

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6363643号
(P6363643)

(45) 発行日 平成30年7月25日(2018.7.25)

(24) 登録日 平成30年7月6日(2018.7.6)

(51) Int.Cl.	F I
G05B 19/4155 (2006.01)	G05B 19/4155 X
G05B 19/4103 (2006.01)	G05B 19/4103 Z

請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2016-42774 (P2016-42774)	(73) 特許権者	390008235
(22) 出願日	平成28年3月4日(2016.3.4)		ファナック株式会社
(65) 公開番号	特開2017-157172 (P2017-157172A)		山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358
(43) 公開日	平成29年9月7日(2017.9.7)		〇番地
審査請求日	平成29年4月20日(2017.4.20)	(74) 代理人	110001151
			あいわ特許業務法人
		(72) 発明者	三宅 雅彦
			山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358
			〇番地 ファナック株式会社内
		審査官	永富 宏之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プログラム指令の解析桁数を増やすことを可能とする数値制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1つの駆動軸を制御して加工領域に設置されたワークを加工する機械を少なくとも1つのブロックからなるプログラムに基づいて制御する数値制御装置において、前記加工領域を分割した場合の複数のエリアに係る情報である分割情報を設定する分割設定部と、前記分割情報に基づいて前記複数のエリアにおける仮想的座標系を設定するエリア座標系設定部と、前記分割情報に基づいて演算精度を設定する演算精度設定部と、前記分割情報に基づいて前記プログラムを分割した分割プログラムを前記仮想的座標系と前記演算精度とに従って解析し、解析した結果に基づいて前記機械の動作を指令する指令データを出力する指令解析部と、前記指令データに基づいて、補間周期毎の移動経路上の前記駆動軸の位置を示す補間データを前記仮想的座標系と前記演算精度とに従って算出する補間部と、前記補間データに対して補間周期毎の前記駆動軸の速度を前記仮想的座標系と前記演算精度とに従って調整する加減速部と、を備えたことを特徴とする数値制御装置。

【請求項2】

前記プログラムと、前記分割情報とに基づいて、それぞれの前記エリアにおける加工制御に用いられる分割プログラムを生成するプログラム分割部と、

を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載された数値制御装置。

【請求項 3】

前記プログラム分割部は、前記プログラムに含まれる複数のブロックの中で、前記駆動軸を移動を指令するブロックについて、当該移動が前記複数のエリアの内の 2 以上のエリアにまたがる場合には、当該移動の経路を前記 2 以上のエリア上の複数の経路へと分割して当該分割した複数の経路の移動を指令する複数のブロックを生成し、前記複数のブロックのそれぞれを前記 2 以上のエリアのそれぞれにおける加工制御に用いられるそれぞれのプログラムへと挿入する、ことにより分割プログラムを生成する、ことを特徴とする請求項 2 に記載された数値制御装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、数値制御装置に関し、特にプログラム指令の解析桁数を増やすことを可能とする数値制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般的に数値制御装置の内部演算では、プログラム指令における軸指令（X 1 2 3 . 4 5 6 7 8 9 など）の解釈においては、あらかじめ小数点以下何桁までを解釈するかを設定しておく（例えば、特許文献 1 ~ 5）。以下では、この設定値を最小設定単位と呼ぶ。

プログラムフォーマットとしては小数点以下の桁数は、最小設定単位よりも細かく記述をすることが可能である（X 1 2 3 . 4 5 6 7 8 9 1 2 など）。そのため、数値制御装置では、プログラム指令を小数点以下何桁指令されても、最小設定単位で丸めて扱っていた。

20

【0003】

最小設定単位は、以下に示す数値制御装置の外部的な要因及び内部的な要因に基づいて決定される。

[外部的要因 1 : 画面上への表示領域、入力領域による制限]

数値制御装置において、例えばより細かい桁の座標位置を解釈できるようにするために最小設定単位で設定される小数点以下の桁数を増やすと、1 つ 1 つの値での指令桁数が多くなる。指令桁数が多くなりすぎると、プログラム表示や位置表示などの桁数が多くなり過ぎて取扱いが煩雑になる。また、パラメータやオフセットデータなども、最小設定単位と連動していることが多いので、これらも必要以上に桁数が多くなってしまう。

30

【0004】

[外部的要因 2 : 機械のストローク長、設定単位毎に可能なストローク長による制限]

機械では、加工領域の大きさに応じたストローク長が必要となる。ストローク長を維持したまま最小設定単位で設定される小数点以下の桁数を増やすと、内部演算において 1 つの値に必要なデータ長（ビット数）を大きくせざるを得なくなり、一方で、内部処理における 1 つの値のデータ長を固定したまま最小設定単位で設定される小数点以下の桁数を増やそうとするとストローク長を小さくしなければならなくなる。

【0005】

40

[外部的要因 3 : 検出器の分解能による制限]

加工領域内におけるワークの位置や工具の位置を検出する位置検出器の分解能よりも細かい桁数が解釈できるように最小設定単位で設定される小数点以下の桁数を増やした場合、仮にプログラム中で細かい桁の座標位置を指令したとしても、指令された座標位置の最小桁を検出器が検出できないため、指令された細かい桁の座標位置に正確に位置決めすることができない。一方で、検出器の分解能よりも最小設定単位で設定される小数点以下の桁数が多い場合には、検出器の分解能の範囲内で最小設定単位で設定される小数点以下の桁数を増やすことで精度向上が見込める。

【0006】

[内部的要因 1 : 数値制御装置の演算レジスタのレジスタ長による制限]

50

演算レジスタのレジスタ長が32ビットである場合、1つの値を表現するために符号付き単精度整数型を用いると $-2147483648 \sim +2147483647$ の範囲を表現することができる。ここで、32ビットレジスタ長の数値制御装置の内部演算において、mm単位の1つの値を符号付き単精度整数型で最小設定単位を小数点以下6桁として表現した場合、 $-2147.483648 \text{ mm} \sim +2147.483647 \text{ mm}$ の範囲の座標位置を表現できるようになる。また、最小設定単位を小数点以下7桁として表現した場合には、 $-214.7483648 \sim +214.7483647$ の範囲の座標位置を表現できるようになる。このような数値制御装置において、制御対象となる機械のストロークの範囲を変えずに最小設定単位で設定される小数点以下の桁数を増やそうとする場合は、符号付き単精度整数型に代えて符号付き倍精度整数型などを用いる必要がある。

10

【0007】

[内部的要因2：リソース（処理時間やメモリ消費量）による制限]

内部的要因1で示したように、制御対象となる機械のストローク長を変えずに最小設定単位で設定される小数点以下の桁数を増やす場合には、内部演算においてより多くのデータを取り扱う必要が出てくるため、必然的に演算の処理時間やメモリの消費量が増加する。しかしながら、数値制御装置が備えるCPUの演算速度やデータの転送速度には限界があるため、安易に演算桁数を増やすと機械を制御するためのデータを生成する処理が制御動作の周期内で終了しなくなる可能性がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0008】

【特許文献1】特許第3023648号公報

【特許文献2】特公平08-030974号公報

【特許文献3】特開平05-181522号公報

【特許文献4】特開平05-282022号公報

【特許文献5】特開平11-175229号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

数値制御装置においては、上記した各要因を総合的に検討し、最小設定単位で設定する小数点以下の桁数を現実的な範囲で定めている。例えば、数値制御装置の内部演算を32ビットの符号付き単精度整数値で行うものとする、上記したように最小設定単位を小数点以下6桁とした場合には $-2147.483648 \text{ mm} \sim +2147.483647 \text{ mm}$ （図9に示すように、ストローク $\pm 2 \text{ m}$ 程度）の範囲の座標位置を表現できるようになる。そして、制御対象となる機械のストロークが $\pm 2 \text{ m}$ 以内に収まるのであれば、当該機械を制御する上で問題は生じないため、最小設定単位で設定する小数点以下の桁数は6桁に設定される。

30

【0010】

ところで、上記のように設定されている数値制御装置が制御する機械の検出器の分解能が 0.000001 mm 以下である場合、指令をもっと細かい桁まで解釈し、演算を行い、最終的なパルスの分配も細かい桁まで行わせることで精度向上が望める。しかしながら、単純に最小設定単位で設定する小数点以下の桁数を7桁とすると、上記したように数値制御装置で扱えるストロークは $-214.7483648 \sim +214.7483647$ （ストローク $\pm 0.2 \text{ m}$ 程度）となる。そのため、機械のストローク長として $\pm 2 \text{ m}$ を確保したい場合でも、数値制御装置側の制限でストロークが最大 $\pm 0.2 \text{ m}$ になってしまい、加工を行う機械として成り立たなくなってしまう。すなわち、高精度な検出器を備えた高精度な機械を制御対象とした場合であっても数値制御装置がこれに対応できなければ精度の高い加工を行うことができない。一方で、多くのリソースを備え、内部演算で高精度な値の解釈及び演算を行える数値制御装置は高価であり導入にコストがかかるという問題がある。

40

50

【0011】

そこで本発明の目的は、数値制御装置のリソースの増加を抑えた上で、最小設定単位より下位の桁まで解釈することが可能な数値制御装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本願の請求項1に係る発明は、少なくとも1つの駆動軸を制御して加工領域に設置されたワークを加工する機械を少なくとも1つのブロックからなるプログラムに基づいて制御する数値制御装置において、前記加工領域を分割した場合の複数のエリアに係る情報である分割情報を設定する分割設定部と、前記分割情報に基づいて前記複数のエリアにおける仮想的座標系を設定するエリア座標系設定部と、前記分割情報に基づいて演算精度を設定する演算精度設定部と、前記分割情報に基づいて前記プログラムを分割した分割プログラムを前記仮想的座標系と前記演算精度とに従って解析し、解析した結果に基づいて前記機械の動作を指令する指令データを出力する指令解析部と、前記指令データに基づいて、補間周期毎の移動経路上の前記駆動軸の位置を示す補間データを前記仮想的座標系と前記演算精度とに従って算出する補間部と、前記補間データに対して補間周期毎の前記駆動軸の速度を前記仮想的座標系と前記演算精度とに従って調整する加減速部と、を備えたことを特徴とする数値制御装置である。

10

【0013】

本願の請求項2に係る発明は、前記プログラムと、前記分割情報とに基づいて、それぞれの前記エリアにおける加工制御に用いられる分割プログラムを生成するプログラム分割部と、を備えたことを特徴とする請求項1に記載された数値制御装置である。

20

【0014】

本願の請求項3に係る発明は、前記プログラム分割部は、前記プログラムに含まれる複数のブロックの中で、前記駆動軸を移動を指令するブロックについて、当該移動が前記複数のエリアの内の2以上のエリアにまたがる場合には、当該移動の経路を前記2以上のエリア上の複数の経路へと分割して当該分割した複数の経路の移動を指令する複数のブロックを生成し、前記複数のブロックのそれぞれを前記2以上のエリアのそれぞれにおける加工制御に用いられるそれぞれのプログラムへと挿入する、ことにより分割プログラムを生成する、ことを特徴とする請求項2に記載された数値制御装置。

【発明の効果】

30

【0015】

本発明により、処理速度やメモリの増大を抑えた上で、プログラムの移動指令の解釈を行う桁数を増やすことができる。そしてその結果として、設定単位より検出器の分解能の方が小さい場合は、より細かく正確なパルス分配が可能となり、加工物の精度向上が望める。また、設定単位としては従来のもので、位置表示などの取扱いは、従来どおりとすることも可能であり、また桁数を増やして扱うことも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の数値制御装置の内部演算処理における解析桁数を増やす方法の概要を説明する図である。

40

【図2】本発明の数値制御装置によりワークを加工する工作機械を示す図である。

【図3】本発明の加工領域のエリア分割方法の例を示す図である。

【図4】本発明のプログラムに含まれる直線補間を指令するブロックの分割方法について説明する図である。

【図5】本発明のプログラムに含まれる円弧補間を指令するブロックの分割方法について説明する図である。

【図6】本発明のプログラム分割方法により図4のプログラムを分割した分割プログラムの例を示す図である。

【図7】本発明の一実施形態による数値制御装置の要部構成図である。

【図8】本発明の一実施形態による数値制御装置の概略的な機能ブロック図である。

50

【図9】従来技術の数値制御装置によりワークを加工する工作機械を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施形態を図面と共に説明する。

本発明の数値制御装置は、図1に示すように加工領域を複数のエリアへと分割し、分割した加工範囲毎に加工を行うための分割されたプログラムを元のプログラムに基づいて生成する。そして、本発明の数値制御装置は分割されたプログラムに基づいて機械を制御してワークを加工する。それぞれの分割されたプログラムに基づいて加工されるエリアは加工領域全体よりも小さくなるため、数値制御装置の内部演算処理に用いるレジスタ長などを変更することなく、分割されたプログラムを実行する際にストローク長を狭めて最小設定単位により設定される小数点以下の桁数を増加させた仮想的な座標系を用いた加工を行うことができる。

10

【0018】

例えば、X軸方向Y軸方向共に±2mの範囲の加工領域を持つ機械を制御する際に、それぞれの座標軸方向で10分割した場合、各エリアのサイズは加工領域と比較して1辺で1/10となるので、分割されたプログラムを実行する際には、数値制御装置内では単精度整数型を用いたままで、加工する領域の座標値の最大桁数を1桁減らし、最小設定単位により設定される小数点以下の桁数を1桁増加させた仮想的な座標系で加工を行うことができる。このようにすることで、図2に示すように1つの分割されたプログラムで加工できる範囲は狭くなるものの（ストローク長が400.0mm）、当該分割されたプログラムの実行時に座標値の解釈や演算を小数点以下の桁数を増加させた精度で行うことができるため加工精度が向上し、また、すべての分割されたプログラムを実行することにより、元のプログラムを実行した場合と同じ加工範囲のワークを加工することができる。

20

【0019】

図3は、XY座標系で表される加工領域の分割例を示す図である。図3の例では、X座標値が $X_{min} \sim X_{max}$ 、Y座標値が $Y_{min} \sim Y_{max}$ であって中心位置が原点(0,0)となる加工領域をX軸方向にn個、Y軸方向にm個に等割することにより、当該加工領域をn×m個のエリアへとエリア分割している。この時、分割されたエリアのX軸方向の幅 L_x およびY軸方向の幅 L_y は以下の数1式で表される。

【0020】

【数1】

$$L_x = \frac{X_{max} - X_{min}}{n}$$

$$L_y = \frac{Y_{max} - Y_{min}}{m}$$

30

【0021】

また、図3に示すように、分割された各エリアをX軸、Y軸の負方向から正方向に向けてそれぞれエリア(1,1)、エリア(2,1)、...、エリア(i,j)、...、エリア(n,m)とした場合、加工領域上の現実の座標値(x_r, y_r)で表される点は以下の数2式の判定式を満足する(i,j)の組に対応するエリア(i,j)に属する。

40

【0022】

【数2】

$$-\frac{L_x}{2} + (i-1) \times L_x - \frac{(n-1) \times L_x}{2} \leq x_r \leq \frac{L_x}{2} + (i-1) \times L_x - \frac{(n-1) \times L_x}{2}$$

$$-\frac{L_y}{2} + (j-1) \times L_y - \frac{(m-1) \times L_y}{2} \leq y_r \leq \frac{L_y}{2} + (j-1) \times L_y - \frac{(m-1) \times L_y}{2}$$

【0023】

50

そして、エリア (i , j) において当該エリアの中心を原点 (0 , 0) とする仮想的な座標空間を設ける場合、当該仮想的な座標空間における座標値 (x_{vi} , y_{vj}) と、加工領域上の現実の座標値 (x_r , y_r) との関係は以下の数 3 式で表すことができる。

【 0 0 2 4 】

【 数 3 】

$$x_{vi} = x_r - (i-1) \times L_x + \frac{(n-1) \times L_x}{2}$$

$$y_{vj} = y_r - (j-1) \times L_y + \frac{(m-1) \times L_y}{2}$$

10

【 0 0 2 5 】

以下では、上記した各式を用いてプログラムを各エリアの加工制御に用いるプログラムへと分割するプログラム分割方法について説明する。プログラムの分割は、当該プログラムに含まれる工具の移動を指令する各ブロックで指令される工具の移動経路がいずれのエリアに属するのかを判定することで行われる。

各ブロックがいずれのエリアに属するのかを判定する際には、例えば対象とするブロックが直線補間を指令するブロックである場合、当該指令による工具の移動経路の始点および終点がそれぞれいずれのエリアに属するのかを判定する。ここで、判定対象となるブロックの指令による工具の移動経路の始点および終点が共に同じエリアに属する場合には、そのブロックは始点および終点が属するエリアのみを加工するものなので、当該エリアにおける加工制御に用いるプログラムに含める（座標値が絶対値指定されている場合には、数 3 式を用いて座標値を変換する）。また、判定対象となるブロックの指令による移動経路の始点および終点が異なるエリアに属する場合には、当該ブロックの指令による工具の移動経路をそれぞれのエリアにおける移動経路へと分割し、分割した移動経路を指令するブロックをそれぞれのエリアにおける加工制御に用いるプログラムへ含める（座標値が絶対値指定されている場合には、数 3 式を用いて座標値を変換する）。

20

また、対象とするブロックが円弧補間を指令するブロックである場合においても、円弧状の移動経路全体が 1 つのエリア内に属する場合は当該ブロックを当該エリアにおける加工制御に用いるプログラムに含め（座標値が絶対値指定されている場合には、数 3 式を用いて座標値を変換する）、また、円弧状の移動経路が異なるエリアにまたがっている場合には、当該ブロックの指令による工具の円弧経路をそれぞれのエリアにおける円弧状の移動経路へと分割し、分割した円弧状の移動経路を指令するブロックをそれぞれのエリアにおける加工制御に用いるプログラムへ含める（座標値が絶対値指定されている場合には、数 3 式を用いて座標値を変換する）。

30

なお、工具の移動を指令するブロック以外のブロックについては、すべてのエリアにおける加工制御に用いるプログラムへ含めるようにすればよい。

【 0 0 2 6 】

例えば、図 3 に示した分割例において、X 軸方向、Y 軸方向共に座標値が ± 2 0 0 0 . 0 [mm] を取り得る (X_{min} = Y_{min} = - 2 0 0 0 . 0 [mm]、X_{max} = Y_{max} = + 2 0 0 0 . 0 [mm]) 加工領域を X 軸方向、Y 軸方向共に 1 0 等分 (n = m = 1 0) してエリア分割した場合において、図 4 に示すプログラムを各エリアにおける加工制御に用いるプログラムへと分割する例を考える。N 0 3 ブロック、N 0 4 ブロックにより指令される工具の移動経路の始点および終了はいずれもエリア (6 , 6) に属しているため、N 0 3 ブロック、N 0 4 ブロックはエリア (6 , 6) における加工制御に用いるプログラムへと含める。また、N 0 6 ブロック、N 0 7 ブロック、N 0 8 ブロックにより指令される工具の移動経路の始点および終了はいずれもエリア (7 , 6) に属しているため、N 0 6 ブロック、N 0 7 ブロック、N 0 8 ブロックはエリア (7 , 6) における加工制御に用いるプログラムへと含める。一方で、N 0 5 ブロックにより指令される工具の移動経路は、始点がエリア (6 , 6)、終点がエリア (7 , 6) にそれぞれ属しているため、N 0 5 ブロッ

40

50

クにより指令される工具の移動経路が通過するエリアであるエリア(6,6)とエリア(6,6)の境界位置(図4下のN05ブロックにより指令される工具の移動経路上の点)で当該移動経路を分割し、分割したそれぞれの移動経路を指令するブロックを生成し、エリア(6,6)を加工するプログラムおよびエリア(7,6)を加工するプログラムへとそれぞれのブロックを含める。N09ブロック、N10ブロック、N11ブロックについても同様である。

また、例えば、図5に示すように円弧補間のブロックがプログラムに含まれている場合には、円弧補間指令による工具の移動経路が各エリアの境界線と交差するか否かを判定し、交差する場合にはその交差位置(図5のN12ブロックにより指令される工具の移動経路上の点)で当該移動経路を分割し、分割したそれぞれの移動経路を指令するブロックを生成し、エリア(6,6)を加工するプログラムおよびエリア(7,6)を加工するプログラムへとそれぞれのブロックを含める。

【0027】

このような手順をプログラムに含まれる各ブロックに対して実行することで、図4のプログラムは図6に示すそれぞれのエリアの加工制御に用いるプログラムへと分割される。

なお、上記した移動経路の分割や、数3式を用いた現実の座標値からエリアごとの仮想的な座標値への変換には倍精度整数型での演算処理を用いることで、プログラムに記載される座標値の桁数の精度を保つようにする。倍精度整数型の値を用いた演算処理には単精度整数型の値を用いた演算処理よりも多くのリソースを消費するが、移動経路の分割処理や座標値の変換処理は、加工制御において行われる移動経路の補間処理や加減速処理と比較するとはるかに演算量が少ないため、全体の処理速度に大きな影響となることはない。

【0028】

以下では、上記したプログラム分割処理を実行し、分割されたプログラムに基づく加工制御を行う数値制御装置の構成について説明する。

図7は、本発明の一実施形態による数値制御装置の要部を示すハードウェア構成図である。数値制御装置1が備えるCPU11は、数値制御装置1を全体的に制御するプロセッサである。CPU11は、ROM12に格納されたシステムプログラムをバス20を介して読み出し、該システムプログラムに従って数値制御装置1全体を制御する。RAM13には一時的な計算データや表示データ及び表示器/MDIユニット70を介してオペレータが入力した各種データ等が格納される。

【0029】

SRAM14は図示しないバッテリーでバックアップされ、数値制御装置1の電源がオフされても記憶状態が保持される不揮発性メモリとして構成される。SRAM14中には、インタフェース15を介して読み込まれた後述する加工プログラムや表示器/MDIユニット70を介して入力された加工プログラム等が記憶される。また、ROM12には、加工プログラムの作成及び編集のために必要とされる編集モードの処理や上記したプログラム分割処理を実行するための各種のシステムプログラムがあらかじめ書き込まれている。本発明を実行する加工プログラム等の各種加工プログラムはインタフェース15や表示器/MDIユニット70を介して入力し、SRAM14に格納することができる。

【0030】

インタフェース15は、数値制御装置1とアダプタ等の外部機器72との接続するためのインタフェースである。外部機器72側からは加工プログラムや各種パラメータ等が読み込まれる。また、数値制御装置1内で編集した加工プログラムは、外部機器72を介して外部記憶手段に記憶させることができる。PMC(プログラマブル・マシン・コントローラ)16は、数値制御装置1に内蔵されたシーケンスプログラムで工作機械の補助装置(例えば、工具交換用のロボットハンドといったアクチュエータ)にI/Oユニット17を介して信号を出力し制御する。また、工作機械の本体に配備された操作盤の各種スイッチ等の信号を受け、必要な信号処理をした後、CPU11に渡す。

【0031】

表示器/MDIユニット70はディスプレイやキーボード等を備えた手動データ入力装

10

20

30

40

50

置であり、インタフェース 18 は表示器 / M D I ユニット 70 のキーボードからの指令，データを受けて C P U 11 に渡す。インタフェース 19 は手動パルス発生器等を備えた操作盤 71 に接続されている。

【 0 0 3 2 】

各軸の軸制御回路 30 ~ 32 は C P U 11 からの各軸の移動指令量を受けて、各軸の指令をサーボアンプ 40 ~ 42 に出力する。サーボアンプ 40 ~ 42 はこの指令を受けて、各軸のサーボモータ 50 ~ 52 を駆動する。各軸のサーボモータ 50 ~ 52 は位置・速度検出器を内蔵し、この位置・速度検出器からの位置・速度フィードバック信号を軸制御回路 30 ~ 32 にフィードバックし、位置・速度のフィードバック制御を行う。なお、ブロック図では、位置・速度のフィードバックについては省略している。

10

【 0 0 3 3 】

スピンドル制御回路 60 は、工作機械への主軸回転指令を受け、スピンドルアンプ 61 にスピンドル速度信号を出力する。スピンドルアンプ 61 はこのスピンドル速度信号を受けて、工作機械の主軸モータ 62 を指令された回転速度で回転させ、工具を駆動する。

主軸モータ 62 には歯車あるいはベルト等でポジションコーダ 63 が結合され、ポジションコーダ 63 が主軸の回転に同期して帰還パルスを出力し、その帰還パルスは C P U 11 によって読み取られる。

【 0 0 3 4 】

図 8 は、上記したプログラムの分割方法および分割されたプログラムの実行方法を図 7 に示した数値制御装置 1 に対してシステムプログラムとして実装した場合の概略的な機能ブロック図を示している。数値制御装置 1 は、分割設定部 100、プログラム分割部 110、エリア座標系設定部 120、演算精度設定部 130、エリア位置決め部 140、指令解析部 150、補間部 160、加減速部 170、サーボ制御部 180 を備える。

20

分割設定部 100 は、加工領域のエリア分割に必要なパラメータの入力を受け付けて S R A M 14 などのメモリ上に記憶する。エリア分割に必要なパラメータは、エリアの分割方法によって異なるが、図 2 で説明した分割方法を用いる場合には、加工領域の範囲 ($X_{min} \sim X_{max}$ 、 $Y_{min} \sim Y_{max}$) や、原点位置 (加工領域、エリア共に中心が原点、端が原点、など)、X 軸方向、Y 軸方向の分割数 (n, m) などを受け付けるようにすればよい。

【 0 0 3 5 】

プログラム分割部 110 は、分割設定部 100 により設定されたパラメータに基づいて加工領域を仮想的に分割し、例えば図 2 ~ 図 4 で説明した方法により、分割したエリアごとの加工制御に用いるプログラムをプログラム 200 に基づいて生成する。分割されたプログラム 210 は R A M 13 等のメモリ上に設けられた領域に記憶する。

30

【 0 0 3 6 】

エリア座標系設定部 120 は、後述する指令解析部 150 が分割されたプログラム 210 を実行する際に、分割設定部 100 により設定されたパラメータに基づいてエリアごとの仮想的な座標系を指令解析部 150 に対して設定する。

【 0 0 3 7 】

また、演算精度設定部 130 は、後述する指令解析部 150 が分割されたプログラム 210 を実行する際に、分割設定部 100 により設定されたパラメータに基づいて指令解析部 150、補間部 160、加減速部 170 での内部演算処理において設定可能な最小設定単位を設定する。ここで言うところの「設定可能な最小設定単位」とは、上記した数値制御装置の外部的要因、内部的要因を考慮しつつ、分割設定部 100 により分割された各エリアのストローク長に基づいて適宜定めることが可能である。一例として、図 2 のようにエリア分割した場合には、最小設定単位により設定される小数点以下の桁数を 1 増加させることができる。

40

【 0 0 3 8 】

エリア位置決め部 140 は、後述する指令解析部 150 が分割されたプログラム 210 の実行を開始する際に、実行を開始する分割されたプログラムの加工開始位置へと位置決

50

めする指令を指令解析部 150 へと出力する。各エリアの加工開始位置は、元のプログラムにおいて当該エリアへと工具が侵入した点（図 4, 5 における点）の座標値を数 3 式により当該エリアにおける仮想的な座標値へと変換した位置となる。

【0039】

指令解析部 150 は、メモリに記憶される分割されたプログラム 210 からブロックを順次読み出して解析し、解析結果に基づいて各軸の移動を指令する指令データを作成し、作成した該指令データを補間部 160 へと出力する。指令解析部 150 は、解析処理を行う際に上記したエリア座標系設定部 120 が設定した仮想的な座標系を用い、また、上記した演算精度設定部 130 が設定した最小設定単位で解析を行う。指令解析部 150 が、どのような順序で複数の分割されたプログラム 210 の読み出しを行うのかについては特に制約する必要はないが、近いエリアの加工を行うプログラムを順番に読み出した方が工具の移動距離が短くなるため加工のサイクルタイムを短縮することができる。

10

【0040】

補間部 160 は、指令解析部 150 が出力した指令データに基づいて、該指令データにより指令される指令経路上の点を補間周期で補間計算した補間データを生成し、生成した補間データを加減速部 170 へと出力する。補間部 160 が補間処理を実行する際には、エリア座標系設定部 120 が設定した仮想的な座標系を用い、また、上記した演算精度設定部 130 が設定した最小設定単位で解析を行う。

【0041】

加減速部 170 は、補間部 160 が出力した補間データに対して補間周期毎の各駆動軸の速度を調整する加減速処理を行い、加減速の調整が為された補間データをサーボ制御部 180 へと出力する。加減速部 170 が加減速処理を実行する際には、エリア座標系設定部 120 が設定した仮想的な座標系を用い、また、上記した演算精度設定部 130 が設定した最小設定単位で解析を行う。

20

そして、サーボ制御部 180 は、加減速部 170 の出力に基づいて制御対象となる機械の各軸の駆動部（サーボモータ 50 ~ 52）を制御する。

【0042】

このような構成を備えた数値制御装置では、加工領域を複数のエリアへと分割し、分割されたエリアに合わせて予めプログラム 200 から複数の分割されたプログラム 210 を生成する。分割されたプログラム 210 では工具の移動範囲であるストローク長が加工領域よりも狭くなるため、演算処理にリソースを割くことなく指令の解析処理や補間処理、加減速処理における最小設定単位により設定される小数点以下の桁数を増加させ、加工精度を向上させることができる。

30

【0043】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上述した実施の形態の例にのみ限定されるものでなく、適宜の変更を加えることにより様々な態様で実施することができる。

【0044】

例えば、上記した実施の形態では、X 軸方向、Y 軸方向の 2 次元平面をエリア分割し、分割したエリアのワークを加工するためのプログラムを生成する例を示したが、これに Z 軸を加えた 3 次元空間をエリア分割するようにしても良い。その場合、単純に数 1 ~ 3 式に Z 軸の式を追加し、これら式を用いてプログラムの分割を行うようにすればよい。

40

【0045】

また、上記した実施の形態では、加工領域を等割したエリアへと分割しているが、これに限られることはなく、エリアの大きさはそれぞれ異なるようにしても良く、その場合には、各エリアの境界や大きさを個別に分割設定部 100 で設定できるようにしても良い。そして、そのように設定された情報に基づいて、プログラム分割部 110、エリア座標系設定部 120、演算精度設定部 130 を動作させることにより、異なる大きさのエリアに対応できるようになる。このようにすることで、例えば加工領域の一部を更に細分したエリアへと分割し、その個所において更に精密な加工を行うようにすることも可能となる。

50

【 0 0 4 6 】

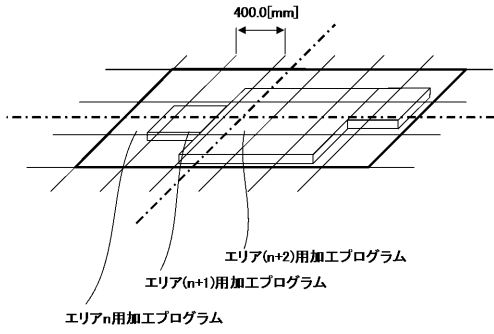
更に、上述した実施の形態の例では、プログラムの分割を数値制御装置で行っているが、これを数値制御装置上では行うのではなく、外部のプログラム作成装置（CAD装置など）で予め各領域に分割したプログラムを作成し、それを実行するようにしてもよい。このようにする場合、数値制御装置にはプログラム分割部 1 1 0 を設ける必要はなく、同様の構成をプログラム作成装置上に設けるようにすればよい。

【 符号の説明 】

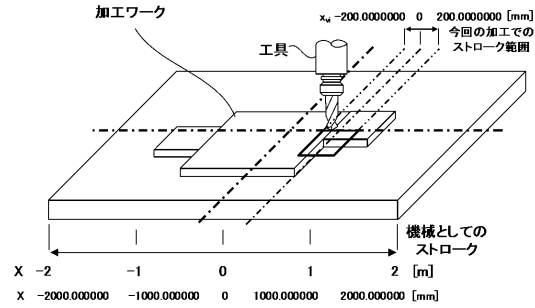
【 0 0 4 7 】

1	数値制御装置	
1 1	C P U	10
1 2	R O M	
1 3	R A M	
1 4	S R A M	
1 5	インタフェース	
1 6	P M C	
1 7	I / O ユニット	
1 8	インタフェース	
1 9	インタフェース	
2 0	バス	
3 0 , 3 1 , 3 2	軸制御回路	20
4 0 , 4 1 , 4 2	サーボアンプ	
5 0 , 5 1 , 5 2	サーボモータ	
6 0	スピンドル制御回路	
6 1	スピンドルアンプ	
6 2	主軸モータ	
6 3	ポジションコーダ	
7 0	表示器 / M D I ユニット	
7 1	操作盤	
7 2	外部機器	
1 0 0	分割設定部	30
1 1 0	プログラム分割部	
1 2 0	エリア座標系設定部	
1 3 0	演算精度設定部	
1 4 0	エリア位置決め部	
1 5 0	指令解析部	
1 6 0	補間部	
1 7 0	加減速部	
1 8 0	サーボ制御部	
2 0 0	プログラム	
2 1 0	分割されたプログラム	40

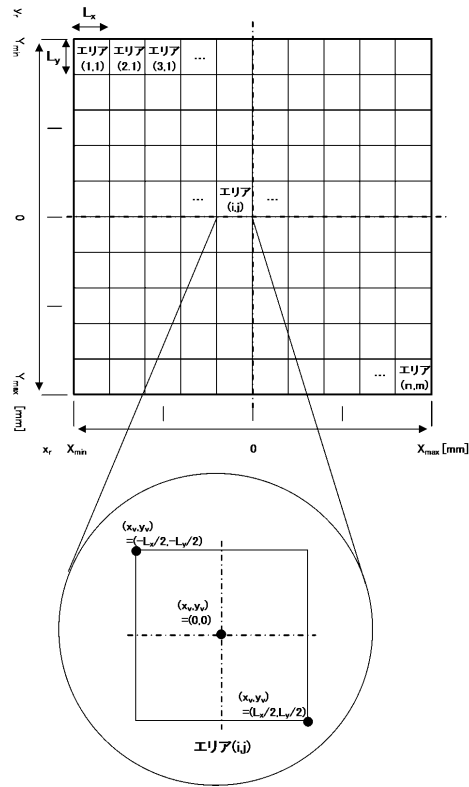
【図1】



【図2】



【図3】

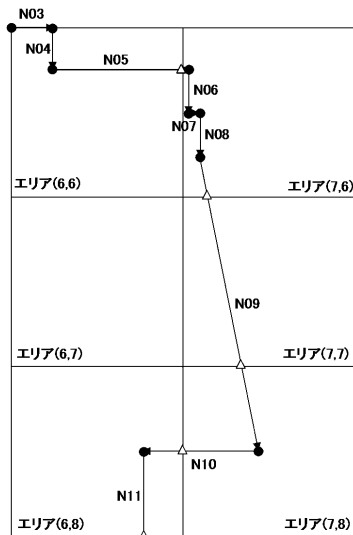


【図4】

```

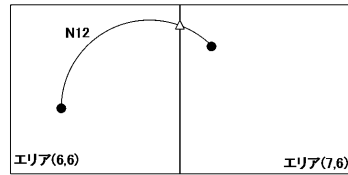
N01 G00 X0. Y0.;
N02 G01 G90 F3000.;
N03 X100.0001234;
N04 Y100.0002345;
N05 X414.0001113;
N06 Y200.0121444;
N07 X428.0000112;
N08 Y350.1134512;
N09 X580.3189677 Y1000.2223456;
N10 X300.2345321;
N11 Y1300.2345321;
:

```



【図5】

元のプログラムに含める円弧補間のブロック
N12 G02 X350.2001234 Y-144.1666467 I209.7666671 J0.;



エリア(6,6)のプログラムに含める円弧補間のブロック
N12 G02 X277.3001111 Y-198.2750001 I209.7666671 J0.;

エリア(7,6)のプログラムに含める円弧補間のブロック
N12 G02 X72.9000123 Y54.1083534 I-67.533444 J144.1666467.;

【図6】

エリア(6.6)のプログラム
 N01 G00 X-200. Y-200.;
 N02 G01 G90 F3000.;
 N03 X-99.9998766;
 N04 Y-99.9997655;
 N05 X200.0000000;
 :

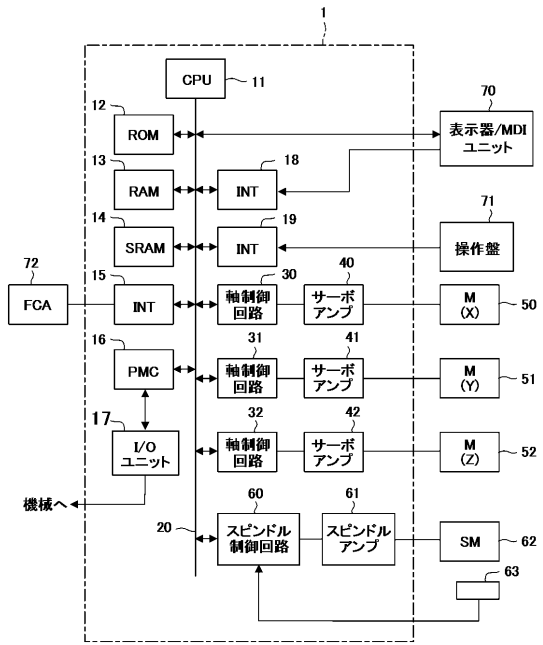
エリア(7.6)のプログラム
 (N00 G00 X-200. Y-99.9997655;)
 N02 G01 G90 F3000.;
 N05 X-185.9998887;
 N06 Y0.0121444;
 N07 X-171.9999888;
 N08 Y150.1134512;
 N09 X-160.3116899 Y200.0000000;
 :

エリア(7.7)のプログラム
 (N00 G00 X-160.3116899. Y-200.;)
 N02 G01 G90 F3000.;
 N09 X-66.5926482 Y200.0000000;
 :

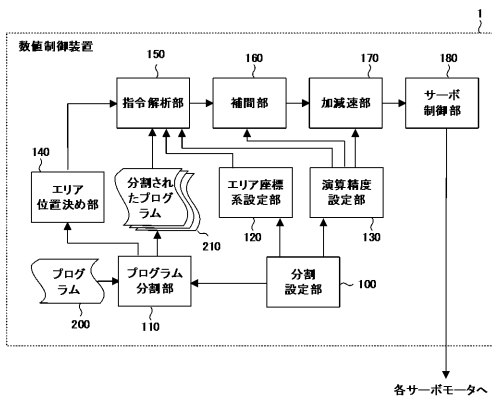
エリア(7.8)のプログラム
 (N00 G00 X-66.5926482 Y-200.;)
 N02 G01 G90 F3000.;
 N09 X-19.6810323 Y0.2223456;
 N10 X-200.0000000;
 :

エリア(6.8)のプログラム
 (N00 G00 X200. Y0.2223456;)
 N02 G01 G90 F3000.;
 N10 X100.2345321;
 N11 Y200.0000000;
 :

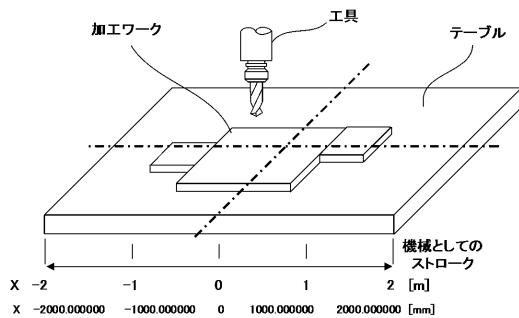
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-047719(JP,A)
国際公開第2001/022184(WO,A1)
特開平09-141579(JP,A)
特開平05-282022(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05B 19/4103
G05B 19/4155