

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-58190
(P2004-58190A)

(43) 公開日 平成16年2月26日(2004.2.26)

(51) Int. Cl.⁷

B23Q 15/00
G05B 19/4068

F I

B23Q 15/00
G05B 19/4068

テーマコード(参考)

5H269

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2002-218195 (P2002-218195)	(71) 出願人	000149066 オークマ株式会社 愛知県丹羽郡大口町下小口五丁目25番地の1
(22) 出願日	平成14年7月26日(2002.7.26)	(74) 代理人	100060874 弁理士 岸本 瑛之助
		(74) 代理人	100079038 弁理士 渡邊 彰
		(74) 代理人	100083149 弁理士 日比 紀彦
		(74) 代理人	100069338 弁理士 清末 康子
		(72) 発明者	長谷部 孝男 愛知県丹羽郡大口町下小口5丁目25番地の1 オークマ株式会社内
		Fターム(参考)	5H269 AB05 QA05 QD03 QE34

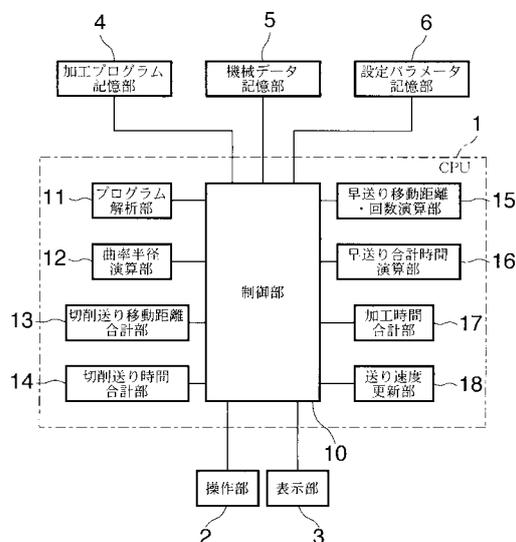
(54) 【発明の名称】 加工時間見積もり方法および装置

(57) 【要約】

【課題】加工形状にかかわらず、加工プログラムに基づいて加工時間を正確に予測できる加工時間の見積もり方法を提供する。

【解決手段】加工時間見積もり方法は、回転工具により工作物を切削加工する工作機械の加工時間を加工プログラムに基づいて見積もる方法であって、加工プログラムの移動指令から切削送り軌跡の曲率半径を求めるステップと、予め定められた複数の曲率半径範囲ごとに切削送り移動距離の合計を求めるステップと、前記各曲率半径範囲ごとに設定された送り速度と前記切削送り移動距離の合計から前記各曲率半径範囲ごとの切削送り時間を求めてそれらを合計することにより切削送り合計時間を求めるステップとを含む。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転工具により工作物を切削加工する工作機械の加工時間を加工プログラムに基づいて見積もる方法であって、
加工プログラムの移動指令から切削送り軌跡の曲率半径を求めるステップと、予め定められた複数の曲率半径範囲ごとに切削送り移動距離の合計を求めるステップと、
前記各曲率半径範囲ごとに設定された送り速度と前記切削送り移動距離の合計から前記各曲率半径範囲ごとの切削送り時間を求めてそれらを合計することにより切削送り合計時間を求めるステップと
を含むことを特徴とする加工時間見積もり方法。

10

【請求項 2】

所定の 1 つの基準曲率半径範囲に対応する送り速度のみ基準送り速度として予め定め、前記曲率半径範囲ごとの送り速度を前記基準送り速度に基づいて演算により求めることを特徴とする請求項 1 の加工時間見積もり方法。

【請求項 3】

加工後に得られた実際の加工時間に基づき、前記曲率半径範囲ごとの送り速度を補正して更新することを特徴とする請求項 1 または 2 の加工時間見積もり方法。

【請求項 4】

加工プログラムの移動指令から早送り移動距離の合計と早送り指令回数を求めるステップと、
予め定められた早送り速度および早送り加減速時間、ならびに前記早送り移動距離の合計および早送り指令回数より、早送り合計時間を求めるステップと、
前記早送り合計時間と前記切削送り合計時間を加算して全体の加工時間を求めるステップと
をさらに含むことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項の加工時間見積もり方法。

20

【請求項 5】

回転工具により工作物を切削加工する工作機械の加工時間を加工プログラムに基づいて見積もる装置であって、
加工プログラムの移動指令から切削送り軌跡の曲率半径を求める曲率半径演算手段と、
予め定められた複数の曲率半径範囲ごとに切削送り移動距離の合計を求める切削送り移動距離合計手段と、
前記各曲率半径範囲ごとに設定された送り速度と前記切削送り移動距離の合計から前記各曲率半径範囲ごとの切削送り時間を求めてそれらを合計することにより切削送り合計時間を求める切削送り時間合計手段と
を含むことを特徴とする加工時間見積もり装置。

30

【請求項 6】

所定の 1 つの基準曲率半径範囲に対応する送り速度のみ基準送り速度として予め定めて記憶しておく基準送り速度記憶手段をさらに備えており、
前記切削送り時間合計手段が、前記曲率半径範囲ごとの送り速度を前記基準送り速度に基づいて演算により求めるものであることを特徴とする請求項 5 の加工時間見積もり装置。

40

【請求項 7】

加工後に得られた実際の加工時間に基づき、前記曲率半径範囲ごとの送り速度を補正して更新する送り速度更新手段をさらに備えていることを特徴とする請求項 5 または 6 の加工時間見積もり装置。

【請求項 8】

加工プログラムの移動指令から早送り移動距離の合計と早送り指令回数を求める早送り移動距離・回数演算手段と、
予め定められた早送り速度および早送り加減速時間、ならびに前記早送り移動距離の合計および早送り指令回数より、早送り合計時間を求める早送り合計時間演算手段と、
前記早送り合計時間と前記切削送り合計時間を加算して全体の加工時間を求める加工時間

50

合計手段と

をさらに備えていることを特徴とする請求項5～7のいずれか1項の加工時間見積もり装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、加工時間見積もり方法および装置、さらに詳しくは、マシニングセンタなどの数値制御（NC）工作機械を用いて、金型などの3次元形状を有する工作物を回転工具により切削加工する際に、加工プログラム（NCプログラム）に基づいて加工時間（加工に要する時間）の見積もりを行なう方法および装置に関する。

10

【0002】

【従来の技術】

一般に、工作物をNC工作機械で加工する際には、予め加工プログラムが作成される。金型は、形状が複雑で、自由曲面で構成されているものが多い。このため、金型用の加工プログラムの作成は、曲面上に多数の点を設定し、これらの間を直線補間することにより行なわれる。このため、加工プログラムは非常にサイズの大きなものとなり、また、加工時間が非常に長いものとなっていた。とくに、近年の加工の高精度化の要求を満たすため、曲面上に設定する点の間隔がより小さくなり、加工プログラムは一層サイズの大きいものになってきている。

【0003】

20

金型などの加工時間の長い工作物を加工する場合、工程管理のために、予め加工時間を知る必要がある。ところが、金型などは1つの加工プログラムによる加工が1回限りの場合が多く、実際に加工を行なって加工時間を把握することはできない。このため、加工プログラムから加工時間を予測することが必要になるが、金型などの加工の場合、精度を確保するために、コーナー部や曲率半径の小さい部分では送り速度を下げた加工を行うよう制御するため、移動距離の合計を指令送り速度で除算するという単純な演算では加工時間を正確に予測することができない。

【0004】

このため、従来は、加工プログラムより求められる工具の移動距離の合計と、過去の経験により予想される工具の平均送り速度を用いて、加工時間の見積もりを行なっている。

30

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、金型などのような複雑な3次元形状を有する工作物を加工する場合、状況によって平均送り速度が変化し、これを正確に予測することが困難であるため、加工時間の見積もりを正確に行なうことが困難であった。

【0006】

平均送り速度が変化する主な要因として、最大速度・加速度といった機械固有の性能や、加工トレランス、指令速度などの運転時に設定するパラメータの他、工具の移動経路の折れ曲がりがあるかどうかという加工形状と加工方法に依存する要素がある。機械性能や設定パラメータについては、幾何学的移動経路などにおけるデータを積み重ねることにより

40

【0007】

このため、従来は、加工時間を正確に予測することができず、精度の高い工程管理が困難であった。

【0008】

この発明の目的は、上記の問題を解決し、加工形状にかかわらず、加工プログラムに基づいて加工時間を正確に予測できる加工時間の見積もり方法および装置を提供することにある。

【0009】

50

【課題を解決するための手段および発明の効果】

請求項 1 による加工時間見積もり方法は、回転工具により工作物を切削加工する工作機械の加工時間を加工プログラムに基づいて見積もる方法であって、加工プログラムの移動指令から切削送り軌跡の曲率半径を求めるステップと、予め定められた複数の曲率半径範囲ごとに切削送り移動距離の合計を求めるステップと、前記各曲率半径範囲ごとに設定された送り速度と前記切削送り移動距離の合計から前記各曲率半径範囲ごとの切削送り時間を求めてそれらを合計することにより切削送り合計時間を求めるステップとを含むことを特徴とするものである。

【0010】

送り速度は、切削送り軌跡の曲率半径によって変わる。各曲率半径範囲ごとに設定した送り速度を用いることにより、曲率半径による送り速度の変化に対応して、送り速度を精度良く予測することができ、その送り速度を用いることにより、切削送り合計時間を正確に予測することができる。そして、この切削送り合計時間を、別に求めた早送り合計時間と加算することにより、全体の加工時間を正確に予測することができる。

10

【0011】

請求項 1 の方法によれば、上記のように、加工時間を精度良く見積もることができ、したがって、金型などの製作における工程管理の精度を向上させることができ、工期短縮とコスト低減を図ることができる。

【0012】

請求項 2 による加工時間見積もり方法は、請求項 1 の方法において、所定の 1 つの基準曲率半径範囲に対応する送り速度のみ基準送り速度として予め定め、前記曲率半径範囲ごとの送り速度を前記基準送り速度に基づいて演算により求めることを特徴とするものである。

20

【0013】

一定の精度を確保する場合、曲面部分における送り速度は、曲率半径の平方根に比例する。したがって、基準曲率半径範囲の代表曲率半径（たとえば基準曲率半径範囲の中心の曲率半径）を R_B 、基準曲率半径範囲における基準送り速度を F_B とし、求めた曲率半径が属する曲率半径範囲の代表曲率半径（たとえばその曲率半径範囲の中心の曲率半径）を R_i とすると、その曲率半径範囲における送り速度 F_i は次の式（1）によって求めることができる。

30

【0014】

$$F_i = F_B \times (R_i / R_B)^{1/2} \quad \dots \dots \quad (1)$$

請求項 2 の方法によれば、1 つの基準曲率半径範囲に対応する送り速度を基準送り速度として記憶しておくだけで、複数の曲率半径範囲ごとの送り速度を演算によって求めることができ、複数の曲率半径範囲についてそれぞれ送り速度を記憶しておく必要がない。

【0015】

しかしながら、複数の曲率半径範囲の全てについて送り速度を記憶しておくようにしてもよい。

【0016】

請求項 3 による加工時間見積もり方法は、請求項 1 または 2 の方法において、加工後に得られた実際の加工時間に基づき、前記曲率半径範囲ごとの送り速度を補正して更新することを特徴とするものである。

40

【0017】

複数の曲率半径範囲の全てについて送り速度を記憶している場合は、それらをそれぞれ補正して更新する。

【0018】

所定の 1 つの基準曲率半径範囲に対応する送り速度のみ基準送り速度として予め定め、曲率半径範囲ごとの送り速度を基準送り速度に基づいて演算により求めるようにした場合は、基準送り速度を補正して更新することにより、結果として、他の曲率半径範囲の送り速度も補正して更新することになる。

50

【0019】

請求項4による加工時間見積もり方法は、請求項1～3のいずれか1項の方法において、加工プログラムの移動指令から早送り移動距離の合計と早送り指令回数を求めるステップと、予め定められた早送り速度および早送り加減速時間、ならびに前記早送り移動距離の合計および早送り指令回数より、早送り合計時間を求めるステップと、前記早送り合計時間と前記切削送り合計時間を加算して全体の加工時間を求めるステップとをさらに含むことを特徴とするものである。

【0020】

請求項4の方法によれば、早送り動作を含む全体の加工時間を正確に予測することができる。

10

【0021】

請求項5による加工時間見積もり装置は、回転工具により工作物を切削加工する工作機械の加工時間を加工プログラムに基づいて見積もる装置であって、加工プログラムの移動指令から切削送り軌跡の曲率半径を求める曲率半径演算手段と、予め定められた複数の曲率半径範囲ごとに切削送り移動距離の合計を求める切削送り移動距離合計手段と、前記各曲率半径範囲ごとに設定された送り速度と前記切削送り移動距離の合計から前記各曲率半径範囲ごとの切削送り時間を求めてそれらを合計することにより切削送り合計時間を求める切削送り時間合計手段とを含むことを特徴とするものである。

請求項5の装置によれば、請求項1の方法の場合と同様の効果が奏される。

【0022】

請求項6による加工時間見積もり装置は、請求項5の装置において、所定の1つの基準曲率半径範囲に対応する送り速度のみ基準送り速度として予め定めて記憶しておく基準送り速度記憶手段をさらに備えており、前記切削送り時間合計手段が、前記曲率半径範囲ごとの送り速度を前記基準送り速度に基づいて演算により求めるものであることを特徴とするものである。

20

請求項6の装置によれば、請求項2の方法の場合と同様の効果が奏される。

【0023】

請求項7による加工時間見積もり装置は、請求項5または6の装置において、加工後に得られた実際の加工時間に基づき、前記曲率半径範囲ごとの送り速度を補正して更新する送り速度更新手段をさらに備えていることを特徴とするものである。

30

請求項7の装置によれば、請求項3の方法の場合と同様の効果が奏される。

【0024】

請求項8による加工時間見積もり装置は、請求項5～7のいずれか1項の装置において、加工プログラムの移動指令から早送り移動距離の合計と早送り指令回数を求める早送り移動距離・回数演算手段と、予め定められた早送り速度および早送り加減速時間、ならびに前記早送り移動距離の合計および早送り指令回数より、早送り合計時間を求める早送り合計時間演算手段と、前記早送り合計時間と前記切削送り合計時間を加算して全体の加工時間を求める加工時間合計手段とをさらに備えていることを特徴とするものである。

請求項8の装置によれば、請求項4の方法の場合と同様の効果が奏される。

【0025】

40

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、この発明の実施形態について説明する。

【0026】

図1は、加工時間見積もり装置の電氣的構成の1例を示すブロック図である。

【0027】

図1に示すように、加工時間見積もり装置は、CPU(1)、操作部(2)、表示部(3)、加工プログラム記憶部(4)、機械データ記憶部(5)および設定パラメータ記憶部(6)を備えている。

【0028】

操作部(2)は、使用者が加工時間見積もりのための各種操作を行なう部分である。表示

50

部(3)は、加工時間の見積もり結果など、各種表示を行なう部分である。加工プログラム記憶部(4)は、加工時間の見積もりを行なう加工プログラムを記憶しておく部分である。機械データ記憶部(5)は、機械データである早送り速度FR、早送り加減速時間TR、基準曲率半径範囲R B aの代表曲率RBにおける基準送り速度FBおよび実績データ数Nを記憶する部分であり、基準送り速度記憶手段を構成する。設定パラメータ記憶部(6)は、設定パラメータである指令速度FCを記憶する部分である。

【0029】

CPU(1)は、装置の中心をなすものであり、装置全体を制御する。CPU(1)における処理はソフトウェアによって行なわれるが、CPU(1)には、機能的に、制御部(10)、プログラム解析部(11)、曲率半径演算部(12)、切削送り移動距離合計部(13)、切削送り時間合計部(14)、早送り移動距離・回数演算部(15)、早送り合計時間演算部(16)、加工時間合計部(17)および送り速度更新部(18)が含まれる。

10

【0030】

制御部(10)は、CPU(1)全体を制御する部分である。プログラム解析部(11)は、加工プログラム記憶部(4)に記憶された加工プログラムを1ブロックずつ読み込んで、それを解析し、移動指令であるかどうか、移動指令の場合に早送りであるか切削送りであるかどうかを判断するプログラム解析手段を構成する部分である。曲率半径演算部(12)は、移動指令の切削送りの場合に、切削送り軌跡の3点の座標値からそのときの曲率半径を演算する曲率半径演算手段を構成する部分である。切削送り移動距離合計部(13)は、切削送りについて、予め定められた曲率半径範囲ごとに移動距離の合計を求める切削送り移動距離合計手段を構成する部分である。切削送り時間合計部(14)は、切削送りについて、各曲率半径範囲ごとに、切削送り移動距離の合計と送り速度の合計から各曲率半径範囲ごとの切削送り時間の合計を求め、さらにそれらを合計することにより切削送り合計時間を求める切削送り時間合計手段を構成する部分である。早送り移動距離・回数演算部(15)は、早送り移動距離の合計と早送り指令回数を求める早送り移動距離・回数演算手段を構成する部分である。早送り合計時間演算部(16)は、予め定められた早送り速度および早送り加減速時間、ならびに早送り移動距離の合計および早送り指令回数より、早送り合計時間を求める早送り合計時間演算手段を構成する部分である。加工時間合計部(17)は、切削送り時間合計部(14)で求められた切削送り合計時間と、早送り合計時間演算部(16)で求められた早送り合計時間とを加算することにより、全体の加工時間を求める加工時間合計手段を構成する部分である。送り速度更新部(18)は、加工後に得られた実際の加工時間に基づき、基準曲率半径範囲における基準送り速度を補正して更新し、それにより各曲率半径範囲ごとの送り速度を補正して更新する送り速度更新手段を構成する部分である。

20

30

【0031】

上記の加工時間見積もり装置では、加工プログラム記憶部(4)に記憶された加工プログラムに基づいて、加工時間の見積もりを行なうことができる。次に、図2のフローチャートを参照して、加工時間見積もり処理の1例について説明する。

【0032】

図2において、まず、機械データ記憶部(5)に記憶された機械データ、すなわち、早送り速度FR、早送り加減速時間TR、基準曲率半径範囲R B aの代表曲率RBにおける基準送り速度FBおよび実績データ数Nを読み込み(ステップS1)、設定パラメータ記憶部(6)に記憶された設定パラメータ、すなわち、指令速度FCを読み込む(ステップS2)。次に、加工プログラム記憶部(4)に記憶された加工プログラムを1ブロック読み込み(ステップS3)、プログラムの内容を解析する(ステップS4)。そして、そのブロックの内容が移動指令であるかどうかを判断し(ステップS5)、移動指令でなければ、それを読み飛ばして、ステップS3に戻る。ステップS5において、移動指令であった場合は、早送りであるかどうかを判断し(ステップS6)、早送りであれば、早送りブロック数N0をカウントアップするとともに、早送り移動距離L0を累計する(ステップS

40

50

7)。ステップS6において、切削送りであった場合は、切削送り軌跡の3点の座標値から曲率半径を計算し(ステップS8)、それがm個の曲率半径範囲A1~Amのいずれに属するかを判断し、その範囲A1~Amにおけるブロック数N0~Nmをカウントアップするとともに、その範囲A1~Amにおける切削送り移動距離L1~Lmを累計する(ステップS9)。ステップS7あるいはステップS9の処理が終わると、読み込んだブロックが加工プログラムの末尾であるかどうかを判断し(ステップS10)、末尾でなければ、次のブロックの読込を行なうために、ステップS3に戻る。

【0033】

ステップS10において、加工プログラムの末尾であれば、早送り合計時間T0の計算を行なう(ステップS11)。この計算は、ステップS1において機械データ記憶部(5)から読み込まれた早送り速度FRおよび早送り加減速時間TR、ならびにステップS7において累計された早送り移動距離L0および早送りブロック数N0を用い、次の式(2)によって行なわれる。

10

【0034】

$$T0 = L0 / FR + N0 \times TR \quad \dots \dots (2)$$

次に、曲率半径範囲A1~Amごとの送り速度F1~Fmの計算を行なう(ステップS12)。この計算は、ステップS1において機械データ記憶部(5)から読み込まれた基準曲率半径範囲の代表曲率半径RBおよび基準送り速度FB、ならびに各曲率半径範囲の代表曲率半径Riを用い、前記の式(1)によって行なわれる。

【0035】

次に、切削送り合計時間T1の計算を行なう(ステップS13)。この計算は、ステップS9において累計された各曲率半径範囲A1~Amごとの切削送り移動距離L1~LmおよびステップS12において計算された各曲率半径範囲A1~Amごとの送り速度F1~Fmを用い、次の式(3)によって行なわれる。

20

【0036】

$$T1 = L1 / F1 + L2 / F2 + \dots \dots + Lm / Fm \quad \dots \dots (3)$$

最後に、ステップS11において計算された早送り合計時間T0とステップS13において計算された切削送り合計時間T1を加算することにより、全体の加工時間Tの計算を行ない(ステップS14)、処理を終了する。

【0037】

上記の加工時間見積もり装置では、また、過去に加工後に得られた実際の加工時間に基づき、機械データ記憶部(5)に記憶された基準送り速度FBを補正して更新することができる。次に、図3のフローチャートを参照して、基準送り速度FBの更新処理の1例について説明する。

30

【0038】

図3において、まず、機械データ記憶部(5)に記憶された機械データを読み込み(ステップS21)、設定パラメータ記憶部(6)に記憶された設定パラメータを読み込み(ステップS22)、加工後に得られた実際の加工時間Taを読み込む(ステップS23)。そして、機械データ記憶部(5)から読み込んだFBをFBに微調整し(ステップS24)、このFBを用いて加工時間Teの見積もりを行なう(ステップS25)。この見積もり処理は、図2の場合と同じである。次に、TaとTeの差が十分に小さいかどうかを判断し(ステップS26)、小さくなければ、ステップS24に戻り、さらにFBを微調整して、上記の処理を繰り返す。そして、ステップS26においてTaとTeの差が十分に小さくなった時点で、FB×NとFBの加重平均を求め(ステップS27)、この加重平均値を新たな基準送り速度FBとして機械データ記憶部(5)に書き込み(ステップS28)、処理を終了する。

40

【0039】

上記のように、TaとTeの差が十分に小さくなったときのFBと、過去の実績データ数Nを加味したFBとの加重平均をとることにより、基準送り速度FBを現実的なデータに更新することができる。

50

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、この発明の実施形態を示す加工時間見積もり装置のブロック図である。

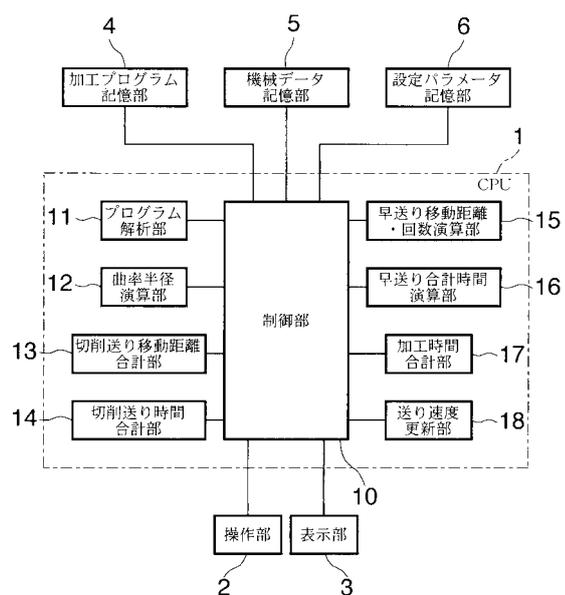
【図2】図2は、加工時間見積もり処理の1例を示すフローチャートである。

【図3】図3は、送り速度更新処理の1例を示すフローチャートである。

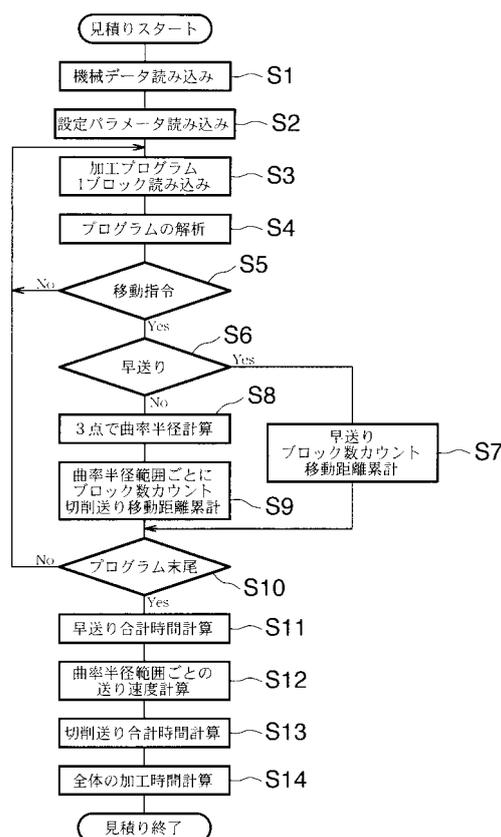
【符号の説明】

- (5) 機械データ記憶部
- (12) 曲率半径演算部
- (13) 切削送り移動距離合計部
- (14) 切削送り時間合計部
- (15) 早送り移動距離・回数演算部
- (16) 早送り合計時間演算部
- (17) 加工時間合計部
- (18) 送り速度更新部

【図1】



【図2】



【 図 3 】

