

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5437679号
(P5437679)

(45) 発行日 平成26年3月12日(2014.3.12)

(24) 登録日 平成25年12月20日(2013.12.20)

(51) Int.Cl.			F I		
B 2 3 Q	17/00	(2006.01)	B 2 3 Q	17/00	F
B 2 3 Q	17/20	(2006.01)	B 2 3 Q	17/20	A
G 0 5 B	19/18	(2006.01)	G 0 5 B	19/18	X
G 0 5 B	19/404	(2006.01)	G 0 5 B	19/404	F

請求項の数 12 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2009-82307 (P2009-82307)	(73) 特許権者	502131877
(22) 出願日	平成21年3月30日(2009.3.30)		株式会社 ジェイネット
(65) 公開番号	特開2010-234451 (P2010-234451A)		埼玉県越谷市平方2083番地-1号
(43) 公開日	平成22年10月21日(2010.10.21)	(74) 代理人	100112689
審査請求日	平成24年3月27日(2012.3.27)		弁理士 佐原 雅史
		(74) 代理人	100128934
			弁理士 横田 一樹
		(72) 発明者	長谷川 浩幸
			埼玉県越谷市平方2083番地-1号 株式会社ジェイネット内
		審査官	足立 俊彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 工具の判定装置、ワーク加工装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の工具から選択された工具を回転軸に取り付ける工具選択手段と、
ワークから離れた位置で前記回転軸に取り付けられたまま回転している前記工具を側面から撮影し、回転による残像を含む工具画像を生成する撮影手段と、
前記工具画像を利用して、前記工具選択手段による前記工具の選択の正誤を判定する工具判定手段と、を備えることを特徴とする、
工具の判定装置。

【請求項2】

前記工具判定手段は、
前記工具を正しく回転させた場合の回転軌跡から得られる理想最大外形条件と、前記工具画像とを比較して、前記工具の選択の正誤を判定することを特徴とする、
 請求項1に記載の工具の判定装置。

【請求項3】

前記工具判定手段は、基準工具画像と前記工具画像との比較により前記工具の選択の正誤を判定し、
前記基準工具画像には、
前記工具選択手段による前記工具の選択に先立って回転中の第1工具を側面から撮影され、回転による残像を含む第1基準工具画像と、
前記工具選択手段による前記工具の選択に先立って回転中の第2工具を側面から撮影さ

れ、回転による残像を含む第2基準工具画像と、
が含まれることを特徴とする、

請求項1記載の工具の判定装置。

【請求項4】

前記第1基準工具画像と前記第2基準工具画像とをメモリに記憶する基準工具画像記憶手段を備えたことを特徴とする、

請求項3に記載の工具の判定装置。

【請求項5】

前記工具判定手段は、

前記工具画像における前記残像を含んだ工具最大外形を利用して、前記工具の選択の正誤を判定することを特徴とする、

請求項1乃至4のいずれか記載の工具の判定装置。

【請求項6】

前記工具判定手段は、

前記工具画像が、前記工具が常に存在していない高強度領域、前記工具の前記残像となる中強度領域、及び、前記工具が常に存在する低強度領域を含んでいる場合に、前記高強度領域を第1値とし、且つ前記中強度領域及び前記低強度領域を第2値として二値化することで、前記工具最大外形を得ることを特徴とする、

請求項5に記載の工具の判定装置。

【請求項7】

前記工具判定手段は、

前記工具画像における前記残像を含んだ工具最大外形と、前記工具画像における前記工具が常に存在する領域の工具最小外形を利用して、前記工具の選択の正誤を判定することを特徴とする、

請求項1乃至6のいずれか記載の工具の判定装置。

【請求項8】

前記工具選択手段は、

前記工具最大外形と前記工具最小外形との間の中間工具外形を利用して、前記工具の選択の正誤を判定することを特徴とする、

請求項7に記載の工具の判定装置。

【請求項9】

前記複数の工具に、前記ワークの寸法を計測するためのタッチプローブが含まれており、

前記工具選択手段によって前記タッチプローブが選択された場合には、前記タッチプローブを非回転状態にしてタッチプローブ画像を生成するプローブ撮影手段と、

前記タッチプローブ画像に基づいて、理想位置に対する前記タッチプローブの誤差を算出するプローブ誤差算出手段と、

前記誤差を反映させた状態で、前記タッチプローブにより前記ワークの形状寸法を測定するワーク採寸手段と、を更に備えることを特徴とする、

請求項1乃至8のいずれか記載の工具の判定装置。

【請求項10】

前記回転軸は、マシニングセンタの主軸であることを特徴とする、

請求項1乃至9のいずれか記載の工具の判定装置。

【請求項11】

請求項1乃至10のいずれか記載の工具の判定装置と、

前記工具の判定装置によって前記工具の選択が正しいと判定された場合に、当該工具を用いてワークの加工を行う加工手段と、を備えること特徴とする、

ワーク加工装置。

【請求項12】

前記工具画像における前記残像を含んだ工具最大外形から推測される推定加工誤差が、

10

20

30

40

50

前記ワークに対する加工の許容誤差を超えているか否かを判定する誤差判定手段と、を備え、

前記推定加工誤差が前記許容誤差の範囲内であると判定される場合、または、前記推定加工誤差が前記許容誤差の範囲外であって且つ前記回転軸のフィードバック制御により前記許容誤差の範囲に収まるように補正されると判定される場合に、前記加工機構は、当該工具を用いてワークの加工を行うことを特徴とする、

請求項 1 1 記載のワーク加工装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ドリルやエンドミル、フライスカッタ、砥石等の刃物類、およびタッチプローブなどの最適な加工を行うために必要な機器類を総称した工具が搭載されたマシニングセンタによって、ワークを加工する際の技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ワークに対する加工効率を高めるために、ドリルやエンドミル等の複数の工具をマガジンにセット可能なマシニングセンタが存在する。このマシニングセンタは、プログラムに沿って、ツールチェンジャーによってマガジンから自動的に工具を選択して主軸に搭載し、ワークを加工、あるいは測定する。

【0003】

作業者は、プログラムが要求する種々の工具をこのマガジンに予め収納しておく。マガジンには番号が付与されており、作業者はプログラムを確認して、例えば、マガジンの01番にはフライスカッタ、02番にはエンドミル、03番にはドリルをセットする。各工具の長さや径あるいは形状は、場合によって異なることから、マシニングセンタ側に各工具の長さ、径、加工点のデータ、例えば、ドリルの場合であればチゼル位置の座標データと工具径、フラットエンドミルの場合は先端座標と工具径、ボールエンドミルの場合は、工具径と円の直径とセンター位置の座標等を入力する。このようにすることで、マシニングセンタは、プログラムに沿って複数の工具を適宜選定しながら、自動的にワークを加工する事が可能になる。

【0004】

工具の長さの入力ミスを防止するために、ツールチェンジャー側において、セットされた工具の長さを自動計測する技術も提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2005-40929号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、この種のマシニングセンタでは、誤った工具をツールチェンジャーのマガジンにセットする場合が存在する。特に、作業者の経験が浅い場合、プログラムの把握自体をミスすることも十分に考えられる。

【0007】

従って、多くの現場では、ツールチェンジャーによって工具を交換した後、自動的に一時停止するようにプログラムをセットしておき、作業者が目視によって正しい工具がセットされていることを確認してから、作業者のスタートボタンを待って加工を開始している。従って、ツールチェンジャーを導入しても作業効率が向上しないという問題があった。

【0008】

また、ツールチェンジャーによって機械的に工具等を交換する場合、主軸にチャッキングする際の誤差や主軸の温度変化による工具先端座標の変動、回転数の変化により起こる

10

20

30

40

50

ジャイロ効果等での座標変動、工具の質量やイナーシャ等の変動等での座標の変位がある。本出願時において未公知であるが、本発明者によってマシニングセンタの工具先端の座標変位を実測した結果を図14に示す。図14における線A及びグラフ左側軸は、工具先端のZ座標(上下方向)の変位を示しており、線B及びグラフ右側軸は、工具先端のY座標(水平方向)の変位を示している。この実測では、マシニングセンタの主軸の回転を0~40000回転まで上昇させて、工具先端のZ座標の変位がサチュレート(飽和)した地点Pを確認し、その後は主軸の回転を停止させて、Z座標の変位が零に戻るまで放置した。図14から明らかなように、工具先端のZ座標の変位は、主軸の回転数を増大に伴って、増加することが分かる。また、Y座標の変位は、主軸の回転開始直後に変位が増大し、その後は次第に減少するが、主軸の回転を停止させるまで、常に変位が存在することも分かる。

10

【0009】

近年、急激に増加している複雑で高精度な製品を作る場合、ミクロン単位の精度が要求され、工具を多数使うのでこれらの変位の影響は非常に大きい。これらの変位はメーカーや機種が同じであっても機械ごとに違った特性を持ち、主軸の回転数等を含む加工条件や環境温度によっても変化するため、精密加工が要求される場合、その精度を高めることが難しい。結果として、常に、作業による工具の再調整作業が必要となり、経験の浅い作業員などの手に負えなかった。また作業効率を高めることができず、工作機械の複数台持ちができないという問題があった。

【0010】

本発明は上記問題に鑑みてなされたものであり、作業員の負担を軽減し、マシニングセンタを用いた作業効率を高める工具の判定装置、ワーク加工装置を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の工具の判定装置は、複数の工具から選択された工具を回転軸に取り付ける工具選択手段と、ワークから離れた位置で前記回転軸に取り付けられたまま回転している前記工具を側面から撮影し、回転による残像を含む工具画像を生成する撮影手段と、前記工具画像を利用して、前記工具選択手段による前記工具の選択の正誤を判定する工具判定手段と、を備えることを特徴とする。

30

【0012】

前記工具判定手段は、前記工具を正しく回転させた場合の回転軌跡から得られる理想最大外形条件と、前記工具画像とを比較して、前記工具の選択の正誤を判定することが好ましい。

【0013】

前記工具判定手段は、基準工具画像と前記工具画像との比較により前記工具の選択の正誤を判定し、前記基準工具画像には、前記工具選択手段による前記工具の選択に先立って回転中の第1工具を側面から撮影され、回転による残像を含む第1基準工具画像と、前記工具選択手段による前記工具の選択に先立って回転中の第2工具を側面から撮影され、回転による残像を含む第2基準工具画像と、が含まれることが好ましい。また、前記第1基準工具画像と前記第2基準工具画像とをメモリに記憶する基準工具画像記憶手段を備えたことが好ましい。

40

【0014】

前記工具判定手段は、前記工具画像における前記残像を含んだ工具最大外形を利用して、前記工具の選択の正誤を判定することが好ましい。また、前記工具判定手段は、前記工具画像が、前記工具が常に存在していない高明度領域、前記工具の前記残像となる中明度領域、及び、前記工具が常に存在する低明度領域を含んでいる場合に、前記高明度領域を第1値とし、且つ前記中明度領域及び前記低明度領域を第2値として二値化することで、前記工具最大外形を得ることが好ましい。

【0015】

50

前記工具判定手段は、前記工具画像における前記残像を含んだ工具最大外形と、前記工具画像における前記工具が常に存在する領域の工具最小外形を利用して、前記工具の選択の正誤を判定することが好ましい。前記工具選択手段は、前記工具最大外形と前記工具最小外形との間の中間工具外形を利用して、前記工具の選択の正誤を判定することが好ましい。

【0016】

前記複数の工具に、前記ワークの寸法を計測するためのタッチプローブが含まれており、記工具選択手段によって前記タッチプローブが選択された場合には、前記タッチプローブを非回転状態にしてタッチプローブ画像を生成するプローブ撮影手段と、前記タッチプローブ画像に基づいて、理想位置に対する前記タッチプローブの誤差を算出するプローブ誤差算出手段と、前記誤差を反映させた状態で、前記タッチプローブにより前記ワークの形状寸法を測定するワーク採寸手段と、を更に備えることが好ましい。

10

【0017】

前記回転軸は、マシニングセンタの主軸であることが好ましい。

【0018】

本発明のワーク加工装置は、上記の工具の判定装置と、前記工具の判定装置によって前記工具の選択が正しいと判定された場合に、当該工具を用いてワークの加工を行う加工手段と、を備えること特徴とする。

【0019】

前記工具画像における前記残像を含んだ工具最大外形から推測される推定加工誤差が、前記ワークに対する加工の許容誤差を超えているか否かを判定する誤差判定手段と、を備え、前記推定加工誤差が前記許容誤差の範囲内であると判定される場合、または、前記推定加工誤差が前記許容誤差の範囲外であって且つ前記回転軸のフィードバック制御により前記許容誤差の範囲に収まるように補正されると判定される場合に、前記加工機構は、当該工具を用いてワークの加工を行うことが好ましい。

20

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、工具先端の動的な座標を測定し加工に反映させることで、簡便に精密加工を可能にし、工具の再確認作業や、材料の取り付け座標等の確認作業等が不要となり、飛躍的にマシニングセンタの稼働効率を高めることが出来るという優れた効果を奏し得る。

30

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の実施の形態に係るマシニングセンタの全体概略構成を示す正面図である。

【図2】同マシニングセンタにおける測定ユニットの構成を示す図である。

【図3】同マシニングセンタの制御装置に関する機能構成を示すブロック図である。

【図4】同マシニングセンタで撮影された工具画像を二値化処理した状態を示す図である。

【図5】同マシニングセンタで軸ぶれ等が生じた際の工具画像の状態を模式的に示す図である。

40

【図6】同マシニングセンタによる準備フローを示すフローチャートである。

【図7】同マシニングセンタによる加工フローを示すフローチャートである。

【図8】同マシニングセンタによる測定フローを示すフローチャートである。

【図9】二枚刃ドリルの形状を示す(A)正面図、(B)側面図である。

【図10】軸ぶれが生じた際の最大工具外形の変化を示す図である。

【図11】加工誤差を推測する手法を示す図である。

【図12】工具の正誤を判定する他の手法を説明する図である。

【図13】工具の正誤を判定する他の手法を説明する図である。

【図14】マシニングセンタにおける工具のぶれを示す図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。

【0025】

図1は、本発明の実施の形態に係るワーク加工方法等が適用されたマシニングセンタ1の概略構成を示す図である。

【0026】

マシニングセンタ1は切削加工機であり、基台110上において、X軸方向、Z軸方向に移動自在であるワークテーブル120が設けられている。ワークテーブル120の上方には、工具140や主軸131等が設けられている。工具140や主軸131は、アーム115によって、X軸方向、Y軸方向、Z軸方向に移動可能で、且つ、特に図示しない回転手段によって、Y軸を軸心として回転可能となっている。なお、主軸131には、工具140をチャックするための工具チャック130が設けられている。工具140は、チャッキング部142と工具本体141を同軸状に備えており、このチャッキング部142が、工具チャック130によって把持される。工具本体141は、ワークテーブル120に対して垂直（Y軸方向に平行）となる。

10

【0027】

ワークテーブル120上には、被加工物となるワーク200がセットされている。例えば、工具140としてドリルが選択されている場合、工具チャック130を回転させつつ、下降させることにより、工具本体141がワーク200に対して穴あけ加工する。工具本体141の直径は、例えば、50 μ m程度であり、ワーク200に対して50 μ m程度の穴あけ加工がなされる。

20

【0028】

ワークテーブル120の脇には、ツールチェンジャー（工具選択手段）150が設けられる。このツールチェンジャー150は、回転式のマガジン152を備えており、このマガジン152に複数の工具140が予めセットされる。アーム115は、主軸131をツールチェンジャー150上まで移動させて、現在把持している工具140（例えばドリル）を開放してマガジン152に収容すると共に、プログラムで次に要求される工具140（例えばエンドミル）を把持する。従って、このマシニングセンタ1は、工具140を自動交換できるようになっている。基台110上の所定位置には、測定位置設定装置として測定ユニット300が設置されている。

30

【0029】

図2には、主として測定ユニット（撮影手段）300の構成が示されている。測定ユニット300は、高輝度LEDにて平行光線を出力する光源装置301と、撮影手段となるカメラユニット310を備える。このカメラユニット310は、レンズユニット302、CCDカメラ303、コネクタ304及びカメラケーブル305を備える。レンズユニット302は、高倍率のレンズ系で構成され、CCDカメラ303の受光面に対して、例えば、448 μ m \times 388 μ mの視野範囲の画像を結像させる。光源装置301は、出力される平行光線がワークテーブル120の面（X-Z平面）に平行となるように、基台110上にセットされる。CCDカメラ303は、高解像度のCCDを備えており、例えば、1600 \times 1200ピクセル（画素）の解像度を有する。CCDカメラ303は、受光面に結像される視野範囲の画像に対応した画像信号を出力する。この画像信号は、ピクセル（画素）毎の多階調（例えば、256階調）の輝度（明度）信号となる。

40

【0030】

光源装置301とレンズユニット302との間には、工具本体141の先端が挿入される。光源装置301は、回転する工具本体141の先端部分に対して平行光線を出力する。この平行光線をバックライトとすることで、工具本体141の先端部分が黒又はグレーの影となった状態の画像がCCDカメラ302の受光面に結像される。このCCDカメラ302の視野範囲内（画角内）には、工具本体141の先端の外形全体が含まれるようになっている。CCDカメラ302から出力される画像信号は、コネクタ304及びカメラ

50

ケーブル305を介して処理ユニット350に供給される。処理ユニット350は、その画像信号に対して所定の閾値処理等を施すことによって、画素毎に二値化処理を行い、明側（高輝度側）となる第1値、暗側（低輝度側）となる第2値のいずれかの集合となる画像データに変換する。また、処理ユニット350は、その処理結果に応じてマシニングセンタ1の本体側の本体制御ユニット400に対して所定の信号及びデータを送る。

【0031】

なお、本実施形態では、複数の工具140の中に、タッチプローブが含まれるようになっている。タッチプローブは、例えば先端に球状のタッチセンサが設けられており、ワーク200と接触すると同時に電子信号を発するものである。従って、このタッチプローブを主軸131にセットして、非回転状態で上下動させてワーク200と接触させることで、ワーク200の平面度や形状を採寸可能となっている。

10

【0032】

図3には、措定ユニット300側の処理ユニット350と、本体側の本体制御ユニット400の機能構成が示されている。

【0033】

本体制御ユニット400は、撮影用回転処理部401、工具選択処理部402、エラー処理部404、加工処理部406、ワーク採寸処理部408を備える。処理ユニット350は、撮影処理部360、工具判定処理部362、基準画像準備部366、誤差判定処理部368、プローブ撮影処理部370、プローブ誤差算出部372を備える。

【0034】

20

本体制御ユニット400の撮影用回転処理部401は、測定ユニット300において工具140を撮影する際に、この工具140を一時的に回転させるように本体側に指示する。工具選択処理部402は、加工プログラムに基づいて、マガジン152にセットされている複数の工具140から、次に必要な工具140を選択して主軸131に搭載するように本体側に指示する。エラー処理部404は、後述する処理ユニット350から、工具140の選択エラー信号を受信した際に、加工プログラムを一時停止して、作業者にエラー警報を発するように指示する。加工処理部406は、処理ユニット350からの加工許可信号を受信した際に、加工プログラムに基づいてワーク200を加工するように本体を制御する。ワーク採寸処理部408は、処理ユニット350からの採寸許可信号を受信した後に、採寸プログラムに基づいてワーク200の採寸を行う。なお、このワーク採寸処理部408は、処理ユニット350からプローブ誤差情報を受信するようになっており、実際の採寸結果に対してこのプローブ誤差情報を反映させて、正しい採寸結果を算出するようになっている。

30

【0035】

処理ユニット350の撮影処理部360は、測定ユニット300に挿入された工具140を、回転による残像を含んだ状態で側面から撮影するように指示して、工具画像を生成する。図4(A)に示されるように、撮影された工具画像500は、主として、工具140が常に存在していない高明度領域502と、工具140が1回転中に一時的に存在することで残像として映し出される中明度領域504と、工具140が常に存在する低明度領域506を含んでいる。

40

【0036】

基準画像準備部366は、加工前において、ツールチェンジャー150から複数の工具140を順番に主軸131にセットして回転させ、残像を含んだ状態で側面から撮影し、更にこの画像を二値化することで基準工具画像600を生成してメモリ367に蓄積しておく。従って、メモリ367には、各工具140の名称（工具記号）に対応させた状態で、複数の基準工具画像600がデータベース化されている。なお、ここでは撮影した画像を二値化して基準工具画像600とする場合を示しているが、二値化しない元画像をそのまま基準工具画像として用いることも可能である。なお、二値化の手法は、後述する二値化処理部362Aと同様とする。

【0037】

50

工具判定処理部 362 は、この基準工具画像 600 と、工具画像 500 を利用して、工具選択処理部 402 における工具 140 の選択の正誤を判定する。具体的にこの工具判定処理部 362 は、二値化処理部 362 A、比較処理部 362 B、判定部 362 C を備える。

【0038】

二値化処理部 362 A は、図 4 (A) で示される高明度領域 502 を第 1 値 (例えば白を意味する 0) とし、中明度領域 504 及び低明度領域 506 の双方を第 2 値 (例えば黒を意味する 256) として、図 4 (B) に示されるように、工具画像 500 を白 (0) と黒 (256) の二値化工具画像 508 に変換する。この 2 値画像 508 の白黒の境界線を利用して、残像を含んだ状態の工具最大外形 (輪郭) 510 を得る。なお、具体的な演算手法としては、図 4 (A) の工具画像 500 における高明度領域 502 が最高輝度値 (白 (0))、低明度領域 506 が最低輝度値 (黒 (256)) となる条件の下、グレースケールで工具画像 500 を再マッピングしてグレースケール画像を生成し、このグレースケール画像の各画素に対して所定の乗数を掛けることで、白 (0) 以外の場所、即ち少しでも残像が現れる画素の濃度を上げていく。その後、各画素の濃度が所定閾値を超える場合は黒 (256)、下回る場合は白 (0) となるように二値化処理を行う。この結果、図 4 (B) に示されるように、比較的明るい残像領域であって、全て工具最大外形 510 内に含まれるようにする。

【0039】

比較処理部 362 B は、パターンマッチング処理を利用して、二値化工具画像 508 に対して、もっとも近似する基準工具画像 600 を抽出する。抽出された基準工具画像 600 に基づいて、現在、主軸 131 にチャックされている工具 140 の工具名称をメモリ 367 から取得する。判定部 362 C は、比較処理部 362 B で取得した工具名称と、工具選択処理部 402 で加工プログラムから指示を受けている工具名称 (チャックしているであろう工具名称) が一致するか否かを判定する。なお、工具名称が不一致の場合は、加工プログラムの指示と異なる工具 140 が主軸 131 に搭載されていることを意味する。工具名称が一致している場合、判定部 362 C は、本体制御ユニット 400 の加工処理部 406 に対して、加工開始許可信号を送信する。これを受信した加工処理部 406 では、工具 140 を利用してワーク 200 の加工を開始させる。一方、工具名称が不一致の場合、判定部 362 C は、エラー処理部 404 に対して選択エラー信号を送信して、加工を中断させる。

【0040】

誤差判定処理部 368 は、このマシニングセンタ 1 におけるオプション機能であり、二値化工具画像 508 の工具最大外形 510 等を利用して、加工誤差を推測する。例えば、工具 140 がドリルとなる際、図 5 (A) に示されるように、パターンマッチングによって得られた基準工具画像 600 の基準最大外形 610 と比較して、図 5 (B) の実際の二値化工具画像 508 の工具最大外形 510 が大きい場合、軸がぶれている等の理由で、想定よりも大きい穴が加工されると推測される。従って、誤差判定処理部 368 では、基準最大外形 610 に基づいた工具最大外形 510 の肥大量 (推定加工誤差) が、加工プログラムで予定している許容誤差の範囲内となるか否かを判定し、許容誤差を極端に超えている場合はエラー信号を出力して加工を中断させ、一方で許容誤差を超えていない場合や、又は主軸 131 に対するフィードバック制御で許容誤差内に収められる場合は、この肥大量 (推定加工誤差) を本体側にフィードバックして主軸 131 を正しい位置に補正してから、ワーク 200 の加工に移行させる。

【0041】

プローブ撮影処理部 370 は、主軸 131 に搭載される工具 140 として、タッチプローブが選択された場合に、このタッチプローブを非回転状態にして、タッチプローブの画像を側面から撮影する。なお、この場合は非回転状態で撮影することから、工具画像は自ずと略二値化状態となる。プローブ誤差算出部 372 は、このタッチプローブの工具画像からタッチプローブの外形を認識し、予めメモリに保管している理想的なタッチプローブ

10

20

30

40

50

外形との差分（誤差）を算出して、プローブ誤差情報を生成する。この際、主軸 1 3 1 の原点とのずれも算出することで、タッチプローブのねじれや歪みも算出して、プローブ誤差情報に含めるようにする。このプローブ誤差情報は、ワーク採寸処理部 4 0 8 に送信される。既に述べたように、ワーク採寸処理部 4 0 8 では、採寸結果に対してこのプローブ誤差情報を反映させて、正しい採寸結果を算出する。

【 0 0 4 2 】

次に、マシニングセンタ 1 におけるワーク 2 0 0 の加工手順について、図 6 以降のフローチャートを参照して説明する。

【 0 0 4 3 】

まず、準備フローとして、ステップ 7 8 0 において、加工前において、ツールチェンジャー 1 5 0 から工具 1 4 0 を主軸 1 3 1 にセットして回転させて、ステップ 7 8 2 において、この測定ユニット 3 0 0 を用いて残像を含んだ状態で側面から撮影し、ステップ 7 8 4 において、これらの画像を全て二値化して基準工具画像 6 0 0 を生成してメモリ 3 6 7 に蓄積する。このステップ 7 8 0 ~ 7 8 4 を、ツールチェンジャー 1 5 0 にセットされている全工具 1 4 0 に対して実行することで、メモリ 3 6 7 には、各工具 1 4 0 の名称（工具記号）に対応した状態の複数の基準工具画像 6 0 0 がデータベース化される。新しい工具 1 4 0 が追加されない限り、この準備フローを毎回行う必要は無い。

【 0 0 4 4 】

図 7 に示される加工フローにおける最初のステップ 8 0 0 では、マガジン 1 5 2 にセットされている複数の工具 1 4 0 から必要な工具 1 4 0 を選択して主軸に搭載する。ステップ 8 0 2 において、撮影の為に工具 1 4 0 を一時的に回転させる。ステップ 8 0 4 では、測定ユニット 3 0 0 に挿入された回転中の工具 1 4 0 を、回転による残像を含んだ状態で側面から撮影して工具画像を生成する。ステップ 8 0 6 ではこの工具画像を二値化処理し、残像領域も含んだ工具最大外形を抽出する。ステップ 8 0 8 では、この二値化工具画像と最も近似する基準工具画像 6 0 0 を、パターンマッチングにより抽出することで、現在、主軸 1 3 1 でチャックしている工具 1 4 0 の工具名称を得る。

【 0 0 4 5 】

ステップ 8 1 0 では、ステップ 8 0 8 で新たに得られた工具名称と、ステップ 8 0 0 で加工プログラムから指示を受けた工具名称（チャックしているであろう工具名称）が一致するか否かを判定する。

【 0 0 4 6 】

ステップ 8 1 0 において、工具名称が一致している場合は、正しい状態となるのでステップ 8 1 2 に進んでオプションである誤差判定処理に移行する。一方、工具名称が不一致の場合は、誤った状態となるのでステップ 8 1 4 に進んで加工を一時中断する。その後、作業者が正しい工具 1 4 0 に手動交換して、加工再開指示を得ると（ステップ 8 1 6 ）、ステップ 8 0 2 に戻って工具の回転、撮影から再開するようになっている。

【 0 0 4 7 】

ステップ 8 1 2 では、工具画像を二値化して得られた工具最大外形から加工誤差を推測する。更にステップ 8 1 3 において、工具最大外形から推測される推定加工誤差が、フィードバック制御による補正対応を含めて、加工プログラムで予定している許容誤差の範囲内に収めることができるか否かを判定する。許容誤差を超えてしまう場合はステップ 8 1 8 に進んで加工を中断させる。作業者によるチャック状態の再確認や工具 1 4 0 の交換を行った後に、加工再開指示を得ると（ステップ 8 2 0 ）、ステップ 8 0 2 に戻って、工具の回転、撮影から再開するようになっている。一方、推定加工誤差が許容誤差を超えていない場合、又はフィードバック制御によって許容誤差内に収めることができる場合は、ステップ 8 2 1 に進んで、この推定加工誤差を本体側にフィードバックして主軸 1 3 1 を補正する。補正完了後、ステップ 8 2 2 に進んで、この工具 1 4 0 を用いたワーク 2 0 0 の加工を開始する。このようにすることで、例えば、推定加工誤差として、工具 1 4 0 の長さが理論値よりも 1 0 μ m 延びていると判断される場合は、主軸 1 3 1 を 1 0 μ m だけ上方向にオフセットさせることで、理論値通りの座標に工具 1 4 0 を補正した状態で加工を

10

20

30

40

50

行うことができる。また同様に、主軸 1 3 1 の振れなどにより、エンドミル等の工具 1 4 0 の推定加工誤差における動的直径が、理論値よりも 1 0 μ m 大きくなっている場合には、片側 5 μ m を理論値よりもオフセットさせることで、理論値通りの平面方向の加工を行うことができる。

【 0 0 4 8 】

チャック中の工具 1 4 0 によるワーク 2 0 0 の加工が終了したら、ステップ 8 2 4 に進んで、工具 1 4 0 を交換して更なる加工が必要か否かを判定し、必要となる場合には、ステップ 8 0 0 に戻って工具 1 4 0 の交換を実行する。一方、ステップ 8 2 4 において、ワーク 2 0 0 の加工が終了できる場合には、この加工フローを終了させる。

【 0 0 4 9 】

なお、ステップ 8 0 0 において、工具 1 4 0 としてタッチプローブが選択された場合には、図 8 に示される測定フローに移行するようになっている。この測定フローでは、まずステップ 8 5 0 において、タッチプローブを非回転状態にして、タッチプローブの画像を側面から撮影する。非回転状態で撮影することから、工具画像は自ずと略二値化状態となる。次いで、ステップ 8 5 2 において、タッチプローブの工具画像と、理想的なタッチプローブ配置との差分（誤差）を算出して、プローブ誤差情報を得る。ツールチェンジャー 1 5 0 を利用したマシニングセンタ 1 では、計測する度に工具チャック 1 3 0 にタッチプローブが搭載されるので、このチャック時の誤差やタッチプローブ自体の傾き等によって上下方向や水平方向にずれが生じやすい。そこで、工具チャック 1 3 0 に搭載した状態でこのプローブ誤差情報を取得してから、ステップ 8 5 4 に進んで、タッチプローブを利用したワーク 2 0 0 の採寸を実行する。ワーク 2 0 0 の採寸は、ワーク 2 0 0 自体を平面方向（X - Z 軸方向）、タッチプローブを上下方向（Y 軸方向）に動かして、両者を接触させることによって行う。具体的には、ワーク 2 0 0 の基準位置（例えば、ワーク 2 0 0 の右上の角部など）、ワーク 2 0 0 の平面度、ワーク 2 0 0 の高さ等を計測する。採寸が完了したら、ステップ 8 5 6 に進んで、この採寸結果に対してプローブ誤差情報を反映させて、正しい採寸結果を算出して、測定フローを終了させる。測定フローが完了したら、図 7 の加工フローに戻って、次の工具 1 4 0 の交換に移行する。

【 0 0 5 0 】

以上、本実施形態のマシニングセンタ 1 によるワーク加工方法によれば、主軸 1 3 1 に搭載された工具 1 4 0 が正しいか否かを自動的に判定することが出来る。この結果、作業
者による確認負担が軽減され、マシニングセンタ 1 の稼働効率を飛躍的に高めることが可能となる。ところで、工具 1 4 0 の中には、先端が左右非対称構造となるものも含まれる。例えば図 9 の正面図（A）及び側面図（B）に示されるような二枚刃のドリルの場合、非回転状態で撮影すると、撮影角度によって輪郭が異なってしまふ。そこで本実施形態では、工具 1 4 0 を回転させて撮影することで、残像を含めた工具最大外形を取得して工具 1 4 0 の正誤判定を行う。この結果、どのような工具 1 4 0 であっても、工具最大外形は一義的に決定できるので、工具 1 4 0 の正誤判定を確実に実行できる。

【 0 0 5 1 】

また、本ワーク加工方法によれば、加工前の準備段階において、実際に加工するマシニングセンタ 1 をそのまま利用して、マガジン 1 5 2 に準備されている工具 1 4 0 を回転させて撮影を行い、回転による残像を含んだ基準工具画像 6 0 0 をデータベース化している。例えば、軸ぶれが常に存在するようなマシニングセンタ 1 の場合、加工直前の工具画像 5 0 0 から得られる工具最大外形 5 1 0 は、軸ぶれの影響も反映されてしまふ。例えば図 1 0 に仮想的に示されるように、軸ぶれするドリルの工具最大外形 5 1 0 は、軸ぶれしない状態の工具最大外形 5 1 0 A よりも肥大する。従って、基準工具画像 6 0 0 も、同じマシニングセンタ 1 を用いて、軸ぶれを含んだ状態で撮影しておくことで、工具画像 5 0 0 と比較する際のマッチング精度を高めることが出来る。

【 0 0 5 2 】

なお、本実施形態では、基準工具画像 6 0 0 を利用して正誤判定を行う場合を示したが、本発明はこれに限定されない。セットされる工具 1 4 0 の実外寸が予め分かっている場

10

20

30

40

50

合、これを正しく回転させることで得られる回転軌跡は、計算によって算出することが可能である。従って、計算によって得られる回転軌跡から、理想的な最大外形条件を予め設定しておき、工具画像500の工具最大外形510が、この最大外形条件を満たすか否かによって、工具140の種類を判定することが可能である。例えば、図11(A)に示されるように、仮想的に工具140を回転させることで算出される理想最大外形Sにおいて、軸方向に沿った複数(ここでは8カ所)の計測箇所直径L1~L8を、理想最大外形条件に設定する。一方、図11(B)に示されるように、工具画像を二値化することで得られる工具最大外形510においても、同じ測定箇所直径P1~P8を画像から算出し、理想最大外形条件と比較する。この差分が、一定の閾値内に収まるか否かによって、工具140の種類を判別することも好ましい。

10

【0053】

また、他の正誤判定方法として、残像を含んだ工具最大外形と、工具140が常に存在する領域となる工具最小外形の双方を利用して、工具140の選択の正誤を判定することも好ましい。例えば、図12(A)のような工具画像が得られる場合に、図12(B)に示されるように、残像を含んだ工具最大外形G1と、グレースケールによるマッピング時に予め黒(256)となっている低明度領域から得られる工具最小外形G2の間に、理想最大外形条件が収まるか否かを判定すること等によって、工具140の種類を判定することも可能である。また例えば図13に示されるように、工具最大外形G1と工具最小外形G2の中間点を抽出することで中間工具外形G3を生成して、この中間工具外形G3を利用して工具140の正誤を判定することも可能である。

20

【0054】

更に本実施形態では、工具140の正誤判定で用いた工具画像(最大外形)を利用して、この工具140で加工する際に推測される加工誤差を予め算出するようにしている。従って、加工精度を悪化させる軸ぶれ状態等を事前にチェックすることが可能となり、ワーク加工の歩留まりを向上させることが可能となる。一方で、寸法公差で許容されるレベルの場合は、そのまま加工に進めるので、マシニングセンタ1の無駄な停止も抑制され、加工能率を高めることができる。

【0055】

また更に本実施形態では、タッチプローブを用いてワークの平面度等を計測する際に、このタッチプローブ自身の誤差を、画像によって算出できるようになっている。この誤差を反映させることで、タッチプローブによるワーク200の基準位置や、平面度等の計測精度を一層高めることが出来、ドリル等の加工側の工具140の誤差計測との相乗効果により、ワーク200の加工精度を更に向上させることができる。

30

【産業上の利用可能性】

【0056】

本発明は、ワークを加工するためのあらゆるマシニングセンタに適用することができる。

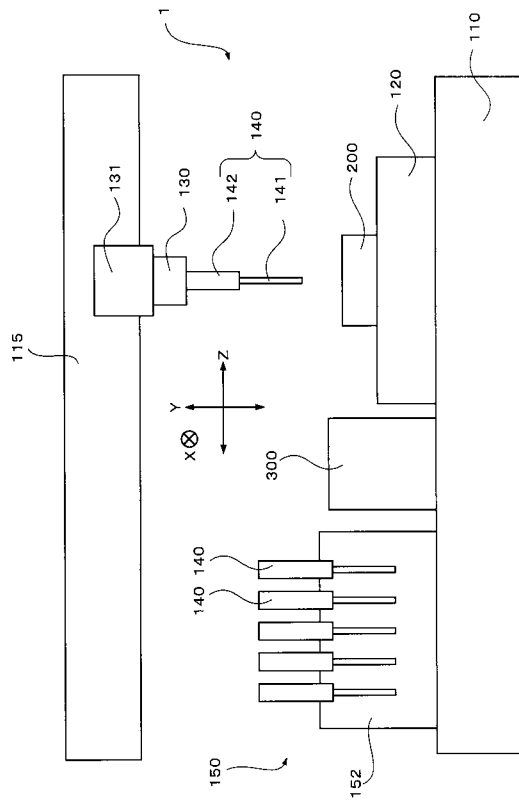
【符号の説明】

【0057】

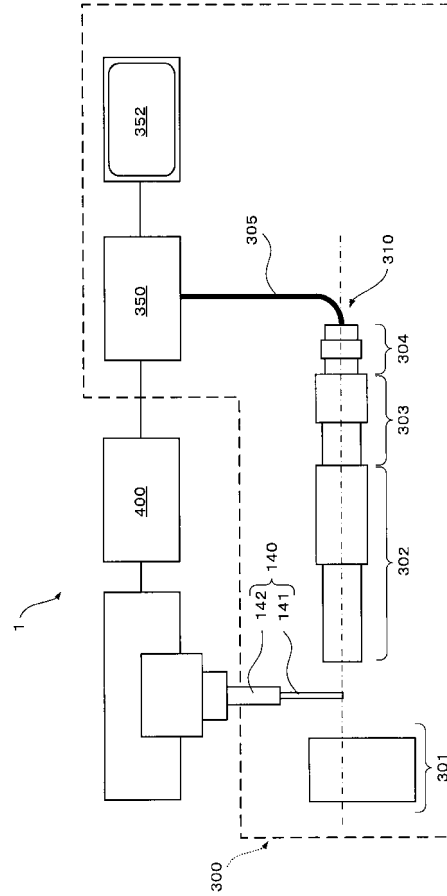
- 1 マシニングセンタ
- 140 工具
- 150 ツールチェンジャー
- 152 マガジン
- 200 ワーク
- 300 測定ユニット

40

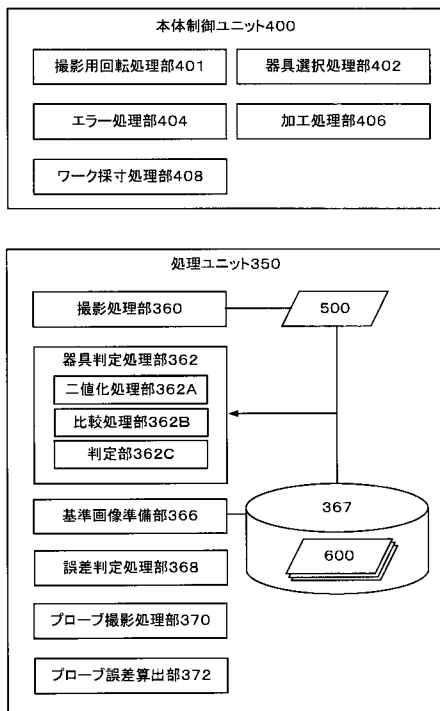
【図1】



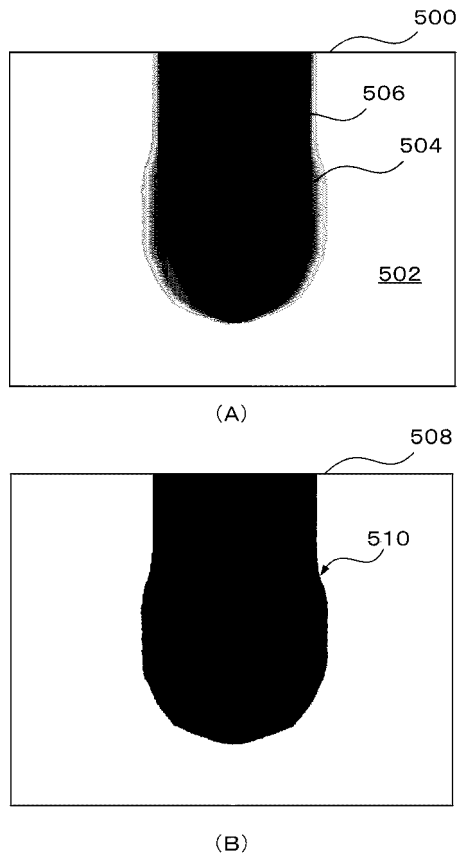
【図2】



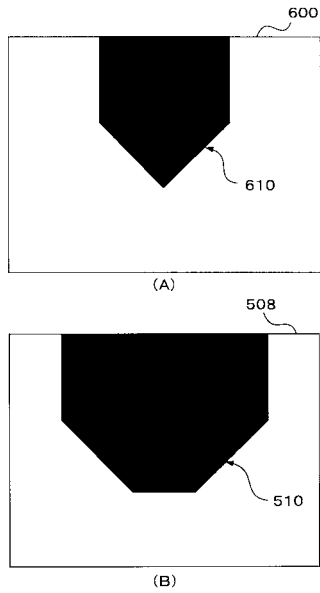
【図3】



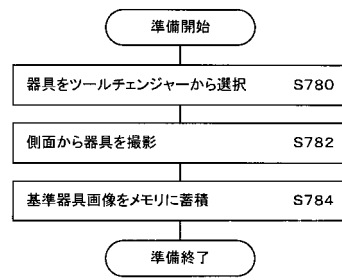
【図4】



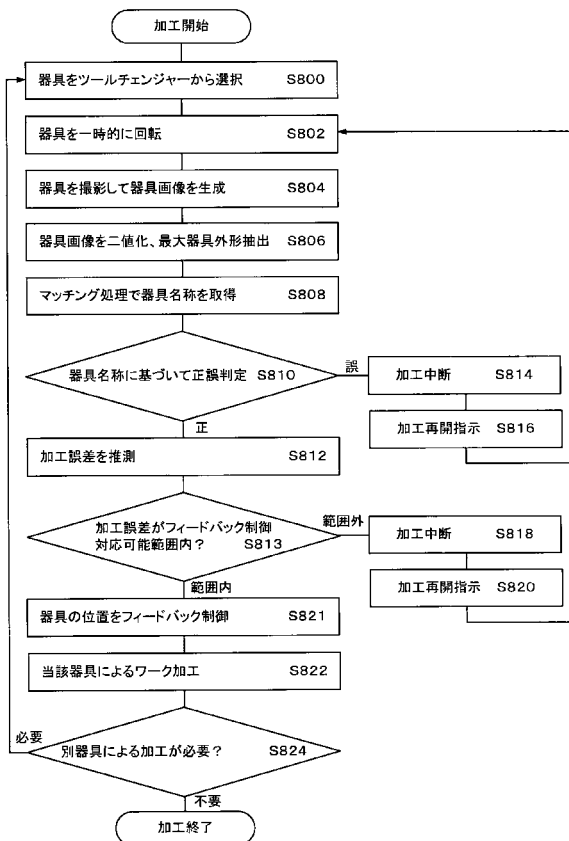
【図5】



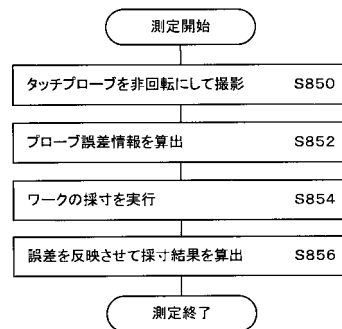
【図6】



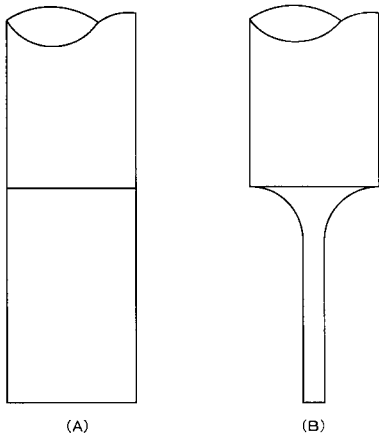
【図7】



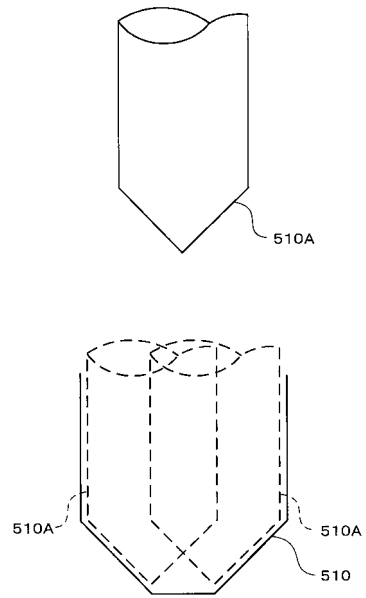
【図8】



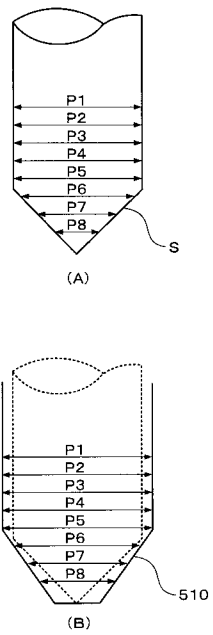
【 図 9 】



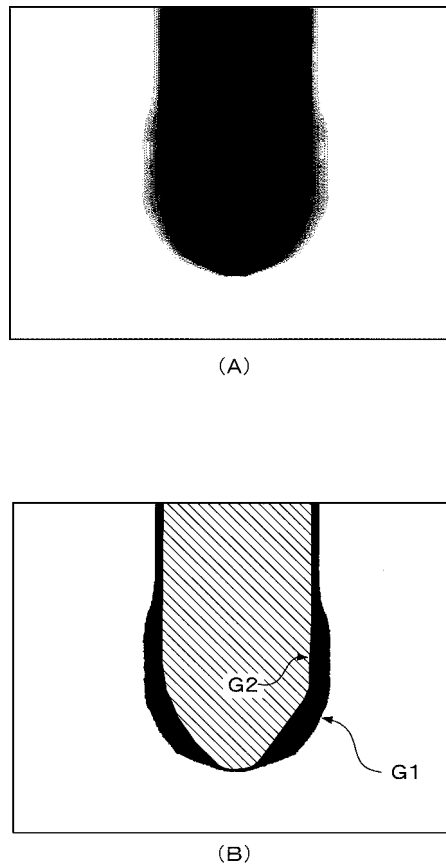
【 図 10 】



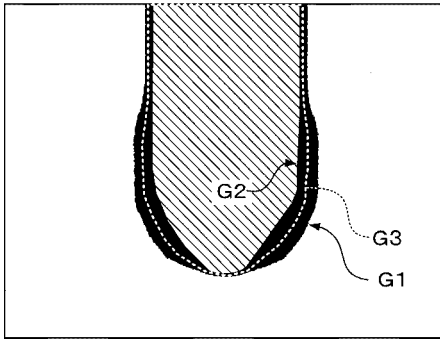
【 図 11 】



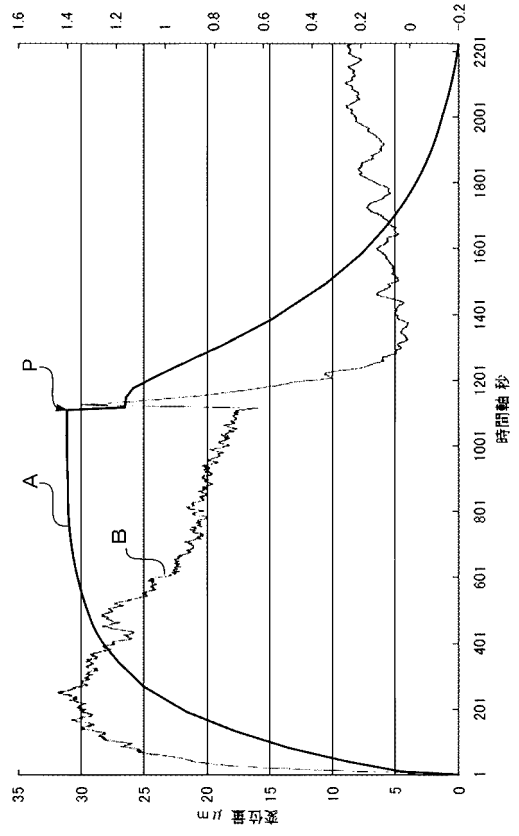
【 図 12 】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平09-085584(JP,A)
特開平06-155239(JP,A)
特開平06-134638(JP,A)
特開平04-190103(JP,A)
特開2003-117778(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23Q 17/00

B23Q 17/20