、１２２に供給される。

[0025] 工具経路生成装置２０は、合成プログラム演算部２２、反転位置シミュレーション部２４、表示部２６および干渉判定部２８を具備している。合成プログラム演算部２２には、ワークＭを加工する加工プログラム３０と、ワークＭをＣ軸方向に回転送りする反転位置分散プログラム３２とが入力される。

[0026] 加工プログラム３０および反転位置分散プログラム３２は、例えばＣＡＭ(Computer Aided Manufacturing)装置のような加工プログラム生成装置（図示せず）からＬＡＮのようなコンピュータネットワークを介して合成プログラム演算部２２に入力することができる。工具経路生成装置２０に、キーボードやタッチパネルのような入力装置（図示せず）を設けて、オペレーターが

該入力装置から合成プログラム演算部２２に加工プログラム３０および反転位置分散プログラム３２を入力したり、或いは、合成プログラム演算部２２に入力された加工プログラム３０および反転位置分散プログラム３２を編集できるようにしてもよい。

[0027] 加工プログラム３０は、それ自体独立してワークＭを加工可能なプログラムであり、ワークＭの加工に必要最低限の送り軸を制御するプログラムである。この加工プログラムによって制御される送り軸が必須送り軸となる。これに対して、反転位置分散プログラムは、それ自体ではワークＭを加工することはできず、上記必須送り軸とは異なる送り軸である余剰送り軸を制御するためのプログラムである。

[0028] 合成プログラム演算部２２は、加工プログラム３０および反転位置分散プログラム３２に基づいて合成プログラムを生成する。該合成プログラムは、ＮＣ装置１０の読取解釈部１２へ出力される。合成プログラムは、また、反転位置シミュレーション部２４へ送出され、該反転位置シミュレーション部２４において、ワークＭに創成される加工面が演算によってシミュレーションされる。シミュレーション結果に基づいて、反転痕の発生位置が表示部２６にグラフィックおよび／または数値で表示することができる。反転痕の大きさもシミュレーションし、表示してもよい。

[0029] また、干渉判定部２８は、合成プログラム演算部２２によって生成された合成プログラムに基づき、工具Ｔの切刃がない部分またはシャンクやカッターボディとワークＭとが干渉するか否か、或いは、工具Ｔと工作機械１００の静止した構成要素とが干渉するか否かを判定する。その結果、干渉しないと判定されると、当該合成プログラムの実行が可能な状態となる。反対に合成プログラムを実行することによって干渉すると判定されると、当該合成プログラムは実行不能となると同時に表示部２６に干渉の警告が表示される。

[0030] ワークＭに円形溝Ｇを形成するための加工プログラム３０および回転テーブル１２０をＣ軸方向に回転送りするための反転位置分散プログラム３２が、工具経路生成装置２０の合成プログラム演算部２２に入力される。本実施

形態において、加工プログラム３０は、２つの直動送り軸のみを同時に制御して曲線を描くように回転工具ＴをワークＭに対して相対移動させて加工する工程を含む加工プログラムである。

[0031] 図３の例では、加工プログラム３０は、回転工具としてのボールエンドミルＴを必須の送り軸としてのＸ軸およびＹ軸の２つの直動送り軸を制御して、該ボールエンドミルＴを１つの円形工具経路ＴＰに沿ってワークＭに対して相対移動させ、次いで、ボールエンドミルＴにＸ軸およびＺ軸方向にピックフィードを与え、Ｘ軸およびＹ軸の２つの直動送り軸を制御して隣接する次の円形工具経路ＴＰに沿ってボールエンドミルＴをワークＭに対して相対移動させ、これを繰り返してワークＭの上面に断面が半円形の１つの円形溝Ｇを形成するための加工プログラムである。つまり、１つの円形工具経路ＴＰに沿ってボールエンドミルＴをワークＭに対して相対移動させている間は、Ｚ軸送り装置は固定されており、Ｘ軸およびＹ軸の２つの直動送り軸のみが制御される。円形工具経路ＴＰは、Ｏを中心とした多数の同心円であり、ボールエンドミルＴは円形工具経路ＴＰに沿って何周回もして円形溝Ｇを仕上げ加工する。

[0032] これに対して、反転位置分散プログラム３２は、ワークＭの加工中に生じる反転痕を加工面の全体に分散し、特定の部位に集中しないようにするために、前記１つの曲線である円形工具経路ＴＰに沿ってボールエンドミルＴをワークＭに対して相対移動させるＸ軸およびＹ軸に垂直なＺ軸に平行な軸線周りの回転送り軸であるＣ軸方向に回転テーブル１２０を回転させる（ワークＭをＣ軸方向に回転送りする）ためのプログラムである。本例では、Ｃ軸が少なくとも１つの余剰送り軸を提供する。Ｃ軸方向は、時計回りだけもしくは反時計回りだけ、または時計回りと反時計回りとが混在するようにできる。後述するように、反転位置分散プログラム３２は、Ｚ軸およびW軸を制御するプログラムや、揺動部材をＢ軸方向に往復回転動作またはスイング動作させるプログラムを含むことができる。

[0033] 合成プログラム演算部２２は、加工プログラム３０を解析して円形溝Ｇを

ワークＭの上面に形成するための円形工具経路ＴＰを規定するコードを抽出する。更に、合成プログラム演算部２２は、反転位置分散プログラム３２を解析してＣ軸送りのコードを抽出する。合成プログラム演算部２２は、更に、抽出したＣ軸送りのコードから、加工プログラム３０における円形溝Ｇのための円形工具経路ＴＰの原点の変化、例えば、図３の例では、円形工具経路ＴＰを表す位置ベクトル$V_{P(TP)}$にＣ軸の中心軸線方向から見た円形溝Ｇの中心Ｏの位置ベクトル$V_{P(CO)}$を加え、新たな工具経路（合成工具経路）を演算して合成プログラムを生成する。位置ベクトル$V_{P(CO)}$の大きさは、Ｃ軸の中心と円形溝Ｇの中心Ｏとのずれ量に相当する。生成された合成プログラムには、Ｃ軸の中心と円形溝Ｇの中心Ｏとがずれてワークが回転テーブル１２０に取り付けられていても、工具とワークとの相対位置が加工すべき円形工具経路ＴＰから逸脱しないように、Ｃ軸の回転送りに合わせてずれ量を補正するＸ軸およびＹ軸の同時制御の移動指令が加工すべき円形工具経路ＴＰのＸ軸およびＹ軸の同時制御の移動指令に付加されている。尚、Ｃ軸の中心と円形溝Ｇの中心Ｏとが一致するようにワークＭが回転テーブル１２０に取り付けられていれば、加工プログラム３０と反転位置分散プログラム３２とを単純に合成すればよい。合成プログラム演算部２２は、合成プログラムをＮＣ装置１０の読取解釈部１２および反転位置シミュレーション部２４へ出力する。合成プログラム演算部２２は請求項８に記載の重畳部に相当する。

[0034] ＮＣ装置１０は、既述したように、合成プログラム演算部２２からの合成プログラムに基づいて、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸およびＣ軸の各サーボモータ１１４、１１６、１１８および１２２を制御する。反転位置シミュレーション部２４は、合成プログラム演算部２２からの合成プログラムに基づいてワークＭに形成される加工面および該加工面に発生する反転痕の位置をグラフィックおよび／または数値で表示する。Ｘ軸サーボモータ１１４またはＹ軸サーボモータ１１６が反転するときの工具経路上のＸ、Ｙ、Ｃ軸位置を演算して表示するのである。

[0035] 従来技術では、例えば、図３に示したＯリングを成形するための金型とし

てワークＭの上面に円形溝Ｇを回転工具Ｔとしてのボールエンドミルによって形成する場合、反転痕は、図５においてハッチングで示すように、ＸＹ平面内で円形溝Ｇの中心Ｏに関する各象限間の４箇所の境界ＱＢに沿って集中的に発生する。これに対して、本実施形態によれば、図４に示すように、反転痕ＱＰは円形溝Ｇの表面に沿って略一様に分散する。一様に分散させるために、表示部２６に表示される反転痕の分散具合を見て、反転位置分散プログラム３２のＣ軸の回転方向や回転速度を調整する必要がある。表示部２６があることにより、この調整作業がし易くなる。例えば、外径φ１．５ｍｍのボールエンドミルを用い、内径φ４９．６ｍｍ、溝幅５．７ｍｍの円形溝Ｇを加工する加工プログラム３０におけるピックフィード部分を除いた円形工具経路ＴＰが、Ｏを中心とした３００本の同心円であり、工具Ｔが３００回円形工具経路ＴＰに沿って周回する間に、１周回当り４個の反転痕が隣接する円形工具経路ＴＰごとに少しずつずれて発生し、円形溝Ｇ全体で略一様に分散して見えるように、シミュレーションと表示を繰り返し、試行錯誤的に上記の調整作業を行えばよい。従来は、反転痕を分散させていなかったため、円形溝Ｇに９０°おきに４箇所の半径方向のすじが発生していて、このすじを除去する磨き作業が大変であったが、本発明の加工方法を用いることにより磨き作業が不要になる。

[0036] 次に、図６を参照して、本発明の工作機械の制御装置の第２の実施形態を説明する。

第２の実施形態において、図１のＮＣ装置１０と工具経路生成装置２０は、２系統制御タイプのＮＣ装置４０によって置換されている。ＮＣ装置４０は、第１と第２の読取解釈部４２、４４、重畳部４６、補間部４８、反転位置シミュレーション部５０、サーボ制御部５２、表示部５４および干渉判定部５６を具備している。

[0037] 第１の読取解釈部４２は、加工プログラム３０を読取り解釈して第１移動指令を重畳部４６へ出力する。この移動指令は、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸の直交３軸方向の送り量と送り速度とを含んでいる。第２の読取解釈部４４は反転位

置分散プログラム３２を読取り解釈して第２移動指令を重畳部４６へ出力する。この第２移動指令はＣ軸の回転送りの方向と速度とを含んでいる。

[0038] 重畳部４６は、第１と第２の読取解釈部４２、４４から出力される移動指令を重ね合わせる。つまり、第１の実施形態と同様に、例えば、図３の例において、円形工具経路ＴＰを表す位置ベクトル$V_{P(TP)}$にＣ軸の中心軸線方向から見た円形溝Ｇの中心Ｏの位置ベクトル$V_{P(CO)}$を加えた重畳移動指令と、Ｃ軸の回転移動指令とを補間部４８に出力する。補間部４８は、受け取った重畳移動指令およびＣ軸の回転移動指令の各々を補間演算し位置指令をサーボ制御部５２に出力する。サーボ制御部５２は、受け取ったＸ軸、Ｙ軸、Ｚ軸およびＣ軸の各位置指令から工作機械１００のＸ軸、Ｙ軸、Ｚ軸およびＣ軸の各送り軸を駆動するための電流値を出力し、これがＸ軸、Ｙ軸、Ｚ軸およびＣ軸のサーボモータ１１４、１１６、１１８および１２２に出力される。重畳部４６からの重畳移動指令は、実際の加工に先立って反転位置シミュレーション部５０でシミュレーション演算され、反転痕の発生する位置が表示部５４に表示される作用は、第１の実施形態と同様である。また、干渉判定部５６も第１の実施形態の干渉判定部２８と同様に作用する。

[0039] 重畳部、反転位置シミュレーション部、表示部は、第１の実施形態のように工具経路生成装置２０、つまりＣＡＭ装置側に設けられる場合と、第２の実施形態のようにＮＣ装置側に設けられる場合とがある。

[0040] 既述の実施形態では、Ｏリングを成形するための金型の加工に本発明を適用しているが、本発明はこれに限定されない。例えば、本発明は、図７、８示すような３次元曲面を形成するためにも適用することができる。図７、８において、ワークＭは滑らかな波形をした上面または加工面Ｓを有している。特に、上面または加工面Ｓは、図８に示すように、Ｘ軸、Ｚ軸を含む平面（Ｘ－Ｚ平面）に平行な平面で切断した断面において、中心Ｏと交差するようにＹ軸方向に延びる凹所ＲＹと、凹所ＲＹの両側部にＹ軸方向に延びる２つの畝部Ｒ1、Ｒ2を有している。

[0041] こうしたワークＭを必須の送り軸としてのＸ軸、Ｙ軸、Ｚ軸の直動送り軸

を制御して図７に示すような同心円状の複数の工具経路ＴＰに沿って工具Ｔをワークｍに対して相対移動させて加工する場合、Ｘ軸、Ｙ軸送りモータの各々の回転方向の反転時に形成される反転痕ＴＳｘ、ＴＳｙ（図９、１０）に加えて、Ｚ軸送りモータの回転方向が反転するときに、図１１、１２に示すような反転痕ＴＳｚが形成される。

[0042] 図９、１０に示す反転痕ＴＳｘ、ＴＳｙは、既述したように、Ｃ軸を制御することによってＣ軸回転送りの方向に分散させることが可能である。然しながら、Ｚ軸送りモータの反転時に形成される反転痕ＴＳｚは、Ｃ軸の制御では分散させることができない。そこで、反転痕ＴＳｚを分散させるために、図１３に示す実施形態では、Ｚ軸送り装置に加えて、クイル１０９を主軸頭１１０に対して鉛直方向に相対的に上下動させる余剰送り軸としてのW軸送り装置を有している。

[0043] 図１３において、工作機械１００′は、余剰送り軸を提供するW軸送り装置として、ボールねじ（図示せず）と、該ボールねじの一端に連結されたW軸サーボモータ１１１が設けられており、クイル１０９には、前記ボールねじに係合するナット（図示せず）が取り付けられている。主軸頭１１０には、また、クイル１０９のW軸方向の座標位置を測定するW軸スケール（図示せず）が取り付けられている。ワークｍから見た工具（ボールエンドミル）Ｔの相対的な位置をｘ、ｙ、ｚ、各軸の指令値をｍｘ、ｍｙ、ｍｚ、ｍｗとすると、W軸を加えることによって、ｘ＝ｍｘ、ｙ＝ｍｙ、ｚ＝ｍｚ＋ｍｗとなる。W軸を加えることによって、ワークｍに対するＺ軸方向の相対位置は指令値ｍｚ、ｍｗの組合せによって決定され、１つのＺ軸方向の相対位置を与える組合せは無限に存在する。例えば、ｍｚ＝１０、ｍｗ＝－５という指令値の組合せと、ｍｚ＝－７、ｍｗ＝１２という指令値の組合せは、ワークｍに対するＺ軸方向の相対位置という観点からは等価である。

[0044] 図１３の工作機械１００′によって図７～図１２のワークｍを加工する場合、回転工具としてのボールエンドミルＴをＸ軸、Ｙ軸およびＺ軸の３つの直動送り軸を制御して、該ボールエンドミルＴを１つの工具経路ＴＰに沿っ

てワークＭに対して相対移動させ、次いで、ボールエンドミルＴにＸ軸およびＺ軸方向にピックフィードＰＦを与え、Ｘ軸、Ｙ軸およびＺ軸の３つの直動送り軸を制御して隣接する次の工具経路ＴＰに沿ってボールエンドミルＴをワークＭに対して相対移動させ、これを繰り返してワークＭに滑らかな波形をした上面または加工面Ｓを形成するための加工プログラムである。個々の工具経路ＴＰは、Ｚ軸に垂直な平面（Ｘ－Ｙ平面）に投影すると円形となっている。つまり、Ｘ軸およびＹ軸は、円周に沿ってボールエンドミルＴを送るように制御され、その間、Ｚ軸は、ボールエンドミルＴの先端が波形の上面Ｓに追従するように制御される。

[0045] これに対して、反転位置分散プログラム３２は、ワークＭの加工中に生じる反転痕を加工面の全体に分散し、特定の部位に集中しないようにするために、Ｃ軸方向に回転テーブル１２０を回転させる（ワークＭをＣ軸方向に回転送りする）と共に、Ｚ軸およびW軸を制御して、Ｚ軸送り装置の反転時に形成される反転痕ＴＳzを加工面Ｓの全体に分散させるためのプログラムである。つまり、１つのＺ軸方向の相対位置に対して指令値ｍｚ、ｍｗの組合せは無限に存在するので、本来のＺ軸への指令値をＺ軸とW軸とに適当に分配することによって、Ｚ軸サーボモータ１１８の反転位置をワークＭの加工面Ｓの全体に分散させることが可能となる。

[0046] 次に、図１４を参照すると、本発明の更に他の実施形態による工作機械１００″は、余剰送り軸としてのＣ軸を形成する回転テーブル１２０が同軸に設けられた第１と第２の回転テーブル１２１、１２３を具備している。この実施形態では、第１と第２の回転テーブル１２１、１２３は互いに反対方向に、図１４の例では第１の回転テーブル１２１が時計回りの方向Ｃ１へ、第２の回転テーブル１２３が半時計回りの方向Ｃ２に回転するようになっている。第１の回転テーブル１２１への指令値をｃ１、第２の回転テーブル１２３への指令値をｃ２とすると、ｃ１＋ｃ２がＣ軸への指令値となり、ワークＭの回転量となる。このように、回転テーブル１２０を同軸に設けられ互いに反対方向に回転する第１と第２の回転テーブル１２１、１２３によって形

成することによって、モータの回転方向を反転させることなく、Ｃ軸を制御可能となり、反転痕を発生させることなく加工が可能となる。

[0047] 既述した実施形態では、Ｚ軸に平行な軸線周りの回転送り軸であるＣ軸を回転させて円形溝Ｇや波形の加工面に生じる反転痕を分散させるようにしたが、本発明はこれに限定されず、例えば図１５に示す工作機械１００^{3}のように、Ｙ軸に平行な軸線周りの回転送り軸であるＢ軸を回転させるようにしてもよい。図１５は、回転工具Ｔとしてボールエンドミルを用い、Ｙ軸に平行な中心軸線Ｒを有した半円筒状の外周面ＳをワークＭに加工する例を示している。工作機械１００^{3}の回転テーブル１２０は、Ｙ軸スライダ１０６にＢ軸を中心として揺動可能に取り付けられた揺動部材１３０の上面に取り付けられており、回転テーブル１２０の上面にワークＭがその中心軸線ＲがＹ軸と平行になるように取り付けられる。

[0048] 図１５の工作機械１００^{3}では、ワークＭの外周面を加工する場合には、加工プログラム３０は、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸を回転工具Ｔとしてのボールエンドミルを Ｙ軸方向のピックフィードＰＦを与えつつＹ軸に平行なワークＭの中心軸線Ｒを中心とする複数の円弧に沿ってワークＭに対して相対送りさせる加工プログラムである。つまり、前記複数の円弧の１つに沿って加工する間は、Ｙ軸送り装置は固定されており、Ｘ軸とＺ軸の２つの直動送り軸のみが制御される。その間、Ｃ軸は固定されている。反転位置分散プログラム３２は、揺動部材１３０をＹ軸に平行な軸線周りの回転送り軸であるＢ軸方向に往復回転動作またはスイング動作させるプログラムとなる。

[0049] 従来技術では、図１５のような加工を行う場合、反転痕は、ワークＭの外表面において最も高い位置に中心軸線Ｒに平行な直線に沿って集中的に発生する。これに対して、本実施形態によれば、反転痕はワークＭの外周面Ｓに沿って略一様に分散する。

[0050] 他の変形例として、回転テーブル１２０上に円錐形のワークを取り付け、ボールエンドミルにらせん形の工具経路を付与してワークの円錐外周面を加工する場合にも、反転痕の位置を工具経路に沿って分散させることができる

。この場合の隣接する工具経路は、らせんのリードだけ離れた１周分の工具経路のことを指す。また、ワークの加工面が平面で、工具経路が円形やうず巻き形等の象限の切替わりを伴う形状の場合にも、同様に反転痕の発生位置を工具経路に沿って分散させることができる。

[0051] 更に、図１５に示した実施形態による工作機械１００^{3}は、図１６のような、直方体状のブロックの上面に凹所Ｒが形成された、例えばレンズ金型のようなワークＭを形成するために有効である。図１７に示すように、Ｙ軸およびＺ軸を制御して、凹状の底面（加工面Ｓ）に沿う矢印ＰＤ方向に延びる複数の曲線状の工具経路ＴＰに沿って工具（ボールエンドミル）Ｔを送ることによってワークＭを加工する場合、加工面Ｓには、各工具経路ＴＰにおいて最も低い位置に反転痕ＴＳが形成され、この反転痕ＴＳはＸ軸方向に１列に配置される。既述した実施形態のようにＣ軸を回転しても、この反転痕ＴＳの位置は図１８に示すように変化することがない。

[0052] そこで、図１５の工作機械１００^{3}では、図１９に示すように、揺動部材１３０をＢ軸方向に所定の角度θ_B、例えば１０°傾斜させた状態でＣ軸を回転させるようにしている。これによって、図２０に示すように、領域Ｄの範囲内で反転痕ＴＳをＣ軸方向に分散させることが可能となる。このように、図１５の工作機械１００^{3}において、Ｂ軸方向に揺動部材１３０を傾斜させてＣ軸を回転することによって、ワークＭに凹所Ｒを加工する場合には、加工プログラム３０は、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸を回転工具Ｔとしてのボールエンドミルを Ｘ軸方向のピックフィードＰＦを与えつつＹ軸方向の複数の円弧曲線に沿ってワークＭに対して相対送りさせる加工プログラムである。反転位置分散プログラム３２は、Ｂ軸を所定の角度θ_B傾け、Ｃ軸を所定回数回転させるプログラムである。この加工プログラム３０と反転位置分散プログラム３２とを重畳させたときの工具経路は、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸、Ｃ軸の４軸同時制御となり、Ｃ軸が回転しながら、矢印ＰＤ方向の曲線と、矢印ＰＤと直交する方向のピックフィードとが生成される。このレンズ金型のような加工面を加工するときは、必須送り軸をＸ軸、Ｙ軸、Ｚ軸の直交３軸とし、余剰送り軸を

Ａ軸またはＢ軸とＣ軸の２つの回転送り軸とすれば、反転痕を分散させることができ、通常の５軸マシニングセンターで加工することができる。

[0053] 本実施形態では、回転工具としてボールエンドミルを用いる切削加工について述べたが、軸付き砥石を用いる研削加工や、非回転工具であるヘール工具を用いた３次元平削り加工にも本発明は適用できる。

符号の説明

[0054]

１０　ＮＣ装置
１２　読取解釈部
１４　補間部
１６　サーボ制御部
２０　工具経路生成装置
２２　合成プログラム演算部
２４　反転位置シミュレーション部
２６　表示部
３０　加工プログラム
３２　反転位置分散プログラム
１００　工作機械
１０２　ベッド
１０４　コラム
１１０　主軸頭
１１２　主軸
１２０　回転テーブル

請求の範囲

[請求項1] 工具とワークとを相対移動させてワークを加工する加工方法において、

ワークの加工になくてはならない必須送り軸と、必須ではない少なくとも１つの余剰送り軸を用い、工具経路ごとに送りモータの反転位置を分散させる、または送りモータの反転動作をなくしてワークを加工することを特徴とした加工方法。

[請求項2] 前記必須送り軸は、互いに直交するＸ軸、Ｙ軸、Ｚ軸の３つの直動送り軸でなり、前記余剰送り軸は、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸と平行な軸線周りに回転するＡ軸、Ｂ軸、Ｃ軸のうち少なくとも１つの回転送り軸でなり、工具経路ごとに送りモータの反転位置を分散させる請求項１に記載の加工方法。

[請求項3] 前記必須送り軸は、互いに直交するＸ軸、Ｙ軸、Ｚ軸の３つの直動送り軸でなり、前記余剰送り軸は、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸と平行な∪軸、∨軸、Ｗ軸のうち少なくとも１つの直動送り軸でなり、工具経路ごとに送りモータの反転位置を分散させる請求項１に記載の加工方法。

[請求項4] 前記必須送り軸は、互いに直交するＸ軸、Ｙ軸、Ｚ軸の３つの直動送り軸でなり、前記余剰送り軸は、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸と平行な軸線周りに回転するＡ軸、Ｂ軸、Ｃ軸のうち少なくとも１つの回転送り軸でなり、前記余剰送り軸は、同軸上に設けられ互いに反対方向に回転する２つの送りモータを含んでいる請求項１に記載の加工方法。

[請求項5] 前記必須送り軸により曲線状の工具経路を形成し、前記余剰送り軸により前記工具経路ごとに送りモータの反転位置を分散させる請求項２に記載の加工方法。

[請求項6] ワークを加工するための工具経路に沿った前記必須送り軸の動作と、前記工具経路ごとに送りモータの反転位置を分散させる前記余剰送り軸の動作とを、前記工具経路の前記ワークに対する相対位置が変化しないように重畳させる請求項２に記載の加工方法。

[請求項7] 前記必須送り軸により曲線状の工具経路を形成し、前記余剰送り軸がＡ軸またはＢ軸とＣ軸の２つの回転送り軸であり、Ａ軸またはＢ軸を所定の回転角度に割り出してワークを傾け、その姿勢でワークをＣ軸方向に回転させ、前記工具経路の前記ワークに対する相対位置が変化しないように、前記必須送り軸の動作と前記余剰送り軸の動作とを重畳させる請求項２に記載の加工方法。

[請求項8] ワークの加工になくてはならない必須送り軸と、必須ではない少なくとも１つの余剰送り軸を有し、工具とワークとを相対移動させてワークを加工する工作機械の制御装置であって、

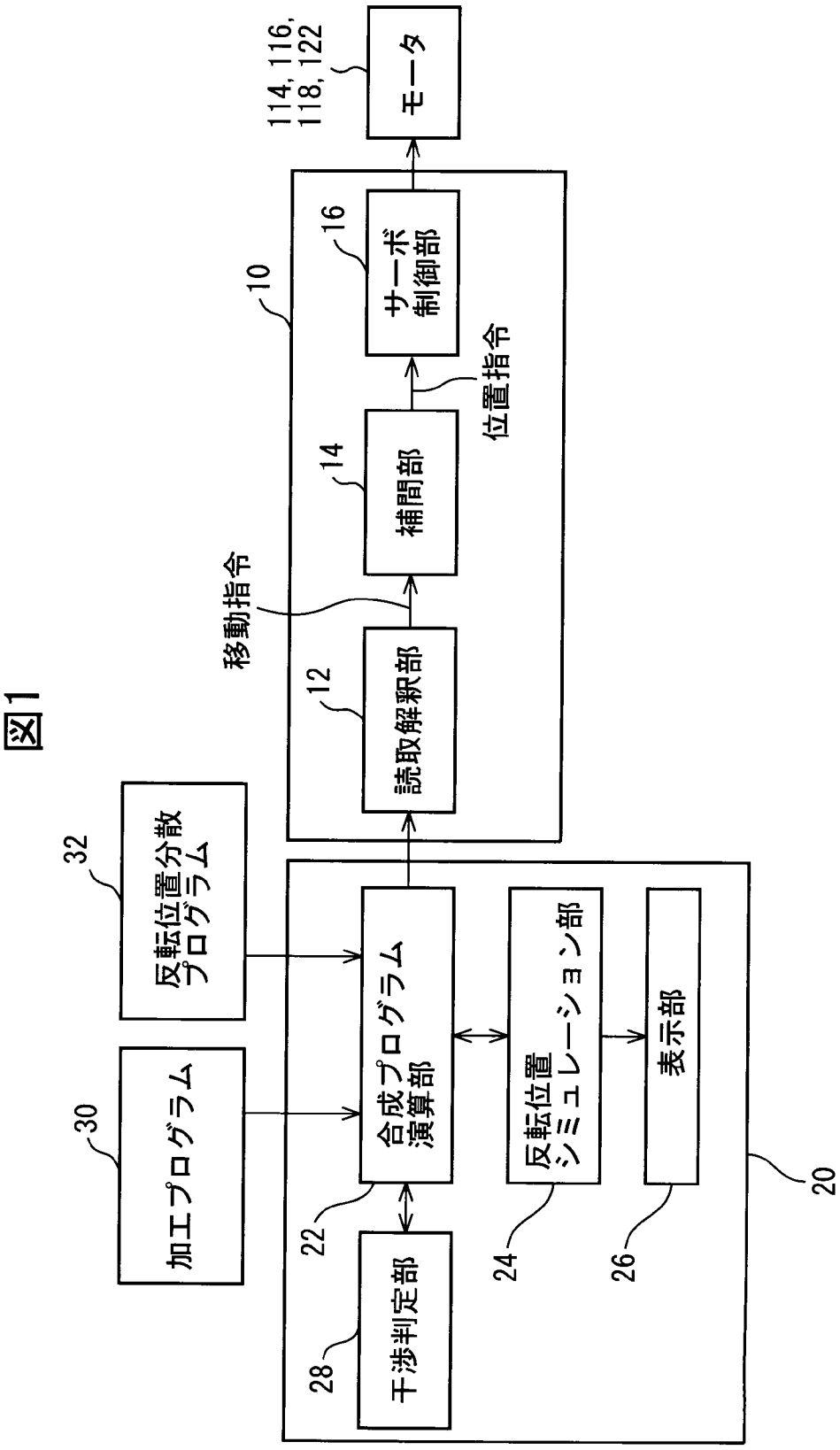
前記必須送り軸による加工プログラムを実行する間、前記余剰送り軸の動作を含む反転位置分散プログラムを実行し、ワークの加工面における送りモータの反転位置を分散させる重畳部を具備することを特徴とした工作機械の制御装置。

[請求項9] 前記重畳部により前記加工プログラムの動作と反転位置分散プログラムの動作とが重畳されたとき、前記加工面における送りモータの反転位置を工具経路ごとに演算する反転位置シミュレーション部と、演算された送りモータの反転位置を表示する表示部とをさらに具備する請求項８に記載の工作機械の制御装置。

[請求項10] 工具の切刃がない部分とワークとの干渉チェックを行う干渉判定部をさらに具備する請求項９に記載の工作機械の制御装置。

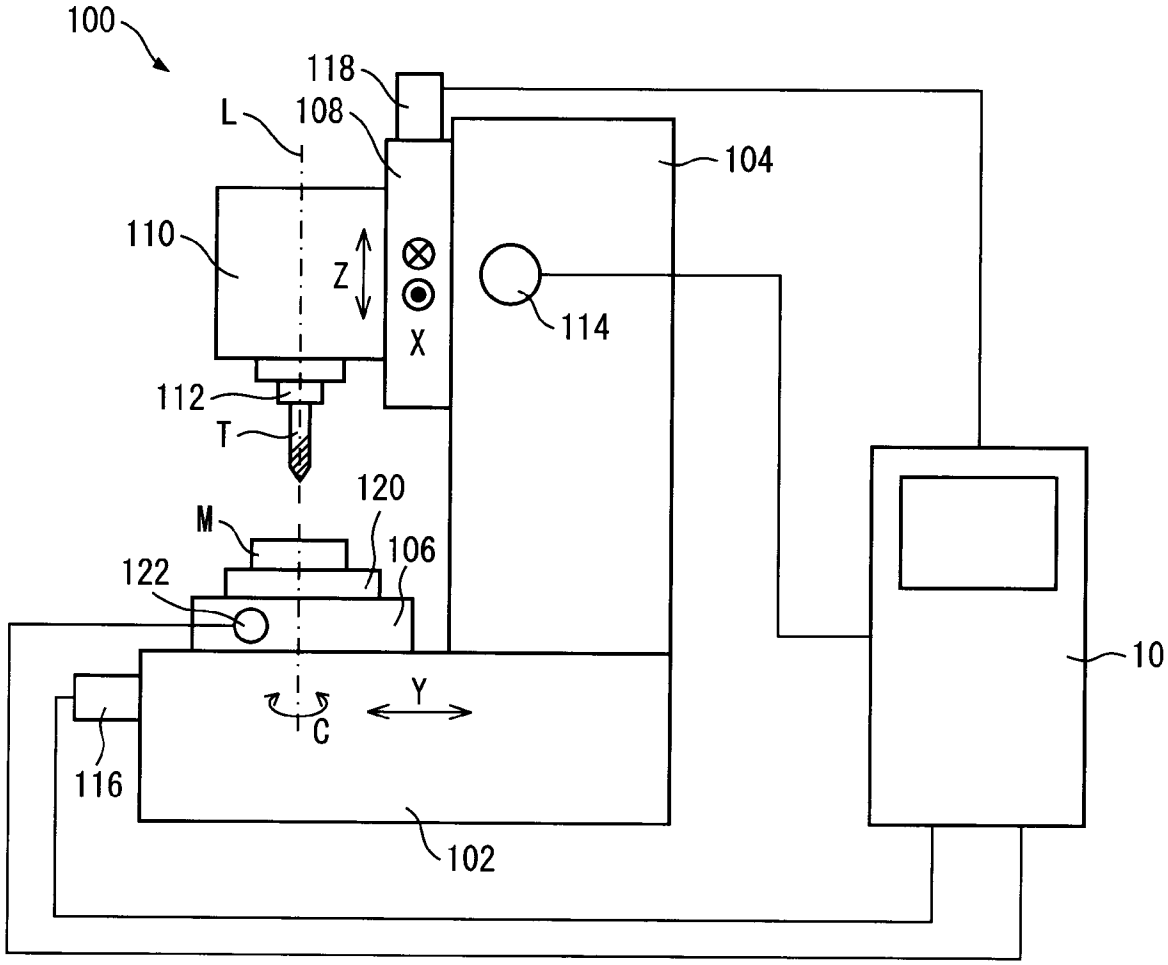
[図1]

図1


114, 116, 118, 122
モータ
16
サーボ制御部
10
位置指令
14
補間部
移動指令
12
読取解釈部
32
反転位置分散プログラム
30
加工プログラム
合成プログラム演算部
反転位置シミュレーション部
表示部
22
24
26
28
干渉判定部
20

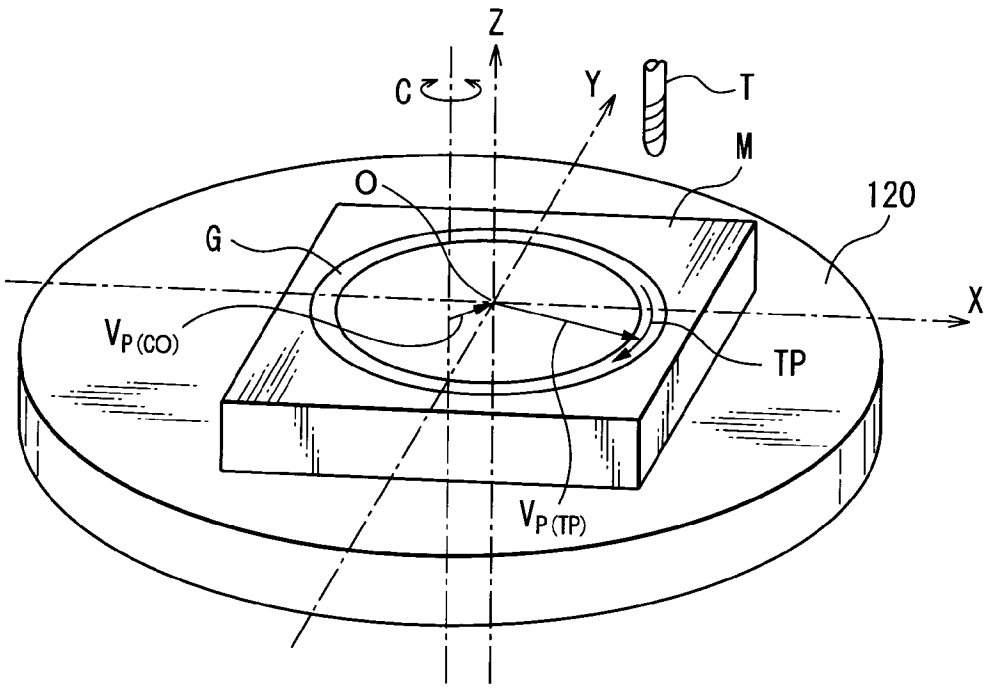
[図2]

図2



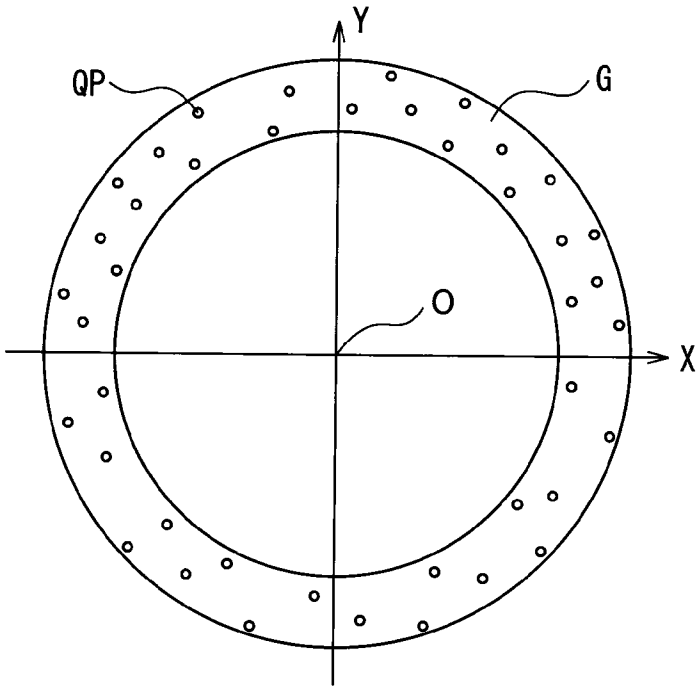
[図3]

図3



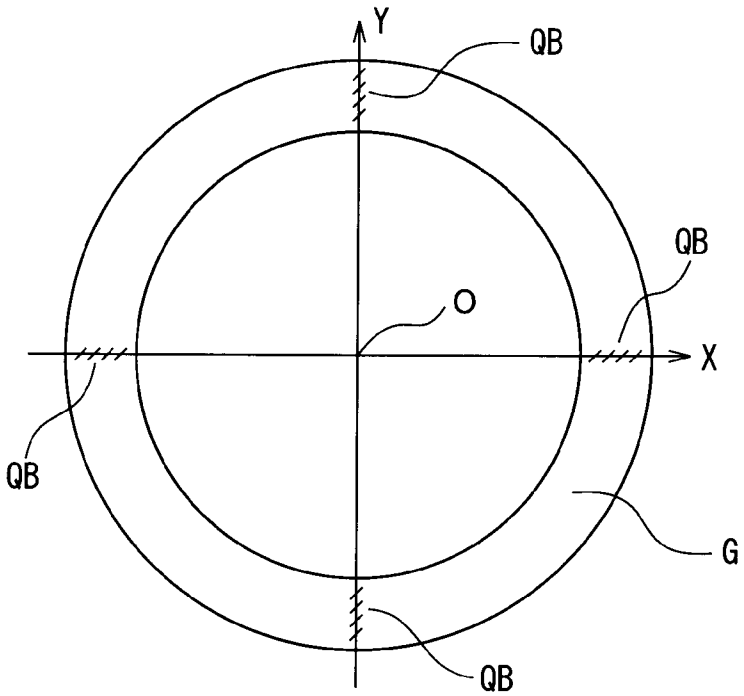
[図4]

図4



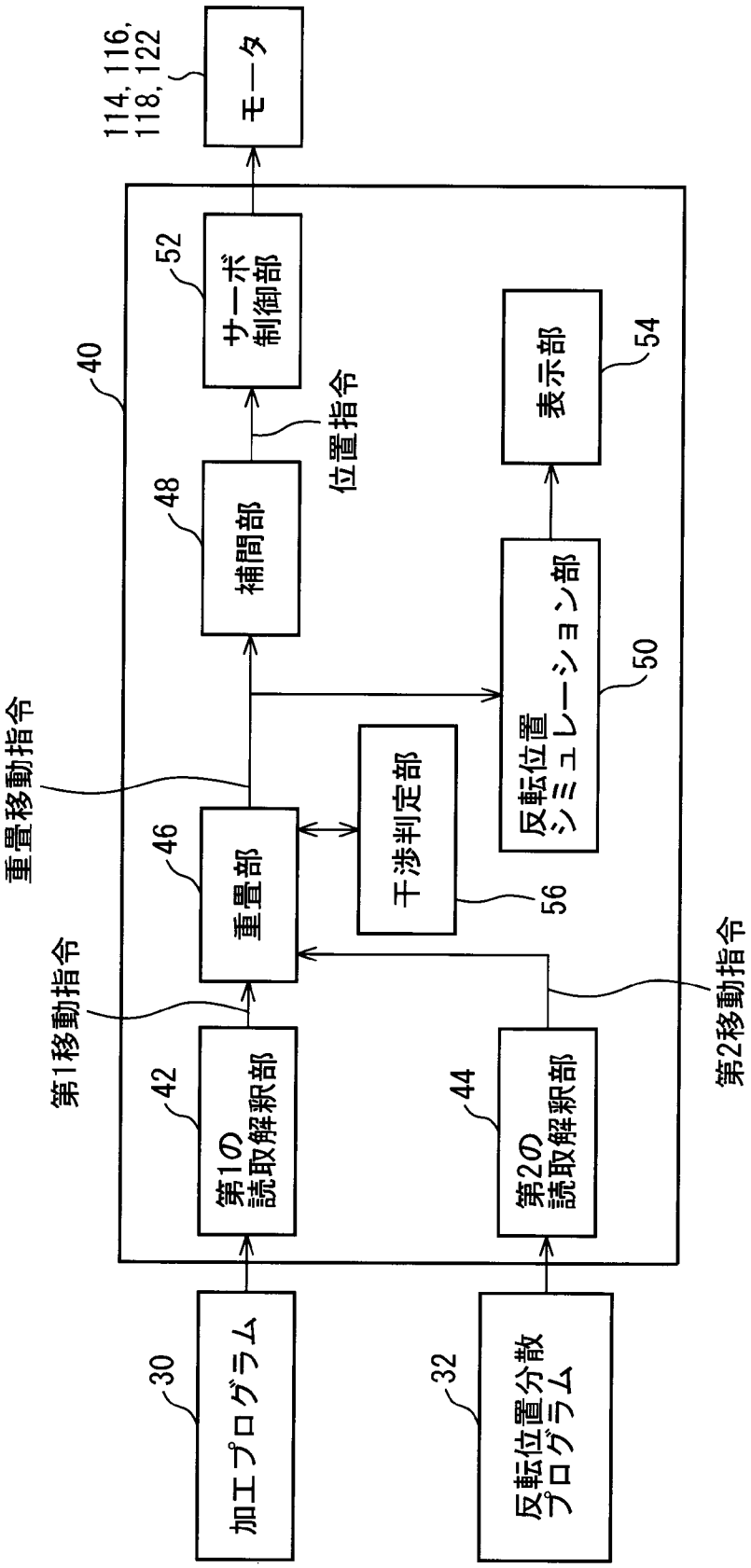
[図5]

図5



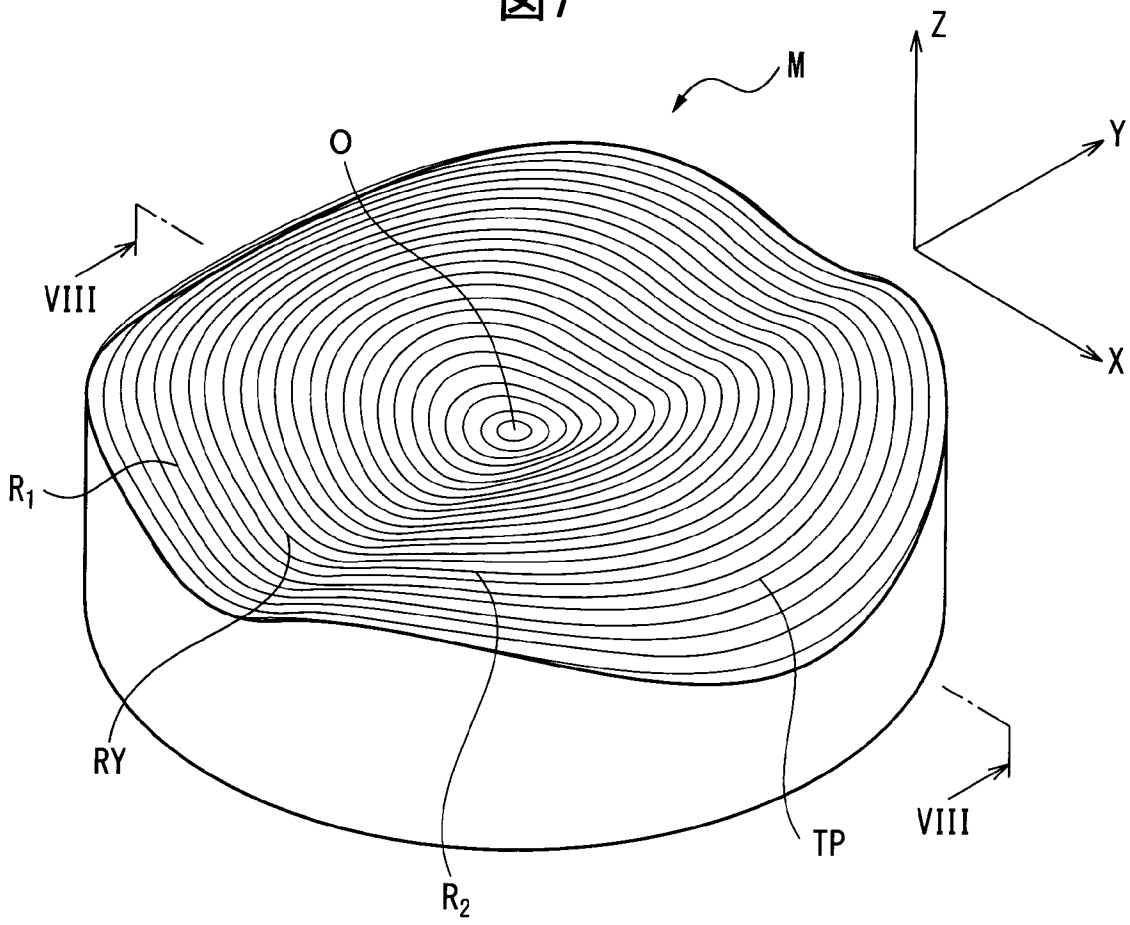
[図6]

図6


114, 116, 118, 122
モータ
52
サーボ制御部
40
位置指令
48
補間部
54
表示部
重畳移動指令
46
重畳部
干渉判定部
56
反転位置シミュレーション部
50
第1移動指令
42
第1の読取解釈部
44
第2の読取解釈部
第2移動指令
30
加工プログラム
32
反転位置分散プログラム

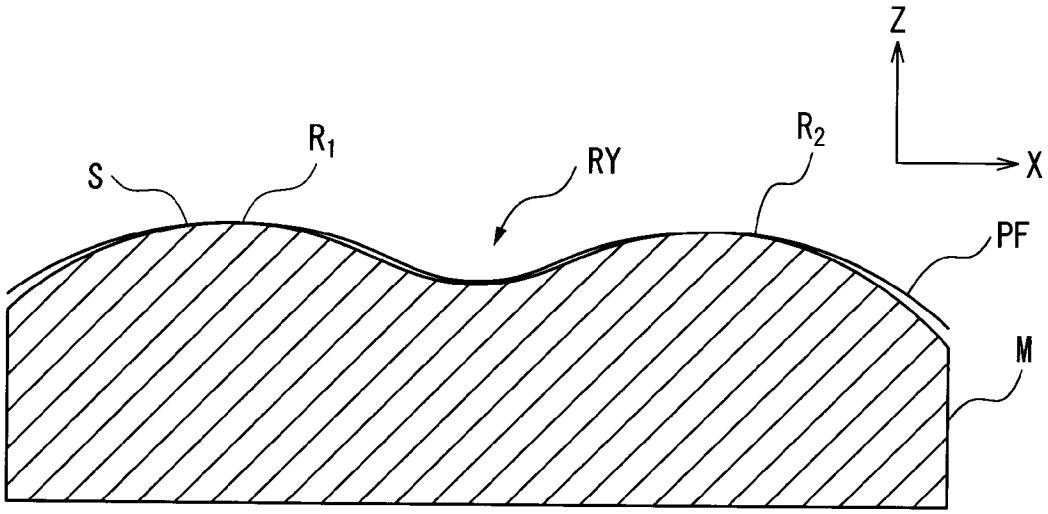
[図7]

図7



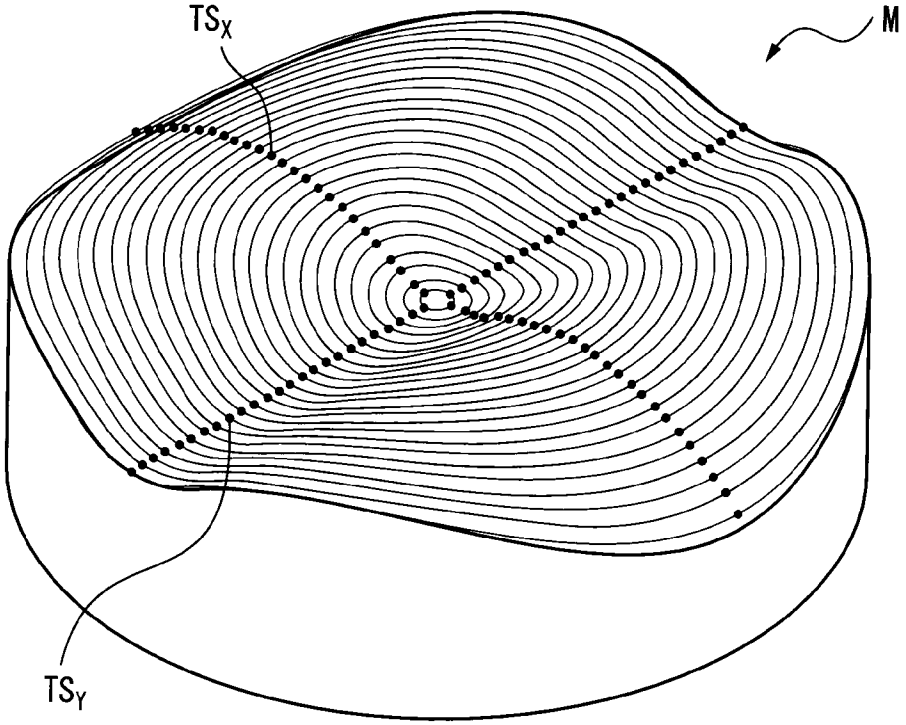
[図8]

図8



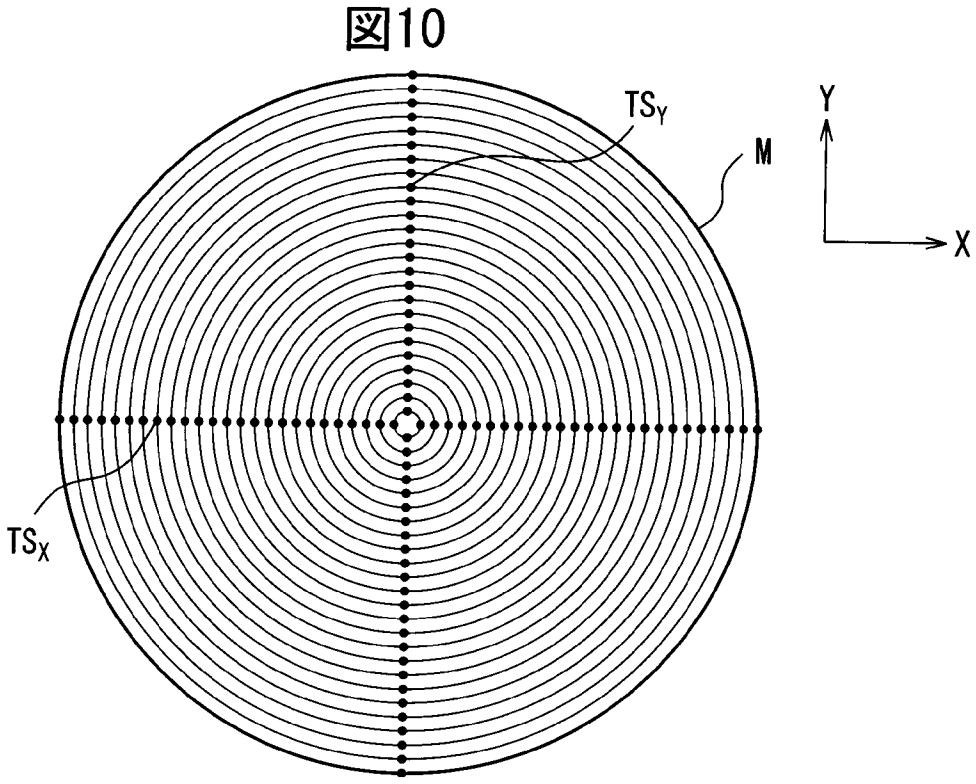
[図9]

図9



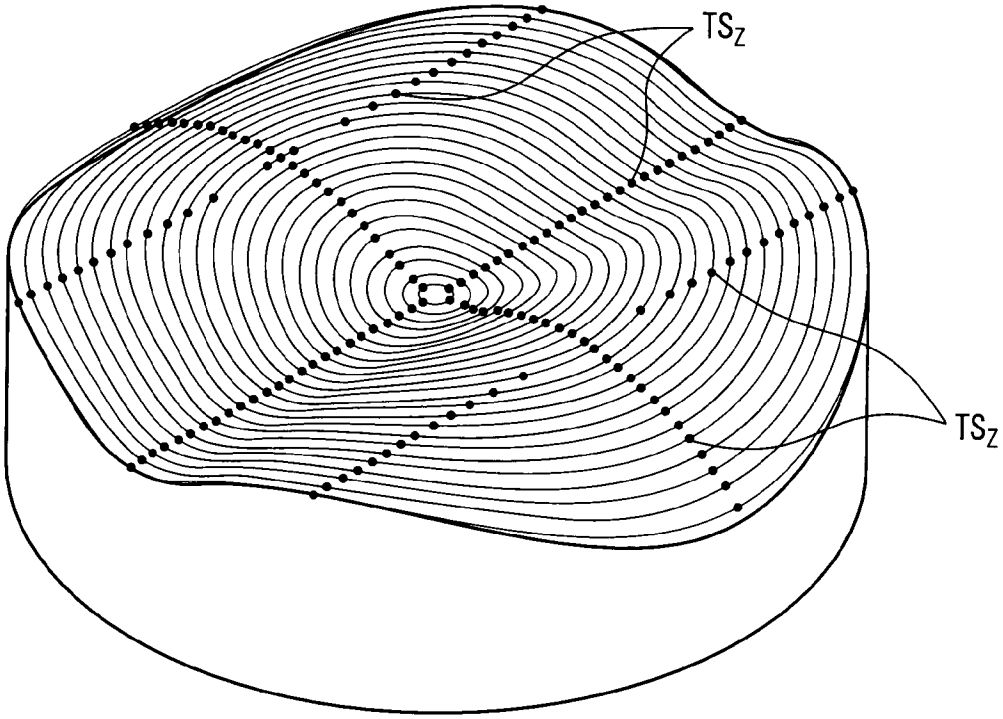
[図10]

図10



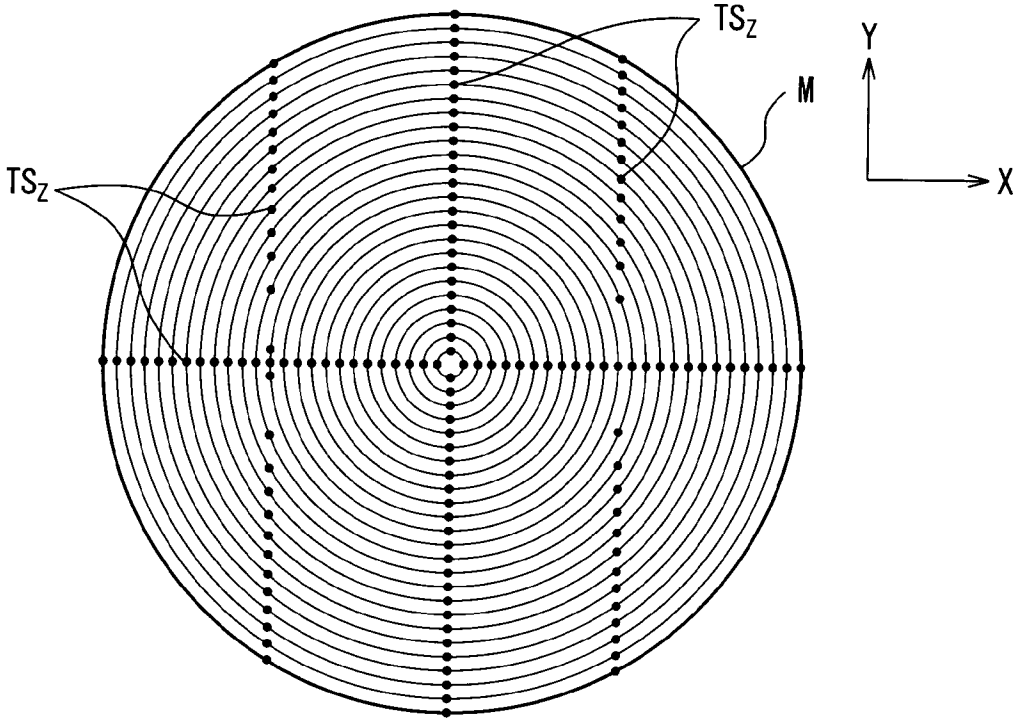
[図11]

図11



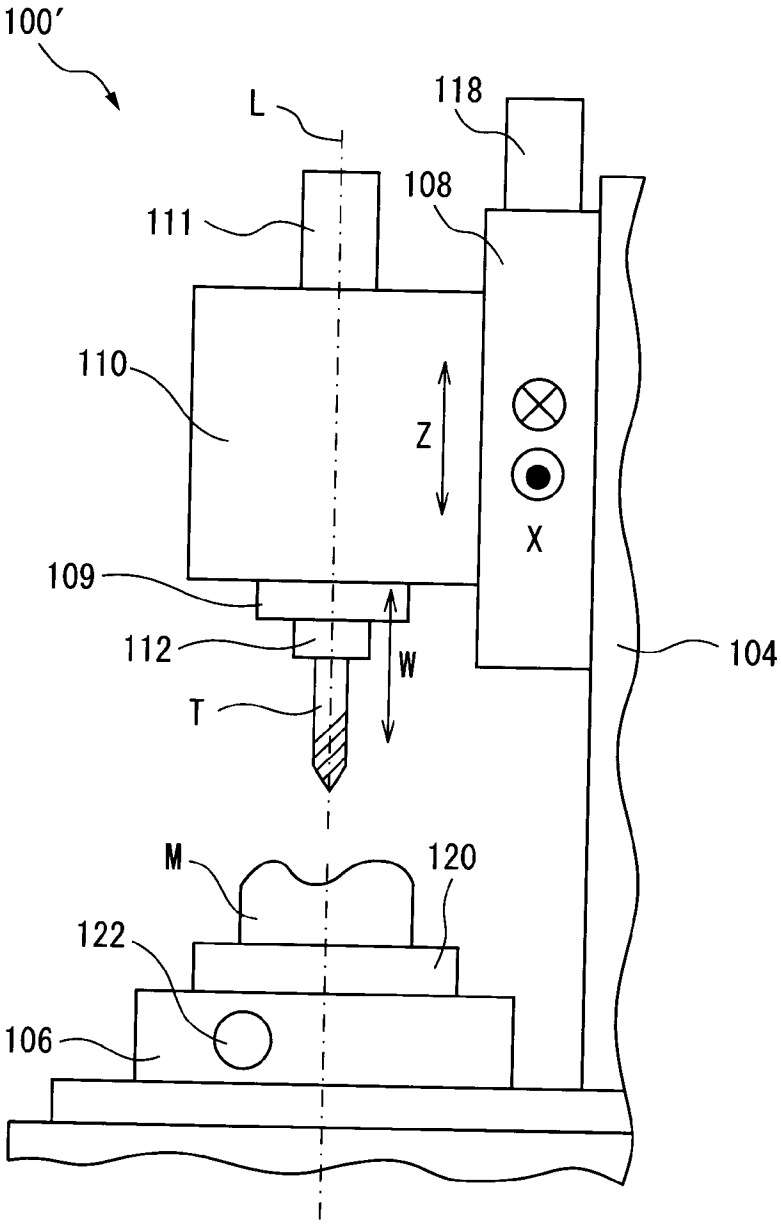
[図12]

図12



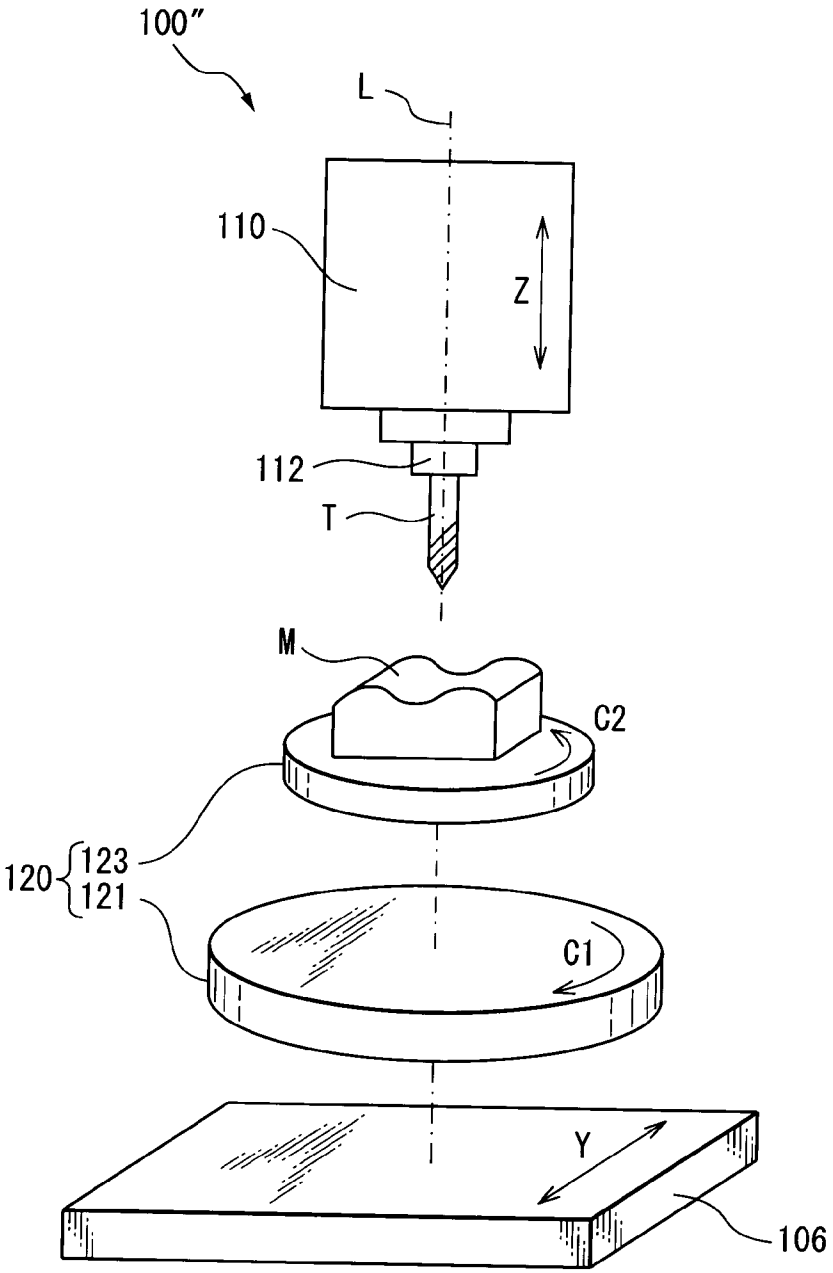
[図13]

図13



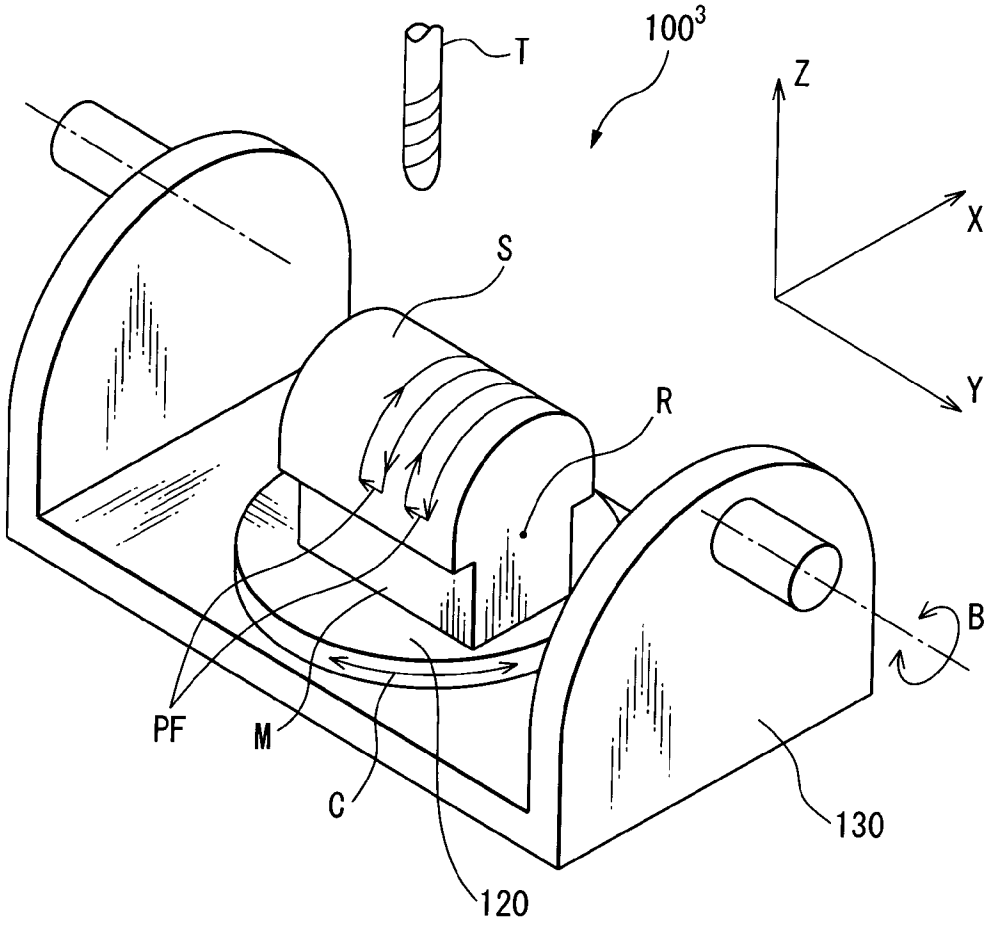
[図14]

図14



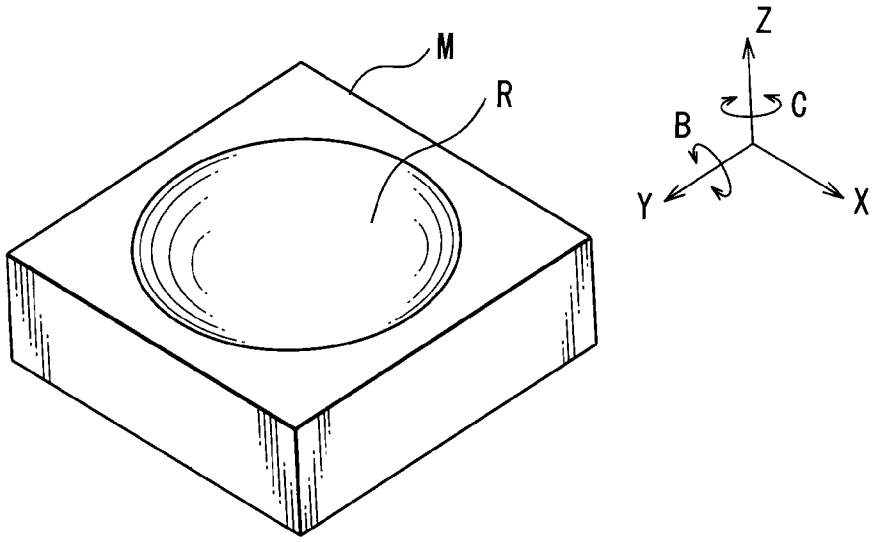
[図15]

図15



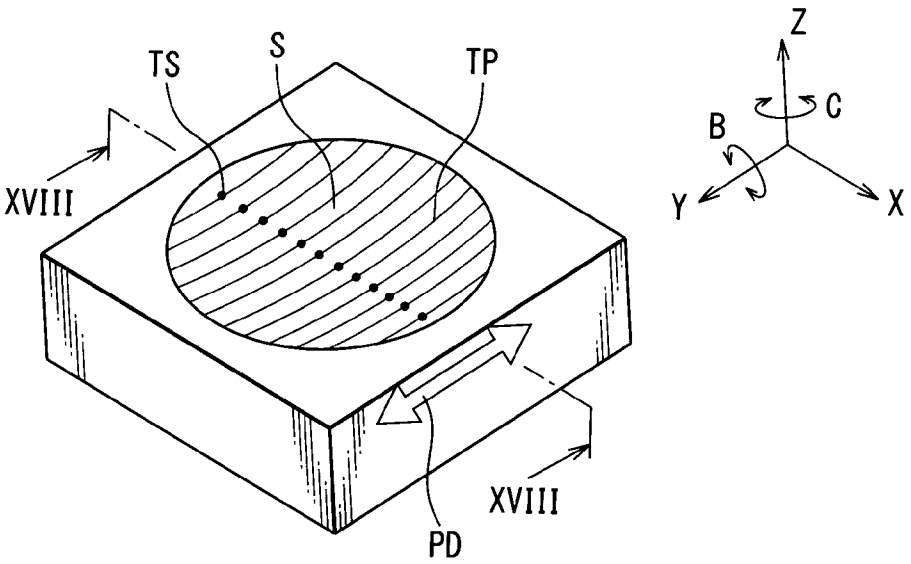
[図16]

図16



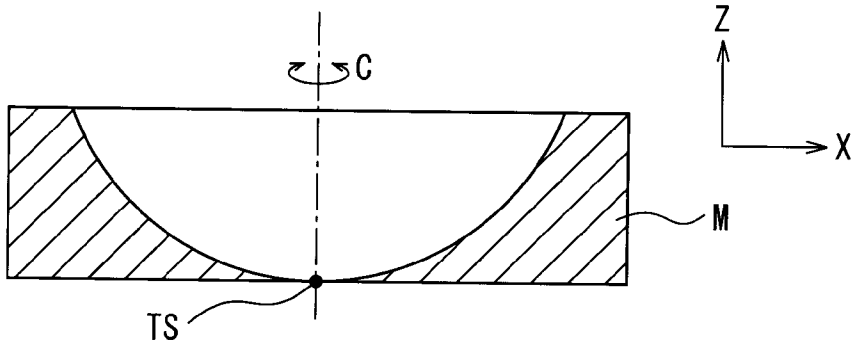
[図17]

図17



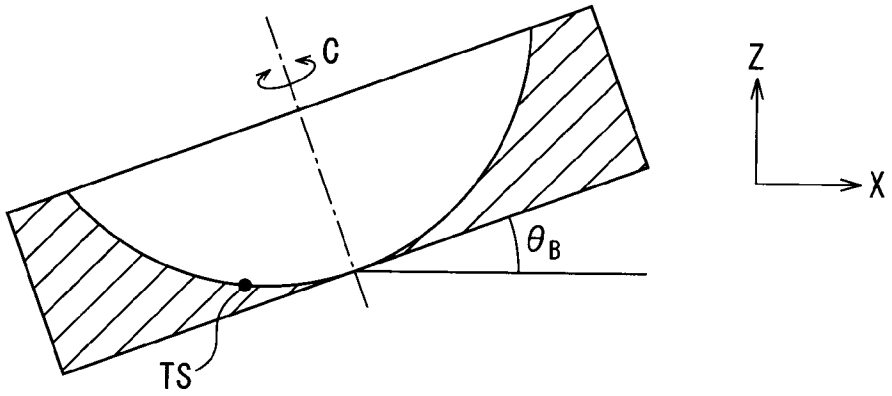
[図18]

図18



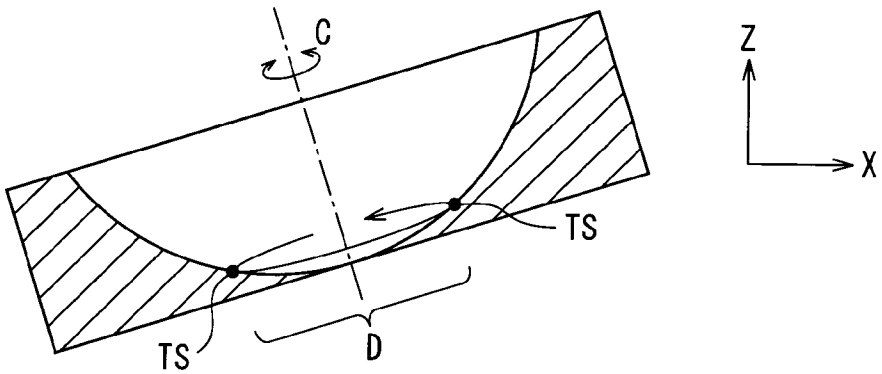
[図19]

図19



[図20]

図20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/071406

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G05B19/18(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G05B19/18-19/416, G05B19/42-19/46, B23Q15/00-15/28, B23C1/00-9/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 A	JP 2011-022898 A (the Doshisha), 03 February 2011 (03.02.2011), paragraphs [0001], [0014], [0022] to [0025], [0036] to [0049]; fig. 1 to 9 (Family: none)	1-2 3-10
A	JP 2010-049599 A (Tokyo University of Agriculture and Technology), 04 March 2010 (04.03.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 7-110717 A (Fanuc Ltd.), 25 April 1995 (25.04.1995), entire text; all drawings & US 5598077 A & EP 666642 A1 & WO 1995/005703 A1	1-10

☒ 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	Date of mailing of the international search report
20 October, 2014 (20.10.14)	04 November, 2014 (04.11.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/071406

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-234205 A (Mitsubishi Electric Corp.), 19 August 2004 (19.08.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０７１４０６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G05B19/18(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G05B19/18-19/416, G05B19/42-19/46, B23Q15/00-15/28, B23C1/00-9/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４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 A	JP 2011-022898 A（学校法人同志社）2011.02.03, 段落【０００１】,【００１４】,【００２２】－【００２５】, 【００３６】－【００４９】，第１－９図 (ファミリーなし)	1-2 3-10
A	JP 2010-049599 A（国立大学法人東京農工大学）2010.03.04, 全文，全図 (ファミリーなし)	1-10

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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	国際調査報告の発送日
２０．１０．２０１４	０４．１１．２０１４

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｕ　３９３６
佐藤　彰洋
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６４

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 7-110717 A（ファナック株式会社）1995.04.25, 全文，全図 & US 5598077 A & EP 666642 A1 & WO 1995/005703 A1	1-10
A	JP 2004-234205 A（三菱電機株式会社）2004.08.19, 全文，全図 （ファミリーなし）	1-10