

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第1区分

【発行日】平成23年9月29日(2011.9.29)

【公表番号】特表2008-500520(P2008-500520A)

【公表日】平成20年1月10日(2008.1.10)

【年通号数】公開・登録公報2008-001

【出願番号】特願2007-513713(P2007-513713)

【国際特許分類】

**G 01 B 5/004 (2006.01)**

【F I】

**G 01 B 5/004**

【誤訳訂正書】

【提出日】平成23年8月8日(2011.8.8)

【誤訳訂正1】

【訂正対象書類名】特許請求の範囲

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

制御クロック信号(32)を発生する制御クロック発生器(31)と、

この制御クロック信号(32)より高い周波数を備えたサンプリングクロック信号(23)を発生するサンプリングクロック発生器(22)と、

このサンプリングクロック信号に基づいて測定された位置の値を記憶する位置データメモリ部(24)と、

制御クロック周期の開始から、プローブヘッド(10)の測定子(12)がワーカピースに接触するまでの時間(t)を測定する時間測定ユニット(34)とを備えた、ワーカピースの座標測定を行なうための方法において、

上記記憶された位置の値と上記測定された時間(t)に基づいて、切換信号の発生の時点に最も近くにある位置の値を確定する方法。

【請求項2】

サンプリングクロック信号(23)の周波数が、制御クロック信号(32)の整数倍の周波数であることを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項3】

サンプリングクロック信号(23)を制御クロック信号(32)と同期させることを特徴とする請求項1または2に記載の方法。

【請求項4】

二つの位置の値を使用した補間法により、切換信号がある前および切換信号があった直後に、処理ユニット(30)と測定された時間間隔(t)において精度をさらに改善することを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載の方法。

【請求項5】

処理ユニット(30)内の切換信号があった時点に最も近い位置の値と、プローブヘッド(10)の公知の送り速度と、測定された時間間隔(t)とを使用した補外法により、精度をさらに改善することを特徴とする請求項1～4のいずれか一つに記載の方法。

【請求項6】

請求項1～5のいずれか一つに記載の方法を用いて、ワーカピースの座標測定を行なうための装置において、

制御クロック信号(32)を発生する制御クロック発生器(31)と、

この制御クロック信号（32）より高い周波数を備えたサンプリングクロック信号（23）を発生するサンプリングクロック発生器（22）と、

このサンプリングクロック信号に基づいて測定された位置の値を記憶する位置データメモリ部（24）と、

制御クロック周期の開始から、プローブヘッド（10）の測定子（12）がワークピースに接触するまでの時間（t）を測定する時間測定ユニット（34）とを備えていることを特徴とする装置。

【請求項7】

各位置測定ユニット（20）内にサンプリングクロック信号（23）を発生させるためのサンプリングクロック発生器（22）が設けられていることを特徴とする請求項6記載の装置。

【請求項8】

サンプリングクロック信号（23）が制御クロック信号（32）と同期可能に構成されていることを特徴とする請求項6または7に記載の装置。

【請求項9】

各位置測定ユニット（20）内に位置データメモリ部（24）が設けられていることを特徴とする請求項6～8のいずれか一つに記載の装置。

【請求項10】

インタフェースユニット（25）がシリアルインターフェースであることを特徴とする請求項6～9のいずれか一つに記載の装置。

【誤訳訂正2】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】座標測定を行うための装置および方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、ワークピースの座標測定を行うための装置および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

数値制御された工作機械、特にフライス盤において、自動座標測定を行うために、切換プローブヘッドを使用することが多い。このようなプローブヘッドは、測定子が例えばワークピースの表面のような障害物に接触した際に、切換事象を引起する測定子を自由にできる。代表的な自動測定に関する適用分野は、ワークピースの整向、基準点の設定、品質管理のためのワークピースの測定並びに三次元ワークピースの表面のデジタル化である。

【0003】

測定を行うために、プローブヘッドは工具に代わって工具スピンドル内に挿入される。これによりプローブヘッドは工作機械を数値制御することにより様々な座標軸内に位置決めすることができる。座標測定を行うために、プローブヘッドは数値制御により制御された状態で、ワークピースの表面に達するまでワークピースに向って移動する。この過程は接触過程と呼ばれる。接触過程時に、プローブヘッドの空間位置は測定されるべき座標軸において、数値制御のサイクルタイムから決定される時間間隔に連続的に、位置測定装置を用いて測定され、位置の値を数値制御部転送する。位置の値は数値制御により、内部制御回路のための位置実測値として必要である。通常のサイクルタイムは例えば長さが50μsである。

【0004】

この手順の場合位置の値は固定した時間間隔で時間的に不連続に確定されるので、これに対して切換事象は非同期に現れ、接触速度が高いほどあるいはサイクルタイムが長いほ

ど一層大きくなる測定誤差が生じる。この測定誤差は工作機械の共通の測定誤差に積算される。例えば先に挙げたサイクルタイムが  $50 \mu s$  で接触速度が  $1 \text{ m} / \text{min}$  であると、約  $0.83 \mu \text{m}$  の最大位置誤差が生じる。これはプローブヘッドが  $1 \text{ m} / \text{min}$  の接触速度の場合に  $50 \mu \text{s}$  で戻る距離に相当する。この大きさの別の位置誤差は多くの場合受けられない。

#### 【0005】

サイクルタイムは従来技術により知られているような数値制御により影響を受けないので、時間的に不連続な作動モードにより生じる別の位置誤差を軽減するための唯一の可能性は大抵の場合、接触速度を落とすことである。しかしながらこれによりスループットはわずかになり、従ってコストは上がる。

#### 【0006】

特許文献 1 には高い接触速度と小さい位置誤差の間の妥協が記載されている。これには第一接触が高い接触速度で行われ、プローブヘッドが短い区間で引き続いて、ワークピース表面から遠ざかり、接触が低い接触速度でもって繰り返される、座標測定を行うための方法が提案されている。第二接触の際に接触速度が低いことにより、高い精度が得られる。この方法の短所は、数値制御のプログラムに高い要求が出され、消費時間が二度の方向転換によりほんのわずかばかり増えることである。

#### 【特許文献 1】欧州特許第 0073495 号明細書

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0007】

本発明の課題は、高い精度と関連して接触速度が高い、座標測定を行うための方法を提供することである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0008】

この課題は、請求項 1 による方法により解決される。この方法の有利な詳細内容は請求項 1 に依存した従属請求項からわかる。

#### 【0009】

さらに本発明の課題は、ワークピースの座標の測定が高い接触速度でもって同時に精度が高い場合に行うことができる、座標測定を行うための装置を提供することである。

#### 【0010】

この課題は請求項 6 による座標測定を行うための装置により解決される。座標測定を行うためのこの装置の有利な詳細内容は請求項 6 に従属した請求項から明らかになる。

#### 【0011】

ワークピースが接触する際切換信号を発生させる走査プローブと、プローブヘッドの相対位置が測定可能である、各測定されるべき座標軸用の位置測定ユニットと、制御クロック信号の時間間隔で時間的に不連続に作動する処理ユニットとを備えた座標測定を行うための装置を提案する。座標測定を行うために、位置測定の値はサンプリングクロック発生器により発生し、かつ処理ユニットの制御クロック信号よりも高い周波数を備えたサンプリングクロック信号の時間間隔で測定される。位置測定値は位置データメモリ部内に記憶される。時間測定ユニットにおいて、時間間隔  $t$  は制御クロック信号のパルスと切換するプローブヘッドでの切換信号の発生の間で確定される。最後に測定された時間間隔  $t$  に基づき、処理ユニットあるいは位置測定ユニットにおいて切換信号の発生の時点に最も近いデータメモリ部内の位置の値が確定される。

#### 【0012】

サンプリングクロック発生器と位置の値の記憶に関する位置メモリ部が位置測定ユニット内に設けられると特に有利である。なぜなら位置測定ユニットから処理ユニットへ転送しなければならない位置の値の数が著しく減少するからである。このことは位置測定ユニットと処理ユニット間のデータ転送がシリアルインターフェースを介して行われると特に有効である。

## 【0013】

さらにその時点が処理ユニットの制御クロック信号に対して測定される切換事象の発生と位置測定値の間の正確な時間的関連付けを提供するために、サンプリングクロック信号を制御クロック信号と同期させると特に有利である。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0014】

本発明の別の長所並びに詳細は、図に基づいた座標測定を行うための装置及び座標測定を行うための方法の以下の記載内容から明らかになる。

## 【実施例】

## 【0015】

図1は本発明による座標測定装置の好ましい実施例のブロック図を示す。装置は測定子12を備えたプローブヘッド10、測定されるべき各座標軸線のための位置測定ユニット20、ならびに処理ユニット30から構成されている。

## 【0016】

測定子12がワーカピースと接触する際に振り出すと、プローブヘッド10は切換信号を発生させる。切換信号は切換導線11を経由して処理ユニット30に達し、接触過程が終了されていることを信号で伝える。切換導線11は、従来のケーブル接続であっても、赤外線転送区間であってもよい。

## 【0017】

処理ユニット30は原則的に数値制御システムである。数値制御システムは、プローブヘッド10の位置決めを行う駆動部を制御するのに適した別の制御回路を含んでいる。このような数値制御システムは公知であり、かつ本願発明の対象ではない。従って以下に本発明と関連している機能だけを説明するにとどめる。

## 【0018】

処理ユニット30内には、制御クロック発生器31と、制御ユニット33と、時間測定ユニット34が設けられている。

## 【0019】

制御クロック発生器31により、制御ユニット33は制御クロック信号32を用いて時間基盤(*Zeitbasis*)を任意に処理することができる。この時間基盤は、どの周波数で制御ユニット33内の制御回路を作動させるか、あるいはどの時間間隔により、位置測定値が位置測定ユニット20に要求されるかを確定する。制御クロック信号32の周期はサイクルタイムとも呼ばれる。

## 【0020】

制御ユニット33は接触動作を制御する。位置測定値の要求及び転送に関して、制御ユニットは第一データ転送チャンネル35を経由して位置測定ユニット20と接続している。この好ましい実施形態において、データ転送はシリアル方式で行われる。

## 【0021】

時間測定ユニット34は制御クロック周期の開始とプローブヘッド10の切換事象との間の時間tを測定するために使用される。制御クロック周期の開始としてこの場合通常、制御クロック信号32の立上り側面あるいは立下り側面のどちらかが選択される。時間測定ユニット34は第二データ転送チャンネル36を経由して制御ユニット33と接続している。さらに時間測定ユニットにはプローブヘッド10の切換信号が切換導線11を経由して供給される。第二データ転送チャンネル36を経由して、時間測定ユニット34は制御ユニット33により各制御クロック周期の開始までリセットされ、かつ新たに開始される。さらに第二データ転送チャンネル36を経由して、切換事象があったことが制御ユニット33に信号で伝えられ、かつその時間tが伝達される。

## 【0022】

位置測定ユニット20は、位置測定装置21と、サンプリングクロック発生器22と、位置データメモリ部24と、インターフェースユニット25とで構成されている。図1には位置測定ユニット20を一つだけ示してあるが、当業者にとって、測定されるべき座標軸

の数に応じて、複数の位置測定ユニット 20 が必要であることは明らかである。

#### 【 0 0 2 3 】

サンプリングクロック発生器 22 と同様、位置データメモリ部 24 も位置測定ユニット 20 内に設けられていることは特に有利である。なぜならこのことにより処理ユニット 30 まで転送しなければならない位置の値の数が削減されるからである。この長所は特に、位置測定ユニット 20 と処理ユニット 30 の間のデータ交換がシリアルインタフェースを介して行われる場合に効力を発する。データ転送レートが例えば 2 M バイトであると、位置の値のシリアル転送は 32 ビット幅で少なくとも  $16 \mu s$  かかる。処理ユニット 30 のサイクルタイムとして先にすでにふれた  $50 \mu s$  が前提とされた場合、制御クロック信号 32 の周期に応じて、最大でも二つの別の位置の値が測定される。この制限は図 1 で提案した位置測定ユニット 20 の構成により回避される。

#### 【 0 0 2 4 】

位置測定装置 21 以外に、デジタル方式の位置データを自由に扱える公知の位置測定装置を使用してもよい。サンプリングクロック発生器 22 により、時間ラスター (Raster) を予め設定するサンプリングクロック信号 23 が発生し、このサンプリングクロック信号において位置の値は、接触過程時に位置測定装置 21 から要求される。この際サンプリングクロック信号 23 は制御クロック信号 32 よりも高い周波数を有する。この場合サンプリングクロック信号 23 の周波数にとって、制御クロック信号 32 の周波数の整数倍の量が選択され場合に特に有利である。さらに両クロック信号間の正確な時間関係を提供するために、サンプリングクロック信号 23 を制御クロック信号 32 と同期させることは有利である。

#### 【 0 0 2 5 】

インタフェースユニット 25 は第一データ転送チャンネル 35 を経由して制御ユニット 33 と接続している。インタフェースユニット 25 を経由して、位置の値は位置データメモリ部 24 からか、あるいは位置測定装置 21 から直接要求され、かつ制御ユニット 33 へ転送される。さらにインタフェースユニットにより、サンプリングクロック発生器 22 は同期信号 26 を自由に使用でき、インタフェースユニットに第一データ転送チャンネル 35 を経由して対応するコマンドが伝達されると、検出と位置の値のメモリは停止する。

#### 【 0 0 2 6 】

位置データは位置データメモリ部 24 内に記憶される。位置データメモリ部 24 は、少なくとも接触経過の終了後、接触時間点に時間的に最も近くにある位置の値が、位置データメモリ部 24 内にあるように、多数のメモリセルを備えている。もはや必要とされない位置の値を含むメモリセルは上書きされる。従って位置データメモリ部 24 が周期的に上書き可能なリングメモリとして構成されていると、すなわちメモリされるべき位置の値が、最も古く、もはや必要ではない位置データメモリ部 24 内の位置の値を上書きすると有利である。

#### 【 0 0 2 7 】

位置データメモリ部 24 のためのメモリ必要条件の確定を以下の例で説明する。サンプリングクロック信号 23 の周波数が制御クロック信号 32 の周波数の 10 倍に相当し、処理ユニット 30 と位置測定ユニット 20 の間の伝達が、制御クロック信号 32 の周期の間隔で時間的に不連続に行われた場合、制御クロック周期毎に 10 個の位置の値をメモリしなければならない。このことはプローブヘッド 10 からの切換信号が二つの伝達時点間のどの任意の時点に対しても発生してよいことにその根拠がある。したがって処理ユニット 30 が位置測定ユニット 20 に最後にアクセスして以降測定された、位置データメモリ部 24 内の位置の値はどれでも、切換信号の発生の時点に最も近い値になり得る。

#### 【 0 0 2 8 】

接触する際プローブヘッド 10 は処理ユニット 30 により制御された状態で、測定されるべきワークピースを目指して移動する。この際制御ユニット 33 により、制御クロック信号 32 の周期の時間的間隔で連続的に第一データ転送チャンネル 35 とインタフェースユニット 25 を経由して、位置測定装置 21 からの位置の値が要求される。制御ユニット

33は駆動部を制御するための制御回路用の位置実測値としてこの位置の値を必要とする。位置データ要求があった場合、インタフェースユニット25は、サンプリングクロック信号23を同期信号26を経由して制御クロック信号32と同期させる。さらに制御ユニット33により、第二データ転送チャンネル36を経由して各々の制御クロック周期の開始まで時間測定ユニット34がリセットされ、かつ新たに開始される。これに平行して、サンプリングクロック信号23の周期の時間的間隔で、位置の値が測定され、かつ位置データメモリ部24内に記憶される。

#### 【0029】

測定子12がワークピースと接触する際に振り出されると、プローブヘッド10は処理ユニット30に切換導線11上で信号を送る。従って制御ユニット33は駆動部を停止させ、制御クロック周期の開始と切換事象の間の期間  $t$  は時間測定ユニット34において保持される。さらにまた別の位置データが全く必要とされないことが位置測定ユニット20に伝達されねばならない。このことは例えば図1において、コマンド語の転送によりインタフェースユニット25に至る第一データ転送チャンネル35を経由して行うことができる。これに対する代替え案として、切換導線11を位置測定ユニット20と別に接続し、サンプリングクロック発生器22を切換事象の際に停止させてもよい。

#### 【0030】

時間間隔  $t$  と、クロック信号32とサンプリングクロック信号23の間の公知の時間的関係とを用いて、制御ユニット33において、位置データメモリ部24内の、切換事象の発生の時点に最も近い位置のちが確定され、かつ引続く処理のために第一データ転送チャンネル35とインタフェースユニット25を経由して制御ユニット33に転送される。

#### 【0031】

切換事象に最も近い位置の値を確定する際に、切換信号の到着までの所要時間を処理ユニット30に含めるのが特に有利である。このことは切換導線11が電気的導線としてではなく、ワイヤレスの転送区間として形成されている場合には特に有効である。このワイヤレスの転送区間の場合切換信号は例えば赤外線パルスにより転送される。切換信号の転送時間は例えば制御ユニット内に記憶することができる。信号転送時間は本発明の対象ではない。

#### 【0032】

図2は座標測定を行うための本発明による装置の他の実施形態のブロック図を示す。図1に示した例とは異なり、位置測定ユニット20は各々、図2では評価ユニット27をさらに備えている。その他の構造は図1のものに各々対応している。同じ構成部品は同じ参照符号を備えている。これらの参照符号に関して説明は省略する。

#### 【0033】

プローブヘッド10が切換導線11を経由して処理ユニット30に信号を送ると、すなわちプローブヘッドがワークピースの表面に達すると、この実施形態では、接触時点に最も近い位置の値は、処理ユニット30において制御ユニットにより確定されるのではなく、位置測定ユニット20において評価ユニット27により確定される。この目的で、制御ユニット33は時間測定ユニット34により測定された時間間隔  $t$  を第一データ転送チャンネル35とインタフェースユニット25を経由して評価ユニット27へ転送する。評価ユニットは時間間隔  $t$  に基づき、接触時点に最も近い位置データメモリ部24内の位置の値を確定し、かつ位置の値を処理ユニット30へ転送する。

#### 【0034】

切換信号の転送時間はこの実施形態では、制御ユニット33が測定された時間間隔  $t$  を包絡線遅延分だけ補正しかつ補正された値を評価ユニット27に転送することによってか、あるいは評価ユニット27が包絡線遅延を結果の確認の際に一緒に含めることにより考慮してもよい。

#### 【0035】

このことにより接触過程時に性能を利用される制御ユニット33が著しく負荷を軽減されるのはこの方法において特に有利である。

## 【0036】

図3は最終的に本発明の第三実施形態のブロック図を示す。前述の例と比較すると、時間測定ユニット34はもはや処理ユニット30内には設けられていない。その代わりに位置測定ユニット20には各々時間測定ユニット34が設けられている。図2の実施形態におけるのと同様に、位置測定ユニット20は図3の例においても評価ユニット27を備えている。他の構造は図1の各々に対応しており、従ってこの構造は再度説明しない。同じ構成部材は同じ参照符号を備えている。

## 【0037】

切換導線11はプローブヘッド10を経由して切換信号を分配し、各時間測定ユニット34と接続し、制御ユニット33と処理ユニット内で接続している。この場合時間測定ユニット34への接続は、切換信号が生じる際時間測定を停止させるために使用される。制御ユニット33は切換導線11を経由して、接触過程が終了し、それと同時に駆動部が停止し、接触で起きた事象に属した位置の値が位置測定ユニット20に要求されることを通知される。この実施形態において切換導線11は空間的に互いに分離して設けられた多数の構成部材と接続しているので、接続が電気的導線を経由してではなく、コードレスの転送区間を経由して行われると特に有利である。適切なコードレスの転送区間は、例えば高周波送信ユニット及び高周波受信ユニット、あるいは赤外線送信機及び赤外線受信機により形成される。

## 【0038】

位置測定ユニット20内において、同期信号26はサンプリングクロック発生器22だけでなく時間測定ユニット34にも供給されている。これにより時間測定ユニット34は各位置データ要求の際にリセット可能である。さらに位置データ要求は制御クロック信号32の時間間隔で時間的に不連続に行われる所以、従って時間測定ユニット34内では制御クロック信号32のパルスと切換信号の発生の間の時間間隔  $t$  も切換するプローブヘッド10において測定可能である。

## 【0039】

時間測定ユニット34は評価ユニット27と第二データ転送チャンネル36を経由して接続している。第二データ転送チャンネルを経由して時間測定ユニット34により測定される時間間隔  $t$  は評価ユニット27へ転送可能である。この情報により、切換信号の発生の時点に切換するプローブヘッド10に最も近い位置の値を確定することが評価ユニット27には可能である。さらにこの実施例において、評価ユニット27が切換事象に最も近い位置の値を確定する際、切換信号の所要時間を考慮するには有利である。結果として生じる位置の値は、自動的にあるいは処理ユニット30の要求に応じて評価ユニット27からインターフェースユニット25と第一データ転送チャンネル35を経由して制御ユニット33へ転送することができる。

## 【0040】

この実施形態においては時間間隔  $t$  の検出も位置測定ユニット20において行われるので、処理ユニット30は前述の例と比較してなおさらに負荷を軽減される。

## 【0041】

図4は制御クロック信号32と、サンプリングクロック信号23と、プローブヘッド10の切換導線11の間の時間的関係における、座標を測定するための本発明による方法の簡素化された時間ダイヤグラムを示す。この例においてサンプリングクロック信号23は制御クロック信号32の10倍の周波数を有する。

## 【0042】

時点  $t_1$ において、制御クロック周期は制御クロック信号32の立上がり側面でもって始まる。この時点において、時間測定ユニット34は第二データ転送チャンネル36を経由してリセットされ、新たに開始される。制御ユニット33により第一データ転送チャンネル35とインターフェースユニット25を経由して、位置測定ユニット20からの位置の値が要求される。位置データ要求と同時に、サンプリングクロック信号23は制御クロック信号32と同期信号26を介して同期される。引き続いて時点  $t_1, t_2, \dots, t_n$

0において、位置測定ユニット20の位置測定装置21において位置の値が各々測定され、位置データメモリ部24内に記憶される。

【0043】

接触時点 $t_k$ において、切換導線上でのレベルの変動は測定子12とワークピースの接触を信号で知らせる。従って時間測定ユニット34での時間測定は停止され、制御クロック信号32の立上がり側面に対する切換信号の正確な時点は測定された時間間隔 $t$ の形式で自由に使用できる。時間間隔 $t$ は第二データ転送チャンネル36を経由して制御ユニット33へ転送され、この制御ユニット33は引き続き切換事象の発生に最も近い位置の値を確定する。図4の例の場合、時点 $t_0$ において測定された位置の値が接触時点 $t_k$ に最も近く、従って接触過程の結果である。最後にこの位置の値は第一データ転送チャンネル35を経由して制御ユニット33へ転送され、そこでさらに処理される。

【0044】

位置データメモリ部24内の位置の値には正確な測定時点 $t_1, t_2, \dots, t_{10}$ が所属しているので、結果の精度は補間法によりさらに改善することができる。そのために位置の値が予め必要であり、接触時点 $t_k$ による位置の値並びに時間間隔 $t$ の値が予め必要である。接触過程時のプローブヘッド10の送り速度が一定であると推定できるので、線形の関係が二つの位置に値間に判明し、この線形関係を介して正確な位置の値が時間間隔 $t$ の経過に応じて補間することができる。

【0045】

これに類似して、結果の精度を補外法により、接触時点 $t_k$ に最も近い確定された位置の値と、時間間隔 $t$ と、公知の接触速度とを使用して改善することが可能である。

【0046】

記載したワークピースの座標を測定するための装置、並びに座標を測定するための方法の実施形態は本発明の範囲内で変形可能であるのは自明であり、かつ様々な要求に適合することができる。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】本発明による座標測定装置の好ましい実施例のブロック図である。

【図2】本発明による座標測定装置の他の実施例のブロック図である。

【図3】本発明による座標測定装置の第三の実施例のブロック図である。

【図4】本発明による座標測定装置の時間的経過を説明するための時間ダイヤグラムを示す図である。