【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３区分
【発行日】平成19年10月25日(2007.10.25)

【公開番号】特開2006-85328(P2006-85328A)
【公開日】平成18年3月30日(2006.3.30)
【年通号数】公開・登録公報2006-013
【出願番号】特願2004-268067(P2004-268067)
【国際特許分類】
Ｇ０５Ｂ　19/4063　(2006.01)
Ｂ２３Ｑ　15/00　(2006.01)
【ＦＩ】
Ｇ０５Ｂ　19/4063　Ｌ
Ｂ２３Ｑ　15/00　３０１Ａ

【手続補正書】
【提出日】平成19年9月11日(2007.9.11)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
工作機械を制御する制御手段と、工作機械の動作に同期させて当該工作機械の３次元形状モデルを動作させることが可能なシミュレート手段と、シミュレート動作させている工作機械の３次元形状モデルを表示する表示手段とを備えた工作機械制御装置であって、
３次元形状モデルで表示する工作機械を構成する複数のパーツにおいて、各パーツに対応させて、識別データと３次元形状データと３次元座標データとを含むパーツ情報を記憶しており、
３次元形状モデルで表示する工作機械において可動するパーツに関する動作状態を示す検出信号に基づいて、当該検出信号を、対応する識別データに相当するパーツの座標に変換し、工作機械の動作に同期させて、シミュレート表示している３次元形状モデルを動作させ、
各パーツに対応させて、時間に応じた３次元座標データを記録することが可能であり、
記録した３次元座標データに基づいて、工作機械の動作を、３次元形状モデルを用いてシミュレート表示して再現することが可能である、
ことを特徴とする工作機械制御装置。
【請求項２】
請求項１に記載の工作機械制御装置であって、
任意の視点位置及び任意の拡大率にて工作機械の３次元形状モデルを動作させることが可能であるとともに、工作機械の任意のパーツの透明度または色彩の少なくとも一方を任意に変更することが可能である、
ことを特徴とする工作機械制御装置。
【請求項３】
請求項１または２に記載の工作機械制御装置であって、
工作機械の少なくとも一部のパーツの異常を検出可能な異常検出手段を備え、異常が検出されたパーツを、シミュレート表示している３次元形状モデルにおいて識別可能に表示する、
ことを特徴とする工作機械制御装置。

【請求項４】
請求項１～３のいずれかに記載の工作機械制御装置であって、
各パーツに対する制御信号を出力した後、当該パーツが平行移動または回転移動の少なくとも一方を含む移動の結果、所定の３次元座標位置に到達したことを検出信号にて検出可能であり、
各パーツに対する制御信号を出力した後、所定の３次元座標位置に到達するまでの間は、当該パーツの３次元座標位置を推定してシミュレート表示している３次元形状モデルを動作させる、
ことを特徴とする工作機械制御装置。
【請求項５】
請求項４に記載の工作機械制御装置であって、
各パーツに対応させて、制御信号を出力した後、所定の３次元座標位置に到達するまでの基準時間に基づいた異常判定時間を記憶しており、
各パーツに対する制御信号を出力した後の経過時間を監視し、経過時間が異常判定時間を超えた場合に、当該パーツに関する異常が発生したと判定する、
ことを特徴とする工作機械制御装置。
【請求項６】
請求項１～５のいずれかに記載の工作機械制御装置であって、
各パーツに対応させた修理または交換の手順に基づいて、各パーツに対応させた時間に応じた３次元座標データが、手順毎に予め記憶されており、
異常が検出されたパーツの修理または交換の手順を、記憶されている手順の中から選択されると、シミュレート表示している３次元形状モデルにおいて選択された手順を再現することが可能である、
ことを特徴とする工作機械制御装置。
【手続補正２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【発明の詳細な説明】
【発明の名称】工作機械制御装置
【技術分野】
【０００１】
本発明は、数値制御装置（当該装置の周辺に設けられた安全装置等を含む）、特に工作機械を制御する工作機械制御装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来では工作機械には、例えば工作機械の動作を制御する数値制御装置と指示入力手段と表示手段を備えた操作盤とが設けられており、当該操作盤から動作の指示を入力することが可能であるとともに、当該操作盤にて異常時の状態を表示することが可能に構成されている。
特許文献１に記載の従来技術では、パーソナルコンピュータ（以下、ＰＣと記載する）を用いて、数値制御を行うＮＣ（Numerical Control）ボードをＰＣの拡張スロットの１つに設け、更にシーケンス制御を行うＰＬＣ（Programmable Logic Controller）ボードをＰＣの拡張スロットに設け、数値制御装置として動作遅れを生じることのない数値制御装置が提案されている。
また、特許文献２に記載の従来技術には、工作機械の制御部から取り出した信号もしくは数値を、サーバ部を介してクライアント部にて受信する加工機遠隔監視装置が記載されている。この特許文献２ではクライアント部は工作機械に対して遠隔地に設けられ、前記信号もしくは数値を３次元形状モデルにて動的に視覚化して表示し、遠隔地のクライアン

ト部にて工作機械の動作を監視することを可能にしている。
【０００３】
【特許文献１】特許第３４６７１３９号公報
【特許文献２】特開２０００－１３２２１４号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
近年では、生産コストが低い海外等に進出して価格競争力の高い製品または部品を製造する企業が増加している。このような場合、現地では熟練作業者が居ないのが一般的である。また、国内においても高度な技術を習得している熟練作業者の数が、所定の年齢に達した等の理由により減少している傾向にある。
【０００５】
従来の工作機械の操作盤に表示される異常時等の状態の表示は、文字情報（数字を含む）で表示される。例えばセンサＡに異常が発生した場合、「センサＡ異常」あるいは「エラーコード１２３」等の文字情報にて異常の状態が表示される。同様に、特許文献１に記載の従来技術においても、表示には文字情報が用いられると推定される。しかし、例えば「センサＡ異常」と表示されても、熟練作業者でなければ当該「センサＡ」が、装置のどこに設けられているか判らない場合が多いとともに、どのような手順で修理または交換すればよいか判らない場合が多いため、熟練作業者が居ない現場では、異常からの復旧に多大な時間を要し、ＭＴＴＲ（平均復旧（修理）時間）が増加している。
【０００６】
また、特許文献２に記載の従来技術では、熟練作業者はクライアント部に表示される３次元形状モデルにて遠隔地で工作機械の動作を監視することができるが、工作機械が設置されている現場においては３次元形状モデルにて監視することはできない。従って、異常時等の状態の表示は文字情報であると推定され、上記と同様に、熟練作業者が居ない現場では、異常からの復旧に多大な時間を要している。ここで、特許文献２に記載の従来技術では、遠隔地に居る熟練作業者が、クライアント部に表示される３次元形状モデルを見ながら、現場の作業者に種々の指示を出しやすくすることは可能である。しかし、現場では遠隔地の熟練作業者からの言葉の指示に対して、実際の工作機械のどの部分の指示をしているのか探しだすことが困難であり、異常からの復旧に多大な時間を要する。
本発明は、このような点に鑑みて創案されたものであり、熟練作業者でなくても工作機械（周辺機器を含む）の操作を容易に行うことが可能な工作機械制御装置を提供することを課題とする。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
上記課題を解決するための手段として、本発明の第１発明は、請求項１に記載されたとおりの工作機械制御装置である。
請求項１に記載の工作機械制御装置は、工作機械を制御する制御手段と、工作機械の動作に同期させて当該工作機械の３次元形状モデルを動作させることが可能なシミュレート手段と、シミュレート動作させている工作機械の３次元形状モデルを表示する表示手段とを備えた工作機械制御装置であって、３次元形状モデルで表示する工作機械を構成する複数のパーツにおいて、各パーツに対応させて、識別データと３次元形状データと３次元座標データとを含むパーツ情報を記憶しており、３次元形状モデルで表示する工作機械において可動するパーツに関する動作状態を示す検出信号に基づいて、当該検出信号を、対応する識別データに相当するパーツの座標に変換し、工作機械の動作に同期させて、シミュレート表示している３次元形状モデルを動作させ、各パーツに対応させて、時間に応じた３次元座標データを記録することが可能であり、記録した３次元座標データに基づいて、工作機械の動作を、３次元形状モデルを用いてシミュレート表示して再現することが可能である。
【０００８】

また、本発明の第２発明は、請求項２に記載されたとおりの工作機械制御装置である。
請求項２に記載の工作機械制御装置は、請求項１に記載の工作機械制御装置であって、任意の視点位置及び任意の拡大率にて工作機械の３次元形状モデルを動作させることが可能であるとともに、工作機械の任意のパーツの透明度または色彩の少なくとも一方を任意に変更することが可能である。

【０００９】

また、本実施の形態に記載の工作機械制御装置は、３次元形状モデルで表示する工作機械を構成する複数のパーツにおいて、各パーツに対応させて、識別データと３次元形状データと３次元座標データとを含むパーツ情報を記憶しており、３次元形状モデルで表示する工作機械において可動するパーツに関する動作状態を示す検出信号に基づいて、当該検出信号を、対応する識別データに相当するパーツの座標に変換し、工作機械の動作に同期させて、シミュレート表示している３次元形状モデルを動作させる。

【００１０】

また、本発明の第３発明は、請求項３に記載されたとおりの工作機械制御装置である。
請求項３に記載の工作機械制御装置は、請求項１または２に記載の工作機械制御装置であって、工作機械の少なくとも一部のパーツの異常を検出可能な異常検出手段を備え、異常が検出されたパーツを、シミュレート表示している３次元形状モデルにおいて識別可能に表示する。

【００１１】

また、本発明の第４発明は、請求項４に記載されたとおりの工作機械制御装置である。
請求項４に記載の工作機械制御装置は、請求項１～３のいずれかに記載の工作機械制御装置であって、各パーツに対する制御信号を出力した後、当該パーツが平行移動または回転移動の少なくとも一方を含む移動の結果、所定の３次元座標位置に到達したことを検出信号にて検出可能であり、各パーツに対する制御信号を出力した後、所定の３次元座標位置に到達するまでの間は、当該パーツの３次元座標位置を推定してシミュレート表示している３次元形状モデルを動作させる。

【００１２】

また、本発明の第５発明は、請求項５に記載されたとおりの工作機械制御装置である。
請求項５に記載の工作機械制御装置は、請求項４に記載の工作機械制御装置であって、各パーツに対応させて、制御信号を出力した後、所定の３次元座標位置に到達するまでの基準時間に基づいた異常判定時間を記憶しており、各パーツに対する制御信号を出力した後の経過時間を監視し、経過時間が異常判定時間を超えた場合に、当該パーツに関する異常が発生したと判定する。

【００１３】

また、本実施の形態に記載の工作機械制御装置は、各パーツに対応させて、時間に応じた３次元座標データを記録することが可能であり、記録した３次元座標データに基づいて、工作機械の動作を、３次元形状モデルを用いてシミュレート表示して再現することが可能である。

【００１４】

また、本発明の第６発明は、請求項６に記載されたとおりの工作機械制御装置である。
請求項６に記載の工作機械制御装置は、請求項１～５のいずれかに記載の工作機械制御装置であって、各パーツに対応させた修理または交換の手順に基づいて、各パーツに対応させた時間に応じた３次元座標データが、手順毎に予め記憶されており、異常が検出されたパーツの修理または交換の手順を、記憶されている手順の中から選択されると、シミュレート表示している３次元形状モデルにおいて選択された手順を再現することが可能である。

【発明の効果】

【００１５】

請求項１に記載の工作機械制御装置を用いれば、非熟練作業者は、工作機械（例えば数値制御装置と、安全装置等の周辺機器を含む工作機械）の動作に同期して動く３次元形状

モデルと実際の工作機械とを見ることで、工作機械の可動部の動きや、各パーツの位置等を確認することができ、工作機械の操作を容易に行うことができるようになる。

【００１６】

また、請求項２に記載の工作機械制御装置によれば、任意のパーツの透明度を変更することで、安全カバー等に覆われた、通常では動作中に確認できないようなパーツの動きや、工作機械の外観からは見えない内部のパーツの動きを確認することができる。

また、任意のパーツの色彩を変更することや、視点位置及び拡大率を変更することで、所定のパーツの動きをより注目して確認することができる。

【００１７】

また、請求項１に記載の工作機械制御装置によれば、工作機械制御装置は、各パーツの３次元形状データと３次元座標データに基づいて、工作機械の３次元形状モデルを表示することができる。

また、検出信号に応じて、シミュレート表示している３次元形状モデルにおいて、適切なパーツを適切なタイミングで適切な位置に移動（動作）させることができる。

【００１８】

また、請求項３に記載の工作機械制御装置によれば、非熟練作業者であっても、異常が検出されたパーツが、工作機械のどの位置に設けられているか、瞬時に認識することができる。

【００１９】

また、請求項４に記載の工作機械制御装置によれば、工作機械の可動部において、動作の開始位置から動作の終了位置に至る動作中の正確な位置を検出することが困難な、油圧または気圧等による可動パーツの動きを、３次元形状モデルにて適切に表示させることができる。

【００２０】

また、請求項５に記載の工作機械制御装置によれば、工作機械の可動部において、動作の開始位置から動作の終了位置に至る動作中の正確な位置を検出することが困難な、油圧または気圧等による可動パーツの動きに対し、例えば開始位置と終了位置にリミットスイッチを設け、開始位置のリミットスイッチからの検出信号に基づいて動作の開始を判定して時間の計測を開始し、経過時間が異常判定時間を超えても終了位置のリミットスイッチからの検出信号が入力されない場合に、当該パーツに関する異常が発生したと判定する。

従来では、このような場合については、工程のサイクルタイムの超過にて異常判定していたため、当該サイクルタイム内に動作するパーツを１つずつ特定して確認する必要があり、まずパーツを特定することに時間を要していた。

しかし、本発明によれば、工作機械制御装置が、異常が発生したパーツを特定してくれるため、非熟練作業者であっても保守及び保全作業を容易に行うことができる。

【００２１】

また、請求項１に記載の工作機械制御装置によれば、過去の工作機械の動きを、３次元形状モデルを用いて再現することができる。

従って、異常が発生した場合、異常発生に到るまでの工作機械の動作を過去に戻って再現させることができるため、異常発生の原因特定が困難な場合においても、原因の特定が容易になる。

【００２２】

また、請求項６に記載の工作機械制御装置によれば、工作機械制御装置は、３次元形状モデルを用いたシミュレート表示にて、各パーツの修理または交換の手順を表示（再現）することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２３】

以下に本発明を実施するための最良の形態を図面を用いて説明する。図１は本発明の工作機械制御装置５０を備えた工作機械の例を示している。

本発明は工作機械制御装置５０であり、工作機械及び周辺機器（安全装置等）は従来の

ものと同様である。本発明の工作機械制御装置５０は、工作機械（周辺機器を含む）を制御する制御手段を備えているとともに、制御している工作機械の動作に同期させて当該工作機械の３次元形状モデルをシミュレート動作させて表示可能である点が特徴である。

以下、特に断りがない限り、「工作機械」と記載した場合は、工作機械本体と、当該工作機械の周辺に設けられた安全装置等の周辺機器をも含むものとする。

【００２４】

●［工作機械の外観（図１）］

図１は工作機械本体１（平面図）と工作機械制御装置５０との接続例を示している。本実施の形態の説明では、車両のクランクシャフトを研削及び仕上げする工作機械を例に説明する。なお、工作機械は、これに限定されるものではない。図１においては、互いに直交するＸ軸、Ｙ軸、Ｚ軸を設定し、Ｘ軸を水平方向且つワークＷの回転軸に平行な方向に設定し、Ｙ軸を鉛直（上向き）の方向に設定し、Ｚ軸を水平方向且つワークＷの回転軸に垂直な方向に設定する。

ベッド１ａ上には、長手方向（Ｘ軸方向）にＶ字形ガイドウェイ２と平形ガイドウェイ３が設けられている。V字形ガイドウェイ２と平形ガイドウェイ３上には、研削砥石台（第１砥石台）２２Ａを載置する左テーブル２０Ａが、送りねじ１０ＡによりＸ軸方向に摺動自在に設けられている。また、V字形ガイドウェイ２と平形ガイドウェイ３上には、超仕上げ砥石台（第２砥石台）２２Ｂを載置する右テーブル２０Ｂが、送りねじ１０ＢによりＸ軸方向に摺動自在に設けられている。Ｖ字形ガイドウェイ２と平形ガイドウェイ３により、研削砥石台２２Ａと超仕上げ砥石台２２ＢをＸ軸方向に案内するレールが構成されている。

【００２５】

左右のテーブル２０Ａ、２０Ｂには、それぞれ研削砥石２４Ａ（第１の加工手段）及び超仕上げ砥石２４Ｂ（第２の加工手段）を回転自在に支持する研削砥石台２２Ａ及び超仕上げ砥石台２２Ｂが、それぞれの送りねじ１４Ａ、１４Ｂにより、Ｘ軸方向と直交する前後方向（Ｚ軸方向）に摺動自在に設けられている。

各砥石台２２Ａ、２２Ｂの前方には、Ｘ軸方向に離間して、ワークＷ（本実施の形態では、クランクシャフト）の一端部をチャック６ａにより把持する主軸台６と、ワークＷの他端部を押圧支持する心押台７が設けられている。主軸台６には、ワークＷを回転駆動させる主軸サーボモータ８が設けられている。ワークＷの回転位置は、主軸サーボモータ８の後端に設けられたエンコーダ９により検出される。

【００２６】

研削砥石台２２Ａを載置する左テーブル２０Ａを、Ｘ軸方向に移動するための送りねじ１０Ａの左端部には、エンコーダ１３Ａ付きのサーボモータ１２Ａが設けられている。同様に、超仕上げ砥石台２２Ｂを載置する右テーブル２０Ｂを、Ｘ軸方向に移動するための送りねじ１０Ｂの右端部には、エンコーダ１３Ｂ付きのサーボモータ１２Ｂが設けられている。

また、左右の各テーブル２０Ａ、２０Ｂには、各砥石台２２Ａ、２２ＢをＺ軸方向に移動するための送りねじ１４Ａ、１４Ｂの端部に、エンコーダ１７Ａ、１７Ｂ付きサーボモータ１６Ａ、１６Ｂが、各々設けられている。

また、各砥石台２２Ａ、２２Ｂには、それぞれ研削砥石２４Ａを回転駆動するモータ、超仕上げ砥石２４Ｂを回転駆動するモータが内蔵して設けられている。

【００２７】

研削砥石２４Ａにより加工されるワークＷの径（加工寸法）は、左定寸装置４０Ａに設けられた測定ヘッド３０Ａによって検出され、最終加工寸法まで研削されると研削砥石台２２Ａの切込み前進は停止される。

同様に、研削砥石２４Ｂにより加工されるワークＷの径（加工寸法）は、右定寸装置４０Ｂに設けられた測定ヘッド３０Ｂによって検出され、最終加工寸法まで研削されると研削砥石台２２Ｂの切込み前進は停止される。

工作機械制御装置５０は、エンコーダ１３Ａ、１３Ｂ、１７Ａ、１７Ｂ、９、定寸装置

４０Ａ、４０Ｂからの検出信号が入力され、モータ１２Ａ、１２Ｂ、１６Ａ、１６Ｂ、８に制御信号を出力し、工作機械を制御する。なお、図示しないが、工作機械には作業者の安全を確保するための安全カバー、非常停止スイッチ、警報ランプ等の種々の周辺機器が設けられており、これらの周辺機器からの入力及び出力も、工作機械制御装置５０によって制御される。

【００２８】

本発明の工作機械制御装置５０は、上述したように、工作機械を制御する制御手段を備えている。また、非熟練作業者であっても工作機械の操作を容易に行うことができるように、工作機械の動作に同期させて工作機械の３次元形状モデルを動作させることが可能なシミュレート手段と、シミュレート動作させている工作機械の３次元形状モデルを表示する表示手段とを備えている。

例えば、工作機械制御装置５０はパーソナルコンピュータであり（以下、パーソナルコンピュータを「ＰＣ」と記載する）、工作機械の入出力を行うためのインターフェースボード（ＮＣボード等）と制御プログラムと周辺機器の入出力を行うためのインターフェースボード（ＰＬＣボード等）と制御プログラム（以上が制御手段に相当する）と、シミュレートプログラムとシミュレートに必要なデータ（シミュレート手段）と、グラフィックボードとモニタ（表示手段）とを備えている。

【００２９】

●［工作機械制御装置の機能ブロック（図２）］

次に、図２を用いて工作機械制御装置５０の機能ブロックについて説明する。

工作機械制御装置５０に設けられた機能には、総合管理機能５０ａ、工作機械制御機能５０ｂ（制御手段）、故障診断機能５０ｃ（異常検出手段）、３次元形状モデル動作機能５０ｄ（シミュレート手段）がある。なお、工作機械制御機能５０ｂは、工作機械の本体を制御する工作機械（本体）制御機能５０ｅと、周辺機器（例えば安全装置等）を制御する周辺機器制御機能５０ｆにて構成されている。

【００３０】

総合管理機能５０ａは、入力用機器５４（キーボード、マウス等、作業者からの指示を入力する機器）からの信号に基づいて、工作機械（本体）及び周辺機器を予め決められたシーケンスに従って動作させる制御信号を工作機械制御機能５０ｂに出力する。また、総合管理機能５０ａは、工作機械から入力された各種の検出信号（エンコーダからの信号や、リミットスイッチからの信号等）が入力され、作業工程を総合的に管理している。

また、総合管理機能５０ａは、故障診断機能５０ｃ（異常検出手段）により異常が判定されると、周辺機器制御機能５０ｆから警報ランプ等を点灯させたり、工作機械（本体）制御機能５０ｅから工作機械（本体）を停止させたりする。

【００３１】

故障診断機能５０ｃは、工作機械（本体）及び周辺機器への駆動信号及び工作機械（本体）及び周辺機器からの検出信号が入力され、各種の異常判定を行う。なお、異常判定の詳細については後述する。

３次元形状モデル動作機能５０ｄは、予め記憶装置５６に記憶されている各パーツ（工作機械及び周辺機器を構成している部品）の３次元形状データ及び３次元座標データと、工作機械（本体）及び周辺機器への制御信号及び工作機械（本体）及び周辺機器からの検出信号とに基づいて、工作機械及び周辺機器の３次元形状モデルを作成及び動作させて表示手段５２に出力する（シミュレート表示する）。

また、３次元形状モデル動作機能５０ｄは、入力用機器５４及び総合管理機能５０ａを介して作業者から入力される指示に基づいて、３次元形状モデルの視点位置や拡大率を変更する。なお、各パーツの３次元形状データ及び３次元座標データ、シミュレート表示の方法等の詳細は後述する。

【００３２】

このように、本発明の工作機械制御装置５０は、１台の装置内に総合管理機能５０ａ、工作機械制御機能５０ｂ、故障診断機能５０ｃ、３次元形状モデル動作機能５０ｄの、複

数の機能を搭載している。
【００３３】
●［３次元形状モデルの作成及び動作に用いるデータと、３次元形状モデルの動作方法（図３）］
次に図３を用いて、工作機械制御装置５０にて工作機械の３次元形状モデルを作成及び動作させるために必要なデータについて説明する。
工作機械制御装置５０には、記憶装置５６（Hard Disk Drive等）を備えており、各種の制御プログラム及びデータ等が予め記憶されている。
予め記憶されているデータには以下の（１）及び（２）に示す２種類のデータがある。
（１）３次元形状モデルで表示する工作機械（周辺機器を含む）を構成する複数のパーツにおいて、各パーツに対応させて、識別データ（ＩＤ、固有名称等）と３次元形状データと３次元座標データとを含む静的パーツデータ（パーツ情報に相当する）。
（２）３次元形状モデルで表示する工作機械（周辺機器を含む）において可動するパーツに関する動作状態を示す検出信号に対応させて、可動の対象となるパーツの識別データと当該検出信号に応じた３次元座標データを含む動的パーツデータ。
【００３４】
図３に静的パーツデータと動的パーツデータの例を示す。
まず静的パーツデータについて説明する。
静的パーツデータには、例えば「識別データ」と「移動方向」と「３次元形状ファイル」と「初期座標」がある。
「識別データ」には、パーツに関する「ＩＤ」と「名称」があり、「ＩＤ」には当該パーツに対応させた識別番号等が設定され、「名称」には作業者が当該パーツの推定を容易にできる名前が設定されている。
「移動方向」には、当該パーツが可動（移動）する場合、移動の方向が設定されている。
「３次元形状ファイル」には、当該パーツを３次元形状モデルで表示するための３次元形状データを有するファイル名が設定されている。
「初期座標」には「Ｘ」と「Ｙ」と「Ｚ」があり、工作機械に電源を投入した際における当該パーツの位置を（Ｘ、Ｙ、Ｚ）の３次元座標データが設定されている。
【００３５】
例えば図３に示す静的パーツデータの１行目は、図１におけるサーボモータ１６Ａに関するデータを示している。この場合、サーボモータ１６Ａは、ＩＤ：ｍ００１、名称：Ｚ軸Ｌ側サーボモータ、移動方向：Ｚ軸方向、３次元形状ファイル：Ｆｍ００１、初期座標（１００、１００、３００）に設定されている。
工作機械制御装置５０が工作機械の３次元形状モデルを表示する際において、サーボモータ１６Ａを初期位置に表示する場合、「３次元形状ファイル：Ｆｍ００１」から読み込んだデータを、「座標（１００、１００、３００）」に配置して表示する。
【００３６】
次に動的パーツデータについて説明する。
動的パーツデータには、例えば「識別データ」と「動作単位」と「信号に対する変換座標」と「動作対象」がある。
「識別データ」には、検出信号に関する「ＩＤ」と「名称」があり、「ＩＤ」には当該検出信号に対応させた識別番号等が設定され、「名称」には作業者が当該検出信号の推定を容易にできる名前が設定されている。
「動作単位」には、どのような検出信号の状態にて対象パーツを動作させるか、３次元形状モデルにおける対象パーツの動作タイミングが設定されている。
「信号に対する変換座標」には、当該動作タイミングにて、対象パーツを現在の位置からどの方向にどれだけ移動させるかという相対移動量、または対象パーツをどの位置に移動させるかという絶対座標位置が設定されている。
「動作対象」には、当該動作タイミングにて、どのパーツを動作させるか、動作の対象

となるパーツの識別データが設定されている。
【００３７】
例えば図３に示す動的パーツデータの１行目は、図１におけるエンコーダ１７Ａからの検出信号に関するデータを示している。この場合、工作機械制御装置５０は、エンコーダ１７Ａからの検出信号にて１パルスが入力される毎に、動作対象：ｍ００１（この例ではＺ軸Ｌ側サーボモータ）、ｅ００１（この場合、Ｚ軸Ｌ側エンコーダ）を、現在の位置からＺ軸方向に「１」移動させる。なお、移動方向については、サーボモータ１６Ａに出力している制御信号を監視し、制御信号が正転方向ならワークに近づく方向に、制御信号が逆転方向ならワークから遠ざかる方向に移動させればよい。この例は、「信号に対する変換座標」が相対移動量の場合の例である。
また例えば図３に示す動的パーツデータの４行目は、ワークの安全カバー（図示せず）が全閉位置にある場合に出力されるリミットスイッチの検出信号に関するデータを示している。この場合、工作機械制御装置５０は、安全カバー全閉リミットスイッチからの検出信号がＯＮ状態が入力されると、動作対象：ｃ００１（この場合、ワーク安全カバー）を、３次元座標（３００、２００、１０００）に移動させる。この場合、ｃ００１：安全カバーが、現在どの位置にあっても３次元座標（３００、２００、１０００）に移動させることになる。この例は、「信号に対する変換座標」が絶対座標位置の場合の例である。
【００３８】
上記の２通りの例について、１つ目のエンコーダからの検出信号（パルス信号）は、比較的短時間（例えば１秒以下）に複数入力されるような信号であるため、当該検出信号に基づいて３次元形状モデルを動作させた場合、比較的滑らかに動作させることができる。しかし、２つ目のリミットスイッチからの検出信号では、例えば安全カバーが全開位置から全閉位置まで油圧で動作し、全開から全閉までの動作に３秒を要し、全開位置のリミットスイッチのＯＮで全開を検出し、全閉位置のリミットスイッチのＯＮで全閉位置を検出する。この場合、工作機械制御装置５０は、全開位置のリミットスイッチがＯＮからＯＦＦに変化したことで動作の開始（全開位置から全閉に向けて動作開始）を検出し、全閉位置のリミットスイッチがＯＦＦからＯＮに変化したことで動作の終了（全閉位置に到達）を検出することができる。しかし、工作機械制御装置５０は、全開位置または全閉位置については、リミットスイッチのＯＮまたはＯＦＦにより検知することができるが、その途中の位置については検出することができない。このように、移動中の位置の検出信号が入力されない区間では工作機械制御装置５０が、その位置を推定し、推定した位置に基づいて３次元形状モデルを動作させる。なお、推定には種々の方法があるが、例えば過去ｎ回の動作履歴から平均時間を算出して推定に使用する。
なお、動作中のパーツの色彩を周囲のパーツの色彩と異なる色彩に変更したり、動作中のパーツを点滅させる等することで、動作中のパーツを強調表示（識別可能に表示）すると、作業者にとって動作状態が理解し易いため、より好ましい。
【００３９】
●［異常判定と異常表示］
次に故障診断機能５０ｃによる異常判定の例について説明する。
工作機械に種々の検出手段が設けられており、検出手段毎に適した異常検出方法を用いる。
例えば、工作機械の動作環境を検出する温度センサ、気圧センサ等からの検出信号の異常を判定する場合、温度センサならば－３０℃～５０℃の範囲からはずれた検出信号を出力してきた場合に異常と判定し、気圧センサならば０．９気圧～１．１気圧の範囲からはずれた場合に異常と判定する。
また、例えばエンコーダを含むサーボモータの異常を判定する場合、サーボモータに制御信号を出力しているにもかかわらずエンコーダからの検出信号が出力されない場合に異常と判定する。
【００４０】
また、例えば全開位置と全閉位置にリミットスイッチを備えた安全カバーの異常を判定

する際、全開位置から全閉位置に移動するまで通常約３秒を要するものとした場合、全開位置から動作を開始して６秒経過しても全閉位置に到達しない場合に異常と判定する。

このように、パーツを移動させるための制御信号を出力してから、所定の３次元座標位置に到達するまでの基準時間（この例では３秒）に基づいた異常判定時間（この例では６秒）を超過した場合に、当該パーツに関する異常（リミットスイッチの故障、安全カバーが動作中の経路で異常停止等）が発生したと判定する。

従来このような異常を検出する方法としては、個々の作業工程にてサイクルタイムを監視しており、サイクルタイムが異常に長くなった場合に異常と判定していた。しかし、異常と判定されたサイクルタイム内には、種々のパーツの動作が含まれており、当該種々のパーツを順番に調査して異常の原因となったパーツを特定する必要があったため、異常パーツの特定に多大な時間を要していた。本発明の工作機械制御装置５０では、異常パーツ及び当該異常パーツに関するパーツを自動的に判定するので非常に便利である。

【００４１】

なお、上記の説明では異常の検出と、検出した異常パーツの強調表示について説明したが、定期的に交換と要する消耗パーツを、交換時期に強調表示させることもできる。例えば消耗パーツについては、予め交換までの許容使用回数が記憶されており、動作させる毎に許容使用回数をカウントダウンする。そして工作機械制御装置５０は、許容使用回数が設定されている消耗パーツについて、許容使用回数が０（ゼロ）になったパーツを３次元形状モデルの表示において強調表示して、作業者に交換作業を促す。

【００４２】

●［表示手段への表示の例（図４）］

次に図４を用いて、工作機械制御装置５０による、表示手段５２へ実際に３次元形状モデルをシミュレート表示させた例を示す。

また、表示画面５２Ａは、作業者からの入力指示に基づいて任意の拡大率にて表示したシミュレート画面の例を示している。

【００４３】

また、図４に示す例では、ワーク安全カバー等、作業者が指示した任意のパーツの透明度を変更している。実際の工作機械ではワーク安全カバーは非透明であり、当該ワーク安全カバーの内部で発生した異常については、ワーク安全カバーを開口しなければ異常内容を確認することができない。しかし、本実施の形態に示す工作機械制御装置５０では、各パーツの透明度を任意に変更することが可能であるため、図４の表示画面５２Ａに示すように、ワーク安全カバーを閉じた状態にてその内部の状態を、所望する角度から、所望する拡大率で、所望するパーツを透過させながら、確認することができる。

【００４４】

●［工作機械制御装置のソフトウェアの状態遷移と異常表示（図５）］

次に図５を用いて、工作機械制御装置５０のソフトウェアの状態遷移について説明する。

停止状態Ｓｔ１０は、工作機械制御装置５０に電源が供給されていない状態である。この状態から、工作機械制御装置５０及び工作機械に電源が供給されると、待機状態Ｓｔ１２に遷移し、次の入力指示を待つ。

待機状態Ｓｔ１２にてワークがセットされて稼動指示が入力されると、稼動状態Ｓｔ２０に遷移する。稼動状態Ｓｔ２０では、工作機械制御装置５０は工作機械を制御してワークを加工するとともに、工作機械の３次元形状モデルをシミュレート表示させ、同時に故障診断も行う。稼動状態Ｓｔ２０にて待機指示が入力されると、待機状態Ｓｔ１２に遷移する。

【００４５】

また、稼動状態Ｓｔ２０にて故障診断により異常が検出されると、自動的に異常停止状態Ｓｔ１４に遷移する。

作業者は、異常停止状態Ｓｔ１４で停止している工作機械を発見すると（従来は、異常発生を示すランプの点灯と音声の出力を行う）、異常からの復旧作業を行う。作業者は、

異常の原因を特定することができて且つ復旧作業を行うことができた場合、復帰指示を入力する。この場合、異常停止状態Ｓｔ１４から待機状態Ｓｔ１２に遷移する。

本実施の形態にて説明した工作機械制御装置５０は、異常が発生して異常停止状態Ｓｔ１４に遷移した場合、図４の表示画面５２Ａに示すように、異常が検出された原因となったパーツを、作業者に識別可能に表示する。具体的には、図４の表示画面５２Ａに示すように、異常パーツを認識できるように、透過させる必要があるパーツの透明度を高くして（より透明に近くして）、異常パーツの色彩を周囲の色彩に対して誇張した色彩（例えば周囲のパーツが緑色に対して異常パーツを赤色に）にして表示する。なお、図４の表示画面５２Ａに示す例では、異常パーツに対して更に「装置異常」というコメントを付して、より識別力を向上させている。

【００４６】

しかし、異常の種類によっては、表示画面５２Ａからその異常を特定することが困難な場合もある。特に、複数のパーツの動作により複合的に発生した異常の場合、原因を特定することは非常に困難である。そこで、このような場合、作業者は再現指示いわゆるプレイバックのためのプレイバック起動指示を行い、プレイバック（再現）状態Ｓｔ３４に遷移させる。プレイバック（再現）状態Ｓｔ３４では、実際の工作機械を停止させた状態にて、異常停止状態Ｓｔ１４に陥った時点から所定時間遡った位置から、異常が発生して異常停止状態Ｓｔ１４に到るまでの工作機械の動作を、３次元形状モデルにて再現させることができる。これにより、どのパーツの動作中に異常が発生したかを適切且つ容易に３次元表示にて確認することができるため、たとえ非熟練作業者であっても、異常の原因を適切且つ容易に特定することができる。

【００４７】

次に、プレイバック（再現）状態Ｓｔ３４にて３次元形状モデルにて再現動作をさせる方法及び必要なデータ等について説明する。

工作機械制御装置５０は、稼動状態Ｓｔ２０において、各パーツに対応させて、時間に応じた３次元座標データを運転状態ログ情報５６ｃに記憶する。例えば図６に示すように、識別データ：ｍ００１に対応するパーツについては、時刻００：００：００での座標（１００、１００、３００）、時刻００：００：０１での座標（１００、１００、３０１）・・と記憶しておく。また、識別データ：ｍ００２に対応するパーツについては、時刻００：００：００での座標（１００、１００、３００）、時刻００：００：０１での座標（１００、１００、２９９）・・と記憶しておく。以下、３次元形状モデルで表示する工作機械において可動する各パーツに対して、時刻及び当該時刻における３次元座標データを記憶した運転状態ログ情報５６ｃを作成する。

【００４８】

そして、工作機械制御装置５０は、プレイバック（再現）状態Ｓｔ３４において、上記に記憶した運転状態ログ情報５６ｃと、可動しない固定パーツの静的パーツデータ５６ａ（図３を参照）に基づいて、工作機械の動作を３次元形状モデルを用いてシミュレート表示して動作を再現する。なお、異常停止状態Ｓｔ１４に陥った時点から再現の開始位置までの時間間隔を任意に選定できるようにすることが好ましい（例えば、１分前、２分前、３分前等の所望する位置からの再現を選択できることが好ましい）。

【００４９】

ここで図５に示す状態遷移図の説明に戻る。

プレイバック（再現）状態Ｓｔ３４等にて作業者が異常の原因を特定できて、異常パーツを特定し、且つ当該異常パーツの位置も３次元形状モデルの表示と実際の工作機械を照らし合わせて確認したとしても、当該異常パーツの修理または交換等を行うことが不明な場合も考えられる。このような場合を想定して、修理交換手順（再現）状態Ｓｔ３２が用意されている。

異常停止状態Ｓｔ１４にて手順起動指示を入力、あるいは待機状態Ｓｔ１２にて手順起動指示を入力すると、修理交換手順（再現）状態Ｓｔ３２に遷移する。

【００５０】

修理交換手順（再現）状態Ｓｔ３２では、作業者は修理または交換を所望するパーツを選択することで、選択したパーツの修理または交換の手順を、３次元形状モデルのシミュレート表示にて視覚的に確認することができる。

工作機械制御装置５０の記憶装置５６には、予め修理または交換の手順に従った動作について、各パーツに対応させて、時間に応じた３次元座標データが、手順毎に予め記憶されている。

データの構成及び再現の方法は、プレイバック（再現）状態Ｓｔ３４にて説明した内容と同様である。なお、プレイバック（再現）状態Ｓｔ３４では、稼動状態Ｓｔ２０にて記憶したデータを用いるが、修理交換手順（再現）状態Ｓｔ３２では、予め記憶されているデータを用いる点が異なる。

【００５１】

修理交換手順の３次元形状データの再現を行うには、例えば作業者が、修理交換手順の再現を所望するパーツを選択すると、工作機械制御装置５０は、記憶装置５６に記憶されている各パーツの修理交換手順のデータの中から、選択されたパーツの修理交換手順のデータを抽出し、抽出したパーツのデータに基づいて３次元形状モデルによる修理交換手順を表示する。

なお、工作機械制御装置５０が異常パーツを特定できた場合は、工作機械制御装置５０が自動的に当該パーツの修理交換手順のデータを抽出して、３次元形状モデルによる修理交換手順を表示するようにしてもよい。

【００５２】

次に図５に示す状態遷移図における任意シミュレーション状態Ｓｔ３０について説明する。待機状態Ｓｔ１２にて任意シミュレーション起動指示が入力されると、任意シミュレーション状態Ｓｔ３０に遷移する。

任意シミュレーション状態Ｓｔ３０では、作業者は実際の工作機械を動作させることなく、工作機械の３次元形状モデルを動作させることで、工作機械制御装置５０の動作、及び工作機械の動作をシミュレートすることができる。従って、製造ライン等の立ち上げ、または工作機械制御装置５０の制御プログラムを変更した場合の動作確認等において有効である。

【００５３】

以上に説明したように、本実施の形態にて説明した工作機械制御装置５０は、「文字情報」のみでなく「３次元形状モデル情報」をも用いるので、正確且つ効率よく必要な情報を認識及び理解させることができ、工作機械を容易に操作することを可能にする。

【００５４】

本発明の工作機械制御装置５０は、本実施の形態で説明した構成、接続、処理手順等に限定されず、本発明の要旨を変更しない範囲で種々の変更、追加、削除が可能である。

本実施の形態にて説明した静的パーツデータ５６ａ、動的パーツデータ５６ｂ、運転状態ログ情報５６ｃ等の構成、表示画面等は、本実施の形態の説明に限定されるものではない。

また、本実施の形態の説明に用いた数値等は一例であり、この数値等に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【００５５】

【図１】本発明の工作機械制御装置５０が制御する工作機械の例を説明する図である。

【図２】本発明の工作機械制御装置５０の機能ブロックを説明する図である。

【図３】３次元形状モデルの作成及び動作に用いるデータの例を説明する図である。

【図４】本発明の工作機械制御装置５０が表示及び動作させる３次元形状モデルの例を示す図である。

【図５】本発明の工作機械制御装置５０のソフトウェアの状態遷移図の例を説明する図である。

【図６】プレイバック（再現）または修理交換手順（再現）を行うためのデータの例を説

明する図である。
【符号の説明】
【００５６】
１　工作機械本体
１ａ　ベッド
２　Ｖ字形ガイドウェイ
３　平形ガイドウェイ
６　主軸台
６ａ　チャック
７　心押台
８　主軸サーボモータ
９　エンコーダ
１０Ａ、１０Ｂ、１４Ａ、１４Ｂ　送りねじ
１２Ａ、１２Ｂ、１６Ａ、１６Ｂ　サーボモータ
１３Ａ，１３Ｂ、１７Ａ、１７Ｂ　エンコーダ
２０Ａ　左テーブル
２０Ｂ　右テーブル
２２Ａ　研削砥石台
２２Ｂ　超仕上げ砥石台
２４Ａ　研削砥石
２４Ｂ　超仕上げ砥石
３０Ａ、３０Ｂ　測定ヘッド
４０Ａ　左定寸装置
４０Ｂ　右定寸装置
Ｗ　ワーク
５０　工作機械制御装置
５２　表示手段
５４　入力用機器
５６　記憶装置
５６ａ　静的パーツデータ（パーツ情報）
５６ｂ　動的パーツデータ
５６ｃ　運転状態ログ情報