(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2017-227947
(P2017-227947A)
(43)公開日　平成29年12月28日(2017.12.28)

| (51)Int.Cl. | | | F I | | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G05B | 19/4065 | (2006.01) | G05B | 19/4065 | | 3C001 |
| B23Q | 17/09 | (2006.01) | B23Q | 17/09 | B | 3C029 |
| B23Q | 15/12 | (2006.01) | B23Q | 15/12 | Z | 3C269 |
| G05B | 19/416 | (2006.01) | G05B | 19/416 | F | |

審査請求 未請求　請求項の数 15　ＯＬ　（全 26 頁）

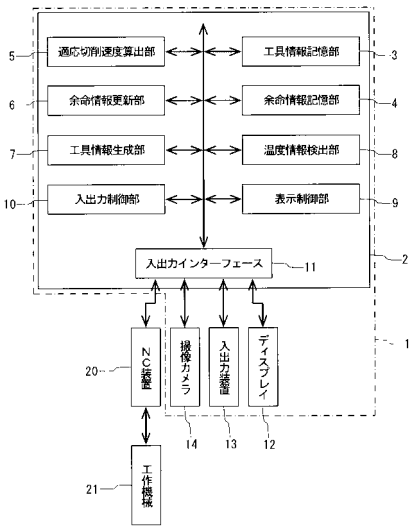
(21)出願番号　特願2016-121395 (P2016-121395)
(22)出願日　平成28年6月20日 (2016.6.20)

(71)出願人　000146847
ＤＭＧ森精機株式会社
奈良県大和郡山市北郡山町１０６番地
(74)代理人　100104662
弁理士　村上　智司
(72)発明者　大野　勝彦
奈良県大和郡山市北郡山町１０６番地　ＤＭＧ森精機株式会社内
(72)発明者　西川　静雄
奈良県大和郡山市北郡山町１０６番地　ＤＭＧ森精機株式会社内
(72)発明者　阪本　将隆
奈良県大和郡山市北郡山町１０６番地　ＤＭＧ森精機株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】加工管理装置

(57)【要約】
【課題】希望加工時間が確保される切削速度を導出することができる加工管理装置を提供する。
【解決手段】工作機械２１で使用される各切削工具に係る情報であって、少なくとも被削材及び切削工具の材質が含まれる寿命影響因子に応じた、寿命方程式における係数ｎ及び係数Ｃを記憶した工具情報記憶部３と、任意に設定される加工条件としての寿命影響因子に係る情報及び希望切削時間に係る情報を受け付ける加工条件受付処理、受け付けた寿命影響因子に係る情報を基に工具情報記憶部３を参照して、この寿命影響因子に応じた係数ｎ及び係数Ｃを認識する係数認識処理、認識した係数ｎ及び係数Ｃを基に、寿命方程式に準じて希望切削時間に適応した切削速度を算出する切削速度算出処理を実行する適応切削速度算出部５とを備える。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
工作機械で使用される各切削工具に係る情報であって、少なくとも被削材及び前記切削工具の材質が含まれる寿命影響因子に応じた、以下の寿命方程式における係数ｎ及び係数Ｃを記憶した工具情報記憶部と、
任意に設定される加工条件として前記寿命影響因子に係る情報及び希望切削時間に係る情報を受け付ける加工条件受付処理と、受け付けた前記寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部を参照して、該寿命影響因子に応じた前記係数ｎ及び係数Ｃを認識する係数認識処理と、認識した係数ｎ及び係数Ｃを基に、以下の寿命方程式に準じて前記希望切削時間に適応した切削速度を算出する切削速度算出処理とを実行する適応切削速度算出部とを備えていることを特徴とする加工管理装置。
$V \cdot T^{n} = C$
但し、Ｖは切削速度、Ｔは寿命時間、ｎ及びＣは係数である。
【請求項２】
前記工具情報記憶部は、前記被削材及び前記切削工具の材質に加えて、少なくとも前記切削工具の送り量、切込み幅及び切込み深さの内のいずれかが含まれる寿命影響因子に応じた前記係数ｎ及び係数Ｃを記憶するように構成され、
前記適応切削速度算出部は、前記加工条件受付処理において、任意に設定される加工条件として前記寿命影響因子に係る情報及び希望切削時間に係る情報を受け付けるように構成され、更に、前記係数認識処理において、受け付けた前記寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部を参照して、該寿命影響因子に応じた前記係数ｎ及び係数Ｃを認識するように構成されていることを特徴とする請求項１記載の加工管理装置。
【請求項３】
前記工具情報記憶部は、更に、各切削工具に対して設定される、工具寿命に係る補正係数を記憶するように構成され、
前記適応切削速度算出部は、前記係数認識処理において、更に、前記工具情報記憶部から対応する切削工具に係る補正係数を認識するように構成されるとともに、前記切削速度算出処理では、認識した係数ｎ及び係数Ｃ並びに補正係数を基に、前記寿命方程式に準じて前記希望切削時間に適応した切削速度を算出するように構成されていることを特徴とする請求項１又は２記載の加工管理装置。
【請求項４】
工作機械で使用される各切削工具に係る情報であって、少なくとも被削材及び前記切削工具の材質が含まれる寿命影響因子に応じた、以下の寿命方程式における係数ｎ及び係数Ｃを記憶した工具情報記憶部と、
前記各切削工具の余命に係る情報を記憶した余命情報記憶部と、
各切削工具が新品であることを示す情報を受け付けて、前記余命情報記憶部に格納された各切削工具の余命情報を初期値に設定する初期値設定処理を実行するとともに、前記工作機械で実行される実切削加工における、前記寿命影響因子に係る情報、並びに実切削速度及び該実切削速度の下での実切削時間に係る情報をそれぞれ認識し、認識した前記寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部を参照して、該寿命影響因子に応じた前記係数ｎ及び係数Ｃを認識する係数認識処理、並びに得られた各切削工具の実切削速度、実切削時間、係数ｎ及び係数Ｃを基に、前記実切削加工により、対応する各切削工具の寿命が消費される割合いを認識し、認識された寿命消費割合を基に、対応する各切削工具について前記余命情報記憶部に記憶された余命情報を更新する更新処理を実行する余命情報更新部とを備えていることを特徴とする加工管理装置。
$V \cdot T^{n} = C$
但し、Ｖは切削速度、Ｔは寿命時間、ｎ及びＣは係数である。
【請求項５】
前記工具情報記憶部は、前記被削材及び前記切削工具の材質に加えて、少なくとも前記切削工具の送り量、切込み幅及び切込み深さの内のいずれかが含まれる寿命影響因子に応

じた前記係数ｎ及び係数Ｃを記憶するように構成され、
前記余命情報更新部は、前記係数認識処理において、前記工作機械で実行される実切削加工における、前記寿命影響因子に係る情報、並びに実切削速度及び該実切削速度の下での実切削時間に係る情報をそれぞれ認識し、認識した前記寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部を参照して、該寿命影響因子に応じた前記係数ｎ及び係数Ｃを認識するように構成されていることを特徴とする請求項４記載の加工管理装置。
【請求項６】
前記工具情報記憶部は、少なくとも前記寿命影響因子に応じた、標準切削速度、標準寿命時間、前記係数ｎ及び係数Ｃを記憶するように構成され、
前記余命情報更新部は、前記係数認識処理において、前記工作機械で実行される実切削加工における、前記寿命影響因子に係る情報、並びに実切削速度及び該実切削速度の下での実切削時間に係る情報をそれぞれ認識し、認識した前記寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部を参照して、該寿命影響因子に応じた標準切削速度、標準寿命時間及び前記係数ｎを認識するように構成されるとともに、前記更新処理において、得られた各切削工具の実切削速度、実切削時間、標準切削速度、標準寿命時間及び係数ｎを基に、前記実切削加工により、対応する各切削工具の寿命が消費される割合いを認識し、認識された寿命消費割合を基に、対応する各切削工具について前記余命情報記憶部に記憶された余命情報を更新するように構成されていることを特徴とする請求項４記載の加工管理装置。
【請求項７】
前記工具情報記憶部は、少なくとも前記寿命影響因子に応じた、標準切削速度、標準寿命時間、前記係数ｎ及び係数Ｃを記憶するように構成され、
前記余命情報更新部は、前記係数認識処理において、前記工作機械で実行される実切削加工における、前記寿命影響因子に係る情報、並びに実切削速度及び該実切削速度の下での実切削時間に係る情報をそれぞれ認識し、認識した前記寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部を参照して、該寿命影響因子に応じた標準切削速度、標準寿命時間及び前記係数ｎを認識するように構成されるとともに、前記更新処理において、得られた各切削工具の実切削速度、実切削時間、標準切削速度、標準寿命時間及び係数ｎを基に、前記実切削加工により、対応する各切削工具の寿命が消費される割合いを認識し、認識された寿命消費割合を基に、対応する各切削工具について前記余命情報記憶部に記憶された余命情報を更新するように構成されていることを特徴とする請求項５記載の加工管理装置。
【請求項８】
前記切削工具で被削材を切削加工したときの切削温度に係る情報を取得する温度情報検出装置を更に備え、
前記工具情報記憶部は、更に、前記係数ｎ及び係数Ｃに対応した前記切削温度に係る情報を記憶するように構成され、
前記余命情報更新部は、前記係数認識処理において、実切削加工に対応する係数ｎ及び係数Ｃが工具情報記憶部に記憶されていない場合に、前記温度情報検出装置によって取得された旋削温度情報を基に前記工具情報記憶部を参照して、実切削加工に対応した前記係数ｎ及び係数Ｃを推定し、推定した係数ｎ及び係数Ｃを用いて前記更新処理を実行するように構成されていることを特徴とする請求項４又は５記載の加工管理装置。
【請求項９】
任意に設定される加工条件として前記寿命影響因子に係る情報及び希望切削時間に係る情報を受け付け、受け付けた前記寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部を参照して、該寿命影響因子に応じた前記係数ｎ及び係数Ｃを認識するとともに、前記余命情報記憶部を参照して該切削工具の余命情報を認識し、認識した係数ｎ及び係数Ｃ並びに余命情報を基に、前記寿命方程式に準じて前記希望切削時間に適応した切削速度を算出する適応切削速度算出部を備えていることを特徴とする請求項４記載の加工管理装置。
【請求項１０】
任意に設定される加工条件として前記寿命影響因子に係る情報及び希望切削時間に係る情報を受け付け、受け付けた前記寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部を参

照して、該寿命影響因子に応じた前記係数ｎ及び係数Ｃを認識するとともに、前記余命情報記憶部を参照して該切削工具の余命情報を認識し、認識した係数ｎ及び係数Ｃ並びに余命情報を基に、前記寿命方程式に準じて前記希望切削時間に適応した切削速度を算出する適応切削速度算出部を備えていることを特徴とする請求項５記載の加工管理装置。

【請求項１１】

設定された被削材を設定された切削工具で加工し、該切削工具が寿命に至るまでの間の、切削速度及び該切削速度の下での切削時間を対の情報として蓄積される履歴情報を、前記寿命影響因子に係る情報とともに、少なくとも２組受け付け、受け付けた２組の履歴情報を基に、前記寿命方程式に準じて前記寿命影響因子に対応した前記係数ｎ及び係数Ｃを算出し、得られた係数ｎ及び係数Ｃを前記寿命影響因子に係る情報とともに前記工具情報記憶部に格納する工具情報生成部を備えていることを特徴とする請求項１又は４記載の加工管理装置。

【請求項１２】

設定された被削材を設定された切削工具を用いて、少なくとも前記切削工具の送り量、切込み幅及び切込み深さの内のいずれかについてその条件を設定して加工し、該切削工具が寿命に至るまでの間の、切削速度及び該切削速度の下での切削時間を対の情報として蓄積される履歴情報を、前記寿命影響因子に係る情報とともに、少なくとも２組受け付け、受け付けた２組の履歴情報を基に、前記寿命方程式に準じて前記寿命影響因子に対応した前記係数ｎ及び係数Ｃを算出し、得られた係数ｎ及び係数Ｃを前記寿命影響因子に係る情報とともに前記工具情報記憶部に格納する工具情報生成部を備えていることを特徴とする請求項２又は５記載の加工管理装置。

【請求項１３】

前記工具情報記憶部は、更に、各切削工具に対して設定される、工具寿命に係る補正係数を記憶するように構成され、

前記余命情報更新部は、前記初期値設定処理において、前記工具情報記憶部に格納された対応する切削工具の補正係数を参照して、得られた補正係数に応じて対応する切削工具の初期値を補正するように構成されていることを特徴とする請求項４又は５記載の加工管理装置。

【請求項１４】

前記工具情報記憶部は、更に、各切削工具に対して設定される、工具寿命に係る補正係数を記憶するように構成され、

前記余命情報更新部は、前記係数認識処理において、対応する補正係数を認識するとともに、前記更新処理において、認識された寿命消費割合を前記補正係数に応じて補正するように構成されていることを特徴とする請求項４、５、９又は１０記載の加工管理装置。

【請求項１５】

前記余命情報更新部は、工具寿命に至った切削工具が確認された場合、外部に報知するように構成されていることを特徴とする存在する請求項４乃至１４記載のいずれかの加工管理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、工作機械で使用される切削工具の寿命を考慮した切削条件の導出や、当該切削工具の寿命管理を行う加工管理装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

前記切削工具を用いて被削材を加工すると、その刃先が徐々に摩耗していき、その摩耗度合いに応じて加工面の面精度が徐々に悪化し、また、徐々に安定した寸法精度が得られなくなる。そして、加工面の面精度が限界を超えて悪化する、或いは、寸法精度が限界を超えて不安定になった場合には、オペレータは当該切削工具が寿命に達したと判断し、こ

れを新たな切削工具に交換して、その加工を継続する。
【０００３】
このような寿命に係る判断は、上述した加工面の面精度や寸法精度の他、切削時に工作機械に作用する負荷や、切削音等を基に行うことができるが、いずれも、オペレータの長年の経験によって培われた感覚に依存するところが大きく、定量的な判断をすることができないという問題がある。したがって、オペレータが判断を誤り、寿命を超えた切削工具を使用し続けると、切削工具の刃先が欠損してワークや切削工具自体が損傷したり、また、機械負荷が限界を超えた場合には、工作機械が損傷するという事態も起こりかねない。このため、オペレータは、常に工作機械に注意を払い、危険を回避するために、切削工具が真の寿命に至る前に、ある程度余裕を持って早めに工具交換を行うのが常であった。
【０００４】
そこで、従来、工作機械で実行されるＮＣプログラムを基に、当該ＮＣプログラムの実行によって各切削工具が使用される回数を積算し、その積算使用回数が予め設定した最大値を超えた切削工具について、当該切削工具が寿命に達したと判断するように構成された工具寿命管理装置が提案されている（下記特許文献１参照）。
【０００５】
この工具寿命管理装置によれば、切削工具の寿命をオペレータの感覚に依存すること無く、定量的に判断することができ、一定したバラツキの無い判断を行うことができる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００６】
【特許文献１】特開２００７－２１６５６号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
ところで、工作機械を用いた現在の切削加工の分野では、常に加工の高効率化が求められており、この高効率化の一面から、高い切削速度で加工する高能率切削が求められている。そして、このような高切削速度下の加工では、切削工具の寿命は切削加工時の刃先温度に応じた拡散摩耗に支配されると考えられており、工具寿命Ｔと刃先温度θとの間には以下の数式が成立すると考えられている。
$\theta \cdot T^{nt} = Ct$
但し、ｎｔ及びＣｔは工具材質及び被削材（の材質）に応じた定数である。
【０００８】
また、切削温度θと切削速度Ｖとは、以下の関係があることが知られている。
$\theta \propto V^{m}$
但し、ｍは切削温度θに及ぼす切削速度Ｖの影響係数である。
【０００９】
そして、上述した工具寿命Ｔと刃先温度θとの関係式、及び切削温度θと切削速度Ｖとの関係式から下式が導かれる。
$V \cdot T^{n} = C$
但し、ｎ及びＣは工具材質及び被削材（の材質）に応じた係数である。
この数式はＴａｙｌｏｒの寿命方程式として知られている。
【００１０】
この寿命方程式から分かるように、工具寿命は切削速度に依存しており、所望の寿命時間を得るには、これに適した切削速度が存在する。したがって、工具に要するコストを押さえる、或いは、工具交換によって加工時間が長くなるのを回避すべく、できるだけ工具交換をしないで連続加工を行いたい場合には、このような加工時間（工具寿命に至るまでの加工時間）に応じた切削速度を認識する必要がある。
【００１１】
また、上記工具寿命Ｔと刃先温度θとの関係式から分かるように、切削工具の寿命は工

具材質及び被削材に依存している。したがって、切削工具の寿命を定量的且つ正確に判定するためには、少なくとも工具材質及び被削材を考慮した判定を行う必要がある。

【００１２】

ところが、上記従来の工具寿命管理装置では、工具材質及び被削材については何ら考慮されておらず、このため、切削工具の寿命を正確には判定することができないものであった。

【００１３】

本発明は、以上の実情に鑑みなされたものであって、希望する加工時間が確保されるような切削速度を導出することができる加工管理装置の提供をその一の目的とし、少なくとも工具材質及び被削材を考慮した正確な寿命判定を行うことができる加工管理装置の提供を他の目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１４】

上記目的を達成するための本発明は、以下の態様の加工管理装置に係る。

【００１５】

（第１の態様）

第１の態様に係る加工管理装置は、

工作機械で使用される各切削工具に係る情報であって、少なくとも被削材及び前記切削工具の材質が含まれる寿命影響因子に応じた、以下の寿命方程式における係数ｎ及び係数Ｃを記憶した工具情報記憶部と、

任意に設定される加工条件として前記寿命影響因子に係る情報及び希望切削時間に係る情報を受け付ける加工条件受付処理と、受け付けた前記寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部を参照して、該寿命影響因子に応じた前記係数ｎ及び係数Ｃを認識する係数認識処理と、認識した係数ｎ及び係数Ｃを基に、以下の寿命方程式に準じて前記希望切削時間に適応した切削速度を算出する切削速度算出処理とを実行する適応切削速度算出部とを備えて構成される。

$V \cdot T^{n} = C$

但し、Ｖは切削速度、Ｔは寿命時間、ｎ及びＣは係数である。

【００１６】

この加工管理装置によれば、上述したＴａｙｌｏｒの寿命方程式である上式の係数ｎ及び係数Ｃであって、少なくとも被削材及び切削工具の材質が含まれる寿命影響因子に応じた係数ｎ及び係数Ｃが、対応する寿命影響因子に関連付けられた状態で工具情報記憶部に格納される。この寿命影響因子に応じた係数ｎ及び係数Ｃは、予め試加工等の経験的な手法によって得られるもので、少なくとも当該工作機械で加工する可能性のある被削材、及び当該工作機械で使用される工具（材質）について、予め取得され前記工具情報記憶部に格納されている。

【００１７】

そして、任意に設定される加工条件としての、少なくとも被削材及び切削工具の材質を含む寿命影響因子に係る情報、並びに希望切削時間に係る情報が前記適応切削速度算出部に入力されると、前記適応切削速度算出部は、入力された寿命影響因子及び希望切削時間に係る情報を受け付ける加工条件受付処理を実行し、ついで、受け付けた寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部を参照して、該寿命影響因子に応じた前記係数ｎ及び係数Ｃを認識する係数認識処理を実行する。

【００１８】

そして、適応切削速度算出部は、認識した係数ｎ及び係数Ｃを基に、上記寿命方程式に準じて、即ち、下式に従って、前記希望切削時間に適応した切削速度を算出する切削速度算出処理を実行する。

$V_{a} = C / T_{a}^{n}$

ここに、$T_{a}$は希望切削時間であり、$V_{a}$は、希望切削時間に適応した切削速度である。

【００１９】

以上のように、この加工管理装置によれば、オペレータは、所定の被削材を所定の切削工具で加工する際に、これら被削材及び切削工具の材質に係る情報が少なくとも含まれる寿命影響因子に係る情報、並びに希望する切削時間を入力することで、これに適応した切削速度に係る情報を得ることができる。したがって、オペレータは、工具に要するコストを押さえる、或いは、工具交換によって加工時間が長くなるのを回避するなど、できるだけ工具交換をしないで連続加工を行いたい場合に、このような切削時間（工具寿命に至るまでの切削時間）に応じた切削速度を容易に得ることができる。

【００２０】

尚、この第１の態様において、前記寿命影響因子には、上述したように、少なくとも被削材及び切削工具の材質が含まれるが、当然のことながら、これらの他に、他の因子が含まれていても良い。

【００２１】

（第２の態様）

第２の態様の加工管理装置は、前記第１の態様の加工管理装置において、

前記工具情報記憶部が、前記被削材及び切削工具の材質に加えて、少なくとも前記切削工具の送り量、切込み幅及び切込み深さの内のいずれかが含まれる寿命影響因子に応じた前記係数ｎ及び係数Ｃを記憶するように構成され、

前記適応切削速度算出部は、前記加工条件受付処理において、任意に設定される加工条件として前記寿命影響因子に係る情報及び希望切削時間に係る情報を受け付けるように構成され、更に、前記係数認識処理において、受け付けた前記寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部を参照して、該寿命影響因子に応じた前記係数ｎ及び係数Ｃを認識するように構成される。

【００２２】

切削時における前記切削工具の刃先温度は、例えば切削工具がエンドミルの場合には空転時間を生じるため、切込み幅によって違いを生じる。したがって、被削材及び切削工具が同じ加工でも、その切込み幅によって、当該切削工具の摩耗状態に差を生じ、また、寿命となる時間にも差を生じる。また、切削工具の送り量や切込み深さについても、これらに応じて、少なからず切削工具の摩耗状態に差を生じ、また、寿命となる時間に差を生じる。

【００２３】

そこで、前記被削材及び切削工具の材質に加えて、少なくとも前記切削工具の送り量、切込み幅及び切込み深さの内のいずれかが含まれる寿命影響因子に応じた係数ｎ及び係数Ｃを工具情報記憶部に格納し、適応切削速度算出部においては、このような寿命影響因子に応じた係数ｎ及び係数Ｃを用いて、前記希望切削時間に適応した切削速度を算出することで、前記希望切削時間が、切削工具の送り量や切込み幅、切込み深さを考慮した正確な寿命時間内に収まるような適切な切削速度を導出することができる。

【００２４】

尚、この第２の態様において、前記寿命影響因子には、上述したように、前記被削材及び切削工具の材質に加えて、少なくとも前記切削工具の送り量、切込み幅及び切込み深さの内のいずれかが含まれるが、当然のことながら、これらの他に、他の因子が含まれていても良い。

【００２５】

（第３の態様）

第３の態様に係る加工管理装置は、前記第１又は第２の態様の加工管理装置において、

前記工具情報記憶部が、更に、各切削工具に対して設定される、工具寿命に係る補正係数を記憶するように構成され、

前記適応切削速度算出部が、前記係数認識処理において、更に、前記工具情報記憶部から対応する切削工具に係る補正係数を認識するように構成されるとともに、前記切削速度算出処理では、認識した係数ｎ及び係数Ｃ並びに補正係数を基に、前記寿命方程式に準じて前記希望切削時間に適応した切削速度を算出するように構成される。

【００２６】
このように構成された加工管理装置では、適応切削速度算出部において、工具情報記憶部に格納された補正係数を用いて前記希望切削時間が補正され、補正された希望切削時間を基に、これに適応した切削速度が算出される。例えば、適応切削速度$V_a$は、下式によって算出される。
$V_a = C / (T_a \cdot k)^n$
ここに、Ｔａは希望切削時間、Ｖａは希望切削時間Ｔａに適応した切削速度、ｋは任意に設定される補正係数である。
【００２７】
オペレータは、切削工具の寿命判定において、所定の被削材及び切削工具を用いて、或いはこれ等に加えて所定の送り量、切込み幅や切込み深さで加工する場合に、経験的な知見から、寿命と見做す時間を少し延長しても良い、或いは逆に少し短縮した方が良いと判断する場合がある。そこで、このようなオペレータの判断に柔軟に対応するために、上述した補正係数を用いて、希望切削時間、即ち、寿命と見做される切削時間を補正するようにした。
【００２８】
（第４の態様）
第４の態様に係る加工管理装置は、
工作機械で使用される各切削工具に係る情報であって、少なくとも被削材及び前記切削工具の材質が含まれる寿命影響因子に応じた、以下の寿命方程式における係数ｎ及び係数Ｃを記憶した工具情報記憶部と、
前記各切削工具の余命に係る情報を記憶した余命情報記憶部と、
各切削工具が新品であることを示す情報を受け付けて、前記余命情報記憶部に格納された各切削工具の余命情報を初期値に設定する初期値設定処理を実行するとともに、前記工作機械で実行される実切削加工における、前記寿命影響因子に係る情報、並びに実切削速度及び該実切削速度の下での実切削時間に係る情報をそれぞれ認識し、認識した前記寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部を参照して、該寿命影響因子に応じた前記係数ｎ及び係数Ｃを認識する係数認識処理、並びに得られた各切削工具の実切削速度、実切削時間、係数ｎ及び係数Ｃを基に、前記実切削加工により、対応する各切削工具の寿命が消費される割合いを認識し、認識された寿命消費割合を基に、対応する各切削工具について前記余命情報記憶部に記憶された余命情報を更新する更新処理を実行する余命情報更新部とを備えて構成される。
$V \cdot T^n = C$
但し、Ｖは切削速度、Ｔは寿命時間、ｎ及びＣは係数である。
【００２９】
この加工管理装置によれば、上記と同様に、前記工具情報記憶部に、上述したＴａｙｌｏｒの寿命方程式における係数ｎ及び係数Ｃであって、少なくとも被削材及び切削工具の材質が含まれる寿命影響因子に応じた係数ｎ及び係数Ｃが、対応する寿命影響因子に関連付けられた状態で格納される。この寿命影響因子に応じた係数ｎ及び係数Ｃは、予め試加工等の経験的な手法によって得られるもので、少なくとも当該工作機械で加工する可能性のある被削材、及び当該工作機械で使用される工具（材質）について、予め取得され前記工具情報記憶部に格納されている。
【００３０】
また、前記余命情報記憶部には、前記各切削工具の余命に係る情報が格納される。余命情報は各切削工具の余命を表す情報であり、例えば、切削工具の新品時の余命を「１．０」とし、実切削加工による寿命消費分が徐々に減じられて、当該切削工具が寿命に至ったときには、その余命は「０」となるような数値として表すことができる。斯くして、この場合、各切削工具の余命を表す情報は、これを「余命率」と捉えることができ、寿命消費分は寿命消費率（若しくは余命消費率）と捉えることができる。
【００３１】

そして、前記余命情報更新部は、各切削工具が新品であることを示す情報を受け付けて、前記余命情報記憶部に格納された各切削工具の余命情報を初期値に設定する初期値設定処理を実行する。切削工具が新品であることの情報は、例えば、オペレータが外部から入力する。

【００３２】

また、余命情報更新部は、前記工作機械で実行される実切削加工における、前記寿命影響因子に係る情報、実切削速度及び該実切削速度の下での切削時間をそれぞれ認識し、認識した寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部を参照して、該寿命影響因子に応じた前記係数ｎ及び係数Ｃを認識する（係数認識処理）。

【００３３】

尚、実切削加工における前記寿命影響因子に係る情報（即ち、少なくとも被削材及び各切削工具の材質を含む情報）は、例えばオペレータによる外部入力からこれらを受け付けて認識する、或いは、当該加工用のＮＣプログラムに記述されたコードから解釈される寿命影響因子に係る情報を、このＮＣプログラムを実行するＮＣ装置から受け付けて認識するようにすることができる。また、実切削速度及び該実切削速度の下での実切削時間は、前記ＮＣプログラムを実行するＮＣ装置からこれらの情報を受け付けて認識するようにすることができる。

【００３４】

次に、余命情報更新部は、得られた各切削工具の実切削速度、実切削時間、係数ｎ及び係数Ｃを基に、前記実切削加工により、対応する各切削工具の寿命が消費される割合いを認識し、認識された寿命消費割合を基に、対応する各切削工具について前記余命情報記憶部に記憶された余命情報を更新する更新処理とを実行する。

【００３５】

実切削加工により対応する切削工具の寿命が消費される割合い（寿命消費率）は、例えば、切削速度$V_1$の下でｔ分間加工したとし、切削速度$V_1$の下で加工した場合の寿命時間が$T_1$であるとした場合、ｔ／$T_1$で表わされる。そして、余命情報更新部は、このようにして算出される寿命消費率でもって前記余命情報記憶部に記憶された余命情報を更新、即ち、余命情報記憶部に記憶された余命率から寿命消費率を減算することにより、当該余命率を更新する。

【００３６】

斯くして、この加工管理装置によれば、オペレータは、前記余命情報記憶部に格納された余命情報を確認することで、各切削工具について、その残された余命を認識することができ、その余命状態に応じて工具交換等の準備を前もって行うことができ、迅速な対応を採ることができる。また、切削工具が寿命に至ったかどうかを定量的に把握することができる。

【００３７】

尚、この第４の態様において、前記寿命影響因子には、上述したように、少なくとも被削材及び切削工具の材質が含まれるが、当然のことながら、これらの他に、他の因子が含まれていても良い。

【００３８】

（第５の態様）

第５の態様に係る加工管理装置は、前記第４の態様の加工管理装置において、

前記工具情報記憶部が、前記被削材及び切削工具の材質に加えて、少なくとも前記切削工具の送り量、切込み幅及び切込み深さの内のいずれかが含まれる寿命影響因子に応じた前記係数ｎ及び係数Ｃを記憶するように構成され、

前記余命情報更新部が、前記係数認識処理において、前記工作機械で実行される実切削加工における、前記寿命影響因子に係る情報、並びに実切削速度及び該実切削速度の下での実切削時間に係る情報をそれぞれ認識し、認識した前記寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部を参照して、該寿命影響因子に応じた前記係数ｎ及び係数Ｃを認識するように構成される。

【００３９】
上述したように、切削時における前記切削工具の刃先温度は、例えば切削工具がエンドミルの場合には空転時間を生じるため、切込み幅によって違いを生じる。したがって、被削材及び切削工具が同じ加工でも、その切込み幅によって、当該切削工具の摩耗状態に差を生じ、また、寿命となる時間にも差を生じる。また、切削工具の送り量や切込み深さについても、これらに応じて、少なからず切削工具の摩耗状態に差を生じ、また、寿命となる時間に差を生じる。
【００４０】
そこで、前記被削材及び切削工具の材質に加えて、少なくとも前記切削工具の送り量、切込み幅及び切込み深さの内のいずれかが含まれる寿命影響因子に応じた係数ｎ及び係数Ｃを工具情報記憶部に格納し、余命情報更新部では、係数認識処理において、工作機械で実行される実切削加工における、前記寿命影響因子に係る情報、実切削速度及び該実切削速度の下での実切削時間をそれぞれ認識し、認識した寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部を参照して、該寿命影響因子に応じた前記係数ｎ及び係数Ｃを認識する。尚、切削工具の送り量、切込み幅や切込み深さの認識は、オペレータによる外部入力を受け付けてこれらを認識する、或いは、当該加工用のＮＣプログラムに記述されたコードから解釈される送り量、切込み幅や切込み深さを、このＮＣプログラムを実行するＮＣ装置から受け付けて認識するようにすることができる。
【００４１】
このようにすることで、余命情報更新部では、前記寿命影響因子に応じた係数ｎ及び係数Ｃを用いて、より正確な寿命消費率が算出され、余命情報記憶部に記憶された余命情報がより正確な情報に更新される。したがって、オペレータは、各切削工具について、より正確な余命を認識することができる。
【００４２】
尚、この第５の態様において、前記寿命影響因子には、上述したように、前記被削材及び切削工具の材質に加えて、少なくとも前記切削工具の送り量、切込み幅及び切込み深さの内のいずれかが含まれるが、当然のことながら、これらの他に、他の因子が含まれていても良い。
【００４３】
（第６の態様）
第６の態様に係る加工管理装置は、前記第４の態様の加工管理装置において、
前記工具情報記憶部が、少なくとも前記寿命影響因子に応じた、標準切削速度、標準寿命時間、前記係数ｎ及び係数Ｃを記憶するように構成され、
前記余命情報更新部が、前記係数認識処理において、前記工作機械で実行される実切削加工における、前記寿命影響因子に係る情報、並びに実切削速度及び該実切削速度の下での実切削時間に係る情報をそれぞれ認識し、認識した前記寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部を参照して、該寿命影響因子に応じた標準切削速度、標準寿命時間及び前記係数ｎを認識するように構成されるとともに、前記更新処理において、得られた各切削工具の実切削速度、実切削時間、標準切削速度、標準寿命時間及び係数ｎを基に、前記実切削加工により、対応する各切削工具の寿命が消費される割合いを認識し、認識された寿命消費割合を基に、対応する各切削工具について前記余命情報記憶部に記憶された余命情報を更新するように構成される。
【００４４】
尚、前記寿命影響因子に応じた標準切削速度及び標準寿命時間は、例えば、切削工具メーカから提供されるもので、標準切削速度は推奨される切削速度であり、標準寿命時間はその標準切削速度で加工した場合の当該切削工具の寿命時間である。
【００４５】
このように構成された加工管理装置では、前記寿命情報更新部の更新処理において、切削工具の実切削速度、実切削時間、標準切削速度、標準寿命時間及び係数ｎを基に、実切削加工により、対応する切削工具の寿命が消費される割合いが認識される。

【００４６】
ここで、標準切削速度を$V_s$、この標準切削速度$V_s$で加工したときの標準寿命時間を$T_s$とし、或る切削速度$V_1$で加工したときの寿命時間を$T_1$とすると、上記Ｔａｙｌｏｒの寿命方程式から、次式が成立する。
$V_1 \cdot T_1^{\,n} = V_s \cdot T_s^{\,n} = C$
これを変形することで、切削速度$V_1$で加工したときの寿命時間$T_1$は、次式によって表される。
$T_1 = T_s \cdot (V_s / V_1)^{1/n}$
このように、標準切削速度$V_s$及び標準切削速度$V_s$が判明している場合には、係数Ｃが判明していない場合でも、これらと係数ｎを用いて寿命時間を算出することができ、算出した寿命時間を用いて前記寿命消費率を算出することができる。
尚、実切削時間をｔとした場合の寿命消費率$t / T_1$は、
$t / T_1 = t / (T_s \cdot (V_s / V_1)^{1/n})$
となる。
【００４７】
（第７の態様）
第７の態様に係る加工管理装置は、前記第５の態様の加工管理装置において、
前記工具情報記憶部が、少なくとも前記寿命影響因子に応じた、標準切削速度、標準寿命時間、前記係数ｎ及び係数Ｃを記憶するように構成され、
前記余命情報更新部が、前記係数認識処理において、前記工作機械で実行される実切削加工における、前記寿命影響因子に係る情報、並びに実切削速度及び該実切削速度の下での実切削時間に係る情報をそれぞれ認識し、認識した前記寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部を参照して、該寿命影響因子に応じた標準切削速度、標準寿命時間及び前記係数ｎを認識するように構成されるとともに、前記更新処理において、得られた各切削工具の実切削速度、実切削時間、標準切削速度、標準寿命時間及び係数ｎを基に、前記実切削加工により、対応する各切削工具の寿命が消費される割合いを認識し、認識された寿命消費割合を基に、対応する各切削工具について前記余命情報記憶部に記憶された余命情報を更新するように構成される。
【００４８】
この加工管理装置では、切削工具の摩耗状態がその送り量、切込み幅や切込み深さに応じて異なる場合に、これを考慮したより正確な余命情報が得られるとともに、上記第６の態様と同様に、寿命情報更新部の更新処理では、切削工具の実切削速度、実切削速度、標準切削速度、標準寿命時間及び係数ｎを基に、対応する切削工具の寿命消費率が算出されるので、係数Ｃが判明していない場合でも、標準切削速度、標準寿命時間及び係数ｎを用いることで寿命時間を算出することができ、算出した寿命時間を用いて寿命消費率を算出することができる。
【００４９】
（第８の態様）
第８の態様に係る加工管理装置は、前記第４又は第５の態様の加工管理装置において、
前記切削工具で被削材を切削加工したときの切削温度に係る情報を取得する温度情報検出装置を更に備え、
前記工具情報記憶部が、更に、前記係数ｎ及び係数Ｃに対応した前記切削温度に係る情報を記憶するように構成され、
前記余命情報更新部が、前記係数認識処理において、実切削加工に対応する係数ｎ及び係数Ｃが工具情報記憶部に記憶されていない場合に、前記温度情報検出装置によって取得された旋削温度情報を基に前記工具情報記憶部を参照して、実切削加工に対応した前記係数ｎ及び係数Ｃを推定し、推定した係数ｎ及び係数Ｃを用いて前記更新処理を実行するように構成される。
【００５０】
この加工管理装置によれば、例えば、実切削加工における、前記寿命影響因子に対応し

た前記係数ｎ及び係数Ｃに係るデータが前記工具情報記憶部に格納されていない場合に、前記余命情報更新部は、前記係数認識処理において、前記温度情報検出装置によって取得された切削温度情報を基に前記工具情報記憶部を参照して、当該切削温度情報と同じ、又は近似した切削温度における係数ｎ及び係数Ｃを認識し、認識した係数ｎ及び係数Ｃを実切削加工に対応した係数ｎ及び係数Ｃと推定して、推定した係数ｎ及び係数Ｃを用いて上述した更新処理を実行する。このように、この加工管理装置によれば、実切削加工における被削材、或いは工具材質に対応した前記係数ｎ及び係数Ｃに係るデータが前記工具情報記憶部に格納されていない場合でも、実切削加工における切削温度情報を用いることで、実切削加工による寿命消費率を算出することができ、算出した寿命消費率を用いて余命情報記憶部に格納された余命情報を更新することができる。尚、温度情報としては、温度データそのものの他、間接的に温度を表す情報が含まれる。温度データは、切削部近辺の温度を測温計によって直接測温する、或いは切削部又は切屑の温度を赤外線カメラによって測定することによって得られる。また、間接的に温度を表す情報としては、例えば、切屑の色データ、即ち、ＨＳＶ色空間における色相データや他の色空間におけるデータが含まれ、例えば、切屑のカラー画像データ（ＲＧＢデータ）を取得し、これを適宜色空間のデータに変換することによって得られる。

【００５１】

（第９の態様）

第９の態様に係る加工管理装置は、前記第４の態様の加工管理装置において、

更に、任意に設定される加工条件として前記寿命影響因子に係る情報及び希望切削時間に係る情報を受け付け、受け付けた前記寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部を参照して、該寿命影響因子に応じた前記係数ｎ及び係数Ｃを認識するとともに、前記余命情報記憶部を参照して該切削工具の余命情報を認識し、認識した係数ｎ及び係数Ｃ並びに余命情報を基に、前記寿命方程式に準じて前記希望切削時間に適応した切削速度を算出する適応切削速度算出部を備える。

【００５２】

この加工管理装置によれば、任意に設定される加工条件として寿命影響因子に係る情報及び希望切削時間に係る情報が前記適応切削速度算出部に入力されると、入力された寿命影響因子に応じた係数ｎ及び係数Ｃが認識されるとともに、当該切削工具についての余命情報が認識され、ついで、認識された係数ｎ、係数Ｃ及び余命情報を基に、希望切削時間に適応した切削速度が算出される。

【００５３】

斯くして、この加工管理装置によれば、オペレータは、所定の被削材を所定の切削工具で加工する際に、これら被削材及び切削工具の材質に係る情報を含む寿命影響因子に係る情報、及び希望する切削時間を入力することで、これに適応した切削速度に係る情報を得ることができる。したがって、オペレータは、できるだけ工具交換をしないで連続加工を行いたい場合に、このような切削時間、即ち、その時点から工具寿命に至るまでの切削時間である当該切削工具の余命時間に応じた切削速度を容易に得ることができる。

【００５４】

（第１０の態様）

第１０の態様に係る加工管理装置は、第５の態様の加工管理装置において、

更に、任意に設定される加工条件として前記寿命影響因子に係る情報及び希望切削時間に係る情報を受け付け、受け付けた寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部を参照して、該寿命影響因子に応じた前記係数ｎ及び係数Ｃを認識するとともに、前記余命情報記憶部を参照して該切削工具の余命情報を認識し、認識した係数ｎ及び係数Ｃ並びに余命情報を基に、前記寿命方程式に準じて前記希望切削時間に適応した切削速度を算出する適応切削速度算出部を備える。

【００５５】

この加工管理装置によれば、上記第９の態様と同様に、任意に設定される加工条件として前記寿命影響因子に係る情報及び希望切削時間に係る情報が前記適応切削速度算出部に

入力されることでこれに応じた係数ｎ及び係数Ｃが認識されるとともに、当該切削工具についての余命情報が認識され、認識された係数ｎ、係数Ｃ及び余命情報を基に、希望切削時間に適応した切削速度が算出される。したがって、オペレータは、所定の被削材を所定の切削工具で加工する際に、これら被削材、切削工具の材質を含む前記寿命影響因子に係る情報、及び希望する切削時間を入力することで、これに適応した切削速度に係る情報を得ることができ、できるだけ工具交換をしないで連続加工を行いたい場合に、このような切削時間、即ち、当該切削工具の余命時間に応じた切削速度を容易に得ることができる。

【００５６】

（第１１の態様）

第１１の態様に係る加工管理装置は、前記第１又は第４の態様の加工管理装置において、

更に、設定された被削材を設定された切削工具で加工し、該切削工具が寿命に至るまでの間の、切削速度及び該切削速度の下での切削時間を対の情報として蓄積される履歴情報を、前記寿命影響因子に係る情報とともに、少なくとも２組受け付け、受け付けた２組の履歴情報を基に、前記寿命方程式に準じて前記寿命影響因子に対応した前記係数ｎ及び係数Ｃを算出し、得られた係数ｎ及び係数Ｃを前記寿命影響因子に係る情報とともに前記工具情報記憶部に格納する工具情報生成部を備える。

【００５７】

この加工管理装置では、まず、前記２組の履歴情報、及びこれに対応する前記寿命影響因子に係る情報が工具情報生成部に入力される。そして、この工具情報生成部において、入力された２組の履歴情報を基に、前述した寿命方程式に準じて、当該寿命影響因子に対応した係数ｎ及び係数Ｃが算出され、算出された係数ｎ及び係数Ｃが当該寿命影響因子に係る情報とともに前記工具情報記憶部に格納される。

【００５８】

斯くして、この加工管理装置によれば、前記工具情報記憶部に、所定の寿命影響因子に対応した前記係数ｎ及び係数Ｃに係るデータが格納されていない場合に、この寿命影響因子に対応する被削材及び切削工具を用いた実加工によって、当該切削工具が寿命に至るまでの間の、切削速度及び該切削速度の下での切削時間を対とした履歴情報を取得することで、当該被削材及び工具材質を含む寿命影響因子に対応した係数ｎ及び係数Ｃを算出することができ、算出された係数ｎ及び係数Ｃを前記工具情報記憶部に格納することで、当該工具情報記憶部に格納される情報をより充実したものにすることができる。

【００５９】

（第１２の態様）

第１２の態様に係る加工管理装置は、前記第２又は第５の態様の加工管理装置において、

設定された被削材を設定された切削工具を用いて、少なくとも前記切削工具の送り量、切込み幅及び切込み深さの内のいずれかについてその条件を設定して加工し、該切削工具が寿命に至るまでの間の、切削速度及び該切削速度の下での切削時間を対の情報として蓄積される履歴情報を、前記寿命影響因子に係る情報とともに、少なくとも２組受け付け、受け付けた２組の履歴情報を基に、前記寿命方程式に準じて前記寿命影響因子に対応した前記係数ｎ及び係数Ｃを算出し、得られた係数ｎ及び係数Ｃを前記寿命影響因子に係る情報とともに前記工具情報記憶部に格納する工具情報生成部を備える。

【００６０】

この加工管理装置は、切削工具の送り量、切込み幅及び切込み深さの内のいずれかを考慮している点で、上述した第１１の態様に係る加工管理装置と異なっている。したがって、この加工管理装置によれば、切削工具の摩耗状態がその送り量、切込み幅及び切込み深さの内のいずれかに応じて異なる場合に、これを考慮したより正確な係数ｎ及び係数Ｃを算出することができる。

【００６１】

（第１３の態様）

第１３の態様に係る加工管理装置は、前記第４又は第５の態様の加工管理装置において、
前記工具情報記憶部が、更に、各切削工具に対して設定される、工具寿命に係る補正係数を記憶するように構成され、
前記余命情報更新部が、前記初期値設定処理において、前記工具情報記憶部に格納された対応する切削工具の補正係数を参照して、得られた補正係数に応じて対応する切削工具の初期値を補正するように構成される。
【００６２】
この加工管理装置では、余命情報更新部において、余命情報記憶部に格納される各切削工具の余命情報に係る初期値が、前記工具情報記憶部に格納された補正係数を用いて補正される。上述したように、オペレータは、切削工具の寿命判定において、所定の被削材及び切削工具を用いて、或いはこれ等に加えて所定の切込み幅で加工する場合に、経験的な知見から、寿命と見做す時間を少し延長しても良い、或いは逆に少し短縮した方が良いと判断する場合がある。そこで、余命情報記憶部に格納される各切削工具の余命情報に係る初期値を、適宜補正係数を用いて補正することで、オペレータの経験的な判断に柔軟に対応することができる。
【００６３】
（第１４の態様）
第１４の態様に係る加工管理装置は、前記第４、第５、第９又は第１０の態様の加工管理装置において、
前記工具情報記憶部が、更に、各切削工具に対して設定される、工具寿命に係る補正係数を記憶するように構成され、
前記余命情報更新部が、前記係数認識処理において、対応する補正係数を認識するとともに、前記更新処理において、認識された寿命消費割合を前記補正係数に応じて補正するように構成される。
【００６４】
この加工管理装置では、余命情報更新部の更新処理において、寿命消費割合が補正係数に応じて補正されるので、オペレータの経験的な知見に基づいて補正係数を適宜設定することで、切削工具が寿命と判定される時期を調整することができ、オペレータの経験的な知見に基づいた柔軟な運用を行うことができる。
【００６５】
（第１５の態様）
第１５の態様に係る加工管理装置は、前記第４～第１４の態様のいずれかの加工管理装置において、
前記余命情報更新部が、工具寿命に至った切削工具が確認された場合、外部に報知するように構成される。
【００６６】
この加工管理装置によれば、工具寿命に至った切削工具が確認された場合に、これが外部に報知されるので、オペレータは余命情報記憶部に格納された余命情報を確認するまでもなく、適宜迅速に寿命に至った切削工具を認識することができる。
【発明の効果】
【００６７】
以上のように、本発明の第１の態様に係る加工管理装置によれば、オペレータは、所定の被削材を所定の切削工具で加工する際に、これら被削材及び切削工具の材質に係る情報が少なくとも含まれる寿命影響因子に係る情報、並びに希望する切削時間を入力することで、これに適応した切削速度に係る情報を得ることができ、できるだけ工具交換をしないで連続加工を行いたい場合に、このような切削時間に応じた切削速度を容易に得ることができる。
【００６８】
また、前記第４の態様に係る加工管理装置によれば、オペレータは、前記余命情報記憶

部に格納された余命情報を確認することで、各切削工具について、その残された余命を認識することができ、その余命状態に応じて工具交換等の準備を前もって行うなど、迅速な対応を採ることができる。また、切削工具が寿命に至ったかどうかを定量的に把握することができる。

【００６９】

また、前記第２～第３の態様の各加工管理装置、並びに前記第５～第１５の態様に係る各加工管理装置についても、それぞれ上述した各効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【００７０】

【図１】本発明の一実施形態に係る加工管理装置等を示したブロック図である。

【図２】本実施形態に係る工具情報記憶部に格納されるデータを示したデータテーブルである。

【図３】本実施形態に係る余命情報記憶部に格納されるデータを示したデータテーブルである。

【図４】本実施形態に係る温度情報検出部における処理を説明するための説明図である。

【図５】本実施形態に係る温度情報検出部における処理を説明するための説明図である。

【図６】本実施形態に係る温度情報検出部における処理を説明するための説明図である。

【図７】加工履歴データの一例を示す説明図である。

【図８】加工履歴データから得られる係数ｎと係数Ｃの関係を示したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【００７１】

以下、本発明の具体的な実施の形態について、図面を参照しながら説明する。図１は、本実施形態に係る加工管理装置等を示したブロック図である。

【００７２】

図１に示すように、本例の加工管理装置１は、工具情報記憶部３、余命情報記憶部４、適応切削速度算出部５、余命情報更新部６、工具情報生成部７、温度情報検出部８、表示制御部９、入出力制御部１０及び入出力インターフェース１１を備える演算装置２、並びに前記入出力インターフェース１１にそれぞれ接続されたディスプレイ１２、入出力装置１３及び撮像カメラ１４から構成される。そして、この演算装置２の入出力インターフェース１１には、工作機械２１を制御するＮＣ装置２０が接続されている。以下、各部の詳細について説明する。

【００７３】

尚、演算装置２は、ＣＰＵ、ＲＯＭ及びＲＡＭなどを備える所謂コンピュータから構成され、また、前記工具情報記憶部３及び余命情報記憶部４はＲＡＭなどの読み書き可能な記憶媒体から構成され、適応切削速度算出部５、余命情報更新部６、工具情報生成部７、温度情報検出部８、表示制御部９及び入出力制御部１０は、それぞれその機能を実行可能なソフトウェアから構成される。

【００７４】

１．ディスプレイ及び入出力装置

前記ディスプレイ１２は、文字情報や画像を表示するもので、通常の液晶ディスプレイやタッチパネルなどから構成される。また、前記入出力装置１３は、例えば、キーボードなどの入力機器、及びデータを適宜記録媒体に出力するためのデータ出力機器や、音声を出力する音声出力機器などから構成されるが、前記ディスプレイ１２がタッチパネルから構成され、入出力機器としてこのタッチパネルで十分な場合には、この入出力装置１３は、特に設ける必要はない。この場合、以下の説明において入出力装置１３が果たす役割は、タッチパネルに置き換えられる。

【００７５】

２．撮像カメラ

前記撮像カメラ１４は、カラー画像を撮像する機器で、例えば、エリアセンサカメラから構成される。この撮像カメラ１４は、前記工作機械２１の加工領域内に撮像領域が設定

されるように配設され、切削工具によって被削材を加工した際に生じる切屑のカラー画像を所定の時間間隔で撮像し、得られたカラー画像データを、前記入出力インターフェース１１を介して前記演算装置２に入力する。

【００７６】

３．表示制御部及び入出力制御部

前記表示制御部９は、前記ディスプレイ１２における表示を制御する機能部であり、前記入出力制御部１０は、前記入出力装置１３を介した前記演算装置２へのデータの入力、及び前記演算装置２から前記入出力装置１３へのデータの出力を制御する機能部である。尚、前記ディスプレイ１２がタッチパネルから構成される場合には、これら表示制御部９及び入出力制御部１０は、タッチパネル上への表示、及びタッチパネルからの入力を制御するように構成される。

【００７７】

４．工具情報記憶部

前記工具情報記憶部３は、前記工作機械２１で使用される各切削工具に係る情報を記憶する機能部であり、具体的には、工具の種類、工具材質、被削材の材質、切込み幅、標準切削速度、標準寿命時間、切屑の色相、補正係数、係数ｎ及び係数Ｃに係るデータを、図２に示すようなデータテーブルとして記憶している。尚、これらのデータは、前記入出力装置１３から入力され、前記工具情報記憶部３に格納される。

【００７８】

前記係数ｎ及び係数Ｃは、Ｔａｙｌｏｒの寿命方程式である下式の係数ｎ及び係数Ｃである。この係数ｎ及び係数Ｃは、適宜設定された被削材、切削工具の材質及び切込み幅（以下、「寿命影響因子」という）の下での試加工等の経験的な手法によって得られるもので、当該工作機械で加工する可能性のある被削材、当該工作機械で使用される工具（材質）、及び切込み幅について予め取得され、当該工具情報記憶部３に格納される。

$V \cdot T^{n} = C$

【００７９】

尚、切込み幅を考慮しているのは、例えば切削工具がエンドミルの場合には空転時間を生じるため、切込み幅によって、切削時における切削工具の刃先温度に差を生じ、この結果、切削工具の摩耗状態及び寿命時間に差を生じ、これを受けて上記係数ｎ及び係数Ｃの値にも差を生じるからである。

【００８０】

前記標準切削速度及び標準寿命時間は、例えば、切削工具メーカから提供されるもので、標準切削速度は対応する被削材及び切削工具に対して推奨される切削速度であり、標準寿命時間はその標準切削速度で加工した場合の当該切削工具の寿命時間である。また、切屑の色相は、標準切削速度で加工したときの切屑の色相であり、切削工具メーカから提供されるか、又は、対応する被削材、切削工具、切込み幅及び標準切削速度で加工したときの切屑の色相が経験的に取得される。

【００８１】

切屑には金属色以外の色が表れるが、この色は、切削熱によって切屑に形成される酸化被膜の厚さに応じて生じる干渉光による色であってテンパーカラーと呼ばれ、温度が高くなり、膜厚が増えるにしたがって、薄い黄色から、オレンジ、赤、紫、青の順に変化する。したがって、切屑の色相を見ることによって、当該条件下における切削熱を知ることができる。

【００８２】

この切屑の色相は、切削直後の切屑のカラー画像データであるＲＧＢ色空間のデータ（ＲＧＢデータ）をＨＳＶ色空間のデータ（ＨＳＶデータ）に変換することによって取得することができる。尚、ＨＳＶデータは、色相（Ｈｕｅ）、彩度（Ｓａｔｕｒａｔｉｏｎ）及び明度（Ｖａｌｕｅ）から構成される。色相は、０．０から３６０．０まで変化し、色相が示された色環に沿った角度で示される。カラー画像の撮像には、上述した撮像カメラ１４を用いることができる。また、切屑を撮像する際に用いる照明（例えば、工作機械内

の照明）は、白色光源（例えば、ハロゲンランプ等）が好ましく、３原色発光のＲＧＢタイプの蛍光灯やＬＥＤ照明は不向きである。

【００８３】

前記補正係数は、切削工具の寿命判断において寿命時間を補正するための係数であり、必要に応じてオペレータにより任意に設定される。所定の前記寿命影響因子（被削材、切削工具及び切込み幅）に係る加工条件で加工する場合に、オペレータは、経験的な知見から、寿命と見做す時間を少し延長しても良い、或いは逆に少し短縮した方が良いと判断する場合がある。補正係数は、このような調整を行うための係数である。

【００８４】

この工具情報記憶部３に格納されたデータは、前記表示制御部９による制御の下で前記ディスプレイ１２に表示可能であり、また、前記入出力制御部１０による制御の下で前記入出力装置１３に出力可能である。

【００８５】

５．余命情報記憶部

前記余命情報記憶部４は、工作機械２１で使用される各切削工具について、その余命に係る情報、本例では余命率を記憶する機能部である。余命率は、概念的には、余命時間を寿命時間で除したものと観念され、切削工具の新品時の余命率を「１．０」とし、実切削加工による寿命消費分が徐々に減じられて、当該切削工具が寿命に至ったときには、その余命率は「０」となるような数値で表わされる。

【００８６】

例えば、切削速度$V_1$で$T_1$時間加工し、ついで、切削速度$V_2$で$t_2$時間加工し、次に切削速度$V_3$で$t_3$時間加工して当該切削工具が寿命に至ったとすると、切削速度$V_1$で$t_1$時間加工した後の余命率$B_1$は、以下で表わされる。

$B_1=(T_1-t_1)/T_1=1-(t_1/T_1)$

尚、$T_1$は切削速度$V_1$で連続加工したときの寿命時間であり、$t_1/T_1$は寿命の消費率として把握される。

【００８７】

同様の考え方から、切削速度$V_2$で$t_2$時間加工したときの寿命消費率は、切削速度$V_2$で連続加工したときの寿命時間を$T_2$として、$t_2/T_2$で表わせるから、その余命率$B_2$は、以下で表わされる。

$B_2=B_1-(t_2/T_2)=1-(t_1/T_1)-(t_2/T_2)$

そして、切削速度$V_3$で$t_3$時間加工したときの寿命消費率は、切削速度$V_3$で連続加工したときの寿命時間を$T_3$として、$t_3/T_3$で表わせるから、その余命率$B_3$は、以下となる。

$B_3=B_2-(t_3/T_3)=1-(t_1/T_1)-(t_2/T_2)-(t_3/T_3)=0$

斯くして、前記余命情報記憶部４には、各切削工具について、このような余命率が格納される。

【００８８】

この余命情報記憶部４に格納されたデータも、前記表示制御部９による制御の下で前記ディスプレイ１２に表示可能であり、また、前記入出力制御部１０による制御の下で前記入出力装置１３に出力可能である。

【００８９】

６．温度情報検出部

前記温度情報検出部８は、前記撮像カメラ１４によって撮像され、該撮像カメラ１４から入力される切屑画像を順次処理して、最新の切屑のみの画像を抽出し、得られた画像データをＨＳＶデータに変換して、当該切屑の色相を算出し、算出した色相データを順次更新しながら保持する処理を行う。例えば、図４及び図５に示した画像が前記撮像カメラ１４から順次入力されたとすると、温度情報検出部８は、これらの画像データを一時保持して、２つの画像データの差分を取る処理を行い、図６に示すような最新の切屑のみの画像

を抽出し、得られた画像データをＨＳＶデータに変換して、当該切屑の色相を算出する。このように、温度情報検出部８は、撮像カメラ１４から順次入力される前後の画像データを差分処理することによって、最新の切屑のみの画像を順次抽出してその色相データを算出し、算出した色相データを順次更新しながら保持する。

【００９０】

７．余命情報更新部

前記余命情報更新部６は、以下の初期値設定処理、係数認識処理、更新処理及び外部報知処理を実行する機能部である。

【００９１】

1)初期値設定処理

この初期値設定処理は、所定の切削工具について新品のものに交換された場合に、オペレータが前記入出力装置１３から当該切削工具が新品である情報を入力することによって、当該入力情報を受け付け、対応する切削工具について、前記余命情報記憶部４に格納された余命率を初期値である「１．０」に設定する処理である。その際、余命情報更新部６は、前記工具情報記憶部３を参照し、対応する切削工具について補正係数が設定されている場合には、当該補正係数に応じて初期値を補正する。尚、初期値「１．０」は標準的な寿命率である。

【００９２】

例えば、図３に示した「工具番号１」の切削工具を新品のものに交換した場合、余命情報更新部６は、まず、これらの情報の入力を受け付けて、前記余命情報記憶部４に格納された図３に示すデータテーブルを参照し、「工具番号１」の工具の種類が「Ｋ１」であることを認識する。ついで、余命情報更新部６は、工具情報記憶部３に格納された図２に示すデータテーブルを参照して、工具の種類が「Ｋ１」である場合の補正係数「０．９」を認識し、標準余命率の初期値である「１．０」を補正係数「０．９」で除して、余命率の補正後の初期値として「１．１」を算出し、算出された余命率を余命情報記憶部４に格納する。尚、本例では、補正係数は除算するような概念のものとしているが、積算する概念のものとしても良い。

【００９３】

2)係数認識処理

余命情報更新部６は、前記工作機械２１で実行される実切削加工における、前記寿命影響因子に係る情報、並びに実切削速度及び該実切削速度の下での実切削時間をそれぞれ認識し、認識した寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部３を参照して、該寿命影響因子に係る情報（被削材、各切削工具及びその切込み幅）に応じた前記係数ｎ及び係数Ｃを認識する（係数認識処理）。

【００９４】

この実切削加工における寿命影響因子情報の認識は、工作機械２１で切削加工を実行する前に、例えばオペレータが前記入出力装置１３からこれらの情報を入力することによって、当該余命情報更新部６が認識するようにすることができる。或いは、余命情報更新部６は、前記ＮＣ装置２０によって実行される当該加工用のＮＣプログラムに記述されたコードから解釈される寿命影響因子に係る情報を、前記ＮＣ装置２０から受け付けて認識することができる。同様に、実切削速度及び該実切削速度の下での実切削時間についても、余命情報更新部６は、前記ＮＣプログラムに記述されたコードから解釈される実切削速度及び該実切削速度の下での実切削時間を、前記ＮＣ装置２０から受け付けて認識することができる。

【００９５】

そして、余命情報更新部６は、このようにして認識される寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部３を参照して、当該寿命影響因子に係る情報（被削材、各切削工具及びその切込み幅）に応じた前記係数ｎ及び係数Ｃを認識する。

【００９６】

尚、余命情報更新部６は、認識された寿命影響因子情報に対応した係数Ｃが工具情報記

憶部３に格納されていない場合に、当該寿命影響因子情報に対応した標準切削速度、標準寿命時間及び係数ｎが格納されている場合には、当該標準切削速度、標準寿命時間及び係数ｎを認識する。

【００９７】

或いは、余命情報更新部６は、認識された寿命影響因子情報に対応した係数ｎ及び係数Ｃが工具情報記憶部３に格納されていない場合に、当該寿命影響因子情報に対応した色相が格納されている場合には、前記温度検出部８によって検出された実加工における色相データを当該温度検出部８から取得し、取得した色相データを基に工具情報記憶部３を参照して、当該実加工における色相と同じ色相、又は当該実可能の色相に近似した色相の係数ｎ及び係数Ｃを、当該寿命影響因子情報（被削材、各切削工具及びその切込み幅）に対応した係数ｎ及び係数Ｃとして認識する。

【００９８】

3)更新処理

余命情報更新部６は、上述した係数認識処理によって得られた各切削工具の実切削速度、実切削時間、係数ｎ及び係数Ｃを基に、前記実切削加工により、対応する各切削工具の寿命が消費された割合い（寿命消費率）を算出し、前記余命情報記憶部４に記憶された余命率から当該寿命消費率を減算することにより、当該余命率を更新する（更新処理）。

【００９９】

この寿命消費率の算出方法、及びは余命率の算出方法は上述した通りであるが、念のため、再度簡単に説明すると、例えば、切削速度$V_1$で$t_1$時間加工し、ついで、切削速度$V_2$で$t_2$時間加工し、次に切削速度$V_3$で$t_3$時間加工して当該切削工具が寿命に至った場合、切削速度$V_1$で$t_1$時間加工した後の余命率$B_1$、次に切削速度$V_2$で$t_2$時間加工したときの寿命消費率$B_2$、その後に切削速度$V_3$で$t_3$時間加工したときの寿命消費率$B_3$は、それぞれ以下となる。尚、この場合の余命率Ｂの初期値は、ｋを補正係数として、１／ｋである。

$B_1 = 1/k - (t_1/T_1)$

$B_2 = B_1 - (t_2/T_2) = 1/k - (t_1/T_1) - (t_2/T_2)$

$B_3 = B_2 - (t_3/T_3) = 1/k - (t_1/T_1) - (t_2/T_2) - (t_3/T_3) = 0$

尚、$T_1$は切削速度$V_1$で連続加工したときの寿命時間、$T_2$は切削速度$V_2$で連続加工したときの寿命時間、$T_3$は切削速度$V_3$で連続加工したときの寿命時間であり、係数ｎ及び係数Ｃを用いてそれぞれ下式によって算出される。

$T_1 = (C/V_1)^{1/n}$

$T_2 = (C/V_2)^{1/n}$

$T_3 = (C/V_3)^{1/n}$

また、$t_1/T_1$、$t_2/T_2$、$t_3/T_3$はそれぞれ寿命消費率である。

【０１００】

尚、前記工具情報記憶部３に、実加工における寿命影響因子情報に対応した係数Ｃが格納されておらず、これらに対応した標準切削速度、標準寿命時間及び係数ｎが格納されている場合には、余命情報更新部６は、上述したように、係数認識処理において、当該標準切削速度、標準寿命時間及び係数ｎを認識し、この更新処理では、これら標準切削速度、標準寿命時間及び係数ｎを用いて、実加工による寿命消費率を算出して、前記余命情報記憶部４に記憶された余命率を更新する。

【０１０１】

標準切削速度を$V_s$、この標準切削速度$V_s$で加工したときの標準寿命時間を$T_s$とし、また、或る切削速度$V_1$で加工したときの寿命時間を$T_1$とすると、上記Ｔａｙｌｏｒの寿命方程式から、次式が成立する。

$V_1 \cdot T_1^{\,n} = V_s \cdot T_s^{\,n} = C$

これを変形することで、切削速度$V_1$で加工したときの寿命時間$T_1$は、次式によって表される。

$T_1 = T_s \cdot (V_s / V_1)^{1/n}$

斯くして、切削速度$V_1$で$t_1$時間加工した後の寿命消費率$t_1 / T_1$は、下式によって算出される。

$t_1 / T_1 = t_1 / (T_s \cdot (V_s / V_1)^{1/n})$

【０１０２】

また、前記工具情報記憶部３に、実加工における寿命影響因子情報に対応した係数Ｃが格納されておらず、また、これらに対応した標準切削速度、標準寿命時間及び係数ｎも格納されていない場合において、当該寿命影響因子情報に対応した色相が格納されている場合には、上述したように、余命情報更新部６は、係数認識処理において、前記温度検出部８によって検出された実加工における色相データを当該温度検出部８から取得し、取得した色相データを基に工具情報記憶部３を参照して、当該実加工における色相と同じ色相、又は当該実加工の色相に近似した色相の係数ｎ及び係数Ｃを、当該寿命影響因子情報に対応した係数ｎ及び係数Ｃとして認識する。この場合、余命情報更新部６は、このようにして認識された係数ｎ及び係数Ｃを用いて実加工による寿命消費率を算出し、算出した寿命消費率を用いて前記余命情報記憶部４に記憶された余命率を更新する。

【０１０３】

4)外部報知処理

余命情報更新部６は、余命情報記憶部４に記憶された各切削工具の余命率を更新することにより、当該余命率が「０」となった切削工具が確認された場合には、当該切削工具が寿命に至った認識して、当該切削工具が寿命に至ったことを外部に報知する（外部報知処理）。外部報知の態様としては、前記表示制御９を介した前記ディスプレイ１２へのアラーム表示を例示することができる。

【０１０４】

８．適応切削速度算出部

前記適応切削速度算出部５は、オペレータが、所定の寿命影響因子に係る加工条件で所定時間の加工を希望する場合に、これに適応した切削速度を算出する機能部である。

【０１０５】

具体的には、適応切削速度算出部５は、まず、前記入出力装置１３を介してオペレータが入力する、加工条件としての寿命影響因子に係る情報（被削材、切削工具及び切込み幅）並びに希望切削時間に係る情報を受け付け、受け付けた寿命影響因子に係る情報を基に前記工具情報記憶部３を参照して、該寿命影響因子情報に応じた前記係数ｎ及び係数Ｃを認識するとともに、前記余命情報記憶部を参照して当該切削工具に応じた余命率を認識する。

【０１０６】

そして、適応切削速度算出部５は、認識した係数ｎ、係数Ｃ及び余命率Ｂａを基に、前記寿命方程式に準じて、即ち、下式に従って、前記希望切削時間に適応した切削速度を算出し、算出した切削速度に係る情報を前記表示制御部９を介して前記ディスプレイ１２に表示する。

$V_a = C (B_a / T_a)^n$

ここに、$T_a$は希望切削時間、であり、$V_a$は希望切削時間に適応した切削速度である。

【０１０７】

９．工具情報生成部

前記工具情報生成部７は、前記入出力装置１３から入力された加工履歴情報を基に、当該寿命影響因子情報に対応した係数ｎ及び係数Ｃを算出して前記工具情報記憶部３に格納する処理を実行する機能部である。

【０１０８】

具体的には、この工具情報生成部７は、まず、前記入出力装置１３から入力される少なくとも２組の加工履歴情報を受け付ける。この加工履歴情報は、所定の被削材を所定の切削工具及び切込み幅（寿命影響因子に係る所定の条件）で加工し、当該切削工具が寿命に至るまでの間の、切削速度及びこの切削速度の下での切削時間を対の情報として蓄積され

る履歴情報である。この加工履歴情報は、対応する寿命影響因子に係る情報とともに前記入出力装置１３から入力される。このようにして入力される加工履歴情報の一例を図７に示す。

【０１０９】

次に、工具情報生成部７は、受け付けた２組の履歴情報を基に、前記寿命方程式に準じて該寿命影響因子情報に対応した前記係数ｎ及び係数Ｃを算出する。

【０１１０】

上述したように、切削速度$V_1$で$t_1$時間加工し、ついで、切削速度$V_2$で$t_2$時間加工し、次に切削速度$V_3$で$t_3$時間加工して当該切削工具が寿命に至った場合、切削速度$V_1$で連続加工したときの寿命時間を$T_1$、切削速度$V_2$で連続加工したときの寿命時間を$T_2$、切削速度$V_3$で連続加工したときの寿命時間を$T_3$とすると、それぞれの寿命消費率は、$t_1/T_1$、$t_2/T_2$、$t_3/T_3$で表わされるから、余命率を「１」とすると、

$$1 = t_1/T_1 + t_2/T_2 + t_3/T_3$$

となる。尚、

$$T_1 = (C/V_1)^{1/n}$$
$$T_2 = (C/V_2)^{1/n}$$
$$T_3 = (C/V_3)^{1/n}$$

であるから、

$$1 = t_1 \cdot (V_1/C)^{1/n} + t_2 \cdot (V_2/C)^{1/n} + t_3 \cdot (V_3/C)^{1/n}$$

となり、これを一般化すると、

$$1 = t_1 \cdot (V_1/C)^{1/n} + \cdots + t_i \cdot (V_i/C)^{1/n}$$

となる。

未知数である係数ｎ及び係数Ｃは２つであるので、２組の加工履歴データがあれば、理論的には、これらの係数ｎ及び係数Ｃを導き出すことができる。

例えば、上記一般式に２組の加工履歴データをそれぞれ代入して得られる２つの式を用意し、各式について、係数ｎの値を変えながら係数Ｃの値を算出し、得られたデータをグラフ上にプロットして得られる２本の線図の交点から、解としての係数ｎ及び係数Ｃを得ることができる（図８参照）。

【０１１１】

工具情報生成部７は、以上の処理によって、加工履歴情報を基に、当該寿命影響因子情報に対応した前記係数ｎ及び係数Ｃを算出し、これらの情報を前記工具情報記憶部３に格納する。

【０１１２】

以上の構成を備えた本例の加工管理装置１によれば、オペレータが、所定の被削材を所定の切削工具で加工する際に、これら被削材、切削工具の材質、その切込み幅（寿命影響因子）、並びに希望する切削時間に係る情報を、前記入出力装置１３を介して入力することで、前記適応切削速度算出部５において、当該切削工具の余命率に適合し、前記希望切削時間に適応した切削速度が算出され、算出された切削速度に係る情報が前記ディスプレイ１２に表示される。斯くして、オペレータは、工具に要するコストを押さえる、或いは、工具交換によって加工時間が長くなるのを回避するなど、できるだけ工具交換をしないで連続加工を行いたい場合に、このような切削時間に応じた切削速度を容易に得ることができる。

【０１１３】

また、本例の加工管理装置１によれば、前記工作機械２１で使用される各切削工具について、その余命率が前記余命情報記憶部４に格納され、前記工作機械２１で加工が実行される場合には、前記余命情報更新部６によって、実加工で使用される各切削工具について、当該加工で寿命が消費される割合い（寿命消費率）が算出され、余命情報記憶部４に格納された既存の余命率から寿命消費率を減算することによって、余命情報記憶部４に格納された余命率が更新され、余命率が「０」となった切削工具が確認された場合には、当該

切削工具が寿命に至ったことが外部に報知される。

【０１１４】

したがって、オペレータは、各切削工具が寿命に至ったことを的確に把握することができ、工具交換などの措置を適宜適切に実行することができる。また、オペレータは、余命情報記憶部４に格納された各切削工具の余命率を確認することで、工具摩耗の進行度合いを定量的に把握することができ、工具交換の準備などの予備的な対応を事前に行うことができる。

【０１１５】

また、この加工管理装置１では、前記余命情報更新部６において、余命情報記憶部４に格納される各切削工具の余命率の初期値を設定する際に、前記工具情報記憶部３に格納された補正係数を用いてこの初期値を補正するようにしているので、オペレータの経験的な知見から、寿命と見做す時間を少し延長しても良い、或いは逆に少し短縮した方が良いと判断される場合に、これに応じた補正係数に設定することで、当該オペレータの知見を反映させた寿命時間に調整することができる。

【０１１６】

また、前記余命情報更新部６において寿命消費率を算出する際に、対象となる被削材、工具材質及び切込み幅（寿命影響因子）に対応した係数Ｃが工具情報記憶部３に格納されていない場合でも、これらに対応する標準切削速度$Ｖ_{s}$、標準切削速度$Ｖ_{s}$及び係数ｎが格納されている場合には、これらを用いて寿命消費率を算出するようにしているので、工具寿命管理を柔軟に行うことが可能となっている。

【０１１７】

また、前記余命情報更新部６において寿命消費率を算出する際に、対象となる被削材、工具材質及び切込み幅（寿命影響因子）に対応した係数ｎ及び係数Ｃが工具情報記憶部３に格納されていない場合に、切屑の色相に係る情報が係数ｎ及び係数Ｃに関連付けられて工具情報記憶部３に格納されている場合には、余命情報更新部６は、実加工中に前記温度情報検出部８によって検出される色相データを基に、前記工具情報記憶部３に格納されたデータを参照して、当該実加工に対応した係数ｎ及び係数Ｃを推定して、寿命消費率を算出するようにしているので、この観点からも、工具寿命管理を柔軟に行うことが可能となっている。

【０１１８】

また、この加工管理装置１では、所定の被削材を所定の切削工具及び切込み幅（寿命影響因子に係る所定条件）で加工し、当該切削工具が寿命に至るまで間の、切削速度及びこの切削速度の下での切削時間を対の情報として蓄積される、少なくとも２組の加工履歴情報が得られている場合には、当該寿命影響因子に係る情報とともに、この２組の加工履歴情報を入力することで、前記工具情報生成部７により、この寿命影響因子情報に対応した係数ｎ及び係数Ｃが算出され、これらの情報が前記工具情報記憶部３に格納される。斯くして、前記工具情報記憶部３に格納される情報をより充実したものにすることができる。

【０１１９】

以上、本発明の具体的な実施の形態について説明したが、本発明が採り得る態様は何らこれに限定されるものではない。

【０１２０】

例えば、上述した例では、被削材、切削工具の材質及び切込み幅を、工具寿命に影響を与える因子（前記寿命影響因子）として捉えたが、加工態様によっては、必ずしもこの切込み幅を考慮する必要がない場合がある。この場合、上例において、前記寿命影響因子に、被削材及び切削工具の材質のみを含めるようにしても良い。

【０１２１】

一方、加工態様によっては、切削工具の送り量や切込み深さが工具寿命に少なからず影響を与えることがある。このような切削工具の送り量や切込み深さを考慮する場合、上例の寿命影響因子には、上述した被削材及び切削工具の材質の他に、少なくとも切削工具の送り量、切込み幅及び切込み深さの内のいずれかが含まれていても良い。更には、この寿

命影響因子には、上述した被削材、切削工具の材質、送り量、切込み幅及び切込み深さ以外の他の因子が含まれていても良い。

【０１２２】

また、上例では、前記余命率の初期値に対して補正係数を適用するようにしたが、補正係数を適用する態様は、これに限られるものではない。例えば、余命率の初期値を「１」として、前記余命消費率に補正係数を適用するようにしても良い。

例えば、余命率が初期値の「１」の状態から、切削速度$V_1$で$t_1$時間加工したとすると、切削速度$V_1$で連続加工したときの寿命時間を$T_1$とし、補正係数をｋとすると、寿命消費率は、

$t_1 /（k \cdot T_1）$

となり、加工後の余命率$B_1$は、

$B_1 = 1 - t_1 /（k \cdot T_1）$

となる。

このようにしても、オペレータの知見を反映させた寿命時間に調整することができる。

【０１２３】

また、この場合、前記適応切削速度算出部５は、上記のようにして補正係数を反映させたて算出された余命率に基づいて、希望切削時間に適応した切削条件を算出するように構成される。

【０１２４】

また、上例では補正係数を反映させるようにしたが、このような態様に限られるものではなく、前記余命情報更新部６及び適応切削速度算出部５の処理において、上述した補正係数を反映させないようにしても良い。この場合、前記工具情報記憶部３に補正係数を格納する必要はない。

【０１２５】

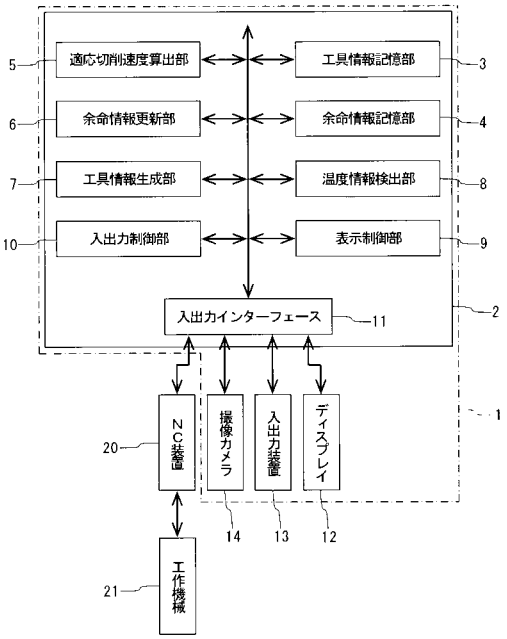
また、上例では、温度情報として色相データを用いたが、これに限られるものではなく、他の色空間のデータであっても良い。また、温度情報を温度データそのものとすることもできる。この場合、温度データは、実加工における切削部近辺の温度を測温計によって直接測温する、或いは切削部又は切屑の温度を赤外線カメラによって測定することによって得られる。

【符号の説明】

【０１２６】

１　　加工管理装置
３　　工具情報記憶部
４　　余命情報記憶部
５　　適応切削速度算出部
６　　余命情報更新部
７　　工具情報生成部
８　　温度情報検出部
９　　表示制御部
１０　入出力制御部
１１　入出力インターフェース
１２　ディスプレイ
１３　入出力装置
１４　撮像カメラ
２０　ＮＣ装置
２１　工作機械

【図１】



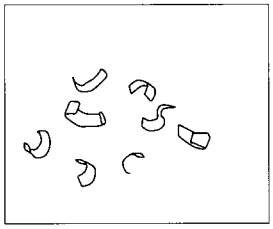

【図２】

| 工具種類 | 工具材質 | 被削材材質 | 切込み幅 [mm] | 標準切削速度 [m/min] | 標準寿命 [min] | 切屑の色相 | 補正係数 | 係数n | 係数C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K1 | ｺｰﾃｨﾝｸﾞ | S45C | 4 | 100 | 20 | 70 | 0.9 | 0.4 | 500 |
| K1 | ｺｰﾃｨﾝｸﾞ | FC250 | 4 | 100 | 30 | 55 | 0.9 | 0.4 | 800 |
| K2 | P10 | SS4000 | 4 | 85 | 25 | 60 | 1.1 | 0.3 | 800 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |

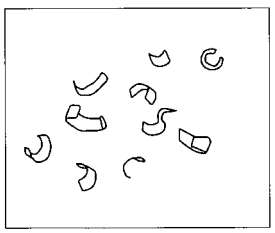
【図３】

| 工具番号 | 工具種類 | 余命率 |
|---|---|---|
| 1 | K1 | 0.3 |
| 2 | K2 | 0.7 |
| 3 | K1 | 1.0 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |

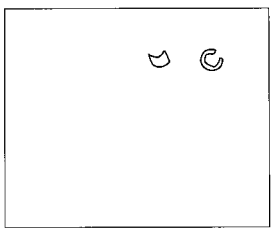
【図４】



【図５】



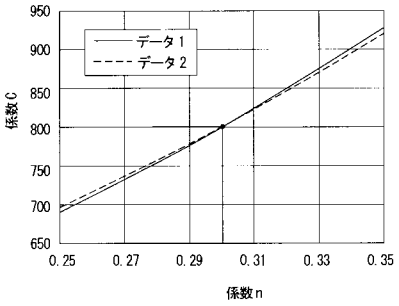
【図６】



【図７】

| データ番号 | 切削速度 V[m/min] | 使用時間 T[min] |
|---|---|---|
| 1 | 300 | 13.1 |
| | 360 | 7.2 |
| 2 | 300 | 7.9 |
| | 360 | 7.2 |
| | 400 | 2 |

【図８】



フロントページの続き

(72)発明者　河合　謙吾
奈良県大和郡山市北郡山町１０６番地　ＤＭＧ森精機株式会社内

Ｆターム(参考) 3C001 KA03 KB00 TA03 TA04 TA06 TB10 TC05
3C029 DD01 EE01
3C269 AB05 BB12 EF02 EF18 EF21 MN26 MN27 MN28 MN36 MN47
QE32