

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5437891号  
(P5437891)

(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>B 2 3 Q 17/20 (2006.01)</b>	B 2 3 Q 17/20 Z
<b>B 2 3 Q 17/24 (2006.01)</b>	B 2 3 Q 17/24 C
<b>G 0 5 B 19/414 (2006.01)</b>	G 0 5 B 19/414 P
	G 0 5 B 19/414 R

請求項の数 4 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2010-91095 (P2010-91095)	(73) 特許権者	000146847
(22) 出願日	平成22年4月12日(2010.4.12)		DMG森精機株式会社
(65) 公開番号	特開2011-218498 (P2011-218498A)		奈良県大和郡山市北郡山町106番地
(43) 公開日	平成23年11月4日(2011.11.4)	(74) 代理人	110001195
審査請求日	平成24年10月12日(2012.10.12)		特許業務法人深見特許事務所
		(72) 発明者	西川 静雄
			奈良県大和郡山市北郡山町106番地 株式会社森精機製作所内
		(72) 発明者	上野 謙一郎
			奈良県大和郡山市北郡山町106番地 株式会社森精機製作所内
		(72) 発明者	森田 尚義
			奈良県大和郡山市北郡山町106番地 株式会社森精機製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 工作機械における被加工物計測装置およびその方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

NC装置により制御される工作機械の加工領域内で、被加工物と相対的に移動する前記工作機械の移動体に取付けられた計測ヘッドによって、前記被加工物の位置および形状を検出する被加工物計測装置において、

前記計測ヘッドは、前記被加工物との距離を計測して距離データを出力することが可能な変位センサーであり、

前記計測ヘッドが取付けられている前記移動体の1軸以上の移動軸の位置データを取得する外部モジュールを前記NC装置の外に設け、

前記計測ヘッドによる距離計測と同じ時間間隔で、前記移動体に取付けられている前記計測ヘッドの位置データを取得することが可能なように構成され、

得られた前記距離計測データと前記計測ヘッドの前記位置データから、前記被加工物の位置を計算により求め、

前記計測ヘッドを移動させながら連続計測を行うことにより、前記被加工物の連続形状を計測可能としたことを特徴とする工作機械における被加工物計測装置。

【請求項2】

請求項1に記載の工作機械における被加工物計測装置において、

前記移動体の前記各軸方向の位置検出装置から出力される前記移動軸の前記位置データと、前記計測ヘッドにより計測された前記距離データを、同時刻毎に関連づけて記憶するメモリーを有することを特徴とする工作機械における被加工物計測装置。

10

20

**【請求項 3】**

請求項 1 または 2 に記載の工作機械における被加工物計測装置であって、

前記計測ヘッドが取付けられた前記移動軸の前記位置データは、前記 NC 装置が使用しているモータエンコーダ信号を分岐したデータ、または、専用に別途追加された位置検出装置から出力されるデータであることを特徴とする工作機械における被加工物計測装置。

**【請求項 4】**

NC 装置により制御される工作機械の加工領域内で、被加工物と相対的に移動する前記工作機械の移動体に取り付けられた計測ヘッドによって、前記被加工物の位置および形状を検出する方法であって、

この方法に使用される被加工物計測装置において、

前記計測ヘッドは、前記被加工物との距離を計測して距離データを出力することが可能な変位センサーであり、

前記計測ヘッドが取付けられている前記移動体の 1 軸以上の移動軸の位置データを取得する外部モジュールを前記 NC 装置の外に設け、

前記計測ヘッドによる距離計測と同じ時間間隔で、前記移動体に取り付けられている前記計測ヘッドの位置データを取得することが可能なように構成され、

得られた前記距離計測データと前記計測ヘッドの前記位置データから、前記被加工物の位置を計算により求め、

前記計測ヘッドを移動させながら連続計測を行うことにより、前記被加工物の連続形状を計測可能としたことを特徴とする工作機械における被加工物計測方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、工作機械の加工領域内で被加工物に対して相対的に移動する移動体に取り付けられた有線式または無線式の計測ヘッドにより被加工物を計測する工作機械における被加工物計測装置およびその方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

マシニングセンタなど工作機械では、加工後の被加工物を工作機械から取り外さずに工作機械に設置したまま、被加工物の表面の形状を計測する技術は、すでに提案されている。たとえば、特許文献 1 (特表 2007-518579 号公報) には、工作機械用被加工物検査システムが記載されている。

この検査システムでは、工作機械の主軸にプローブ (本発明の計測ヘッドに相当) が装着される。このプローブの針が被加工物に接触したときの計測データを出力し、NC 装置もプローブの位置のデータを取得する。そして、計測データと位置データとを組み合わせ、被加工物を検査する。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特表 2007-518579 号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

特許文献 1 に記載の検査システムでは、プログラマブルコントローラが、NC 装置からプローブの位置データを受け入れて、演算するようになっている。したがって、被加工物を検査するためには、NC 装置やプログラマブルコントローラに対して、新たな機能を付加するなどの改造や変更をする必要があった。

また、検査システムは、NC 装置やプログラマブルコントローラの制約事項に規制されるので、全ての工作機械に検査システムを適用できるとは限らなかった。

10

20

30

40

50

NC装置からプローブの位置データを取得する動作は、NC装置の本来の役割である工作機械に対する動作制御の合間に行われる。その結果、正確なタイミングでプローブの位置データを取得するのは難しく、また、位置データの取得の時間間隔を短くして高速で大量の計測データをプローブから取得することもできない。したがって、短時間で被加工物の広い範囲を計測することが難しかった。

【0005】

本発明は、このような課題を解決するためになされたもので、NC装置やプログラマブルコントローラに対して新たな機能を付加するなどの改造や変更をする必要がなく、また、NC装置やプログラマブルコントローラの制約事項に規制されずに、どのような構成のNC装置やプログラマブルコントローラを有する工作機械であっても本発明を適用することができ、短時間で被加工物計測装置およびその方法を提供することを目的とする。

10

さらに、本発明の他の目的は、計測ヘッドの位置データをNC装置から取得する際の時間の制限を受けず、計測ヘッドを高速で走査させて、短時間で被加工物の2次元形状または3次元形状の計測を行なって、計測後の加工動作に速やかに移行できるようにすることである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述の目的を達成するため、本発明にかかる工作機械における被加工物計測装置は、NC装置により制御される工作機械の加工領域内で、被加工物と相対的に移動する前記工作機械の移動体に取付けられた計測ヘッドによって、前記被加工物の位置および形状を検出する被加工物計測装置において、前記計測ヘッドは、前記被加工物との距離を計測して距離データを出力することが可能な変位センサーであり、前記計測ヘッドが取付けられている前記移動体の1軸以上の移動軸の位置データを取得するインターフェース(外部モジュール)を前記NC装置の外に設け、前記計測ヘッドによる距離計測と同じ時間間隔で、前記移動体に取付けられている前記計測ヘッドの位置データを取得することが可能なように構成され、得られた前記距離計測データと前記計測ヘッドの前記位置データから、前記被加工物の位置を計算により求め、前記計測ヘッドを移動させながら連続計測を行うことにより、前記被加工物の連続形状を計測可能とした。

20

被加工物計測装置は、前記移動体の前記各軸方向の位置検出装置から出力される前記移動軸の前記位置データと、前記計測ヘッドにより計測された前記距離データを、同時刻毎に関連づけて記憶するメモリーを有するのが好ましい。

30

前記計測ヘッドが取付けられた前記移動軸の前記位置データは、前記NC装置が使用しているモータエンコーダ信号を分岐したデータ、または、専用に別途追加された位置検出装置から出力されるデータであるのが好ましい。

本発明にかかる工作機械における被加工物計測方法は、NC装置により制御される工作機械の加工領域内で、被加工物と相対的に移動する前記工作機械の移動体に取付けられた計測ヘッドによって、前記被加工物の位置および形状を検出する方法であって、この方法に使用される被加工物計測装置において、前記計測ヘッドは、前記被加工物との距離を計測して距離データを出力することが可能な変位センサーであり、前記計測ヘッドが取付けられている前記移動体の1軸以上の移動軸の位置データを取得するインターフェース(外部モジュール)を前記NC装置の外に設け、前記計測ヘッドによる距離計測と同じ時間間隔で、前記移動体に取付けられている前記計測ヘッドの位置データを取得することが可能なように構成され、得られた前記距離計測データと前記計測ヘッドの前記位置データから、前記被加工物の位置を計算により求め、前記計測ヘッドを移動させながら連続計測を行うことにより、前記被加工物の連続形状を計測可能としている。

40

より具体的な被加工物計測装置は、NC装置により制御される工作機械の加工領域内で被加工物に対して相対的に移動する移動体に取付けられて、前記被加工物を計測する有線式または無線式の計測ヘッドと、被加工物計測装置を制御する制御装置と、前記被加工物上の被計測点に対する前記計測ヘッドの、第1の軸方向とこの計測ヘッドが走査する第2

50

の軸方向とを含む少なくとも2軸方向の位置のデータが、前記各軸方向の位置検出装置からフィードバックまたは出力されるとき、フィードバック信号または出力信号を一定の時間間隔毎に取得するために、前記NC装置とは別途に設けられた外部モジュールとを備え、前記外部モジュールが、前記位置検出装置からフィードバックまたは出力される前記フィードバック信号または前記出力信号から、前記計測ヘッドの前記位置データを取得し、前記計測ヘッドが前記被加工物を計測し、前記外部モジュールにより取得された前記計測ヘッドの前記位置データを、前記制御装置に出力して格納し、前記計測ヘッドで計測された、前記被加工物に対する距離のデータを、前記制御装置に出力して格納し、この制御装置は、前記位置データと前記距離データとに基づいて演算を行うことにより、前記被加工物の2次元形状データまたは3次元形状データを得るようにしている。

10

好ましくは、前記各軸方向の前記位置検出装置は、前記位置データの前記フィードバック信号または前記出力信号を、前記外部モジュールの位置データ一時記憶部に出力し、この位置データ一時記憶部に一時的に記憶された前記位置データは、前記制御装置に出力されて格納され、前記計測ヘッドで計測された前記距離データは、前記外部モジュールの距離データ一時記憶部に出力されて一時的に記憶された後、前記制御装置に出力されて格納される。

また、前記計測ヘッドの前記位置データは、前記位置検出装置から前記NC装置にフィードバックされ、前記外部モジュールは、前記NC装置にフィードバックされる前記フィードバック信号を分岐して取得するのが好ましい。

この被加工物計測装置は、前記外部モジュールに設けられタイミングパルスを前記計測ヘッドおよび前記位置検出装置の一方または両方に出力するパルス出力部を、さらに備えているのが好ましい。

20

より具体的な被加工物計測方法は、被加工物計測装置により被加工物を計測する方法であって、この計測方法に使用される前記被加工物計測装置は、NC装置により制御される工作機械の加工領域内で被加工物に対して相対的に移動する移動体に取付けられて、前記被加工物を計測する有線式または無線式の計測ヘッドと、前記被加工物計測装置を制御する制御装置と、前記被加工物上の被計測点に対する前記計測ヘッドの、第1の軸方向とこの計測ヘッドが走査する第2の軸方向とを含む少なくとも2軸方向の位置のデータが、前記各軸方向の位置検出装置からフィードバックまたは出力されるとき、フィードバック信号または出力信号を一定の時間間隔毎に取得するために、前記NC装置とは別途に設けられた外部モジュールとを備え、前記被加工物計測装置による前記被加工物計測方法は、前記外部モジュールが、前記位置検出装置からフィードバックまたは出力される前記フィードバック信号または前記出力信号から、前記計測ヘッドの前記位置データを取得し、前記計測ヘッドが前記被加工物を計測し、前記外部モジュールにより取得された前記計測ヘッドの前記位置データを、前記制御装置に出力して格納し、前記計測ヘッドで計測された、前記被加工物に対する距離のデータを、前記制御装置に出力して格納し、この制御装置は、前記位置データと前記距離データとに基づいて演算を行うことにより、前記被加工物の2次元形状データまたは3次元形状データを得る。

30

【発明の効果】

【0007】

40

本発明にかかる工作機械における被加工物計測装置およびその方法は、上述のように構成したので、NC装置やプログラマブルコントローラに対して新たな機能を付加するなどの改造や変更をする必要がなく、また、NC装置やプログラマブルコントローラの制約事項に規制されずに独自に被加工物計測装置を設計、製造して、どのような構成のNC装置やプログラマブルコントローラを有する工作機械であっても本発明を適用することができる。

さらに、計測ヘッドの位置データをNC装置から取得する際の時間の制限を受けず、計測ヘッドを高速で走査させて、短時間で被加工物の2次元形状または3次元形状の計測を行なって、計測後の加工動作に速やかに移行することができる。

【図面の簡単な説明】

50

## 【 0 0 0 8 】

【図 1】図 1 ないし図 4 は本発明の第 1 実施例を説明するための図で、図 1 は、有線式の計測ヘッドを有する被加工物計測装置が設けられた工作機械の斜視図である。

【図 2】図 1 に示す被加工物計測装置の概略構成図である。

【図 3】被加工物の計測状態を示す説明図である

【図 4】制御装置に入力したデータと算出結果とを示す表である。

【図 5】第 2 実施例にかかる無線式の計測ヘッドを有する被加工物計測装置の概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 0 9 】

10

本発明にかかる被加工物計測装置においては、NC装置の外に設けられた外部モジュールが、位置検出装置から計測ヘッドの位置データを取得し、同時に、有線式または無線式の計測ヘッドが、被加工物と計測ヘッドの距離を計測する。

そして、外部モジュールにより取得された計測ヘッドの位置のデータは、制御装置に出力され、計測ヘッドで計測された被加工物との距離データも、制御装置に出力されて記憶される。制御装置は、位置データと距離データとに基づいて演算を行うことにより、被加工物の 2 次元形状データまたは 3 次元形状データを得る。

その結果、NC装置やプログラマブルコントローラに対して新たな機能を付加するなどの改造や変更をする必要がなく、また、NC装置やプログラマブルコントローラの制約事項に規制されずに独自に被加工物計測装置を設計、製造して、どのような構成のNC装置やプログラマブルコントローラを有する工作機械であっても本発明を適用することができ、さらに、計測ヘッドの位置データをNC装置から取得する際の時間の制限を受けず、計測ヘッドを高速で走査させて、短時間で被加工物の 2 次元形状または 3 次元形状の計測を行なって、計測後の加工動作に速やかに移行するという目的が実現される。

20

## 【 0 0 1 0 】

下記の実施例では、工作機械が立形マシニングセンタの場合を示している。なお、工作機械は、横形マシニングセンタ、複合加工機、旋盤、旋削盤、研削盤、レーザ加工機の他に、揺動可能な工具用主軸を有する複合加工機であってもよい。

【実施例】

## 【 0 0 1 1 】

30

(第 1 実施例)

以下、本発明の第 1 実施例を図 1 ないし図 4 を参照して説明する。

図 1 は、有線式の計測ヘッドを有する被加工物計測装置が設けられた工作機械の斜視図、図 2 は、図 1 に示す被加工物計測装置の概略構成図、図 3 は被加工物計測状態を示す説明図、図 4 は、制御装置に入力したデータと算出結果とを示す表である。

## 【 0 0 1 2 】

図 1 , 図 2 に示すように、本実施例では、工作機械 1 として立形マシニングセンタを示している。工作機械 1 は、床面上に据え付けられたベッド 2 と、ベッド 2 上に設置されたコラム 3 と、主軸 4 を有する主軸頭 5 と、テーブル 6 を有するサドル 7 とを備えている。工作機械 1 は、NC装置(数値制御装置) 1 3 により制御されている。

40

主軸頭 5 は、コラム 3 の前面に支持されて、上下方向(Z軸方向)に移動可能になっている。主軸 4 の先端には、工具 1 8 が着脱可能に装着される。主軸 4 は、その中心軸線が Z 軸と平行で且つ中心軸線まわりに回転可能に、主軸頭 5 に支持されている。

## 【 0 0 1 3 】

サドル 7 は、ベッド 2 上に配置されて前後の水平方向(Y軸方向)に移動可能である。サドル 7 上にはテーブル 6 が配置されている。テーブル 6 は、左右の水平方向(X軸方向)に移動可能である。テーブル 6 上には被加工物 9 が載置されている。互いに直交する移動軸(X軸, Y軸およびZ軸)により、直交 3 軸が構成されている。

コラム 3 に支持されている主軸頭 5 は、Z 軸送り機構 1 0 に駆動されて Z 軸方向に移動する。ベッド 2 上に配置されているサドル 7 は、Y 軸送り機構 1 1 に駆動されて Y 軸方向

50

に移動する。サドル7上に載置されて被加工物9を支持するテーブル6は、X軸送り機構12に駆動されてX軸方向に移動する。

このように、主軸頭5、主軸4、サドル7、テーブル6などは、送り機構10、11、12に駆動されて各軸方向に移動可能な移動体である。

【0014】

NC装置13は、X軸送り機構12、Y軸送り機構11およびZ軸送り機構10をそれぞれ制御する。また、NC装置13は、主軸4に対して工具18を自動的に交換するATC(自動工具交換装置)14を制御する。

したがって、工作機械1は、主軸4と被加工物9を、相対的にX軸、Y軸、Z軸の直交3軸方向に直線移動させる3軸制御を行うマシニングセンタである。なお、主軸頭5と被加工物9を、相対的にX軸、Y軸方向にそれぞれ移動させる場合であってもよい。

10

【0015】

工作機械1は、X軸用スケール43、Y軸用スケール44、Z軸用スケール45を含む位置検出装置30を有している。

X軸用スケール43は、移動体のX軸方向の現在位置を検出して、フィードバック信号KxをNC装置13に出力する。Y軸用スケール44は、移動体のY軸方向の現在位置を検出して、フィードバック信号KyをNC装置13に出力する。Z軸用スケール45は、移動体のZ軸方向の現在位置を検出して、フィードバック信号KzをNC装置13に出力する。

NC装置13は、位置検出装置30から出力されたフィードバック信号Kx、Ky、Kzに基づいて、X軸送り機構12、Y軸送り機構11およびZ軸送り機構10をそれぞれ制御して、移動体の直交3軸方向の現在位置が正しい位置になるように調整している。

20

【0016】

図1ないし図3に示すように、被加工物計測装置20は、有線式の計測ヘッド8と、被加工物計測装置20を制御する制御装置(たとえば、パーソナルコンピュータ、マイクロコンピュータ)23と、NC装置13の外部に別途独立して設けられた外部モジュール29とを備えている。

【0017】

計測ヘッド8は、NC装置13により制御される工作機械1の加工領域内で、被加工物9に対して相対的に移動する移動体(ここでは、主軸頭5)に取付けられて、被加工物9の位置および形状を検出する。計測ヘッド8は、被加工物9との距離を計測して距離データB1を出力することが可能な変位センサーである。

30

被加工物計測装置20およびこれを使用した被加工物計測方法は、主軸頭5に取付けられた計測ヘッド8により、被加工物9を非接触で(または、接触して)計測可能である。

計測ヘッド8が取付けられている移動体の1軸以上の移動軸の位置データC1を取得するインターフェース(外部モジュール29)が、NC装置13の外に設けられている。計測ヘッド8による距離計測と同じ時間間隔Tで、移動体に取り付けられている計測ヘッド8の位置データC1を取得することが可能なように構成されている。

得られた距離計測データB1と計測ヘッド8の位置データC1から、被加工物9の位置を計算により求めている。そして、計測ヘッド8を移動させながら連続計測を行うことにより、被加工物9の連続形状を計測することができる。

40

【0018】

主軸頭5の前面5aには、計測ヘッド8を収納するための筐体19が取付けられている。筐体19は計測ヘッド8を出退可能に支持している。計測ヘッド8は、その使用時には筐体19から下方に突出し、非使用時には筐体19の内部に収納される。計測ヘッド8は、筐体19から下方に露出した状態で被加工物9を計測する。なお、計測ヘッド8を支持する筐体19を、主軸頭5の側面や下面に設けてもよい。

【0019】

外部モジュール29は、デジタルシグナルプロセッサ、FPGA(Field Programmable Gate Array)、マイクロコンピュータおよびパーソナルコンピュータからなる群から選

50

扱われる。

外部モジュール 29 は、被加工物 9 上の被計測点 S に対する計測ヘッド 8 の位置のデータが、各軸方向 ( X 軸方向, Y 軸方向, Z 軸方向 ) の位置検出装置 30 からフィードバックされるとき、フィードバック信号  $K_x$ ,  $K_y$ ,  $K_z$  を一定の時間間隔  $T$  毎に読み取って取得する。

本実施例では、計測ヘッド 8 の位置データ C1 は、第 1 の軸方向 ( Z 軸方向 ) と、計測ヘッド 8 が走査する第 2 の軸方向 ( X 軸方向 ) とを含む、少なくとも 2 軸方向 ( Z 軸方向、X 軸方向 ) の位置のデータである。この「 2 軸方向の位置」は、互いに直交する Z 軸方向と X 軸方向の位置の場合が多いが、2 軸が直交していない場合でもよい。

外部モジュール 29 は、フィードバック信号  $K_x$ ,  $K_y$ ,  $K_z$  を、一定の時間間隔  $T$  毎に読み取って、フィードバック信号  $K_x$ ,  $K_y$ ,  $K_z$  から計測ヘッド 8 の直交 3 軸方向の位置データ C1 ( X, Y, Z ) を取得する。

#### 【 0020 】

計測ヘッド 8 の位置データ C1 は、位置検出装置 30 から NC 装置 13 にフィードバックされている。外部モジュール 29 は、位置検出装置 30 から NC 装置 13 にフィードバックされるフィードバック信号  $K_x$ ,  $K_y$ ,  $K_z$  を、分岐して取得している。

なお、計測ヘッド 8 の位置データ C1 は、位置検出装置 30 から外部モジュール 29 を介して NC 装置 13 にフィードバックしてもよい。この場合、フィードバック信号  $K_x$ ,  $K_y$ ,  $K_z$  は、位置検出装置 30 から外部モジュール 29 を介して NC 装置 13 に送られる。

なお、位置検出装置 30 は、スケール 43, 44, 45 の代わりに、サーボモータの回転角度に基づいて移動体の現在位置を検出してフィードバック信号  $K_x$ ,  $K_y$ ,  $K_z$  を出力する「エンコーダ」を含む場合でもよい。この場合、計測ヘッド 8 が取付けられた移動軸の位置データ C1 は、NC 装置 13 が使用しているモータエンコーダ信号を分岐したデータである。

#### 【 0021 】

被加工物計測装置 20 は、外部モジュール 29 に設けられたパルス出力部 24 を有している。パルス出力部 24 は、同期信号 ( トリガー ) となるタイミングパルス P を、計測ヘッド 8 および位置検出装置 30 の一方または両方に ( 本実施例では、計測ヘッド 8 と位置検出装置 30 の両方に ) 出力する。

パルス出力部 24 は、一定の時間間隔  $T$  に対応するパルス間隔 ( 一つのパルスから、次のパルスまでの時間間隔 ) を有するタイミングパルス P を出力する。タイミングパルス P は、「タイミングをとるためのパルス」であり、本実施例では、計測ヘッド 8 による計測の動作と、位置検出装置 30 による現在位置の検出の動作との、タイミングを合わせるのに使用される。

#### 【 0022 】

工作機械 1 を制御するプログラマブルコントローラ ( 以下、コントローラと記載 ) 25 は、たとえば、PMC ( プログラマブル・マシン・コントローラ ) や PLC ( プログラマブル・ロジック・コントローラ ) などである。

図示するコントローラ 25 は、NC 装置 13 に含まれている。なお、コントローラ 25 の構成自体が、NC 装置 13 とは分離した構成であってもよい。

#### 【 0023 】

ところで、もし仮に、コントローラ 25 にクロックとパルス出力部を設けた場合、このクロックは、規則的な信号を一定の時間間隔  $T$  毎に出力する。コントローラ 25 は、クロックの信号に従って、計測ヘッド 8 の位置データを NC 装置 13 から読み取って取得することになる。

この場合、コントローラ 25 のクロックから出力される信号の一定の時間間隔  $T$  は、たとえば 16 [ msec ( ミリ秒 ) ] が限界であり、これ以下の値にすることは現時点では困難である。

その結果、タイミングパルス P のパルス間隔も基本的には 16 [ msec ] となり、パルス

10

20

30

40

50

間隔と前記一定の時間間隔  $T$  とが、同じになる。したがって、計測ヘッド 8 も、16 [msec] の時間間隔毎にしか計測できないことになる。

【0024】

これに対して、本実施例では、パルス出力部 24 を外部モジュール 29 に設けているので、パルスの間隔を自在に短く設定することができる。したがって、パルス出力部 24 は、一定の時間間隔  $T$  に対応するパルス間隔（たとえば、1 [msec]）を有するタイミングパルス  $P$  を出力することができる。

その結果、計測ヘッド 8 は、極めて短い時間間隔  $T$ （1 [msec]）毎に被加工物 9 を計測できる。よって、計測ヘッド 8 の位置データ  $C1$  を NC 装置 13 から取得する際の時間の制限を受けず、計測ヘッド 8 を高速で走査させて、短時間で被加工物 9 の 2 次元形状または 3 次元形状の計測を行なって、計測後の加工動作に速やかに移行することができる。また、計測ヘッド 8 は、短時間で被加工物 9 の広い範囲を計測することができる。

10

【0025】

外部モジュール 29 から出力されパルス出力部 24 のタイミングパルス  $P$  を含む計測指令  $f$  の信号  $F$  は、配線 60 を介して、主軸頭 5 に取付けられた計測ヘッド 8 に送られる。計測ヘッド 8 で計測された被加工物 9 に対する距離のデータ  $B1$  は、配線 61 を介して外部モジュール 29 に送られる。

【0026】

被加工物計測装置 20 で被加工物 9 を計測する場合、外部モジュール 29 が、位置検出装置 30 からフィードバックされるフィードバック信号  $Kx$ ,  $Ky$ ,  $Kz$  から、計測ヘッド 8 の位置データ  $C1$  を読み取って取得する。

20

本実施例の外部モジュール 29 は、被加工物 9 上の被計測点  $S$  に対する計測ヘッド 8 の直交 3 軸方向（ $X$  軸方向、 $Y$  軸方向、 $Z$  軸方向）の位置のデータ  $C1$  を取得する。「計測ヘッド 8 の位置」は、計測ヘッド 8 においてあらかじめ決められた基準位置  $S1$  のことであり、たとえば、レーザ発振器におけるレーザ光  $L$  の出口部の位置である。

【0027】

そして、パルス出力部 24 がタイミングパルス  $P$  を出力すると、外部モジュール 29 は、計測指令  $f$  を含む信号  $F$  を、計測ヘッド 8 に配線 60 を介して出力する。その結果、外部モジュール 29 が計測ヘッド 8 の位置データ  $C1$  を取得する動作のタイミングと同じタイミングで、計測ヘッド 8 が計測指令  $f$  に従って被加工物 9 を計測する。

30

こうして計測ヘッド 8 は、計測ヘッド 8 から被加工物 9 までの距離  $D$  を計測する。計測されたデータ  $B1$  は、計測ヘッド 8 から配線 61 で外部モジュール 29 に出力される。

【0028】

このようにして、外部モジュール 29 による計測ヘッド 8 の位置データ  $C1$  の取得の動作と、その時点における計測ヘッド 8 による被加工物 9 の計測の動作とを、常に同一のタイミングで（すなわち、同時に）、一定の時間間隔  $T$ （1 [msec]）毎に繰り返して行なっている。

すなわち、外部モジュール 29 は、被加工物 9 上の被計測点  $S$  に対する計測ヘッド 8 の少なくとも 2 軸方向（ $Z$  軸方向、 $X$  軸方向）の位置データ  $C1$  を、位置検出装置 30 からフィードバックされるフィードバック信号  $Kx$ ,  $Ky$ ,  $Kz$  から読み取って取得する。

40

この外部モジュール 29 の動作と同時に、且つ一定の時間間隔  $T$ （1 [msec]）毎に、計測ヘッド 8 は、その時点における計測ヘッド 8 から被加工物 9 までの距離  $D$  を計測する。

【0029】

外部モジュール 29 により取得された計測ヘッド 8 の位置データ  $C1$  は、制御装置 23 に出力して格納される。計測指令  $f$  により計測ヘッド 8 で計測された被加工物 9 に対する距離のデータ  $B1$  は、外部モジュール 29 に一旦出力してここで記憶した後、制御装置 23 に出力して格納される。なお、距離データ  $B1$  は、計測ヘッド 8 から直接制御装置 23 に出力されてもよい。

制御装置 23 は、位置データ  $C1$  と距離データ  $B1$  とに基づいて演算を行うことにより、

50

被加工物 9 の 2 次元形状データまたは 3 次元形状データを得る。

【 0 0 3 0 】

上述の構成の被加工物計測装置 2 0 およびこの装置 2 0 による被加工物計測方法によれば、NC 装置 1 3 やコントローラ 2 5 に対して新たな機能を付加するなどの改造や変更をする必要がない。

また、NC 装置 1 3 やコントローラ 2 5 の制約事項に規制されずに、独自に被加工物計測装置 2 0 を設計、製造できる。その結果、どのような構成の NC 装置 1 3 やコントローラ 2 5 を有する工作機械 1 であっても、被加工物計測装置 2 0 を適用することができる。

被加工物 9 上の被計測点 S に対する計測ヘッド 8 の少なくとも 2 軸方向 ( Z 軸方向、X 軸方向 ) の位置データ C 1 の取得の動作と、その時点における計測ヘッド 8 による被加工物 9 の計測の動作とを、きわめて短い時間間隔  $T ( 1 [ msec ] )$  毎に繰り返して行なっている。

その結果、位置データ C 1 と距離データ B 1 を処理することにより、被加工物 9 の 2 次元形状または 3 次元形状の計測を行うことができる。また、計測ヘッド 8 は高速で走査できることになり、被加工物 9 が短時間で高精度に計測されて、計測後の加工動作に速やかに移行することができる。

被加工物計測装置 2 0 では、外部モジュール 2 9 と制御装置 2 3 を、NC 装置 1 3 やコントローラ 2 5 とは分離している。したがって、NC 装置 1 3 やコントローラ 2 5 の設計基準や構成などに拘束されることなく、被加工物計測装置 2 0 の設計やその変更を、独自に且つ自在に行うことができる。

NC 装置 1 3 から計測ヘッド 8 の位置データ C 1 を取得する動作は、NC 装置 1 3 の本来の役割である工作機械 1 に対する動作制御の合間に行われる。本発明では、外部モジュール 2 9 を設けたので、正確なタイミングで計測ヘッド 8 の位置データ C 1 を取得することができる。また、位置データ C 1 の取得の時間間隔  $T$  を短くして、高速で大量の距離データ B 1 を計測ヘッド 8 から取得することもできる。したがって、短時間で被加工物 9 の広い範囲を計測することができる。

【 0 0 3 1 】

外部モジュール 2 9 は、位置データ一時記憶部 3 1 と距離データ一時記憶部 3 2 を有している。記憶部 3 1 , 3 2 は、移動体の各軸方向の位置検出装置 3 0 から出力される移動軸の位置データ C 1 と、計測ヘッド 8 により計測された距離データ B 1 を、同時刻毎に関連づけて記憶するメモリーである。記憶部 3 1 , 3 2 は、リング状のバッファメモリーが好ましいが、その他のメモリーであってもよい。

外部モジュール 2 9 は、パルス出力部 2 4 から一定の時間間隔  $T ( 1 [ msec ] )$  毎に出力されるタイミングパルス P のタイミングで、位置検出装置 3 0 からフィードバックされるフィードバック信号  $K_x$  ,  $K_y$  ,  $K_z$  から、計測ヘッド 8 の位置データ C 1 を取得する。その後、この位置データ C 1 は制御装置 2 3 に送られる。

【 0 0 3 2 】

すなわち、外部モジュール 2 9 は、位置データ C 1 を位置データ一時記憶部 3 1 に一時的に記憶させる。その後、位置データ C 1 は、制御装置 2 3 の位置データ記憶部 2 6 に出力されて格納される。

外部モジュール 2 9 は、最新番地カウンタ 3 8 の指令により、一定の時間間隔  $T ( 1 [ msec ] )$  毎にフィードバック信号  $K_x$  ,  $K_y$  ,  $K_z$  を読み取って、計測ヘッド 8 の位置データ C 1 [ 直交 3 軸方向 ( X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向 ) の位置データ C 1 ] を取得する。すると、位置データ一時記憶部 3 1 は、この位置データ C 1 を一時的に記憶する。

【 0 0 3 3 】

X 軸用スケール 4 3 から出力されたフィードバック信号  $K_x$  に含まれる、移動体の X 軸方向の現在位置情報 ( 座標 ) 5 3 は、NC 装置 1 3 の駆動部 5 6 に入力する。Y 軸用スケール 4 4 から出力されたフィードバック信号  $K_y$  に含まれる、移動体の Y 軸方向の現在位置情報 ( 座標 ) 5 4 と、Z 軸用スケール 4 5 から出力されたフィードバック信号  $K_z$  に含まれる、移動体の Z 軸方向の現在位置情報 ( 座標 ) 5 5 も、それぞれ NC 装置 1 3 の駆動

10

20

30

40

50

部 5 6 に入力する。

駆動部 5 6 は、フィードバック信号  $K_x$  ,  $K_y$  ,  $K_z$  にそれぞれ含まれる現在位置情報 5 3 , 5 4 , 5 5 に基づいて、X 軸送り機構 1 2 , Y 軸送り機構 1 1 および Z 軸送り機構 1 0 を、それぞれ駆動する。

【 0 0 3 4 】

各軸方向 ( X 軸方向 , Y 軸方向 , Z 軸方向 ) の位置検出装置 3 0 は、計測ヘッド 8 の位置データ C 1 を含むフィードバック信号  $K_x$  ,  $K_y$  ,  $K_z$  をフィードバックして、外部モジュール 2 9 の位置データ一時記憶部 3 1 に出力する。位置データ一時記憶部 3 1 は、フィードバック信号  $K_x$  ,  $K_y$  ,  $K_z$  に含まれる位置データ C 1 を一時的に記憶する。位置データ一時記憶部 3 1 に記憶された位置データ C 1 は、その後、制御装置 2 3 に出力されて格納される。

10

計測ヘッド 8 で計測された距離データ B 1 は、外部モジュール 2 9 の距離データ一時記憶部 3 2 に出力されて一時的に記憶された後、制御装置 2 3 に出力されて格納される。

【 0 0 3 5 】

上述のように、外部モジュール 2 9 は、一定の時間間隔  $T$  ( 1 [ msec ] ) 毎にフィードバック信号  $K_x$  ,  $K_y$  ,  $K_z$  を読み取って、計測ヘッド 8 の位置データ C 1 を取得する。すると、この位置データ C 1 は、位置データ一時記憶部 3 1 に一時的に記憶された後、外部モジュール 2 9 から制御装置 2 3 に出力される。

計測ヘッド 8 が被加工物 9 を計測すると、計測ヘッド 8 から外部モジュール 2 9 に距離データ B 1 が出力される。この距離データ B 1 は、外部モジュール 2 9 の距離データ一時記憶部 3 2 に一時的に記憶された後、外部モジュール 2 9 から制御装置 2 3 に出力される。

20

【 0 0 3 6 】

たとえば、被加工物 9 上の 1 番目の被計測点 S を計測したときの計測ヘッド 8 の X 軸方向 , Y 軸方向 , Z 軸方向のそれぞれの現在位置情報を、外部モジュール 2 9 が、フィードバック信号  $K_x$  ,  $K_y$  ,  $K_z$  から読み取る。すると、位置データ一時記憶部 3 1 の番地「 1 」に、座標値「  $X_1$  ,  $Y_1$  ,  $Z_1$  」が書き込まれる。

次いで、被加工物 9 上の 2 番目の被計測点 S を計測したときの計測ヘッド 8 の X 軸方向 , Y 軸方向 , Z 軸方向のそれぞれの現在位置情報を、外部モジュール 2 9 が、フィードバック信号  $K_x$  ,  $K_y$  ,  $K_z$  から読み取る。すると、位置データ一時記憶部 3 1 の番地「 2 」に、次の座標値「  $X_2$  ,  $Y_2$  ,  $Z_2$  」が書き込まれる。

30

以下同様にして、被加工物 9 上の N 番目の被計測点 S を計測したときの計測ヘッド 8 の X 軸方向 , Y 軸方向 , Z 軸方向のそれぞれの現在位置情報を、外部モジュール 2 9 が、フィードバック信号  $K_x$  ,  $K_y$  ,  $K_z$  から読み取る。すると、位置データ一時記憶部 3 1 の番地「 N 」に、座標値「  $X_n$  ,  $Y_n$  ,  $Z_n$  」が書き込まれる。

【 0 0 3 7 】

このようにして、計測ヘッド 8 の 1 番目から N 番目までの N 個の位置データ C 1 が、位置データ一時記憶部 3 1 に順番に一時的に記憶される。その後、N 個または所定の個数の位置データ C 1 は、制御装置 2 3 の位置データ記憶部 2 6 に同時に格納される。

なお、位置データ一時記憶部 3 1 を、外部モジュール 2 9 の外部に別途設けてもよい。また、位置データ一時記憶部 3 1 は、NC 装置 1 3 またはコントローラ 2 5 の各内部に設けられているメモリを流用することもできる。

40

【 0 0 3 8 】

他方たとえば、計測ヘッド 8 が、被加工物 9 上の 1 番目の被計測点 S を計測したとき、計測ヘッド 8 は、その時点における計測ヘッド 8 から被加工物 9 までの距離 D 1 を計測する。すると、外部モジュール 2 9 がこの距離データを読み取って、距離データ一時記憶部 3 2 の番地「 1 」に、距離「 D 1 」が書き込まれる。

次いで、計測ヘッド 8 が、被加工物 9 上の 2 番目の被計測点 S を計測したとき、計測ヘッド 8 は、その時点における計測ヘッド 8 から被加工物 9 までの距離 D 2 を計測する。すると、外部モジュール 2 9 がこの距離データを読み取って、距離データ一時記憶部 3 2 の番地「 2 」に、距離「 D 2 」が書き込まれる。

50

以下同様にして、計測ヘッド 8 が、被加工物 9 上の N 番目の被計測点 S を計測したとき、計測ヘッド 8 は、その時点における計測ヘッド 8 から被加工物 9 までの距離  $D_n$  を計測する。すると、外部モジュール 29 がこの距離データを読み取って、距離データ一時記憶部 32 の番地「N」に、距離「 $D_n$ 」が書き込まれる。

【0039】

このようにして、計測ヘッド 8 の 1 番目から N 番目までの N 個の距離データ B1 が、距離データ一時記憶部 32 に順番に一時的に記憶される。その後、N 個または所定の個数の距離データ B1 は、制御装置 23 の距離データ記憶部 21 に同時に格納される。

なお、距離データ一時記憶部 32 を、外部モジュール 29 の外部に別途設けてもよい。また、距離データ一時記憶部 32 は、NC 装置 13 またはコントローラ 25 の各内部に設けられているメモリを流用することもできる。

10

【0040】

制御装置 23 は、位置データ C1 を格納する位置データ記憶部 26 と、距離データ B1 を格納する距離データ記憶部 21 と、演算処理部 27 とを有している。

記憶部 26, 21 は、移動体の各軸方向の位置検出装置 30 から出力される移動軸の位置データ C1 と、計測ヘッド 8 により計測された距離データ B1 を、同時刻毎に関連づけて記憶するメモリーである。

計測ヘッド 8 における少なくとも 2 軸方向の位置データ C1 は、外部モジュール 29 で取得されて位置データ一時記憶部 31 に一時的に記憶された後、制御装置 23 の位置データ記憶部 26 に格納される。

20

すなわち、外部モジュール 29 の位置データ一時記憶部 31 に記憶されている位置データ C1 は、位置データ記憶部 26 に格納される。このとき、位置データ記憶部 26 は、制御装置 23 に設けられている開始番地メモリ (カウンタ) 37 から出力される指令と、外部モジュール 29 に設けられている最新番地カウンタ 38 の指令とに従って、位置データ C1 を順次読み出すとともにこうして読み出された位置データ C1 を格納する。なお、2 つの記憶部 21, 26 を、制御装置 23 とは分離して別途設けてもよい。

【0041】

被加工物 9 の距離データ B1 は、計測指令 f により計測ヘッド 8 で計測され、配線 61 を介して外部モジュール 29 に出力されて、距離データ一時記憶部 32 に一時的に記憶される。その後、距離データ B1 は、制御装置 23 の距離データ記憶部 21 に格納される。すなわち、制御装置 23 は、外部モジュール 29 から送られてきた距離データ B1 を、距離データ記憶部 21 に順次格納する。

30

演算処理部 27 は、計測ヘッド 8 で計測された距離 D のデータ (すなわち、距離データ B1) と、外部モジュール 29 で取得された少なくとも 2 軸方向 (Z 軸方向, X 軸方向) の位置のデータ (計測ヘッド 8 の位置を示すデータ C1) とに基づいて、演算を行う。

すなわち、演算処理部 27 は、位置データ記憶部 26 に格納されている位置データ C1 と、距離データ記憶部 21 に格納されている距離データ B1 とに基づいて、演算を行う。これにより、被加工物 9 の 2 次元形状または 3 次元形状のデータが得られる。

【0042】

工具 18 は工具マガジンに収納可能である。NC 装置 13 で制御される ATC 14 により、工具 18 は、主軸 4 に対して自動的に交換されるとともに着脱可能である。したがって、主軸 4 に装着された工具 18 で被加工物 9 を加工する工程の前に (または、加工工程の途中に、もしくは加工工程後に)、計測ヘッド 8 で被加工物 9 を計測する工程を設ければ、加工動作と計測動作とが順番にまたはこれとは逆の順に連続する。すなわち、加工動作と計測動作とを、任意の組合せで実行することが可能である。

40

このようにすれば、計測のために被加工物 9 をテーブル 6 から取り外さなくても、被加工物 9 を加工したのちテーブル 6 に取付けたままで直ちに、被加工物 9 の 2 次元形状または 3 次元形状の計測ができる。また、被加工物 9 を計測した動作の後に、再び被加工物 9 を加工する動作に移行することもできる。

【0043】

50

本発明の関連技術として、計測ヘッド 8 を主軸 4 に着脱可能に装着する場合がある。ところが、主軸 4 に対して計測ヘッド 8 を着脱すると、着脱の前後で計測ヘッド 8 での計測に誤差が生じる恐れがある。また、主軸 4 に対して工具 1 8 を着脱すると、着脱の前後で工具 1 8 での加工に誤差が生じる恐れがある。

これに対して本実施例では、計測ヘッド 8 は、主軸頭 5 に取付けられており、主軸 4 には装着されないようになっている。したがって、工具 1 8 を取外すことなく主軸 4 に装着したままで、計測ヘッド 8 で被加工物 9 を高精度に計測できる。また、工具 1 8 で被加工物 9 を高精度に加工することができる。

計測ヘッド 8 は、移動体（ここでは、主軸頭 5）の主軸 4 に装着されている状態の工具 1 8 の近傍に配置されている。これにより、計測ヘッド 8 は、工具 1 8 に近い位置で被加工物 9 を高精度に計測できる。

なお、計測ヘッド 8 が取付けられる移動体は、マシニングセンタの主軸頭 5 のほかに、テーブル 6、サドル 7、旋盤の刃物台やタレット、複合加工機における揺動可能な工具用主軸であってもよい。

#### 【 0 0 4 4 】

計測ヘッド 8 は、被加工物 9 の表面に照射するためのレーザ光 L を発生させるレーザ発振器を内蔵している。レーザ発振器で発生したレーザ光 L は、被加工物 9 の表面の被計測点 S に照射される。計測ヘッド 8 は、被加工物 9 の表面で反射したレーザ光 L を受光することにより、計測ヘッド 8 から被加工物 9 までの距離 D を算出する。

この距離 D は、計測ヘッド 8 の基準位置 S1 と被加工物 9 上の被計測点 S との間の、基準軸線 C L（たとえば、計測ヘッド 8 から射出されるレーザ光 L の中心軸線 C L）の方向（すなわち、Z 軸方向）における距離である。

計測指令 f の信号 F は、パルス出力部 2 4 から計測ヘッド 8 に有線（配線 6 0）で送られる。計測ヘッド 8 は、計測指令 f を受けるとレーザ発振器によりレーザ光 L を発生し、このレーザ光 L を被加工物 9 に照射する。

被加工物 9 上の被計測点 S でレーザ光 L が反射するので、この反射したレーザ光 L に基づいて、計測ヘッド 8 から被加工物 9 までの距離 D が算出される。算出された距離 D などを含む距離データ B1 は、配線 6 1 で外部モジュール 2 9 に出力される。

#### 【 0 0 4 5 】

このように、計測ヘッド 8 は、計測指令 f を受けると、計測ヘッド 8 から被加工物 9 までの距離 D を計測することにより、この被加工物 9 を非接触で計測する。

計測動作の際に、計測ヘッド 8 は被加工物 9 に接触しないので、計測ヘッド 8 を高速で安全に且つ振動なし（または、低振動）で走査して、短時間で被加工物 9 の広い範囲を計測することができる。

#### 【 0 0 4 6 】

次に、被加工物計測装置 2 0 で被加工物 9 を計測する手順について説明する。

まず最初に、計測用プログラムで計測ヘッド 8 を呼び出す。そして、主軸頭 5 を移動させて、主軸頭 5 に取付けられている計測ヘッド 8 を、計測（スキャン）の開始点に位置決めする。

次いで、計測用プログラム中の M コード指令により、NC 装置 1 3、外部モジュール 2 9、制御装置 2 3 などを計測準備状態にする。計測用プログラムの移動指令により、計測ヘッド 8 が被加工物 9 の上方で移動を開始する。

#### 【 0 0 4 7 】

NC 装置 1 3 が計測開始の指令 g を外部モジュール 2 9 に出力すると、外部モジュール 2 9 は、パルス出力部 2 4 から一定の時間間隔  $T$ （1 [msec]）毎に出力されるタイミングパルス P に従って、位置検出装置 3 0 から出力されるフィードバック信号  $K_x$ 、 $K_y$ 、 $K_z$  から計測ヘッド 8 の位置データ C1 を読み取って取得する。

この位置データ C1 は、被加工物 9 上の被計測点 S に対する計測ヘッド 8 の直交 3 軸方向（X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向）の現在位置情報（座標）である。位置データ C1 は、外部モジュール 2 9 の位置データ一時記憶部 3 1 に、順次一時的に記憶される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 8 】

外部モジュール 2 9 がこの読み取り動作（取得動作）を行い、パルス出力部 2 4 のタイミングパルス P に基づいて、外部モジュール 2 9 から計測ヘッド 8 に計測指令 f の信号 F が送信される。

計測ヘッド 8 は、計測指令 f を受信すると、計測ヘッド 8 から被加工物 9 までの距離 D を計測する。計測ヘッド 8 から出力される距離データ B 1 は、配線 6 1 を介して外部モジュール 2 9 に出力されて距離データ一時記憶部 3 2 に一時的に記憶される。その後、この距離データ B 1 は、制御装置 2 3 の距離データ記憶部 2 1 に出力される。

## 【 0 0 4 9 】

外部モジュール 2 9 が、フィードバック信号  $K_x$ ,  $K_y$ ,  $K_z$  から計測ヘッド 8 の位置データ C 1 を読み取って位置データ一時記憶部 3 1 に一つ追加記憶させる毎に、外部モジュール 2 9 の最新番地カウンタ 3 8 の数値を一つ加算する。

最後に書き込んだ番地を、位置データ一時記憶部 3 1 に保持する。その後、外部モジュール 2 9 は、この位置データ C 1 を制御装置 2 3 の位置データ記憶部 2 6 に出力する。

## 【 0 0 5 0 】

制御装置 2 3 は、位置データ一時記憶部 3 1 に記憶された一連の位置データ C 1 を順次読み取って、位置データ記憶部 2 6 に順次保管する。このとき、位置データ一時記憶部 3 1 内で読み取るべき一連の位置データの先頭番地を、制御装置 2 3 の開始番地メモリ 3 7 で保持しておき、位置データを読み取る毎に、開始番地メモリ 3 7 の値を更新しておく。

読み取るべき一連の位置データの最終番地は、外部モジュール 2 9 の最新番地カウンタ 3 8 により示されている。

## 【 0 0 5 1 】

プログラム中の M コードの指令が出力されると、制御装置 2 3 は、外部モジュール 2 9 に計測終了の指令を出力する。すると、被加工物計測装置 2 0 による計測が終了し、パルス出力部 2 4 は、タイミングパルス P のパルス信号の出力を終了する。この出力の終了時に、位置検出装置 3 0 または計測ヘッド 8 が、一定の時間  $T$  ( 1 [ msec ] ) 後にパルス信号を受け取らなければ、計測終了と判断される。

そして、制御装置 2 3 内で位置データ記憶部 2 6 に保管された一連の位置データ C 1 のうち 1 個目の位置データ (  $X_0$ ,  $Y_0$ ,  $Z_0$  ) を削除する。これは、計測開始時に、最初の位置データに相当する距離データは存在しないからである。

また、距離データ B 1 のうち最後の 1 個の距離データを削除する。これは、最後の距離データに相当する位置データは存在しないからである。

次いで、演算処理部 2 7 は、それぞれの時点における位置データ [ (  $X_1$ ,  $Y_1$ ,  $Z_1$  ) , (  $X_2$ ,  $Y_2$ ,  $Z_2$  ) , (  $X_3$ ,  $Y_3$ ,  $Z_3$  ) , ..... , (  $X_n$ ,  $Y_n$ ,  $Z_n$  ) , ..... ] と距離データ (  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ , ..... ,  $D_n$ , ..... ) とを合わせて、被加工物 9 の 2 次元形状データまたは 3 次元形状データを算出する。

## 【 0 0 5 2 】

本発明では、制御装置 2 3 は必要最小限の距離データ B 1 を処理すればよい。したがって、データ処理の負荷は小さくなり、位置データ一時記憶部 3 1 , 距離データ一時記憶部 3 2 , 位置データ記憶部 2 6 および距離データ記憶部 2 1 の各メモリ容量も小さくて済む。

外部モジュール 2 9 に位置データ一時記憶部 3 1 を設けたので、計測ヘッド 8 の直交 3 軸方向 ( X 軸方向 , Y 軸方向 , Z 軸方向 ) の位置データ C 1 を、位置データ一時記憶部 3 1 に一時的に記憶することができる。

その後、制御装置 2 3 の開始番地メモリ 3 7 から出力される指令と、外部モジュール 2 9 の最新番地カウンタ 3 8 の指令とに従って、位置データ C 1 を複数個まとめて位置データ記憶部 2 6 に順次格納することができる。したがって、外部モジュール 2 9 , 位置データ一時記憶部 3 1 および制御装置 2 3 が位置データ C 1 を処理するための負担は小さくて済む。

## 【 0 0 5 3 】

10

20

30

40

50

演算処理部 27 は、距離データ記憶部 21 に格納されている距離データ B1 と、位置データ記憶部 26 に格納されている計測ヘッド 8 の直交 3 軸方向の位置データ C1 とに基づいて、演算を行う。これにより、被加工物 9 の 2 次元形状データまたは 3 次元形状データが得られる。

こうして、被加工物 9 上の多数の被計測点 S の各座標のデータ（2 次元形状データまたは 3 次元形状データ）が算出される。この多数の被計測点 S の各座標のデータは、制御装置 23 とは別に設けられた演算装置（たとえば、パーソナルコンピュータ）28 に出力される。

演算装置 28 は、多数の被計測点 S の座標を集合させる演算を行うことにより、被加工物 9 の立体図すなわち 3 次元形状 E（図 3）が得られる。

#### 【0054】

図 4 は、制御装置 23 に入力した計測距離 D のデータ B1 と、直交 3 軸方向の位置データ C1 と、これら計測距離 D のデータ B1 および位置データ C1 に基づいて算出された結果とを示している。この算出結果は、3 次元形状データ（すなわち、被加工物 9 上の被計測点 S の座標）である。

#### 【0055】

上述の説明では、パルス出力部 24 が、タイミングパルス P を 1 [msec] のパルス間隔で出力する場合を示している。このタイミングパルス P は、データ取得のタイミングを確認するために使用されるので、パルス間隔および計測の間隔は、制限はなく任意の値でよい。

#### 【0056】

被加工物計測装置 20 による計測の終了について、予め設定されているパルス間隔（1 [msec]）で、計測ヘッド 8 と位置検出装置 30 にタイミングパルス P のパルス信号が入力しなければ、計測終了と判断される。

ところで、この判定方法の場合、パルス間隔が長い値（たとえば 160 [msec]）であると仮定する。この場合、外部モジュール 29 が、制御装置 23 から計測終了の指令を受信しても、計測ヘッド 8 が、160 [msec] の長い時間後にタイミングパルス P が来ないことを認識するまで、計測ヘッド 8 は、被加工物 9 を計測して距離データ B1 を出力し続ける。その結果、計測終了直前に、外部モジュール 29 でせっかく取得した距離データ B1 が、無駄になってしまう。

そこで、NC 装置 13 は、計測終了の指令 g を外部モジュール 29 に送信し、この外部モジュール 29 が指令 g を受信すると計測ヘッド 8 は計測を終了する構成にしている。このようにすれば、計測終了直前に外部モジュール 29 が不要なデータを取得して無駄が発生するといった不具合がなくなる。

#### 【0057】

第 1 実施例の変形例として、有線式の計測ヘッド 8 を、工作機械 1 の主軸 4 に着脱可能に装着する場合がある。この場合、被加工物 9 を計測する際には、ATC 14 で主軸 4 から工具 18 を取外した後、オペレータが、手動で計測ヘッド 8 を主軸 4 に対して装着したり取外したりすることになる。

こうすれば、既設の工作機械であっても、本発明の被加工物計測装置 20 を適用することができる。

#### 【0058】

##### （第 2 実施例）

図 5 は、本発明の第 2 実施例にかかる無線式の計測ヘッド 8a を有する工作機械 101 における被加工物計測装置 20a の概略構成図である。第 1 実施例と同一または相当部分には同一符号を付してその説明を省略する。

図 5 に示すように、被加工物計測装置 20a は、被加工物 9 を計測する無線式の計測ヘッド 8a を有している。計測ヘッド 8a は、NC 装置 13 により制御される工作機械 101 の加工領域内で、被加工物 9 に対して相対的に移動する移動体としての主軸頭 5 に取付けられて、被加工物 9 の位置および形状を検出する。計測ヘッド 8a は、被加工物 9 との

10

20

30

40

50

距離 D を計測して距離データ B1 を出力することが可能な変位センサーである。

被加工物計測装置 20 a は、被加工物計測装置 20 a を制御する制御装置 23 と、外部モジュール 29 とを有している。

計測ヘッド 8 a が取付けられている主軸頭 5 の 1 軸以上の移動軸の位置データ C1 を取得する外部モジュール 29 が、NC 装置 13 の外に設けられている。計測ヘッド 8 a による距離計測と同じ時間間隔 T で、主軸頭 5 に取付けられている計測ヘッド 8 a の位置データ C1 を取得することが可能なように構成されている。

得られた距離計測データ B1 と計測ヘッド 8 a の位置データ C1 から、被加工物 9 の位置を計算により求めている。そして、計測ヘッド 8 a を移動させながら連続計測を行うことにより、被加工物 9 の連続形状を計測することができる。

10

#### 【0059】

外部モジュール 29 は、NC 装置 13 とは別途に設けられている。外部モジュール 29 は、被加工物 9 上の被計測点に対する計測ヘッド 8 a の、第 1 の軸方向 (Z 軸方向) とこの計測ヘッド 8 a が走査する第 2 の軸方向 (X 軸方向) とを含む少なくとも 2 軸方向の位置のデータ C1 が、各軸方向の位置検出装置 30 からフィードバックされる時、フィードバック信号  $K_x$ ,  $K_y$ ,  $K_z$  を一定の時間間隔 T (1 [msec]) 毎に取得する。

被加工物計測装置 20 a のパルス出力部 24 は、外部モジュール 29 に設けられ、タイミングパルス P を、計測ヘッド 8 a および各軸方向の位置検出装置 30 の一方または両方 (本実施例では、両方) に出力する。

#### 【0060】

20

計測ヘッド 8 a の位置データ C1 は、位置検出装置 30 から NC 装置 13 にフィードバックされる。外部モジュール 29 は、位置検出装置 30 から NC 装置 13 にフィードバックされるフィードバック信号  $K_x$ ,  $K_y$ ,  $K_z$  を、分岐して取得している。

#### 【0061】

被加工物計測装置 20 a で計測する場合は、計測ヘッド 8 a が被加工物 9 を計測すると、外部モジュール 29 は、位置検出装置 30 からフィードバックされるフィードバック信号  $K_x$ ,  $K_y$ ,  $K_z$  から計測ヘッド 8 a の位置データ C1 を取得する。外部モジュール 29 により取得された計測ヘッド 8 a の位置データ C1 は、制御装置 23 に出力されて格納される。

他方、計測ヘッド 8 a で計測された被加工物 9 の距離データ B1 は、制御装置 23 に出力して格納される。そして、制御装置 23 は、位置データ C1 と距離データ B1 とに基づいて演算を行うことにより、被加工物 9 の 2 次元形状データまたは 3 次元形状データを得る。

30

上述の構成の被加工物計測装置 20 a およびこの装置 20 a による被加工物計測方法によれば、第 1 実施例と同じ作用効果を奏する。

#### 【0062】

各軸方向の位置検出装置 30 は、位置データ C1 のフィードバック信号  $K_x$ ,  $K_y$ ,  $K_z$  を、外部モジュール 29 の位置データ一時記憶部 31 に出力する。位置データ一時記憶部 31 に一時的に記憶された位置データ C1 は、制御装置 23 に出力されて格納される。

計測ヘッド 8 a で計測された距離データ B1 は、外部モジュール 29 の距離データ一時記憶部 32 に出力されて一時的に記憶された後、制御装置 23 に出力されて格納される。

40

#### 【0063】

工作機械 101 において、主軸 4 の先端には、工具 (図示せず) または計測ヘッド 8 a が着脱可能に装着される。NC 装置 13 は、主軸 4 に対して工具と計測ヘッド 8 a をそれぞれ自動的に交換する A T C 14 を制御する。計測ヘッド 8 a は、工作機械 101 の主軸 4 に対して、A T C 14 により自動的に交換して装着、離脱される。

したがって、工作機械 101 は、工具または計測ヘッド 8 a と、被加工物 9 とを相対的に X 軸, Y 軸, Z 軸の直交 3 軸方向に直線移動させる 3 軸制御を行うマシニングセンタである。この工作機械 101 において、計測ヘッド 8 a が無線式である点が第 1 実施例の工作機械 1 と異なっているが、これ以外の構成は工作機械 1 と同じである。

50

被加工物計測装置 20 a およびこれを使用した被加工物計測方法は、工作機械 101 の主軸 4 に装着される計測ヘッド 8 a により、被加工物 9 を非接触で（または、接触して）計測可能である。

【0064】

計測ヘッド 8 a が無線式なので、被加工物計測装置 20 a は、主軸 4 に装着された状態の計測ヘッド 8 a との間で無線で送受信を行うための送信受信部 22 を有している。外部モジュール 29 に設けられているパルス出力部 24 は、送信受信部 22 にタイミングパルス P を出力する。タイミングパルス P は、送信受信部 22 でタイミングを合わせるのに使用される。

送信受信部 22 と計測ヘッド 8 a の間では、計測指令 f や距離データなどの信号 F が、無線によって送受信される。送信受信部 22 は、パルス出力部 24 からタイミングパルス P を受信すると、タイミングパルス P のタイミングに合わせた計測指令 f の信号 F を計測ヘッド 8 a に送信する。

計測指令 f が計測ヘッド 8 a に入力すると、計測ヘッド 8 a が、計測ヘッド 8 a から被加工物 9 までの距離 D を計測する。計測されたデータを含む信号 F は、計測ヘッド 8 a から送信受信部 22 に無線で送信される。送信受信部 22 は、計測ヘッド 8 a から受信した距離データ B1 を、外部モジュール 29 に送信する。その後、距離データ B1 は制御装置 23 に送られる。

【0065】

このように本実施例では、計測指令 f の信号 F が、送信受信部 22 から計測ヘッド 8 a に無線で送信される。計測ヘッド 8 a は、この計測指令 f を受けると、計測ヘッド 8 a から被加工物 9 までの距離 D を計測する。

計測動作の際に、計測ヘッド 8 a は被加工物 9 に接触しない。したがって、計測ヘッド 8 a を高速で安全に且つ振動なし（または低振動）で走査して、短時間で被加工物 9 の広い範囲を計測することができる。

【0066】

次に、第 1 実施例、第 2 実施例において、本発明の他の変形例を説明する。

上述の各実施例では、制御装置 23 と外部モジュール 29 は、分離されている構成が図示されているが、分離しない場合でもよい。

たとえば、制御装置 23 および外部モジュール 29 の両方を組み合わせて一緒にする場合や、制御装置 23 と外部モジュール 29 のうち、いずれか一方を他方の内部に組み込む場合がある。

【0067】

上述の各実施例の外部モジュール 29 は、位置検出装置 30 から NC 装置 13 にフィードバックされるフィードバック信号  $K_x$ 、 $K_y$ 、 $K_z$  を、分岐して取得している。すなわち、フィードバック用の位置検出装置 30 を被加工物 9 の計測にも兼用しているが、本発明の位置検出装置 30 は、被加工物 9 の計測のみに使用される専用 に別途追加された装置でもよい。この場合、計測ヘッド 8、8 a が取付けられた移動軸の位置データ C1 は、専用の位置検出装置 30 から出力されるデータである。

【0068】

この被加工物計測専用の位置検出装置 30 を有する被加工物計測装置およびその方法について説明する。

この場合の外部モジュール 29 は、被加工物 9 上の被計測点 S に対する計測ヘッド 8、8 a の位置のデータが、各軸方向（X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向）の位置検出装置 30 から出力されるとき、出力信号  $K_x$ 、 $K_y$ 、 $K_z$  を一定の時間間隔 T 毎に読み取って取得する。

計測ヘッド 8、8 a の位置データ C1 は、第 1 の軸方向（Z 軸方向）と、計測ヘッド 8、8 a が走査する第 2 の軸方向（X 軸方向）とを含む、少なくとも 2 軸方向（Z 軸方向、X 軸方向）の位置のデータである。

外部モジュール 29 は、位置検出装置 30 から出力される出力信号  $K_x$ 、 $K_y$ 、 $K_z$  を、

一定の時間間隔  $T$  毎に読み取って、出力信号  $K_x$ ,  $K_y$ ,  $K_z$  から計測ヘッド 8, 8 a の直交 3 軸方向の位置データ  $C_1(X, Y, Z)$  を取得する。

位置検出装置 30 は、被加工物 9 の計測のみに使用されるので、NC 装置 13 用の位置検出装置に要求される設計基準や構成などに拘束されることなく、被加工物計測装置 20 と位置検出装置 30 の設計やその変更を、独自に且つ自在に行うことができる。

#### 【0069】

上述の各実施例の工作機械 1, 101 は、主軸 4 と被加工物 9 を、相対的に X 軸, Y 軸, Z 軸の直交 3 軸方向に直線移動させる 3 軸制御を行うマシニングセンタである。

変形例として、工作機械は、主軸 4 と被加工物 9 を、相対的に X 軸, Y 軸, Z 軸の直交 3 軸方向に直線移動させる 3 軸制御と、一つまたは複数の回転軸 (B 軸, C 軸など) を有して相対的に旋回動作可能な制御とを行う、4 軸制御や 5 軸制御の機械であってもよい。

この変形例では、移動体 (たとえば、主軸頭 5 や刃物台) に取付けられる計測ヘッド 8, 8 a は、被加工物 9 に対して、相対的に直交 3 軸方向に相対移動可能で、且つ旋回軸まわりに旋回することができる。

そして、被加工物 9 上の被計測点に対する計測ヘッド 8, 8 a の、第 1 の軸方向 (Z 軸方向) とこの計測ヘッド 8, 8 a が走査する第 2 の軸方向 (X 軸方向) とを含む少なくとも 2 軸方向の位置のデータ (この場合は、直交 3 軸方向と旋回軸まわりの位置データ) が、位置検出装置からフィードバックまたは出力されるとき、外部モジュール 29 は、フィードバック信号または出力信号を一定の時間間隔  $T$  毎に取得する。

そして、外部モジュール 29 は、位置検出装置からフィードバックまたは出力されるフィードバック信号または出力信号から、計測ヘッド 8, 8 a の位置データを取得する。

#### 【0070】

本発明では、タイミングパルス P がパルス出力部 24 から位置検出装置 30 に出力される回路に、遅延回路を設けてもよい。こうすれば、位置検出装置 30 に入力すべきタイミングパルス P が、遅延回路により、予め設定された時間差だけ積極的に遅れて位置検出装置 30 に入力する。

これとは逆に、タイミングパルス P がパルス出力部 24 から計測ヘッド 8, 8 a に出力される回路に、予測システムを設けてもよい。こうすれば、計測ヘッド 8, 8 a に入力すべきタイミングパルス P を含む信号 F が、予測システムにより、予め設定された時間差だけ積極的に早めて計測ヘッドに入力する。

このようにすれば、容易に第 1 の時間と第 2 の時間とが一致することになる。第 1 の時間は、計測ヘッド用のタイミングパルス P の指令により、計測ヘッド 8, 8 a が、被加工物 9 に対する距離  $D$  を計測する時間である。第 2 の時間は、位置データ用のタイミングパルス P の指令により、外部モジュール 29 が、被計測点に対する計測ヘッド 8, 8 a の少なくとも 2 軸方向の位置を取得する時間である。

#### 【0071】

以上、本発明の実施例 (変形例を含む。以下同じ) を説明したが、本発明は上述の実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲で種々の変形, 付加などが可能である。

なお、各図中同一符号は同一または相当部分を示す。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0072】

本発明にかかる工作機械における被加工物計測装置およびその方法は、マシニングセンタの他に、複合加工機, 旋盤, 旋削盤, 研削盤, レーザ加工機などの工作機械に適用でき、非接触で (または、接触して) 被加工物を計測可能である。

#### 【符号の説明】

#### 【0073】

- 1, 101 工作機械 (立形マシニングセンタ)
- 5 主軸頭 (移動体)
- 8 有線式の計測ヘッド

10

20

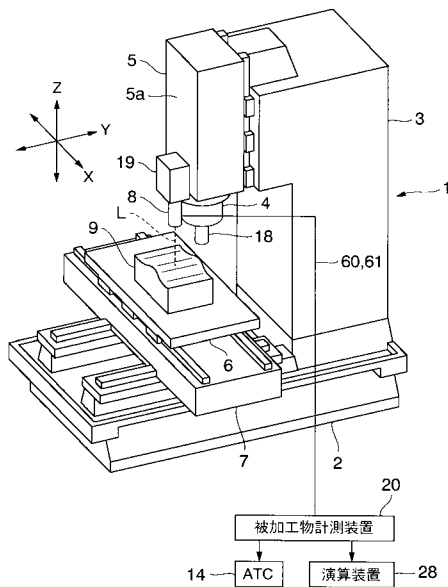
30

40

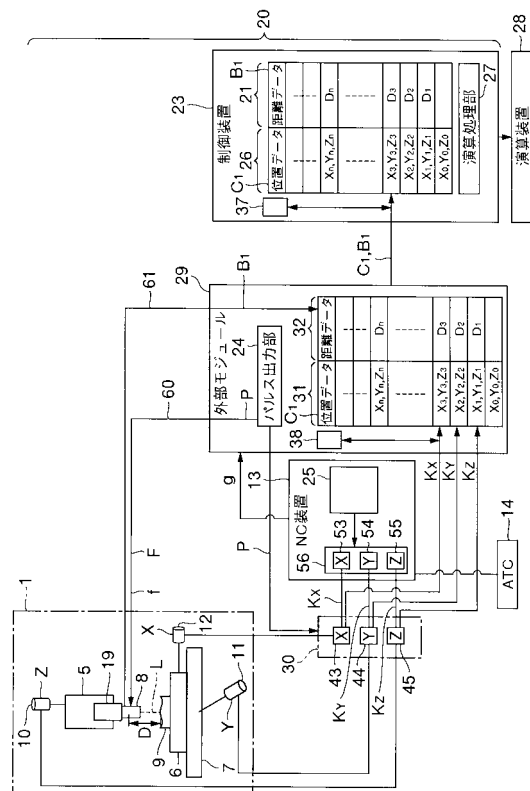
50

- 8 a 無線式の計測ヘッド
- 9 被加工物
- 13 NC装置
- 20, 20a 被加工物計測装置
- 29 外部モジュール
- 30 位置検出装置
- 31 位置データ時記憶部(メモリー)
- 32 距離データ時記憶部(メモリー)
- B1 距離データ
- C1 位置データ
- D 距離
- X軸 移動軸
- Y軸 移動軸
- Z軸 移動軸
- T 時間間隔

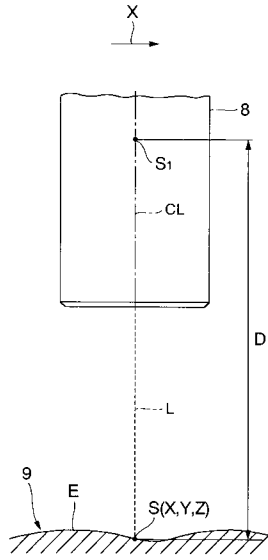
【図1】



【図2】



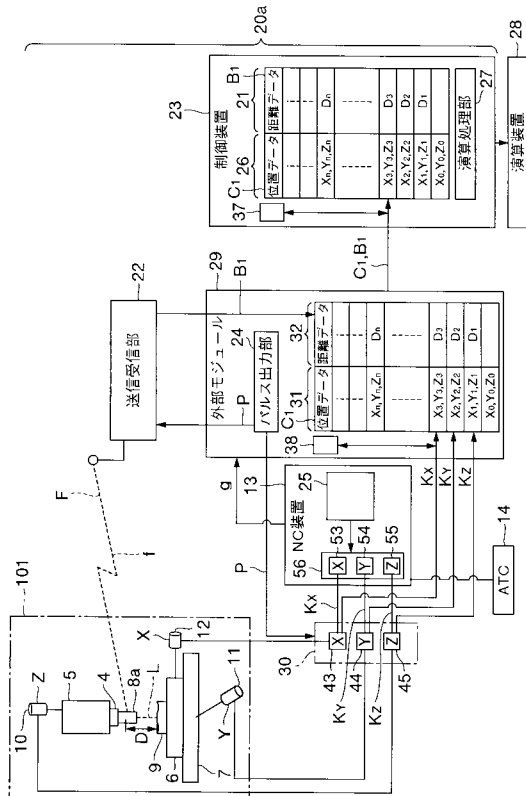
【図3】



【図4】

計測距離D	直交3軸方向の位置データ C <sub>1</sub>			概算測点Sの座標		
	X軸方向位置	Y軸方向位置	Z軸方向位置	X軸方向	Y軸方向	Z軸方向
50,010	0	0	60,000	0	0	9,990
49,998	1,736	0	59,848	1,736	0	9,850
50,003	3,420	0	59,397	3,420	0	9,394
50,012	5,000	0	58,660	5,000	0	8,648
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

【図5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 大野 勝彦

奈良県大和郡山市北郡山町106番地 株式会社森精機製作所内

審査官 村上 哲

(56)参考文献 特表2007-518579(JP,A)

特開2003-326440(JP,A)

特開2002-148024(JP,A)

特開2002-192430(JP,A)

特開2009-279722(JP,A)

特開平08-123520(JP,A)

特開昭61-175706(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23Q 17/20

B23Q 17/24

G05B 19/414

B23Q 15/02