

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7301285号

(P7301285)

(45)発行日 令和5年7月3日(2023.7.3)

(24)登録日 令和5年6月23日(2023.6.23)

(51)国際特許分類

F I

B 2 3 Q 17/22 (2006.01)

B 2 3 Q

17/22

D

B 2 3 Q 17/24 (2006.01)

B 2 3 Q

17/24

B

B 2 3 Q 3/155(2006.01)

B 2 3 Q

3/155

F

請求項の数 7 (全25頁)

(21)出願番号 特願2019-96050(P2019-96050)
(22)出願日 令和1年5月22日(2019.5.22)
(65)公開番号 特開2020-189374(P2020-189374
A)
(43)公開日 令和2年11月26日(2020.11.26)
審査請求日 令和4年3月1日(2022.3.1)

(73)特許権者 303024138
株式会社ニイガタマシンテクノ
新潟県新潟市東区岡山1300番地
(74)代理人 100161207
弁理士 西澤 和純
(74)代理人 100161506
弁理士 川淵 健一
(74)代理人 100167553
弁理士 高橋 久典
(72)発明者 池田 直弘
新潟県新潟市東区岡山1300番地 株
式会社ニイガタマシンテクノ内
審査官 中川 康文

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 工具測定装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

自動工具交換装置を備える工作機械において、工具マガジン内に格納された工具を撮像する工具測定装置であって、

前記工具測定装置は、
工具収納室に固定され、

工具マガジンに固定された合マークと工具ホルダ先端と工具先端とが同時に映った撮影画像を、加工前の工具と加工後の前記工具とについて取得し、取得した加工前の前記工具と加工後の前記工具とについての前記撮影画像の前記合マークの位置を基準として、工具ホルダ先端位置長と工具先端位置長とを測定する測定部と、

前記測定部が測定した前記工具ホルダ先端位置長と前記工具先端位置長とに基づいて、前記工具ホルダ先端位置から前記工具先端位置までの距離である工具突出長を導出する導出部と、

前記導出部が導出した加工前の前記工具の工具突出長である加工前突出長と、加工後の前記工具の工具突出長である加工後突出長とに基づいて、前記加工前突出長と前記加工後突出長との差が突出長閾値よりも大きい場合には前記工具が折損していると判定し、前記加工前突出長と前記加工後突出長との差が前記突出長閾値未満である場合には前記工具の工具ホルダからの抜けと判定する判定部と、

前記判定部によって判定された結果に基づいて、次加工の停止又は予備工具への交換を指示する情報を表示する表示部と

10

20

を備え、

前記突出長閾値は、0 mmから4 mmである、工具測定装置。

【請求項2】

前記撮影画像を生成する撮像部と、前記工具と、前記撮像部と前記工具とを結んだ直線上で、且つ前記工具に対して前記撮像部の反対側に背景が位置し、

前記工具測定装置は、

前記背景に、反射光方式と直接光方式とのいずれかで照明する第1照明部と、

前記撮像部と前記工具とを結んだ直線から90度以内の角度で、前記工具と前記背景とを結んだ線の方

向に向かって照明する第2照明部と

を備える、請求項1に記載の工具測定装置。

10

【請求項3】

前記測定部は、長さや径とが正確に測定された工具である第1基準工具が撮像された第1撮影画像に基づいて、長さの測定精度と径の測定精度との補正を行い、

前記判定部は、前記第1基準工具よりも、工具の突出する部分が折損判断設定値の分だけ長く、且つ先端が尖っている第2基準工具が撮像された第2撮影画像と、前記第1撮影画像とに基づいて、欠損を検知できることを確認する、請求項1に記載の工具測定装置。

【請求項4】

工具の折損を検出する指令である工具折損検出指令を生成する指令部

を備え、

前記判定部は、前記工具ホルダ先端位置長が、前記工具折損検出指令に含まれる工具ホルダ先端位置長よりも、ホルダ長さ閾値以上長い場合に、工具ポットに、前記工具の取り付けが不良であると判定し、

前記表示部は、前記判定部が前記工具ポットに、前記工具の取り付けが不良であると判定した場合に、異常が発生したことを示す情報を表示する、請求項1に記載の工具測定装置。

20

【請求項5】

前記工具の長手方向をX軸とし、前記X軸に直交する方向をZ軸とした場合に、前記合マークは、Z軸に平行に形成され、

前記測定部は、前記合マークの先端から工具の短辺方向の中心線を延長した線に下した垂線の長さである合マーク工具長を測定し、

前記判定部は、前記合マーク工具長と、合マーク工具長の基準の長さとの差の絶対値が、長さ閾値以上である場合に、前記工具マガジンが備える駆動系のバックラッシが大きくなったと判定し、

前記表示部は、前記判定部が前記駆動系のバックラッシが大きくなったと判定した場合に、異常が発生したことを表示する、請求項1に記載の工具測定装置。

30

【請求項6】

前記工具の長手方向をX軸とし、前記X軸に直交する方向をZ軸とした場合に、前記合マークは、Z軸に平行に形成され、

前記測定部は、前記工具マガジンが備えるチェーンを第1の方向に回転させることによって前記工具を位置決めした場合に得られる前記合マークの先端から工具の短辺方向の中心線を延長した線に下した垂線の長さである第1合マーク工具長と、前記チェーンを第2の方向に回転させることによって前記工具を位置決めした場合に得られる前記合マークの先端から工具の短辺方向の中心線を延長した線に下した垂線の長さである第2合マーク工具長とを測定し、

前記判定部は、前記第1合マーク工具長と第2合マーク工具長との差の絶対値が、長さ閾値以上である場合に、前記工具マガジンが備える駆動系のバックラッシが大きくなったと判定し、

前記表示部は、前記判定部が前記駆動系のバックラッシが大きくなったと判定した場合に、異常が発生したことを表示する、請求項1に記載の工具測定装置。

40

【請求項7】

50

前記判定部は、前記工具ホルダ先端位置長と、工具ホルダ先端位置長の指定値との差が先端位置長基準値よりも長い場合には、工具ポットに、前記工具の取り付けが不良であると判定する、請求項 1 に記載の工具測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、工具測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

工具交換装置を備えた工作機械が知られている。このような工作機械は、切削加工前の工具と切削加工後の工具との光学画像同士を比較して工具の損傷と抜けとを検出する。さらに、工作機械は、工具マガジン内の工具の格納異常と撮像装置自身の異常とを判定する。

10

工作機械に関して、切り屑やクーラント等の異物の影響を低減する技術が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。この技術は、予め定められた撮像位置に配置された工具を撮像するカメラと、工具に対してカメラの反対側に配置されたシャッターと、シャッターに向けて光を照射する照明装置と、工具の画像から工具の形状を算出する制御装置とを備える。照明装置は、シャッターの反射面にて反射される光により工具の背景よりも工具が暗くなる画像が撮像されるように配置される。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0003】

【文献】国際公開第 2016 / 129103 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の工具形状検出において、工具が加工室にある場合は工具先端を検出装置へ移動するための時間を要した。

仮に、工具が、工具マガジン側の工具待機位置にある場合は、切削液や切屑の影響を受け易く、長期間の安定検出に課題がある。また、背景を A T C (Automatic Tool Change r) シャッターに設定した例では、シャッターが閉じて撮像が終わるまでは旧工具をマガジンに戻すことができないため、工具準備時間が延びてしまう。

30

新旧工具の 2 回の撮像で折損を比較する場合は、撮像装置内の基準位置から工具長や径を測定すると、工具ポットの入れ替わりや、チャンジャによる工具差込みのバラツキ等により、検出精度が低下する。

工具マガジンに格納された工具をマスターデータと照合することで、工具の装着ミスを検出するものは、工具折損にも適用できるが、工具ポットのガタツキやマガジンチェーン等のバラツキが折損判定に含まれて精度が安定しない。

本発明は、上記問題を解決すべくなされたもので、工作機械において、工具の折損を検出することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0005】

(1) 本発明の一態様は、自動工具交換装置を備える工作機械において、工具マガジン内に格納された工具を撮像する工具測定装置であって、前記工具測定装置は、工具収納室に固定され、工具マガジンに固定された合マークと工具ホルダ先端と工具先端とが同時に映った撮影画像を、加工前の工具と加工後の前記工具とについて取得し、取得した加工前の前記工具と加工後の前記工具とについての前記撮影画像の前記合マークの位置を基準として、工具ホルダ先端位置長と工具先端位置長とを測定する測定部と、前記測定部が測定した前記工具ホルダ先端位置長と前記工具先端位置長とに基づいて、前記工具ホルダ先端位置から前記工具先端位置までの距離である工具突出長を導出する導出部と、前記導出部が導出した加工前の前記工具の工具突出長である加工前突出長と、加工後の前記工具の工具

50

突出長である加工後突出長とに基づいて、前記加工前突出長と前記加工後突出長との差が突出長閾値よりも大きい場合には前記工具が折損していると判定し、前記加工前突出長と前記加工後突出長との差が前記突出長閾値未満である場合には前記工具の工具ホルダからの抜けと判定する判定部と、前記判定部によって判定された結果に基づいて、次加工の停止又は予備工具への交換を指示する情報を表示する表示部とを備え、前記突出長閾値は、0 mmから4 mmである、工具測定装置である。

(2) 本発明の一態様は、上記(1)に記載の工具測定装置において、前記撮影画像を生成する撮像部と、前記工具と、前記撮像部と前記工具とを結んだ直線上で、且つ前記工具に対して前記撮像部の反対側に背景が位置し、前記工具測定装置は、前記背景に、反射光方式と直接光方式とのいずれかで照明する第1照明部と、前記撮像部と前記工具とを結んだ直線から90度以内の角度で、前記工具と前記背景とを結んだ線の方

10

向に向かって照明する第2照明部とを備える、工具測定装置である。

(3) 本発明の一態様は、上記(1)に記載の工具測定装置において、前記測定部は、長さ

と径とが正確に測定された工具である第1基準工具が撮像された第1撮影画像に基づいて、長さの測定精度と径の測定精度との補正を行い、前記判定部は、前記第1基準工具よりも、工具の突出する部分が折損判断設定値の分だけ長く、且つ先端が尖っている第2基準工具が撮像された第2撮影画像と、前記第1撮影画像とに基づいて、欠損を検知できることを確認する、工具測定装置である。

20

(4) 本発明の一態様は、上記(1)に記載の工具測定装置において、工具の折損を検出する指令である工具折損検出指令を生成する指令部を備え、前記判定部は、前記工具ホルダ先端位置長が、前記工具折損検出指令に含まれる工具ホルダ先端位置長よりも、ホルダ長さ閾値以上長い場合に、工具ポットに、前記工具の取り付けが不良であると判定し、前記表示部は、前記判定部が前記工具ポットに、前記工具の取り付けが不良であると判定した場合に、異常が発生したことを示す情報を表示する、工具測定装置である。

30

(5) 本発明の一態様は、上記(1)に記載の工具測定装置において、前記工具の長手方向をX軸とし、前記X軸に直交する方向をZ軸とした場合に、前記合マークは、Z軸に平行に形成され、前記測定部は、前記合マークの先端から工具の短辺方向の中心線を延長した線に下した垂線の長さである合マーク工具長を測定し、前記判定部は、前記合マーク工具長と、合マーク工具長の基準の長さとの差の絶対値が、長さ閾値以上である場合に、前記工具マガジンが備える駆動系のバックラッシュが大きくなったと判定し、前記表示部は、前記判定部が前記駆動系のバックラッシュが大きくなったと判定した場合に、異常が発生したことを表示する、工具測定装置である。

40

(6) 本発明の一態様は、上記(1)に記載の工具測定装置において、前記工具の長手方向をX軸とし、前記X軸に直交する方向をZ軸とした場合に、前記合マークは、Z軸に平行に形成され、前記測定部は、前記工具マガジンが備えるチェーンを第1の方向に回転させることによって前記工具を位置決めした場合に得られる前記合マークの先端から工具の短辺方向の中心線を延長した線に下した垂線の長さである第1合マーク工具長と、前記チェーンを第2の方向に回転させることによって前記工具を位置決めした場合に得られる前記合マークの先端から工具の短辺方向の中心線を延長した線に下した垂線の長さである第2合マーク工具長とを測定し、前記判定部は、前記第1合マーク工具長と第2合マーク工具長との差の絶対値が、長さ閾値以上である場合に、前記工具マガジンが備える駆動系のバックラッシュが大きくなったと判定し、前記表示部は、前記判定部が前記駆動系のバックラッシュが大きくなったと判定した場合に、異常が発生したことを表示する、工具測定装置である。

【発明の効果】

【0006】

50

本発明の実施形態によれば、工作機械において、工具の折損を検出できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 7 】

【図 1】本実施形態に係る工作機械の一例を示す図である。

【図 2】本実施形態に係る工作機械が備える工具測定装置の概略図の例 1 である。

【図 3】本実施形態に係る工作機械が備える工具測定装置の概略図の例 2 である。

【図 4】本実施形態に係る工作機械が備える制御装置のブロック図である。

【図 5】本実施形態に係る工具測定装置における測定例を示す図である。

【図 6】本実施形態に係る工具測定装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図 7】基準工具の一例を示す図である。

10

【図 8】実施形態の変形例 2 に係る工作機械が備える制御装置のブロック図である。

【図 9】差し込み検出用工具の一例を示す図である。

【図 10】工具マガジン保守用工具の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 8 】

次に、本実施形態の工具測定装置を、図面を参照しつつ説明する。以下で説明する実施形態は一例に過ぎず、本発明が適用される実施形態は、以下の実施形態に限られない。

また、本願でいう「 XX に基づいて」とは、「少なくとも XX に基づく」ことを意味し、 XX に加えて別の要素に基づく場合も含む。また、「 XX に基づいて」とは、 XX を直接に用いる場合に限定されず、 XX に対して演算や加工が行われたものに基づく場合も含む。「 XX 」は、任意の要素（例えば、任意の情報）である。

20

【 0 0 0 9 】

（実施形態）

（工作機械）

図 1 は、本実施形態に係る工作機械の一例を示す図である。本実施形態に係る工作機械 1 の一例は、図 1 の右図に示されるように、横形マシニングセンターであり、工具収納室 100 と、工作機械の加工室 110 とを備える。図 1 において、水平面に平行な二軸を X 軸と Z 軸とし、水平面に垂直な軸を Y 軸とする。図 1 に示される例では、紙面に平行な方向を X 軸とし、紙面に垂直な方向を Y 軸とする。工作機械 1 は、 XZ 平面に設置されている。

30

工具収納室 100 には、工具が保管される。加工室 110 では、加工対象物（図示なし）が加工される。工具収納室 100 と加工室 110 とは、隔壁 105 によって隔離されている。隔壁 105 には、工具収納室 100 と加工室 110 との間で工具 60 を移動するための開口部が形成されている。また、隔壁 105 には、開口部を開閉するためのシャッター 107 が配置されている。シャッター 107 は、隔壁 105 に支持されている。シャッター 107 の一例は、 Z 軸方向に移動可能に形成されている。シャッター 107 が移動して開口が形成されることにより、開口部を通して工具 60 の移動を行うことができる。

【 0 0 1 0 】

工具収納室 100 には、工具マガジン 10 と、ATCチェンジャ 120 と、工具測定装置 65 と、工具スイング装置 75 とが設置される。

40

工具マガジン 10 は、図 1 の左図に示されるように、駆動モータ 20 と、ホイール 30a と、ホイール 30b と、チェーン 40 と、工具ポット 50 と、工具 60 とを備える。

工具マガジン 10 は、楕円状に形成されたチェーン 40 の周りに複数の工具ポット 50 の各々のテーパ部に工具ホルダに把持された工具 60 を保持するように形成されている。駆動モータ 20 は、工具マガジン 10 を回転させる。

図 1 に示される例では、工具マガジン 10 に設置されているチェーン 40 は、40 個の工具ポット 50 を把持できる。チェーン 40 は、二個のホイール 30a とホイール 30b との間に回転可能に設置されている。駆動モータ 20 が駆動することによって、ホイール 30a とホイール 30b とが回転する。ホイール 30a とホイール 30b とが回転することによって、チェーン 40 と工具ポット 50 と工具 60 とが旋回する。

50

A T Cチェンジャ 1 2 0 は、棒状に形成されている。A T Cチェンジャ 1 2 0 は、両側の端部に工具 6 0 を保持する。A T Cチェンジャ 1 2 0 は、Z 軸方向に延びる回転軸の周りに回転可能に形成されている。

工具測定装置 6 5 は、撮像部 6 2 a と、撮像部 6 2 b と、撮像部 1 7 0 とを備え、工具 6 0 を撮像することにより工具の形状と、位置とを測定する。撮像部 6 2 a と、撮像部 6 2 b と、撮像部 1 7 0 とは、工具マガジン 1 0 内に設置される。このように構成することによって、撮像部 6 2 a と、撮像部 6 2 b と、撮像部 1 7 0 とをクーラントや切粉の悪影響から離すことができる。また、撮像部 6 2 a と、撮像部 6 2 b と、撮像部 1 7 0 とによって撮像された画像を使用して、工具マガジン 1 0 の保守を行うことができる。

【 0 0 1 1 】

加工室 1 1 0 には、ベース 7 0 と、テーブル 8 0 と、パレット 8 8 と、コラム 1 3 0 と、主軸ヘッド 1 3 4 とが設置される。

ベース 7 0 の上面には、X 軸ガイドレール 7 2 が固定されている。X 軸ガイドレール 7 2 の上面には、コラム 1 3 0 が配置されている。コラム 1 3 0 は、X 軸ガイドレール 7 2 に沿って X 軸方向に移動可能に形成されている。コラム 1 3 0 の前面（+ Z 方向の面）には、Y 軸ガイドレール 1 3 2 が固定されている。主軸ヘッド 1 3 4 は、Y 軸ガイドレール 1 3 2 に支持されている。主軸ヘッド 1 3 4 は、Y 軸ガイドレール 1 3 2 に沿って Y 軸方向に移動可能に形成されている。

また、ベース 7 0 の上面（+ Y 方向の面）には、Z 軸ガイドレール 7 4 が固定されている。Z 軸ガイドレール 7 4 の上面には、テーブル 8 0 が配置されている。ワーク（加工対象物）は、パレット 8 8 を介してテーブル 8 0 に固定される。テーブル 8 0 は、Z 軸ガイドレール 7 4 に沿って Z 軸方向に移動可能に形成されている。

主軸ヘッド 1 3 4 は、主軸 S を含む。主軸 S には、ワークを加工する工具 6 0 が固定される。主軸ヘッド 1 3 4 には、工具 6 0 を回転させるためのモータが内蔵されている。このモータが駆動することにより、工具 6 0 は主軸 S の軸線を回転軸にして回転する。

工作機械 1 では、工具 6 0 が X 軸方向および Y 軸方向に移動し、加工対象物が Z 軸方向に移動する。

工作機械 1 は、制御装置 1 1 5 を備える。制御装置 1 1 5 は、工具マガジン 1 0 と、工具スイング装置 7 5 と、工具測定装置 6 5 とを制御する。

【 0 0 1 2 】

工具 6 0 を交換する場合について説明する。

工作機械 1 の加工室 1 1 0 では、主軸ヘッド 1 3 4 が工具 6 0 を交換するための所定の位置まで移動する。つまり、A T Cチェンジャ 1 2 0 が回転したときにその端部が、主軸 S に取り付けられた工具 6 0 を保持できる位置（A T C位置 A T C P）まで主軸ヘッド 1 3 4 が移動する。主軸 S には加工に使用した工具 6 0（以下「加工に使用した後の工具 6 0」という）が取り付けられている。

工具収納室 1 0 0 では、工具マガジン 1 0 は、次に加工に使用する工具 6 0（以下「加工に使用する前の工具 6 0」という）が、マガジン割出位置 M P に保持される位置まで回転する。ここで、マガジン割出位置 M P とは、工具マガジン 1 0 から工具スイング装置 7 5 へ、工具 6 0 を移動させる場合に、移動させる工具 6 0 を設置する位置である。マガジン割出位置 M P の所定の位置には、合マークが形成されている。合マークについては、後述する。ここで、加工に使用する前の工具 6 0 が、撮像部 1 7 0 と、撮像部 6 2 a と、撮像部 6 2 b とによって撮像される。

次に、加工に使用する前の工具 6 0 は、工具ポット 5 0 と一緒に、工具スイング装置 7 5 に把持される。工具スイング装置 7 5 は、把持している加工に使用する前の工具 6 0 を工具ポット 5 0 と一緒に旋回させることによって、工具待機位置 T P に移動させる。

【 0 0 1 3 】

次に、シャッター 1 0 7 が開いて A T Cチェンジャ 1 2 0 が回転する。A T Cチェンジャ 1 2 0 は、工具待機位置 T P に保持されていた加工に使用する前の工具 6 0 および主軸 S に取り付けられ、A T C位置 A T C P に位置決めされていた加工に使用した後の工具 6

10

20

30

40

50

0 を保持する。更に、A T Cチェンジャ 1 2 0 が回転することにより、加工に使用する前の工具 6 0 を主軸 S に取り付けて、加工に使用した後の工具 6 0 を工具スイング装置 7 5 に取り付ける。つまり、A T Cチェンジャ 1 2 0 は、主軸 S に取り付けられていた加工に使用した後の工具 6 0 と、工具待機位置 T P の加工に使用する前の工具 6 0 とを入れ換える (A T C交換)。

工具スイング装置 7 5 は、加工に使用した後の工具 6 0 を工具ポット 5 0 と一緒に旋回させることによって、マガジン割出位置 M P に位置決めする。つまり、工具スイング装置 7 5 は、加工に使用した後の工具 6 0 を、マガジン割出位置 M P まで移動させる。ここで、加工に使用した後の工具 6 0 が、撮像部 1 7 0 と、撮像部 6 2 a と、撮像部 6 2 b とによって撮像される。

10

【 0 0 1 4 】

具体的には、工具スイング装置 7 5 は、加工に使用した後の工具 6 0 を工具マガジン 1 0 に戻す。加工に使用した後の工具 6 0 を格納するために、工具マガジン 1 0 のチェーン 4 0 が旋回して、その加工に使用した後の工具 6 0 の番号に対応する空の工具ポット 5 0 が、マガジン割出位置 M P に位置決めされる。工具 6 0 の番号と、チェーン 4 0 における工具ポット 5 0 が格納される番号とは同一であるが、工具ポット 5 0 は入れ替わる場合がある。

このように工具収納室 1 0 0 では、主軸 S に取り付けられている加工に使用した後の工具 6 0 を工具マガジン 1 0 に移動することができる。また、工具収納室 1 0 0 では、工具マガジン 1 0 に保管されている加工に使用する前の工具 6 0 を主軸 S に移動することができる。加工に使用した後の工具 6 0 と加工に使用する前の工具 6 0 との交換が終了した後に、A T Cチェンジャ 1 2 0 は初期の状態まで回転する。A T Cチェンジャ 1 2 0 が初期の状態まで回転した後に、シャッター 1 0 7 が閉じる。シャッター 1 0 7 が閉じた後に、加工室 1 1 0 では次の加工が開始される。

20

【 0 0 1 5 】

(工具測定装置)

工具測定装置について説明する。

図 2 は、本実施形態に係る工作機械が備える工具測定装置の概略図の例 1 である。本実施形態に係る工作機械 1 が備える工具測定装置 6 5 a は、マガジン割出位置 M P に位置決めされている工具 6 0 を撮像することにより工具の形状や位置を測定する。

30

工具測定装置 6 5 a は、照明装置 9 0 A と、照明装置 9 0 B と、反射体 1 4 0 と、保護カバー 1 5 0 と、保護カバー 1 6 0 と、撮像部 1 7 0 とを備える。

撮像部 1 7 0 と、照明装置 9 0 A と、照明装置 9 0 B とは、制御装置 1 1 5 によって制御される。保護カバー 1 5 0 は反射体 1 4 0 を保護し、保護カバー 1 6 0 は撮像部 1 7 0 を保護する。

【 0 0 1 6 】

工具測定装置 6 5 a では、撮像部 1 7 0 と、工具 6 0 と、合マーク M と、反射体 1 4 0 とが一直線上に並ぶように配置される。

照明装置 9 0 A は、反射体 1 4 0 に光を照射する。照明装置 9 0 A は、反射体 1 4 0 に照射した光の反射光の光軸が撮像部 1 7 0 へ入る様に調整される。

40

照明装置 9 0 B は、工具 6 0 の先端から光軸方向に光が照射されるように、その設置角度が調整される。つまり、照明装置 9 0 B は、工具 6 0 の先端から、撮像部 1 7 0 と反射体 1 4 0 とを結んだ直線上に光が照射されるように、その設置角度が調整される。照明装置 9 0 A が反射体 1 4 0 に照射した光と、照明装置 9 0 B が工具 6 0 に照射した光とによって、反射体 1 4 0 の色合いが均一化される。

制御装置 1 1 5 は、撮像部 1 7 0 に撮像させ、撮像部 1 7 0 が撮像することによって得られる画像で工具 6 0 の先端の形状と、その位置とを検出する。制御装置 1 1 5 は、照明装置 9 0 A が照射する光の色と照明装置 9 0 B が照射する光の色とを異ならせる。これによって、制御装置 1 1 5 は、撮像部 1 7 0 が撮像することによって得られるカラー画像で工具 6 0 の先端の形状と、その位置とを検出できるため、照明装置 9 0 A が照射する光の

50

色と照明装置 90B が照射する光の色とを異ならせない場合よりも、工具 60 の先端の形状とその位置とを、検出しやすくできる。

【0017】

図 3 は、本実施形態に係る工作機械が備える工具測定装置の概略図の例 2 である。本実施形態に係る工作機械 1 が備える工具測定装置 65b は、マガジン割出位置 MP に位置決めされている工具 60 を撮像することにより工具の形状や位置を測定する。

工具測定装置 65b は、照明装置 90A と、照明装置 90B と、透過体 145 と、保護カバー 150 と、保護カバー 160 と、撮像部 170 と、拡散板 200 とを備える。

撮像部 170 と、照明装置 90A と、照明装置 90B とは、制御装置 115 によって、制御される。保護カバー 150 は透過体 145 と拡散板 200 とを保護し、保護カバー 160 は撮像部 170 を保護する。

10

【0018】

工具測定装置 65b では、撮像部 170 と、工具 60 と、合マーク M と、拡散板 200 と、透過体 145 とが一直線上に並ぶように配置される。

照明装置 90A は、透過体 145 に光を照射する。照明装置 90A は、透過体 145 に照射した光の光軸が撮像部 170 へ入る様に調整される。

照明装置 90B は、工具 60 の先端から光軸方向に光が照射されるように、その設置角度が調整される。つまり、照明装置 90B は、工具 60 の先端から、撮像部 170 と反射体 140 とを結んだ直線上に光が照射されるように、その設置角度が調整される。照明装置 90A が照射した光は、透過体 145 を透過し、透過体 145 を透過した光は、拡散板 200 で拡散される。拡散板 200 で拡散された光と、照明装置 90B が工具 60 に照射した光とによって、拡散板 200 の色合いが均一化される。

20

制御装置 115 は、撮像部 170 に撮像させ、撮像部 170 が撮像することによって得られる画像で工具 60 の先端の形状と、その位置とを検出する。制御装置 115 は、照明装置 90A が照射する光の色と照明装置 90B が照射する光の色とを異ならせる。これによって、制御装置 115 は、撮像部 170 が撮像することによって得られるカラー画像で工具 60 の先端の形状と、その位置とを検出できるため、照明装置 90A が照射する光の色と照明装置 90B が照射する光の色とを異ならせない場合よりも、工具 60 の先端の形状とその位置とを、検出しやすくできる。

【0019】

30

図 1 に戻り説明を続ける。制御装置 115 は、工具スイング装置 75 を制御することによって、工具スイング装置 75 が把持している加工に使用する前の工具 60 をマガジン割出位置 MP に位置決めさせる。制御装置 115 は、撮像部 62a と、撮像部 62b とを制御することによって、マガジン割出位置 MP に位置決めさせた加工に使用する前の工具 60 を、撮像させる。制御装置 115 は、撮像部 62a と、撮像部 62b とが撮像することによって得られた画像（撮像画像）で、加工に使用する前の工具 60 の先端の形状と、その位置とを検出する。

また、制御装置 115 は、工具スイング装置 75 を制御することによって、工具スイング装置 75 が把持している加工に使用した後の工具 60 をマガジン割出位置 MP に位置決めさせる。制御装置 115 は、撮像部 62a と、撮像部 62b とを制御することによって、マガジン割出位置 MP に位置決めさせた加工に使用した後の工具 60 を、撮像させる。制御装置 115 は、撮像部 62a と、撮像部 62b とが撮像することによって得られた画像（撮像画像）で、加工に使用した後の工具 60 の先端の形状と、その位置とを検出する。

40

制御装置 115 は、加工に使用する前の工具 60 の先端の形状とその位置と、加工に使用した後の工具 60 の先端の形状とその位置とに基づいて、工具 60 の欠損と、工具 60 の装着不良とを検出する。

【0020】

（制御装置）

図 4 は、本実施形態に係る工作機械が備える制御装置のブロック図である。

制御装置 115 は、例えば、CPU (Central Processing Unit) などのプロセッサが

50

所定のプログラムを実行することにより実現される機能部（以下、ソフトウェア機能部と称する）である。なお、制御装置 115 の全部または一部は、LSI（Large Scale Integration）、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）、またはFPGA（Field-Programmable Gate Array）などのハードウェアにより実現されてもよく、ソフトウェア機能部とハードウェアとの組み合わせによって実現されてもよい。

制御装置 115 は、例えば、工具スイング駆動部 210 と、工具マガジン駆動部 220 と、撮像処理部 190 と、照明制御部 180 と、測定部 192 と、導出部 194 と、判定部 230 と、記憶部 240 と、表示部 250 として機能する。制御装置 115 とは別に、撮像処理部 190 と、照明制御部 180 と、測定部 192 と、導出部 194 と、判定部 230 と、記憶部 240 とによって、工具測定装置 65 の制御装置が構成されてもよい。

10

工具スイング駆動部 210 は、工具スイング装置 75 を駆動する。

工具マガジン駆動部 220 は、工具マガジン 10 を駆動する。

撮像処理部 190 は、撮像部 170 と、撮像部 62a と、撮像部 62b とに、マガジン割出位置MPに位置決めされた工具 60 を撮像させ、撮像させることによって得られる画像情報を、測定部 192 に出力する。

照明制御部 180 は、照明装置 90A と、照明装置 90B との点灯と消灯とを制御する。

【0021】

測定部 192 は、撮像処理部 190 が出力した画像情報を取得し、取得した画像情報を画像解析することによって、合マークの位置を基準として、合マークの位置から工具ホルダの先端位置までの長さ（以下「工具ホルダ先端位置長」という）と、合マークの位置から工具 60 の先端位置までの長さ（以下「工具先端位置長」という）とを測定する。ここで、合マークとは、マガジン割出位置MPに位置決めされた工具 60 が撮像された画像に基づいて、工具ホルダの先端位置から工具 60 の先端位置までの長さなどを導出する場合に、長さを測定する場合に基準とする記号である。合マークは、工具 60 の長さが長く、その工具 60 を複数の撮像部で撮影した場合に、互いに隣り合う撮像部（撮像部 62a、撮像部 62b）の撮影ラップ部に配置される。

20

測定部 192 は、加工に使用する前の工具 60 と、加工に使用した後の工具 60 について、工具ホルダ先端位置長と、工具先端位置長とを測定する。測定部 192 は、測定することによって得られた工具ホルダ先端位置長を示す情報と、工具先端位置長を示す情報とを、導出部 194 に出力する。

30

導出部 194 は、測定部 192 が出力した工具ホルダ先端位置長を示す情報と、工具先端位置長を示す情報とを取得し、取得した工具ホルダ先端位置長を示す情報と、工具先端位置長を示す情報とに基づいて、工具ホルダの先端位置から工具 60 の先端位置までの長さ（以下「工具突出長」という）を導出する。導出部 194 は、加工に使用する前の工具 60 と、加工に使用した後の工具 60 について、工具突出長を導出する。具体的には、導出部 194 は、取得した工具ホルダ先端位置長を示す情報と、工具先端位置長を示す情報とに基づいて、工具ホルダ先端位置長と工具先端位置長との和を求めることによって、工具突出長を導出する。導出部 194 は、導出した工具突出長を示す情報を、判定部 230 に出力する。

【0022】

40

判定部 230 は、導出部 194 が出力した工具突出長を示す情報を取得する。判定部 230 は、取得した工具突出長を示す情報に基づいて、工具 60 の形状と、位置とを判定する。具体的には、判定部 230 は、取得した工具突出長を示す情報に基づいて、工具 60 の折損と、抜けとを判定する。判定部 230 は、加工に使用する前の工具 60 の工具突出長を示す情報と、加工に使用した後の工具 60 の工具突出長を示す情報とを取得する。判定部 230 は、取得した加工に使用する前の工具 60 の工具突出長を示す情報と、加工に使用した後の工具 60 の工具突出長を示す情報とに基づいて、加工に使用する前の工具 60 の工具突出長から加工に使用した後の工具 60 の工具突出長を減算し、加工に使用する前の工具 60 の工具突出長から加工に使用した後の工具 60 の工具突出長を減算した結果が、突出長閾値よりも大きいかな否かを判定する。

50

判定部 230 は、加工に使用する前の工具 60 の工具突出長から加工に使用した後の工具 60 の工具突出長を減算した結果が、突出長閾値よりも大きいと判定した場合には、工具 60 は折損していると判定する。

判定部 230 は、加工に使用する前の工具 60 の工具突出長から加工に使用した後の工具 60 の工具突出長を減算した結果が、突出長閾値未満と判定した場合には、工具 60 が抜けていると判定する。判定部 230 は、工具 60 を判定した結果を、表示部 250 に出力する。判定部 230 は、工具 60 を判定した結果を、工具 60 の番号と関連づけて、記憶部 240 に記憶してもよい。

表示部 250 は、判定部 230 が出力した工具 60 の判定結果を示す情報を表示する。表示部 250 は、工具 60 の判定結果を示す情報に代えて、又は工具 60 の判定結果とともに、次加工の停止又は予備工具への交換を指示する情報を表示してもよい。

10

記憶部 240 は、判定部 230 が出力した工具 60 を判定した結果と、工具 60 の番号とを関連づけた情報を記憶する。

【0023】

(工具ホルダ先端位置長と工具先端位置長との導出例)

図 5 は、本実施形態に係る工具測定装置における測定例を示す図である。

図 5 の (a) は、工具 60 の先端と工具ホルダの先端とが撮像部 62a の撮像領域に入った場合を示す。この場合、測定部 192 は、撮像処理部 190 が出力した撮像部 62a が撮像することによって得られた画像情報と、撮像処理部 190 が出力した撮像部 62b が撮像することによって得られた画像情報とを取得する。図 5 の (a) において、撮像部 62a が撮像することによって得られた画像の領域はカメラ 1 の領域で表され、撮像部 62b が撮像することによって得られた画像の領域はカメラ 2 の領域で表される。測定部 192 は、取得した撮像部 62a が撮像することによって得られた画像情報と、撮像部 62b が撮像することによって得られた画像情報とのうち、撮像部 62a が撮像することによって得られた画像情報に基づいて、画像解析することによって、工具ホルダ先端位置長と工具先端位置長とを導出する。

20

測定部 192 は、撮像部 62a が撮像することによって得られた画像情報に基づいて、合マークの位置を基準として、工具ホルダ先端位置長と、工具先端位置長とを測定する。図 5 の (a) において、工具ホルダ先端位置長は「測定 - 1」で表され、工具先端位置長は「測定 - 2」で表される。

30

【0024】

図 5 の (b) は、工具 60 の先端と工具ホルダの先端とが撮像部 62b の撮像領域に入った場合を示す。この場合、測定部 192 は、撮像処理部 190 が出力した撮像部 62a が撮像することによって得られた画像情報と、撮像処理部 190 が出力した撮像部 62b が撮像することによって得られた画像情報とを取得する。図 5 の (b) において、撮像部 62a が撮像することによって得られた画像の領域はカメラ 1 の領域で表され、撮像部 62b が撮像することによって得られた画像の領域はカメラ 2 の領域で表される。測定部 192 は、取得した撮像部 62a が撮像することによって得られた画像情報と、撮像部 62b が撮像することによって得られた画像情報とのうち、撮像部 62b が撮像することによって得られた画像情報に基づいて、画像解析することによって、工具ホルダ先端位置長と工具先端位置長とを導出する。

40

測定部 192 は、撮像部 62b が撮像することによって得られた画像情報に基づいて、合マークの位置を基準として、工具ホルダ先端位置長と、工具先端位置長とを測定する。図 5 の (b) において、工具ホルダ先端位置長は「測定 - 1」で表され、工具先端位置長は「測定 - 2」で表される。

【0025】

図 5 の (c) は、工具 60 の先端が撮像部 62a の撮像領域に入らず、撮像部 62b の撮像領域に入った場合を示す。この場合、測定部 192 は、撮像処理部 190 が出力した撮像部 62a が撮像することによって得られた画像情報と、撮像処理部 190 が出力した撮像部 62b が撮像することによって得られた画像情報とを取得する。図 5 の (c) にお

50

いて、撮像部 6 2 a が撮像することによって得られた画像の領域はカメラ 1 の領域で表され、撮像部 6 2 b が撮像することによって得られた画像の領域はカメラ 2 の領域で表される。測定部 1 9 2 は、取得した撮像部 6 2 a が撮像することによって得られた画像情報と、撮像部 6 2 b が撮像することによって得られた画像情報とに基づいて、画像解析することによって、工具ホルダ先端位置長と工具先端位置長とを導出する。

測定部 1 9 2 は、撮像部 6 2 a が撮像することによって得られた画像情報に基づいて、合マークの位置を基準として、工具ホルダ先端位置長を測定する。また、測定部 1 9 2 は、撮像部 6 2 b が撮像することによって得られた画像情報に基づいて、合マークの位置を基準として、工具先端位置長を測定する。図 5 の (c) において、工具ホルダ先端位置長は「測定 - 1」で表され、工具先端位置長は「測定 - 2」で表される。

10

【 0 0 2 6 】

(工具測定装置 6 5 の動作)

図 6 は、本実施形態に係る工具測定装置の動作の一例を示すフローチャートである。

ここでは、一例として、工具 6 0 がマガジン割出位置 M P に位置決めされた場合の処理について説明する。

(ステップ S 1)

制御装置 1 1 5 は、工具マガジン 1 0 を制御することによって、加工に使用する前の工具 6 0 をマガジン割出位置 M P に位置決めさせる。

(ステップ S 2)

制御装置 1 1 5 の撮像処理部 1 9 0 は、撮像部 6 2 a と、撮像部 6 2 b とに、マガジン割出位置 M P に位置決めされた加工に使用する前の工具 6 0 を撮像させ、撮像させることによって得られる画像情報を、測定部 1 9 2 に出力する。

20

(ステップ S 3)

制御装置 1 1 5 の測定部 1 9 2 は、撮像処理部 1 9 0 が出力した画像情報に基づいて、画像解析することによって、合マークの位置を基準として、工具ホルダ先端位置長と、工具先端位置長とを測定する。

(ステップ S 4)

導出部 1 9 4 は、工具ホルダ先端位置長を示す情報と、工具先端位置長を示す情報とに基づいて、工具ホルダの先端位置から加工に使用する前の工具 6 0 の先端位置までの長さである工具突出長を導出する。

30

(ステップ S 5)

制御装置 1 1 5 は、工具スイング装置 7 5 を制御することによって、マガジン割出位置 M P に位置決めされている工具 6 0 を工具待機位置 T P へスイング (回転) させる。

A T C 交換が行われることによって、加工に使用する前の工具 6 0 を、主軸 M へ移動させる。加工対象物に加工が行わる。再び A T C 交換が行われることによって、加工に使用した後の工具 6 0 が工具待機位置 T P に戻る。この後、工具スイング装置 7 5 により 9 0 度スイングされることによって、加工に使用した後の工具 6 0 がマガジン割出位置 M P に位置決めさせる。

(ステップ S 6)

制御装置 1 1 5 の撮像処理部 1 9 0 は、撮像部 6 2 a と、撮像部 6 2 b とに、マガジン割出位置 M P に位置決めされた加工に使用した後の工具 6 0 を撮像させ、撮像させることによって得られる画像情報を、測定部 1 9 2 に出力する。

40

(ステップ S 7)

制御装置 1 1 5 の測定部 1 9 2 は、撮像処理部 1 9 0 が出力した画像情報に基づいて、画像解析することによって、合マークの位置を基準として、工具ホルダ先端位置長と、工具先端位置長とを測定する。

(ステップ S 8)

導出部 1 9 4 は、工具ホルダ先端位置長を示す情報と、工具先端位置長を示す情報とに基づいて、工具ホルダの先端位置から工具 6 0 の先端位置までの長さである工具突出長を導出する。

50

(ステップ S 9)

判定部 230 は、加工に使用する前の工具 60 についての工具突出長を示す情報と、加工に使用した後の工具 60 についての工具突出長を示す情報とに基づいて、工具 60 の折損等の形状と、抜け等の位置とを判定する。

(ステップ S 10)

表示部 250 は、工具 60 の判定結果を示す情報を表示する。

【0027】

前述した実施形態では、マガジン割出位置 MP に位置決めされた工具 60 を撮像する撮像部が、撮像部 170 と、撮像部 62a と、撮像部 62b との三台である場合について説明したが、この例に限られない。例えば、マガジン割出位置 MP に位置決めされた工具 60 を撮像する撮像部は、二台であってもよいし、四台以上であってもよい。

10

本実施形態に係る工具測定装置 65 によれば、工具測定装置 65 は、加工に使用する前の工具 60 の工具突出長と、加工に使用した後の工具 60 の工具突出長とを導出する。工具測定装置 65 は、導出した加工に使用する前の工具 60 の工具突出長と、加工に使用した後の工具 60 の工具突出長とに基づいて、加工に使用した後の工具 60 が折損しているか否か、工具 60 が工具ポット 50 から抜けておらず、きちんと取り付けられているか否かを判定できる。工具 60 が折損していると判定された場合には、折損していると判定された工具 60 を取り換えることができ、工具 60 が工具ポット 50 にきちんと取り付けられていないと判定された場合には、工具 60 を工具ポット 50 に取り付けることができるため、折損した工具 60 が使用され続けられること、工具ポット 50 にきちんと取り付けられていない工具 60 が使用され続けられることを排除できる。

20

また、画像により、工具先端の検出では無く、ホルダと工具先端間、固定部からホルダ間の距離を算出することで、切削前後の比較を確実に行うことができる。

また、工具測定装置 65 を、工具収納室 100 に備えることによって、加工を行う領域である加工室の外で工具の折損と抜けを短時間で検出できる。

【0028】

(変形例 1)

実施形態の変形例 1 に係る工作機械は、図 1 を参照して説明した実施形態に係る工作機械 1 を適用できる。

実施形態の変形例 1 に係る工具測定装置は、図 1 から図 4 を参照して説明した工具測定装置 65 を適用できる。

30

実施形態の変形例 1 に係る工具測定装置 65 では、二種類の工具 60 を使用する。ここで、二種類の工具 60 のうちの一方を基準工具 1 と呼び、他方を基準工具 2 と呼ぶ。

図 7 は、基準工具の一例を示す図である。図 7 には、基準工具 1 と、基準工具 2 とが示される。

基準工具 1 は、工具 60 の先端が平らである。このため、基準工具 1 は、工具突出長の検出が容易である。

基準工具 2 は、工具 60 の先端が尖っている。このため、基準工具 2 は、基準工具 1 と比較して、工具突出長の検出が難しい。

実施形態の変形例 1 では、基準工具 1 を使用して、工具測定装置 65 は、自己補正、つまり工具測定装置 65 の校正を行う。

40

図 4 と、図 7 とを参照して具体的に、説明する。

記憶部 240 は、基準工具 1 の工具突出長を示す情報と、工具径を示す情報をと記憶する。

新しい加工対象物を加工する前等の始業時に、工作機械 1 は、基準工具 1 を、マガジン割出位置 MP に位置決めする。工具測定装置 65 は、マガジン割出位置 MP に位置決めした基準工具 1 を、撮像部 170 と、撮像部 62a と、撮像部 62b とで撮像する。制御装置 115 の撮像処理部 190 は、撮像部 170 と、撮像部 62a と、撮像部 62b とに、マガジン割出位置 MP に位置決めされた工具 60 を撮像させ、撮像させることによって得られる画像情報を、測定部 192 に出力する。

50

【 0 0 2 9 】

測定部 1 9 2 は、撮像処理部 1 9 0 が出力した画像情報を取得し、取得した画像情報を画像解析することによって、基準工具 1 の工具突出長と、工具径とを測定する。測定部 1 9 2 は、測定することによって得られた基準工具 1 の工具突出長を示す情報と、工具径を示す情報とを判定部 2 3 0 に出力する。

判定部 2 3 0 は、測定部 1 9 2 が出力した基準工具 1 の工具突出長を示す情報と、工具径を示す情報とを取得する。

判定部 2 3 0 は、記憶部 2 4 0 に記憶している工具突出長を示す情報と、工具径を示す情報とを取得する。判定部 2 3 0 は、記憶部 2 4 0 から取得した工具突出長を示す情報と工具径を示す情報と、測定部 1 9 2 が出力した基準工具 1 の工具突出長を示す情報と工具径を示す情報とを比較する。判定部 2 3 0 は、測定部 1 9 2 が出力した基準工具 1 の工具突出長と、記憶部 2 4 0 から取得した工具突出長との差である工具突出長差が突出長校正閾値よりも大きい場合には異常と判定する。判定部 2 3 0 は、測定部 1 9 2 が出力した基準工具 1 の工具径と、記憶部 2 4 0 から取得した工具径との差である工具径差が工具径校正閾値よりも大きい場合には異常と判定する。ここで、突出長校正閾値と工具径校正閾値との一例は、0 mm から 4 mm であり、より好ましくは 0 . 2 mm から 2 mm である。判定部 2 3 0 は、比較結果を、表示部 2 5 0 に出力する。

判定部 2 3 0 は、測定部 1 9 2 が出力した工具突出長差が突出長校正閾値未満の場合には正常と判定する。判定部 2 3 0 は、正常と判定した場合には、工具突出長差を示す情報を、測定部 1 9 2 に出力する。

判定部 2 3 0 は、測定部 1 9 2 が出力した工具径差が工具径校正閾値未満の場合には正常と判定する。判定部 2 3 0 は、正常と判定した場合には、工具径差を示す情報を、測定部 1 9 2 に出力する。

測定部 1 9 2 は、判定部 2 3 0 が出力した工具突出長差を示す情報と工具径差を示す情報とを取得する。測定部 1 9 2 は、取得した工具突出長差を示す情報と工具径差を示す情報とに基づいて、撮像処理部 1 9 0 が出力した画像情報に基づいて、画像を認識し、認識した画像から計測する長さの設定値を校正する。ここでは、測定部 1 9 2 が、工具突出長差を示す情報と工具径差を示す情報とに基づいて、撮像処理部 1 9 0 が出力した画像情報に基づいて、画像を認識し、認識した画像から計測する長さの設定値を校正する場合について説明したが、測定部 1 9 2 は、工具突出長差を示す情報と工具径差を示す情報とのいずれかに基づいて、撮像処理部 1 9 0 が出力した画像情報に基づいて、画像を認識し、認識した画像から計測する長さの設定値を校正してもよい。

測定部 1 9 2 が長さの設定値を校正した後に、工具測定装置 6 5 に、再度、基準工具 1 を測定させることによって、測定部 1 9 2 において、長さの設定値が校正されていることを確認してもよい。

このように構成することによって、工具測定装置 6 5 は、測定部 1 9 2 が測定する場合に長さの設定値を校正できるため、測定精度を向上できる。

【 0 0 3 0 】

また、実施形態の変形例 1 では、基準工具 1 と基準工具 2 とを使用して、工具測定装置 6 5 は、自己確認、つまり工具測定装置 6 5 のチェックを行う。

図 4 と、図 7 とを参照して具体的に、説明する。

撮像処理部 1 9 0 は、撮像部 1 7 0 と、撮像部 6 2 a と、撮像部 6 2 b とに、マガジン割出位置 M P に位置決めされた基準工具 1 を撮像させ、撮像させることによって得られる基準工具 1 の画像情報を、測定部 1 9 2 に出力する。また、撮像処理部 1 9 0 は、撮像部 1 7 0 と、撮像部 6 2 a と、撮像部 6 2 b とに、マガジン割出位置 M P に位置決めされた基準工具 2 を撮像させ、撮像させることによって得られる基準工具 2 の画像情報を、測定部 1 9 2 に出力する。

測定部 1 9 2 は、撮像処理部 1 9 0 が出力した基準工具 1 の画像情報と基準工具 1 の画像情報とに基づいて、合マークの位置を基準として、工具ホルダ先端位置長と、工具先端位置長を測定する。測定部 1 9 2 は、基準工具 1 と、基準工具 2 とについて、工具ホルダ

10

20

30

40

50

先端位置長と、工具先端位置長とを測定する。測定部 192 は、測定することによって得られた基準工具 1 の工具ホルダ先端位置長を示す情報と工具先端位置長を示す情報と、基準工具 2 の工具ホルダ先端位置長を示す情報と工具先端位置長を示す情報とを、導出部 194 に出力する。

導出部 194 は、測定部 192 が出力した基準工具 1 の工具ホルダ先端位置長を示す情報と工具先端位置長を示す情報と、基準工具 2 の工具ホルダ先端位置長を示す情報と工具先端位置長を示す情報とを取得し、取得した基準工具 1 の工具ホルダ先端位置長を示す情報と工具先端位置長を示す情報と、基準工具 2 の工具ホルダ先端位置長を示す情報と工具先端位置長を示す情報とに基づいて、基準工具 1 の工具突出長と、基準工具 2 の工具突出長とを導出する。具体的には、導出部 194 は、取得した基準工具 1 の工具ホルダ先端位置長を示す情報と工具先端位置長を示す情報とに基づいて、基準工具 1 の工具ホルダ先端位置長と工具先端位置長との和を求めることによって、基準工具 1 の工具突出長を導出する。導出部 194 は、導出した基準工具 1 の工具突出長を示す情報を、判定部 230 に出力する。導出部 194 は、取得した基準工具 2 の工具ホルダ先端位置長を示す情報と工具先端位置長を示す情報とに基づいて、基準工具 2 の工具ホルダ先端位置長と工具先端位置長との和を求めることによって、基準工具 2 の工具突出長を導出する。導出部 194 は、導出した基準工具 1 の工具突出長を示す情報と、基準工具 2 の工具突出長を示す情報とを判定部 230 に出力する。

10

【0031】

判定部 230 は、導出部 194 が出力した基準工具 1 の工具突出長を示す情報と、基準工具 2 の工具突出長を示す情報とを取得する。判定部 230 は、取得した基準工具 1 の工具突出長を示す情報と、基準工具 2 の工具突出長を示す情報とに基づいて、工具 60 の折損と、抜けとを判定する。具体的には、判定部 230 は、基準工具 1 の工具 60 の工具突出長を示す情報と、基準工具 2 の工具 60 の工具突出長を示す情報とを取得する。判定部 230 は、取得した基準工具 1 の工具突出長を示す情報と、基準工具 2 の工具突出長を示す情報とに基づいて、基準工具 2 の工具突出長から基準工具 1 の工具突出長を減算し、基準工具 2 の工具突出長から基準工具 1 の工具突出長を減算した結果が、突出長閾値よりも大きいか否かを判定する。

20

判定部 230 は、基準工具 2 の工具突出長から基準工具 1 の工具突出長を減算した結果が、突出長閾値よりも大きいと判定した場合には、折損していると判定する。判定部 230 は、基準工具 2 の工具突出長から基準工具 1 の工具突出長を減算した結果が、突出長閾値未満と判定した場合には、抜けであると判定する。ここでは、図 7 に示されるように、基準工具 2 の工具突出長は、基準工具 1 の工具突出長よりも短い。したがって、判定部 230 は、基準工具 2 の工具突出長から基準工具 1 の工具突出長を減算した結果が、突出長閾値よりも大きいと判定し、折損であると判定する。仮に、判定部 230 は、抜けであると判定した場合には、異常であると判定する。判定部 230 は、工具 60 を判定した結果を、表示部 250 に出力する。表示部 250 は、判定部 230 が出力した工具 60 の判定結果を示す情報を表示する。

30

このように構成することによって、工具測定装置 65 は、工具 60 が折損しているか否か、抜けが生じているかいないかの確認ができるため、工具 60 が折損しているか否か、抜けが生じているかいないかの判定精度を向上できる。

40

また、工具測定装置 65 は、基準工具 1 と基準工具 2 とを使用して、自工具測定装置 65 のチェックを行うことができるため、性能の安定度を維持できる。

【0032】

(変形例 2)

実施形態の変形例 2 に係る工作機械は、図 1 を参照して説明した実施形態に係る工作機械 1 を適用できる。

実施形態の変形例 2 に係る工具測定装置は、図 1 から図 3 を参照して説明した工具測定装置 65 を適用できる。

図 8 は、実施形態の変形例 2 に係る工作機械が備える制御装置のブロック図である。実

50

施形態の変形例 2 に係る工作機械 1 が備える制御装置 1 1 5 a は、図 4 を参照して説明した制御装置 1 1 5 に、指令部 2 6 0 を備えたものである。指令部 2 6 0 については、後述する。

実施形態の変形例 2 に係る工作機械 1 では、工具測定装置 6 5 は、工具 6 0 が、工具ポット 5 0 にきちんと差し込まれているか否かを判定する。

実施形態の変形例 2 に係る工具測定装置 6 5 では、工具差し込み検出用の工具 6 0 を使用する。ここで、工具差し込み検出用の工具を差し込み検出用工具と呼ぶ。

図 9 は、差し込み検出用工具の一例を示す図である。

差し込み検出用工具は、工具 6 0 の先端が尖ってある。

図 8 と、図 9 とを参照して具体的に、説明する。

指令部 2 6 0 には、差し込み検出用工具の工具ホルダ先端位置長を示す情報を記憶している。指令部 2 6 0 は、差し込み検出用工具の折損を検出する指令である工具折損検出指令を、判定部 2 3 0 に出力する。この工具折損検出指令には、工具ホルダ先端位置長を示す情報が含まれる。

例えば、指令部 2 6 0 は、以下の工具折損検出指令を、判定部 2 3 0 に出力する。

【 0 0 3 3 】

(加工プログラム例)

G 6 5 P 8 0 0 4 W 1 0 0 . Q 5 . H 1 2 T 1 2 ← A T C 保守のセルフチェック機能指令__←加工プログラム

M 6 ← A T C 交換指令

【 0 0 3 4 】

(プログラムの説明)

G 6 5 : マクロプログラムの宣言

P 8 0 0 4 : A T C 保守のセルフチェックの動作プログラム登録番号

W 1 0 0 . : ホルダ先端の長さ [m m]

Q 5 . : ドリル工具の三角山の高さ

H : 工具長補正番号・・・この番号のメモリに工具長のデータが格納されている。

T 1 2 : 工具番号

【 0 0 3 5 】

撮像処理部 1 9 0 は、撮像部 1 7 0 と、撮像部 6 2 a と、撮像部 6 2 b とに、マガジン割出位置 M P に位置決めされた差し込み検出用工具を撮像させ、撮像させることによって得られる画像情報を、測定部 1 9 2 に出力する。

測定部 1 9 2 は、撮像処理部 1 9 0 が出力した画像情報に基づいて、差し込み検出用工具の工具ホルダ先端位置長を測定する。測定部 1 9 2 は、測定することによって得られた差し込み検出用工具の工具ホルダ先端位置長を示す情報を判定部 2 3 0 に出力する。

判定部 2 3 0 は、測定部 1 9 2 が出力した差し込み検出用工具の工具ホルダ先端位置長を示す情報を取得する。

判定部 2 3 0 は、指令部 2 6 0 が出力した工具折損検出指令に含まれる工具ホルダ先端位置長を示す情報と、測定部 1 9 2 から取得した差し込み検出用工具の工具ホルダ先端位置長を示す情報とに基づいて、工具ポット 5 0 に差し込み検出用工具がきちんと取り付けられているか否かを判定する。具体的には、判定部 2 3 0 は、測定部 1 9 2 が測定した差し込み検出用工具の工具ホルダ先端位置長から、工具折損検出指令から取得した工具ホルダ先端位置長を減算した値である工具ホルダ先端位置長減算値が、先端位置長基準値 P 未満である場合、工具ポット 5 0 に、差し込み検出用工具がきちんと差し込まれていると判定する。判定部 2 3 0 は、工具ホルダ先端位置長減算値が、先端位置長基準値 P 以上である場合、工具ポット 5 0 に、差し込み検出用工具が差し込み不良であると判定する。

判定部 2 3 0 は、差し込み検出用工具を判定した結果を、表示部 2 5 0 に出力する。表示部 2 5 0 は、判定部 2 3 0 が出力した差し込み検出用工具の判定結果を示す情報を表示する。表示部 2 5 0 は、差し込み検出用工具の判定結果に代えて、又は差し込み検出用工具の判定結果とともに、次加工の停止を指示する情報を表示してもよい。

10

20

30

40

50

本実施形態の変形例 2 によれば、差し込み検出用工具の工具ホルダ先端位置長に基づいて、工具ポット 50 に、差し込み検出用工具がきちんと差し込まれているか否かを判定できる。このため、仮に、ATCチェンジャ 120 によって工具ホルダに差し込み検出用工具の差し込みの不良が生じた場合、工具スイング装置 75 によって工具ホルダから差し込み検出用工具が抜けた場合、手動で工具ホルダに差し込み検出用工具の差し込みの不良が生じた場合でも、検出できる。

【0036】

(変形例 3)

実施形態の変形例 3 に係る工作機械は、図 1 を参照して説明した実施形態に係る工作機械 1 を適用できる。

実施形態の変形例 3 に係る工具測定装置は、図 1 から図 4 を参照して説明した工具測定装置 65 を適用できる。

本実施形態の変形例 3 では、工具測定装置 65 は、工具マガジン 10 の保守に近づいたことを通知する。

実施形態の変形例 3 に係る工具測定装置 65 では、工具マガジン 10 の保守に使用する工具 60 を使用する。ここで、工具マガジン 10 の保守に使用する工具を工具マガジン保守用工具と呼ぶ。

図 10 は、工具マガジン保守用工具の一例を示す図である。

工具マガジン保守用工具は、工具 60 の先端が平坦である。

工具マガジン 10 のチェーン 40 は両方向（Y 軸のプラス方向とマイナス方向）に回転する。仮に、チェーン 40 が伸びた場合には、マガジン割出位置 MP は下がる。マガジン割出位置 MP が下がったままで放置した場合には、マガジン割出位置 MP がずれたままとするため、工具マガジン 10 と工具スイング装置 75 との間で、工具 60 が受け渡されるのに支障が生じる。さらに、マガジン割出位置 MP が下がったままで放置した場合には、撮像部 170 が撮像する工具 60 の位置がずれたままとする。

チェーン 40 が伸びた場合には、ホイール 30a と、ホイール 30b との間の距離を離して、チェーン 40 を張ることによって、チェーン 40 のたるみを解消する。さらに、チェーン 40 が伸びた場合には、マガジン割出位置 MP を再設定する。

また、チェーン 40 が、駆動モータ 20 と減速機とで駆動されている場合、減速機のバックラッシュが両方向の位置決めに現れる。サーボモータを使用していればバックラッシュ補正の再入力で位置決め精度を戻すことができる。

図 4 と、図 10 とを参照して具体的に、説明する。

工具マガジン保守用工具をマガジン割出位置 MP に位置決めした場合に、Z 軸のプラス方向に延びる合マーク M の先端 T から、工具マガジン保守用工具の短辺方向の中心線 CL を延長した線に下した垂線の長さを、合マーク保守用工具長という。工具マガジン 10 の保守が完了した時点で、工具マガジン保守用工具が、マガジン割出位置 MP に位置決めされ、マガジン割出位置 MP に位置決めされた工具マガジン保守用工具について、合マーク保守用工具長が測定される。この工具マガジン 10 の保守が完了した時点で測定された合マーク保守用工具長を、基準高さ H と呼ぶ。

記憶部 240 は、基準高さ H を記憶する。

【0037】

新しい加工対象物を加工する前等の始業時に、工作機械 1 は、工具マガジン保守用工具を、マガジン割出位置 MP に位置決めする。工具測定装置 65 は、マガジン割出位置 MP に位置決めした工具マガジン保守用工具を、撮像部 170 と、撮像部 62a と、撮像部 62b とで撮像する。制御装置 115 の撮像処理部 190 は、撮像部 170 と、撮像部 62a と、撮像部 62b とに、マガジン割出位置 MP に位置決めされた工具マガジン保守用工具を撮像させ、撮像させることによって得られる画像情報を、測定部 192 に出力する。

測定部 192 は、撮像処理部 190 が出力した画像情報に基づいて、工具マガジン保守用工具の合マーク保守用工具長を測定する。測定部 192 は、測定することによって得られた工具マガジン保守用工具の合マーク保守用工具長を示す情報を判定部 230 に出力す

10

20

30

40

50

る。

判定部 230 は、測定部 192 が出力した工具マガジン保守用工具の合マーク保守用工具長を示す情報を取得する。

判定部 230 は、記憶部 240 に記憶している基準高さ H を示す情報を取得する。判定部 230 は、取得した基準高さ H を示す情報と、測定部 192 が出力した合マーク保守用工具長を示す情報とを比較する。判定部 230 は、測定部 192 が出力した合マーク保守用工具長と、記憶部 240 から取得した基準高さ H との差である合マーク保守用工具長差の絶対値が合マーク保守用工具長差閾値よりも大きい場合には異常と判定する。判定部 230 は、合マーク保守用工具長差の絶対値が合マーク保守用工具長差閾値以下である場合には正常と判定する。判定部 230 は、判定結果を、表示部 250 に出力する。判定結果には、異常と判定した場合には駆動系のバックラッシュが大きくなったと判定し、工具マガジン 10 のチェーン 40 が伸びていることを通知する情報が含まれる。

10

このように構成することによって、工具マガジン 10 が備える駆動系のバックラッシュが大きくなったか否かを判定することによって、工具マガジン 10 のチェーン 40 が伸びているか否かを判定できる。

【0038】

また、工具マガジン保守用工具を使用することなく、基準工具 1 を使用して、工具マガジン 10 のチェーンが伸びているか否かを判定してもよい。

具体的には、以下に示すように処理を行う。

新しい加工対象物を加工する前等の始業時に、工作機械 1 は、チェーン 40 を Y 軸のプラス Y 方向に回転させることによって、基準工具 1 を、マガジン割出位置 M P に位置決めする。工具測定装置 65 は、マガジン割出位置 M P に位置決めした基準工具 1 を、撮像部 170 と、撮像部 62a と、撮像部 62b とで撮像する。制御装置 115 の撮像処理部 190 は、撮像部 170 と、撮像部 62a と、撮像部 62b とに、マガジン割出位置 M P に位置決めされた基準工具 1 を撮像させ、撮像させることによって得られる画像情報（以下「プラス Y 画像情報」という）を、測定部 192 に出力する。さらに、工作機械 1 は、チェーン 40 を Y 軸のマイナス Y 方向に回転させることによって、基準工具 1 を、マガジン割出位置 M P に位置決めする。工具測定装置 65 は、マガジン割出位置 M P に位置決めした基準工具 1 を、撮像部 170 と、撮像部 62a と、撮像部 62b とで撮像する。制御装置 115 の撮像処理部 190 は、撮像部 170 と、撮像部 62a と、撮像部 62b とに、マガジン割出位置 M P に位置決めされた基準工具 1 を撮像させ、撮像させることによって得られる画像情報（以下「マイナス Y 画像情報」という）を、測定部 192 に出力する。

20

30

【0039】

測定部 192 は、撮像処理部 190 が出力したプラス Y 画像情報とマイナス Y 画像情報とに基づいて、基準工具 1 の合マーク保守用工具長を測定する。測定部 192 は、プラス Y 画像情報から得られた合マーク保守用工具長を示す情報と、マイナス Y 画像情報から得られた合マーク保守用工具長を示す情報とを判定部 230 に出力する。

判定部 230 は、測定部 192 が出力したプラス Y 画像情報から得られた合マーク保守用工具長を示す情報と、マイナス Y 画像情報から得られた合マーク保守用工具長を示す情報とを取得する。

40

判定部 230 は、取得したプラス Y 画像情報から得られた合マーク保守用工具長を示す情報と、マイナス Y 画像情報から得られた合マーク保守用工具長を示す情報とを比較する。判定部 230 は、プラス Y 画像情報から得られた合マーク保守用工具長と、マイナス Y 画像情報から得られた合マーク保守用工具長との差である合マーク保守用工具長差の絶対値が合マーク保守用工具長差閾値よりも大きい場合には異常と判定する。判定部 230 は、合マーク保守用工具長差の絶対値が合マーク保守用工具長差閾値以下である場合には正常と判定する。判定部 230 は、判定結果を、表示部 250 に出力する。判定結果には、異常と判定した場合に、工具マガジン 10 のチェーン 40 が伸びていることを通知する情報が含まれる。

このように構成することによって、工具マガジン保守用工具を使用することなく、基準

50

工具 1 で、工具マガジン 10 が備える駆動系のバックラッシが大きくなったか否かを判定することによって、工具マガジン 10 のチェーン 40 が伸びているか否かを判定できる。

前述した実施形態の変形例 3 では、工具マガジン 10 がチェーンを備えている場合について説明したが、この限りでない。例えば、工具マガジン 10 が、マトリックス型であってもよい。ここで、マトリックス型とは、工具を把握した工具ホルダを棚状に並べて、X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向に動くキャリアが工具ホルダを把握して、マガジン割出位置 M P から、工具スイング装置が、スイングすることによって、工具待機位置へ工具を移動させる。この場合、マガジン割出位置に撮像部が設置される。

【0040】

(変形例 4)

実施形態の変形例 4 に係る工作機械は、図 1 を参照して説明した実施形態に係る工作機械 1 を適用できる。

実施形態の変形例 4 に係る工具測定装置は、図 1 から図 3 と、図 8 とを参照して説明した工具測定装置 65 を適用できる。

本実施形態の変形例 4 では、工具測定装置 65 は、工具ポット 50 に工具 60 が確実に取り付けられていることを確認する。

図 8 を参照して具体的に、説明する。

記憶部 240 は、工具 60 の工具ホルダ先端位置長の指定値を示す情報を記憶する。

工具マガジン 10 は、工具 60 を、マガジン割出位置 M P に位置決めする。工具測定装置 65 は、マガジン割出位置 M P に位置決めした工具 60 を、撮像部 62a と撮像部 62b とで撮像する。制御装置 115 の撮像処理部 190 は、撮像部 62a と撮像部 62b とに、工具待機位置 T P に位置決めされた工具 60 を撮像させ、撮像させることによって得られる画像情報を、測定部 192 に出力する。

【0041】

測定部 192 は、撮像処理部 190 が出力した画像情報に基づいて、工具 60 の工具ホルダ先端位置長と、工具先端位置長とを測定する。測定部 192 は、測定することによって得られた工具 60 の工具ホルダ先端位置長を示す情報と、工具先端位置長を示す情報とを判定部 230 に出力する。

判定部 230 は、測定部 192 が出力した工具 60 の工具ホルダ先端長を示す情報と、工具先端位置長を示す情報とを取得する。

判定部 230 は、記憶部 240 に記憶している工具ホルダ先端長の指定値を示す情報を取得する。

判定部 230 は、記憶部 240 に記憶している工具ホルダ先端長の指定値を示す情報と、測定部 192 から取得した工具ホルダ先端長を示す情報とに基づいて、工具ポット 50 に工具 60 がきちんと取り付けられているか否かを判定する。具体的には、判定部 230 は、測定部 192 が測定した工具ホルダ先端長から、取得した工具ホルダ先端長の指定値を減算した値である工具ホルダ先端位置長減算値が、先端位置長基準値 P 未満である場合、工具ポット 50 に、工具 60 がきちんと差し込まれていると判定する。判定部 230 は、工具ホルダ先端位置長減算値が、先端位置長基準値 P 以上である場合、工具ポット 50 に、工具 60 がきちんと差し込まれていないと判定する。

判定部 230 は、工具 60 を判定した結果を、表示部 250 に出力する。表示部 250 は、判定部 230 が出力した工具 60 の判定結果を示す情報を表示する。

判定部 230 によって、工具 60 がきちんと差し込まれていると判定された場合、以下の処理が引き続き行われる。

指令部 260 には、工具 60 の工具突出長の指定値を示す情報が記憶される。指令部 260 は、工具 60 の折損を検出する指令である工具折損検出指令を、判定部 230 に出力する。この工具折損検出指令には、工具突出長の指定値を示す情報が含まれる。

例えば、指令部 260 は、以下の工具折損検出指令を、判定部 230 に出力する。

【0042】

(加工プログラム例)

10

20

30

40

50

G 6 5 P 8 0 0 6 W 1 0 0 . Q 5 . H 1 2 T 1 2 ← 1 回 雑 像 の 工 具 折 損 検 出 指 令
 ————— ← 加 工 プ ロ グ ラ ム
 M 6 ← A T C 交 換 指 令

【 0 0 4 3 】

(プ ロ グ ラ ム の 説 明)

G 6 5 : マ ク ロ プ ロ グ ラ ム の 宣 言

P 8 0 0 6 : 1 回 の 撮 像 で 判 定 す る 工 具

W 1 0 0 . : ホ ル ダ 先 端 の 長 さ [m m]

Q 5 . : ド リ ル 工 具 の 三 角 山 の 高 さ

H : 工 具 長 補 正 番 号 ・ ・ ・ こ の 番 号 の メ モ リ に 工 具 長 の デ ー タ が 格 納 さ れ て い る 。

10

【 0 0 4 4 】

判 定 部 2 3 0 は、指 令 部 2 6 0 が 出 力 し た 工 具 折 損 検 出 指 令 を 取 得 し、取 得 し た 工 具 折 損 検 出 指 令 に 基 づ い て、導 出 部 1 9 4 に、工 具 突 出 長 を 導 出 す る こ と を 要 求 す る 工 具 突 出 長 導 出 要 求 を 出 力 す る。導 出 部 1 9 4 は、判 定 部 2 3 0 が 出 力 し た 工 具 突 出 長 導 出 要 求 を 取 得 し、取 得 し た 工 具 突 出 長 導 出 要 求 に 基 づ い て、測 定 部 1 9 2 か ら、工 具 ホ ル ダ 先 端 位 置 長 を 示 す 情 報 と、工 具 先 端 位 置 長 を 示 す 情 報 と を 取 得 す る。

導 出 部 1 9 4 は、測 定 部 1 9 2 か ら 取 得 し た 工 具 ホ ル ダ 先 端 位 置 長 を 示 す 情 報 と、工 具 先 端 位 置 長 を 示 す 情 報 と を 取 得 し、取 得 し た 工 具 ホ ル ダ 先 端 位 置 長 を 示 す 情 報 と、工 具 先 端 位 置 長 を 示 す 情 報 と に 基 づ い て、工 具 突 出 長 を 導 出 す る。導 出 部 1 9 4 は、導 出 し た 工 具 突 出 長 を 示 す 情 報 を、判 定 部 2 3 0 に 出 力 す る。

20

【 0 0 4 5 】

判 定 部 2 3 0 は、導 出 部 1 9 4 が 出 力 し た 工 具 突 出 長 を 示 す 情 報 を 取 得 す る。判 定 部 2 3 0 は、取 得 し た 工 具 突 出 長 を 示 す 情 報 に 基 づ い て、工 具 6 0 の 形 状 と、位 置 と を 判 定 す る。具 体 的 に は、判 定 部 2 3 0 は、取 得 し た 工 具 突 出 長 を 示 す 情 報 に 基 づ い て、工 具 6 0 の 折 損 と、抜 け と を 判 定 す る。判 定 部 2 3 0 は、工 具 折 損 検 出 指 令 に 含 ま れ る 工 具 突 出 長 の 指 定 値 を 示 す 情 報 と、加 工 に 使 用 し た 後 の 工 具 6 0 の 工 具 突 出 長 を 示 す 情 報 と を 取 得 す る。判 定 部 2 3 0 は、工 具 突 出 長 の 指 定 値 を 示 す 情 報 と、加 工 に 使 用 し た 後 の 工 具 6 0 の 工 具 突 出 長 を 示 す 情 報 と に 基 づ い て、工 具 突 出 長 の 指 定 値 か ら 加 工 に 使 用 し た 後 の 工 具 6 0 の 工 具 突 出 長 を 減 算 し、工 具 突 出 長 の 指 定 値 か ら 加 工 に 使 用 し た 後 の 工 具 6 0 の 工 具 突 出 長 を 減 算 し た 結 果 が、突 出 長 閾 値 よ り も 大 き い か 否 か を 判 定 す る。

30

判 定 部 2 3 0 は、工 具 突 出 長 の 指 定 値 か ら 加 工 に 使 用 し た 後 の 工 具 6 0 の 工 具 突 出 長 を 減 算 し た 結 果 が、突 出 長 閾 値 よ り も 大 き い と 判 定 し た 場 合 に は、工 具 6 0 は 折 損 し て い る と 判 定 す る。

判 定 部 2 3 0 は、工 具 突 出 長 の 指 定 値 か ら 加 工 に 使 用 し た 後 の 工 具 6 0 の 工 具 突 出 長 を 減 算 し た 結 果 が、突 出 長 閾 値 未 満 と 判 定 し た 場 合 に は、工 具 6 0 が 抜 け て い る と 判 定 す る。判 定 部 2 3 0 は、工 具 6 0 を 判 定 し た 結 果 を、表 示 部 2 5 0 に 出 力 す る。

表 示 部 2 5 0 は、判 定 部 2 3 0 が 出 力 し た 工 具 6 0 の 判 定 結 果 を 示 す 情 報 を 表 示 す る。

【 0 0 4 6 】

実 施 形 態 の 変 形 例 4 に よ れ ば、加 工 に 使 用 し た 後 の 工 具 6 0 を 撮 像 す る こ と に よ っ て 得 ら れ る 撮 像 画 像 に 基 づ い て、そ の 工 具 6 0 が、工 具 ポ ッ ト 5 0 に き ち ん と 差 し 込 ま れ て い る か 否 か を 判 定 で き る。こ の た め、実 施 形 態 の 変 形 例 2 で 説 明 し た よ う に、差 し 込 み 検 出 用 工 具 を 使 用 す る こ と な く、加 工 対 象 物 の 加 工 を 行 う プ ロ セ ス の な か で、工 具 6 0 が、工 具 ポ ッ ト 5 0 に き ち ん と 取 り 付 け ら れ て い る か 否 か を 判 定 で き る。

40

実 施 形 態 の 変 形 例 4 に よ れ ば、加 工 の 使 用 す る 前 の 工 具 6 0 を 撮 像 す る こ と な く、加 工 に 使 用 し た 後 の 工 具 6 0 を 撮 像 す る こ と に よ っ て 得 ら れ る 撮 像 画 像 に 基 づ い て、折 損 が 生 じ て い る か 否 か、抜 け が 生 じ て い る か 否 か を 判 定 で き る。こ の た め、加 工 の 使 用 す る 前 の 工 具 6 0 を 撮 像 す る 処 理 を 省 略 で き る た め、処 理 時 間 を 短 縮 で き る。

【 0 0 4 7 】

< 構 成 例 >

一 構 成 例 と し て、自 動 工 具 交 換 装 置 を 備 え る 工 作 機 械 に お い て、工 具 マ ガ ジ ン 内 に 格 納

50

された工具を撮像する工具測定装置であって、工具測定装置は、工具収納室に固定され、工具マガジンに固定された合マークと工具ホルダ先端と工具先端とが同時に映った撮影画像を、加工前の工具と加工後の工具とについて取得し、取得した加工前の工具と加工後の工具とについての撮影画像の合マークの位置を基準として、工具ホルダ先端位置長と工具先端位置長とを測定する測定部と、測定部が測定した工具ホルダ先端位置長と工具先端位置長とに基づいて、工具ホルダ先端位置から前記工具先端位置までの距離である工具突出長を導出する導出部と、導出部が導出した加工前の工具の工具突出長である加工前突出長と、加工後の工具の工具突出長である加工後突出長とに基づいて、加工前突出長と加工後突出長との差が突出長閾値よりも大きい場合には工具が折損していると判定し、加工前突出長と加工後突出長との差が突出長閾値未満である場合には工具の抜けと判定する判定部と、判定部によって判定された結果に基づいて、次加工の停止又は予備工具への交換を指示する情報を表示する表示部とを備える、工具測定装置である。

10

【 0 0 4 8 】

一構成例として、撮影画像を生成する撮像部と、工具と、撮像部と前記工具とを結んだ直線上で、且つ前記工具に対して前記撮像部の反対側に背景が位置し、前記工具測定装置は、前記背景に、反射光方式と直接光方式とのいずれかで照明する第1照明部と、前記撮像部と前記工具とを結んだ直線から90度以内の角度で、前記工具と前記背景とを結んだ線の方

一構成例として、前記測定部は、長さや径とが正確に測定された工具である第1基準工具が撮像された第1撮影画像に基づいて、長さの測定精度と径の測定精度との補正を行い、前記判定部は、前記第1基準工具よりも、工具の突出する部分が折損判断設定値の分だけ長く、且つ先端が尖っている第2基準工具が撮像された第2撮影画像と、前記第1撮影画像とに基づいて、欠損を検知できることを確認する。

20

一構成例として、工具の折損を検出する指令である工具折損検出指令を生成する指令部を備え、前記判定部は、前記工具ホルダ先端位置長が、前記工具折損検出指令に含まれる工具ホルダ先端位置長よりも、ホルダ長さ閾値以上長い場合に、工具ポットに、前記工具の取り付けが不良であると判定し、前記表示部は、前記判定部が前記工具ポットに、前記工具の取り付けが不良であると判定した場合に、異常が発生したことを示す情報を表示する。

一構成例として、前記工具の長手方向をX軸とし、前記X軸に直交する方向をZ軸とした場合に、前記合マークは、Z軸に平行に形成され、前記測定部は、前記合マークの先端から工具の短辺方向の中心線を延長した線に下した垂線の長さである合マーク工具長を測定し、前記判定部は、前記合マーク工具長と、合マーク工具長の基準の長さとの差の絶対値が、長さ閾値以上である場合に、前記工具マガジンが備える駆動系のバックラッシュが大きくなったと判定し、前記表示部は、前記判定部が前記駆動系のバックラッシュが大きくなったと判定した場合に、異常が発生したことを表示する。

30

一構成例として、前記工具の長手方向をX軸とし、前記X軸に直交する方向をZ軸とした場合に、前記合マークは、Z軸に平行に形成され、前記測定部は、前記工具マガジンが備えるチェーンを第1の方向に回転させることによって前記工具を位置決めした場合に得られる前記合マークの先端から工具の短辺方向の中心線を延長した線に下した垂線の長さである第1合マーク工具長と、前記チェーンを第2の方向に回転させることによって前記工具を位置決めした場合に得られる前記合マークの先端から工具の短辺方向の中心線を延長した線に下した垂線の長さである第2合マーク工具長とを測定し、前記判定部は、前記第1合マーク工具長と第2合マーク工具長との差の絶対値が、長さ閾値以上である場合に、前記工具マガジンの駆動系にバックラッシュが生じていると判定し、前記表示部は、前記判定部が前記駆動系のバックラッシュが大きくなったと判定した場合に、異常が発生したことを表示する。

40

一構成例として、前記判定部は、前記工具ホルダ先端位置長と、工具ホルダ先端位置長の指定値との差が突出長閾値よりも長い場合には、工具ポットに、前記工具の取り付けが不良であると判定する。

50

【 0 0 4 9 】

以上、本発明の実施形態及びその変形例を説明したが、これらの実施形態及びその変形例は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態及びその変形例は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更、組合せを行うことができる。これら実施形態及びその変形例は、発明の範囲や要旨に含まれると同時に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

なお、前述の制御装置 1 1 5 は内部にコンピュータを有している。そして、前述した各装置の各処理の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって、上記処理が行われる。ここでコンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、C D - R O M、D V D - R O M、半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしてもよい。

また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。さらに、前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 0 】

1 ... 工作機械、1 0 ... 工具マガジン、2 0 ... 駆動モータ、3 0 a、3 0 b ... ホイール、4 0 ... チェーン、5 0 ... 工具ポット、6 0 ... 工具、6 2 a、6 2 b、1 7 0 ... 撮像部、6 5 ... 工具測定装置、7 0 ... ベース、7 5 ... 工具スイング装置、7 2 ... X 軸ガイドレール、7 4 ... Z 軸ガイドレール、8 8 ... パレット、9 0 A、9 0 B ... 照明装置、パレット、1 0 5 ... 隔壁、1 0 7 ... シャッター、1 0 0 ... 工具収納室、1 1 0 ... 加工室、1 1 5 ... 制御装置、1 2 0 ... A T C チェンジャ、1 3 0 ... コラム、1 3 2 ... Y 軸ガイドレール、1 3 4 ... 主軸ヘッド、1 4 0 ... 反射体、1 4 5 ... 透過体、1 5 0、1 6 0 ... 保護カバー、1 8 0 ... 照明制御部、1 9 0 ... 撮像処理部、1 9 2 ... 測定部、1 9 4 ... 導出部、2 2 0 ... 工具マガジン駆動部、2 3 0 ... 判定部、2 4 0 ... 記憶部、2 5 0 ... 表示部、2 6 0 ... 指令部

10

20

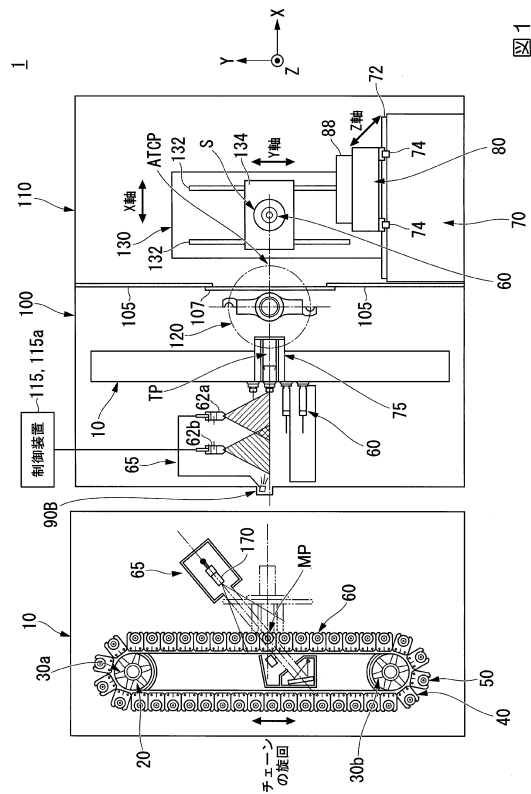
30

40

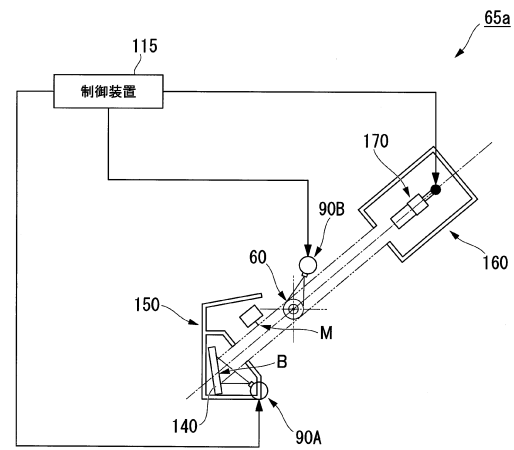
50

【 図面 】

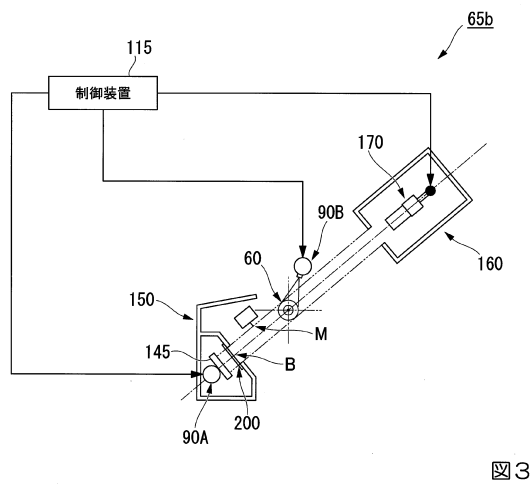
【圖 1】



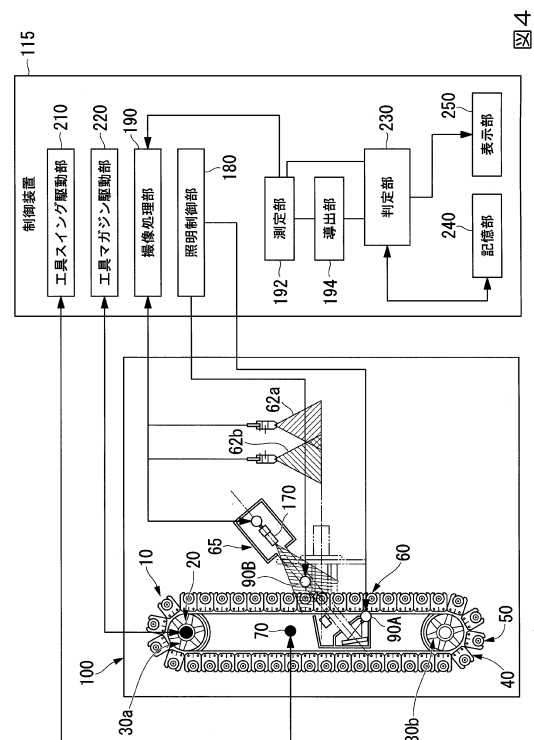
【 図 2 】



【 図 3 】



【圖 4】



【 図 9 】

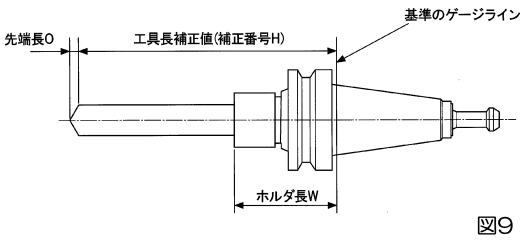


図9

【 図 10 】

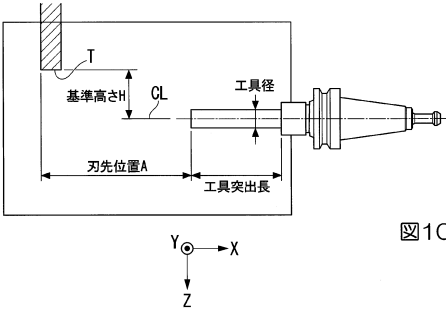


図10

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 0 8 6 7 0 2 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 1 3 1 3 5 7 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 0 5 8 5 0 6 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 2 1 3 8 4 0 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 7 9 3 7 3 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 0 0 0 7 4 0 (J P , A)
特開平 0 6 - 1 3 4 6 3 8 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 8 / 2 2 0 7 7 6 (W O , A 1)
国際公開第 2 0 1 6 / 1 2 9 1 0 3 (W O , A 1)
国際公開第 2 0 1 5 / 1 1 1 2 0 0 (W O , A 1)
国際公開第 9 3 / 0 2 3 8 2 0 (W O , A 1)
特開 2 0 1 7 - 0 4 9 6 4 2 (J P , A)
特開昭 6 0 - 0 0 6 3 3 0 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 2 3 Q 3 / 1 5 5 - 3 / 1 5 7
B 2 3 Q 1 7 / 0 0 - 2 3 / 0 0