(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2017 210 004 A1** 2017.12.21

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 210 004.4**
(22) Anmeldetag: **14.06.2017**
(43) Offenlegungstag: **21.12.2017**

(51) Int Cl.: ***G05B 19/4065*** (2006.01)
B23Q 15/28 (2006.01)
G05B 19/416 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2016-121395 20.06.2016 JP

(71) Anmelder:
DMG MORI CO., LTD., Yamatokoriyama-shi, Nara, JP

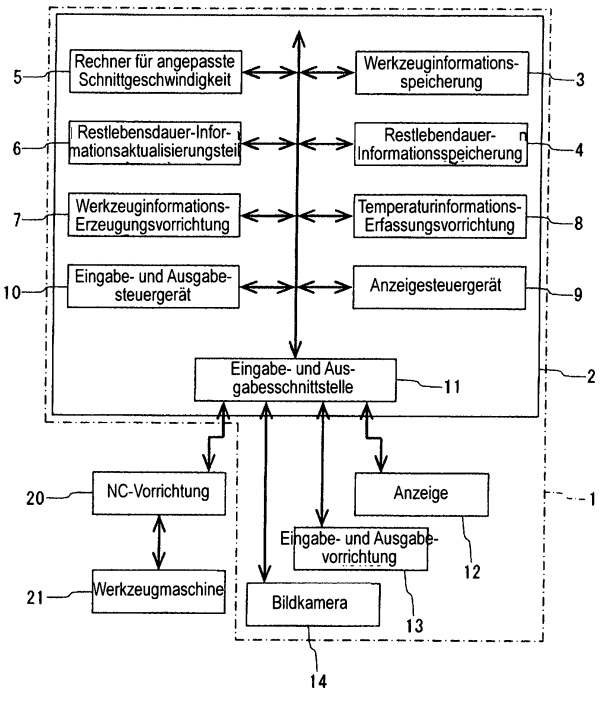
(74) Vertreter:
isarpatent - Patentanwälte- und Rechtsanwälte Behnisch Barth Charles Hassa Peckmann & Partner mbB, 80801 München, DE

(72) Erfinder:
Ono, Katsuhiko, Yamatokoriyama-shi, Nara, JP; Nishikawa, Shizuo, Yamatokoriyama-shi, Nara, JP; Sakamoto, Masataka, Yamatokoriyama-shi, Nara, JP; Kawai, Kengo, Yamatokoriyama-shi, Nara, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung 1 umfasst eine Werkzeuginformationsspeicherung 3, die darin Informationen in Bezug auf jedes der in einer Werkzeugmaschine 21 verwendeten Schneidwerkzeuge speichert und darin einen Koeffizienten n und einen Koeffizienten C in einer Gleichung der Werkzeuglebensdauer entsprechend Einflussfaktoren der Werkzeuglebensdauer speichert, die zumindest ein zu schneidendes Werkstück und ein Material des Schneidwerkzeugs umfassen, und eine Rechenvorrichtung 5 für eine geeignete Schnittgeschwindigkeit, die ausführt eine Bearbeitungsbedingung-Empfangsverarbeitung zum Empfangen, als frei eingestellte Bearbeitungsbedingungen, von Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren und Informationen über eine gewünschte Schnittzeit, eine Koeffizientenerkennungsverarbeitung zum Erkennen des Koeffizienten n und des Koeffizienten C, die den empfangenen Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung 3 auf der Grundlage der empfangenen Informationen der Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren und eine Schnittgeschwindigkeit-Berechnungsverarbeitung zum Berechnen einer Schnittgeschwindigkeit, die an die gewünschte Schnittzeit angepasst ist, gemäß der Werkzeuglebensdauergleichung auf der Grundlage des erkannten Koeffizienten n und des Koeffizienten C.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung/Bearbeitungsmanagementvorrichtung, die Zerspanungsbedingungen/Schneidebedingungen unter Berücksichtigung der Werkzeuglebensdauer von Schneidwerkzeugen, die in einer Werkzeugmaschine verwendet werden, ableitet und die Werkzeuglebensdauer der Schneidwerkzeuge verwaltet.

Stand der Technik

[0002] Bei der Bearbeitung eines Werkstücks mit einem Schneidwerkzeug verschlechtert sich eine Schneidkante des Schneidwerkzeugs allmählich, und demzufolge verschlechtert sich die Oberflächengenauigkeit einer bearbeiteten Oberfläche in Abhängigkeit von dem Verschleißgrad und es wird langsam unmöglich, eine stabile Maßgenauigkeit zu erhalten. Wenn sich ferner die Oberflächengenauigkeit der bearbeiteten Oberfläche über ihre Grenze verschlechtert oder die Maßgenauigkeit über ihre Grenze instabil wird, beurteilt der Bediener (Operator), dass das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht hat und ersetzt das Schneidwerkzeug durch ein neues und setzt dann die Bearbeitung fort.

[0003] Abgesehen von der oben erwähnten Oberflächengenauigkeit der bearbeiteten Oberfläche und der Maßgenauigkeit kann die Beurteilung der Werkzeuglebensdauer auf der Grundlage einer auf die Werkzeugmaschine beim Schneiden wirkenden Last, eines Schneidgeräusches oder dergleichen erfolgen. Jedoch hängt die Beurteilung der Werkzeuglebensdauer in jedem Fall in hohem Maße von dem Gespür ab, das der Bediener durch jahrelange Erfahrung erworben hat, und demzufolge besteht ein Problem, dass die Beurteilung nicht quantitativ erfolgen kann. Daher kann, wenn der Bediener eine falsche Beurteilung vornimmt und ein Schneidwerkzeug fortlaufend verwendet, das bereits das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht hat, eine Schneidkante des Schneidwerkzeugs kaputtgehen und dadurch kann das Werkstück oder das Schneidwerkzeug selbst beschädigt werden. Wenn ferner eine mechanische Last ihre Grenze überschreitet, könnte die Werkzeugmaschine beschädigt werden. Demzufolge achtet der Bediener in der Regel zu jeder Zeit auf die Werkzeugmaschine und ersetzt jedes Werkzeug durch ein neues ein wenig im Voraus, bevor es das Ende seiner wirklichen Werkzeuglebensdauer erreicht, um eine Gefahr zu vermeiden.

[0004] Dementsprechend ist eine Werkzeuglebensdauer-Verwaltungsvorrichtung vorgeschlagen worden, die eingerichtet ist, um auf der Grundlage eines in einer Werkzeugmaschine ausgeführten NC-Programms die Anzahl von Malen, die jedes Schneidwerkzeug verwendet wurde, durch Ausführung des NC-Programms zu akkumulieren/anzusammeln, und um für ein Schneidwerkzeug, dessen kumulative Anzahl von Verwendungen einen zuvor eingestellten maximalen Wert überschritten hat, zu beurteilen, dass das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht hat (siehe nachfolgend aufgeführte Patentliteratur 1).

[0005] Gemäß dieser Werkzeuglebensdauer-Verwaltungsvorrichtung kann die Beurteilung der Werkzeuglebensdauer quantitativ erfolgen, ohne von dem Gespür bzw. der Wahrnehmung des Bedieners abhängig zu sein; demzufolge ist es möglich, eine stetige, konsistente Beurteilung vorzunehmen.

Zitatliste

Patentliteratur

[0006]

[Patentliteratur 1] Ungeprüfte japanische Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 2007-21656

Zusammenfassung der Erfindung

Technisches Problem

[0007] Übrigens ist es in dem Bereich des modernen Schneidens unter Verwendung einer Werkzeugmaschine immer erwünscht, die Bearbeitungsleistung zu verbessern, und im Hinblick auf die Verbesserung der Bearbeitungsleistung ist ein hochwirksames Schneiden erwünscht, das ein Werkstück mit einer hohen Schneider Geschwindigkeit bearbeitet. Bei einer derartigen Bearbeitung mit einer hohen Schneidegeschwindigkeit wird davon ausgegangen, dass eine Werkzeuglebensdauer des Schneidwerkzeugs einem Diffusionsverschleiß unterliegt, der von der Temperatur einer Schneidkante des Schneidwerkzeugs beim Schneiden abhängt, und es wird davon ausgegangen, dass die folgende Gleichung zwischen der Werkzeuglebensdauer T und der Schneidkantentemperatur θ gilt:

$$\theta \cdot T^{nt} = Ct,$$

wobei nt und Ct Konstanten sind, die von dem Werkzeugmaterial und dem Werkstück (Material) abhängig sind.

[0008] Weiterhin ist bekannt, dass eine Schneidtemperatur θ und Schnittgeschwindigkeit V die folgende Beziehung aufweisen:

$$\theta \propto V^{m}$$

wobei m ein Einflusskoeffizient der Schnittgeschwindigkeit V auf die Schneidtemperatur θ ist.

[0009] Ferner wird die folgende Gleichung von der oben beschriebenen relationalen Gleichung zwischen der Werkzeuglebensdauer T und der Schneidkantentemperatur θ und der relationalen Gleichung zwischen der Schneidtemperatur θ und der Schnittgeschwindigkeit V abgeleitet:

$V \cdot T^n = C$

[0010] Wobei n und C Koeffizienten sind, die von dem Werkzeugmaterial und dem Werkstück (Material) abhängig sind.

[0011] Diese Gleichung ist als Taylor-Gleichung der Werkzeuglebensdauer bekannt.

[0012] Wie aus dieser Gleichung der Werkzeuglebensdauer hervorgeht, hängt eine Werkzeuglebensdauer von einer Schnittgeschwindigkeit ab, und es gibt eine geeignete Schnittgeschwindigkeit, um eine gewünschte Werkzeuglebensdauer zu erhalten. Wenn demzufolge erwünscht ist, eine kontinuierliche Bearbeitung durchzuführen, während der Werkzeugtausch so weit wie möglich vermieden wird, um die Kosten für Werkzeuge zu minimieren oder um zu verhindern, dass die Bearbeitungszeit durch einen Werkzeugwechsel verlängert wird, ist es erforderlich, eine Schnittgeschwindigkeit zu erkennen, die einer solchen Bearbeitungszeit entspricht (eine Bearbeitungszeit bis zum Erreichen des Endes der Werkzeuglebensdauer).

[0013] Ferner, wie aus der relationalen Gleichung zwischen der Werkzeuglebensdauer T und der Schneidkantentemperatur θ hervorgeht, hängt eine Werkzeuglebensdauer eines Schneidwerkzeugs von dem Werkzeugmaterial und dem zu schneidenden Werkstück ab. Um demzufolge eine Werkzeuglebensdauer eines Schneidwerkzeugs quantitativ und genauer zu beurteilen, ist es erforderlich, eine Beurteilung zumindest unter Berücksichtigung des Werkzeugmaterials und des Werkstücks vorzunehmen.

[0014] Bei der oben beschriebenen herkömmlichen Werkzeuglebensdauer-Verwaltungsvorrichtung werden das Werkzeugmaterial und das Werkstück jedoch überhaupt nicht berücksichtigt. Demzufolge kann die Vorrichtung eine Werkzeuglebensdauer eines Schneidwerkzeugs nicht genau beurteilen.

[0015] Die vorliegende Erfindung wurde in Hinblick auf die oben beschriebenen Umstände erreicht, und eine Aufgabe hiervon besteht darin, eine Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung bereitzustellen, die in der Lage ist, eine Schnittgeschwindigkeit abzuleiten, die eine gewünschte Bearbeitungszeit bereitstellen kann, und eine weitere Aufgabe besteht darin, eine Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung bereitzustellen, die in der Lage ist, eine genaue Beurteilung der Werkzeuglebensdauer unter Berücksichtigung von zumindest einem Werkzeugmaterial und einem zu schneidenden Werkstück vorzunehmen.

Lösung des Problems

[0016] Die vorliegende Erfindung betrifft zum Erfüllen der oben erwähnten Aufgaben Bearbeitungsverwaltungsvorrichtungen, die in den unten beschriebenen Formen (Modi) implementiert/realisiert sind.

(Erste Form)

[0017] Eine Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß einer ersten Form, umfassend:
eine Werkzeuginformationsspeicherung, die darin Informationen in Bezug auf jedes der in einer Werkzeugmaschine verwendeten Schneidwerkzeuge speichert, wobei die Werkzeuginformationsspeicherung darin einen Koeffizienten n und einen Koeffizienten C in einer nachfolgenden Gleichung der Werkzeuglebensdauer entsprechend Einflussfaktoren der Werkzeuglebensdauer speichert, die zumindest ein zu schneidendes Werkstück und ein Material des Schneidwerkzeugs umfassen; und
einen Rechner beziehungsweise eine Rechenvorrichtung für eine geeignete/angepasste Schnittgeschwindigkeit, der/die ausführt eine Bearbeitungsbedingung-Empfangsverarbeitung zum Empfangen, als frei eingestellte Bearbeitungsbedingungen, von Informationen über die Einflussfaktoren der Werkzeuglebensdauer und Informationen über eine gewünschte Schnittzeit, eine Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung zum Erkennen des Koeffizienten n und des Koeffizienten C, die den empfangenen Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung auf der Grundlage der empfangenen Informationen der Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren und eine Schnittgeschwindigkeit-Berechnungsverarbeitung zum Berechnen einer Schnittgeschwindigkeit, die an die gewünschte Schnittzeit angepasst ist, gemäß der unten stehenden Werkzeuglebensdauergleichung auf der Grundlage des erkannten Koeffizienten n und des Koeffizienten C:

$V \cdot T^n = C$

wobei V eine Schnittgeschwindigkeit ist, T eine Werkzeuglebensdauer darstellt und n und C Koeffizienten sind.

[0018] Bei dieser Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung werden der Koeffizient n und der Koeffizient C der obigen Gleichung, die die oben beschriebene Taylor-Gleichung der Werkzeuglebensdauer ist, die den Einflussfaktoren der Werkzeuglebensdauer entsprechen, umfassend zumindest ein zu schnei-

dendes Werkstück und ein Schneidwerkzeugmaterial, in Verbindung mit den entsprechenden Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren in der Werkzeuginformationsspeicherung gespeichert. Der Koeffizient n und der Koeffizient C, die den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, werden zuvor auf empirische Art und Weise erhalten, wie beispielsweise bei einer Versuchsbearbeitung oder dergleichen, und für zumindest jedes Werkstück mit einer Möglichkeit einer Bearbeitung in der Werkzeugmaschine und jedes in der Werkzeugmaschine verwendetes Werkzeug (Werkzeugmaterial) zuvor erhalten und in der Werkzeuginformationsspeicherung gespeichert.

[0019] Wenn Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren einschließlich zumindest des zu schneidenden Werkstücks und des Schneidwerkzeugmaterials und Informationen über eine gewünschte Schnittzeit, die freieingestellte Bearbeitungsbedingungen darstellen, in die Berechnungsvorrichtung für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit eingegeben werden, führt die Berechnungsvorrichtung für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit die Bearbeitungsbedingungs-Empfangsverarbeitung zum Empfangen der eingegebenen Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren und Informationen über die gewünschte Schnittzeit aus und führt dann die Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung zum Erkennen des Koeffizienten n und des Koeffizienten C, die den empfangenen Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung auf der Grundlage der empfangenen Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren aus.

[0020] Basierend auf den erkannten Koeffizienten n und Koeffizienten C führt die Berechnungsvorrichtung für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit die Schnittgeschwindigkeit-Berechnungsverarbeitung zum Berechnen einer Schnittgeschwindigkeit, die auf die gewünschte Schnittzeit gemäß der obigen Werkzeuglebensdauergleichung angepasst wird, d. h., durch die folgende Gleichung aus:

$$V_a = C/T_a^n$$

wobei T_a die gewünschte Schnittzeit ist und V_a die auf die gewünschte Schnittzeit ausgelegte/angepasste Schnittgeschwindigkeit ist.

[0021] Wie oben beschrieben, kann mit dieser Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung, bei der Bearbeitung eines vorgegebenen Werkstücks mit einem vorgegebenen Schneidwerkzeug, der Bediener/Operator Informationen über eine auf eine gewünschte Schnittzeit angepasste Schnittgeschwindigkeit durch Eingeben von Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren, die zumindest Informationen über das Werkstück und das Material des Schneidwerkzeugs umfassen, und Informationen über die gewünschte Schnittzeit erhalten. Wenn demzufolge eine kontinuierliche Bearbeitung durchgeführt werden soll, während ein Werkzeugtausch so weit wie möglich vermieden wird, um die Kosten für Werkzeuge zu minimieren oder um zu verhindern, dass eine Bearbeitungszeit durch einen Werkzeugwechsel verlängert wird, kann der Bediener eine einer solchen Schnittzeit entsprechende Schnittgeschwindigkeit erhalten (Schnittzeit bis zum Erreichen des Endes der Werkzeuglebensdauer des Schneidwerkzeugs).

[0022] Es ist zu beachten, dass in dieser ersten Form die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren wie oben beschrieben zumindest das zu schneidende Werkstück und das Schneidwerkzeugmaterial umfassen; allerdings können die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren selbstverständlich auch andere Faktoren umfassen.

(Zweite Form)

[0023] Eine Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß einer zweiten Form ist derart, dass in der Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß der ersten Form,

die Werkzeuginformationsspeicherung eingerichtet ist, um darin den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, umfassend das zu schneidende Werkstück, das Material des Schneidwerkzeugs und zumindest eines aus einem Vorschub des Schneidwerkzeugs, einer Schnittbreite und einer Schnitttiefe zu speichern, und

die Berechnungsvorrichtung für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit eingerichtet ist, um in der Maschinenbedingungs-Empfangsverarbeitung als frei eingestellte Maschinenbedingungen Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren und Informationen über eine gewünschte Schnittzeit zu empfangen, und in der Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den empfangenen Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung auf der Grundlage der empfangenen Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren zu erkennen.

[0024] Die Temperatur einer Schneidkante eines Schneidwerkzeugs beim Schneiden variiert gemäß einer Schnittbreite, weil es zum Beispiel in dem Fall, in dem das Schneidwerkzeug ein Schaftfräser ist, eine Laufzeit (Racing Time) gibt. Demzufolge ändert sich der Verschleißzustand des Schneidwerkzeugs gemäß der Schnittbreite, selbst wenn die Bearbeitung mit demselben Werkstück und demselben Schneidwerkzeug durchgeführt wird; folglich ändert sich die Zeit, bis das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht. Ferner ändert

sich der Verschleißzustand des Schneidwerkzeugs in geringem Maße auch gemäß einem Vorschub des Schneidwerkzeugs oder einer Schnitttiefe; folglich ändert sich die Zeit bzw. der Zeitpunkt, bis das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht.

[0025] Dementsprechend werden der Koeffizient n und der Koeffizient C, die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, die das zu schneidende Werkstück, das Material des Schneidwerkzeugs und zumindest eines aus einem Vorschub des Schneidwerkzeugs, einer Schnittbreite und einer Schnitttiefe umfassen, in der Werkzeuginformationsspeicherung gespeichert. In der Berechnungsvorrichtung für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit wird eine auf die gewünschte Schnittzeit angepasste Schnittzeit auf der Grundlage des Koeffizienten n und des Koeffizienten C berechnet, die diesen Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, wobei eine geeignete Schnittgeschwindigkeit, die ermöglicht, dass die gewünschte Schnittzeit innerhalb einer genauen Werkzeuglebensdauer liegt, die den Vorschub des Schneidwerkzeugs, die Schnittbreite oder die Schnitttiefe berücksichtigt, abgeleitet werden kann.

[0026] Es ist zu beachten, dass in der zweiten Form die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren wie oben beschrieben das zu schneidende Werkstück, das Schneidwerkzeugmaterial und zumindest eines aus dem Vorschub des Schneidwerkzeugs, der Schnittbreite und der Schnitttiefe umfassen; allerdings können die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren selbstverständlich andere Faktoren umfassen.

(Dritte Form)

[0027] Eine Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß einer dritten Form ist derart, dass in der Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß der ersten Form oder der zweiten Form
die Werkzeuginformationsspeicherung eingerichtet ist, um ferner darin einen Korrekturkoeffizienten für die Werkzeuglebensdauer zu speichern, der für jedes der Schneidwerkzeuge eingestellt wird, und
die Berechnungsvorrichtung für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit eingerichtet ist, um in der Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung ferner den Korrekturkoeffizienten für ein entsprechendes Schneidwerkzeug aus der Werkzeuginformationsspeicherung zu erkennen und in der Schnittgeschwindigkeit-Berechnungsverarbeitung eine an die gewünschte Schnittzeit angepasste Schnittgeschwindigkeit gemäß der Werkzeuglebensdauergleichung auf der Grundlage des erkannten Koeffizienten n, Koeffizienten C und Korrekturkoeffizienten zu berechnen.

[0028] Bei der derart eingerichteten Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung wird in der Berechnungsvorrichtung für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit die gewünschte Schnittzeit mit dem in der Werkzeuginformationsspeicherung gespeicherten Korrekturkoeffizienten korrigiert und auf der Grundlage der korrigierten gewünschten Schnittzeit wird eine daran angepasste Schnittgeschwindigkeit berechnet. Die angepasste Schnittgeschwindigkeit V_a wird beispielsweise durch die folgende Gleichung berechnet:

$$V_a = C/(T_a \cdot k)^n,$$

wobei T_a die gewünschte Schnittzeit ist, V_a die an die gewünschte Schnittzeit T_a angepasste Schnittgeschwindigkeit ist und K der Korrekturkoeffizient ist, der frei eingestellt wird.

[0029] Beim Beurteilen einer Werkzeuglebensdauer eines Schneidwerkzeugs kann in dem Fall, in dem eine Bearbeitung mit einem vorgegebenen Werkstück und einem vorgegebenen Schneidwerkzeug oder mit einem vorgegebenen Werkstück, einem vorgegebenen Schneidwerkzeug und einem vorgegebenen Vorschub, Schnittbreite oder Schnitttiefe durchgeführt wird, der Bediener auf der Grundlage seines Erfahrungswissens beurteilen, dass die Zeit bis zum Beurteilen, dass das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht hat, geringfügig verlängert werden kann, oder dass die Zeit etwas verkürzt werden sollte. Demzufolge, um flexibel auf eine solche Beurteilung des Bedieners zu reagieren, wird die gewünschte Schnittzeit, d. h. eine Schnittzeit bis zum Beurteilen, dass das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht hat, mit dem oben beschriebenen Korrekturkoeffizienten korrigiert.

(Vierte Form)

[0030] Eine Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß einer vierten Form, umfassend: Eine Werkzeuginformationsspeicherung, die darin Informationen in Bezug auf jedes der in einer Werkzeugmaschine verwendeten Schneidwerkzeuge speichert, wobei die Werkzeuginformationsspeicherung darin einen Koeffizienten n und einen Koeffizienten C in einer folgenden Werkzeuglebensdauergleichung speichert, die den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, die zumindest ein zu schneidendes Werkstück und ein Material des Schneidwerkzeugs umfassen;
eine Restlebensdauer-Informationsspeicherung, die darin Informationen über eine Restlebensdauer jedes der Schneidwerkzeuge speichert; und
ein Restlebensdauer-Aktualisierungsteil, der eingerichtet ist, um eine Anfangswert-Einstellungsverarbeitung zum Empfangen von Informationen, die angeben, das jedes Schneidwerkzeug neu ist, und Einstellen der Informationen über die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung gespeicherte Restlebensdauer des Schneidwerkzeugs auf einen Anfangswert auszuführen, und um eine Koeffizienten-

Erkennungsverarbeitung zum Erkennen von Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren beim tatsächlichen in der Werkzeugmaschine durchgeführten Schneiden und Erkennen von Informationen über eine tatsächliche Schnittgeschwindigkeit und eine tatsächliche Schnittzeit unter der tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit beim tatsächlichen Schneiden, und Erkennen des Koeffizienten n und des Koeffizienten C, die den erkannten Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung auf der Grundlage der erkannten Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren, und eine Aktualisierungsverarbeitung zum Erkennen einer Rate eines Werkzeuglebensverbrauchs durch das tatsächliche Schneiden für jedes der entsprechenden Schneidwerkzeuge auf der Grundlage der erkannten tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit, tatsächlichen Schnittzeit, des Koeffizienten n und des Koeffizienten C für das Schneidwerkzeug und Aktualisieren der Informationen über die Restlebensdauer jedes der entsprechenden Schneidwerkzeuge, die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung gespeichert sind, auf der Grundlage der erkannten Rate des Werkzeuglebensdauerverbrauchs des Schneidwerkzeugs auszuführen;

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

wobei V eine Schnittgeschwindigkeit ist, T eine Werkzeuglebensdauer ist und n und C Koeffizienten sind.

[0031] In dieser Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung werden in ähnlicher Weise zu der obigen der Koeffizient n und der Koeffizient C der oben beschriebenen Taylor-Gleichung der Werkzeuglebensdauer entsprechend den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren, die zumindest ein zu schneidendes/zerspannendes Werkstück und ein Schneidwerkzeugmaterial umfassen, in Verbindung mit den entsprechenden Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren in der Werkzeuginformationsspeicherung gespeichert. Der Koeffizient n und der Koeffizient C, die den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, werden zuvor auf empirische Weise erhalten, wie beispielsweise durch eine Versuchs-/Probenbearbeitung oder dergleichen, und für zumindest jedes Werkstück mit einer Möglichkeit einer Bearbeitung in der Werkzeugmaschine und jedes in der Werkzeugmaschine verwendetes Werkzeug (Werkzeugmaterial) zuvor erhalten und in der Werkzeuginformationsspeicherung gespeichert.

[0032] Ferner werden Informationen über eine Restlebensdauer jedes der Schneidwerkzeuge in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung gespeichert. Die Restlebensdauerinformationen jedes Schneidwerkzeugs sind Informationen, die die Restlebensdauer des Schneidwerkzeugs angeben, und können beispielsweise numerisch ausgedrückt werden, so dass die Restlebensdauer ”1.0” ist, wenn das Schneidwerkzeug neu ist, die Werkzeuglebensdauerverbräuche durch tatsächliches Schneiden werden sequenziell/der Reihe nach davon subtrahiert und die Restlebensdauer wird ”0”, wenn das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht. Demzufolge können in diesem Fall die Informationen, die die Restlebensdauer jedes Schneidwerkzeugs angeben, als eine ”Restlebensdauerrate” des Schneidwerkzeugs angesehen werden und der Werkzeuglebensdauerverbrauch kann als eine ”Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate” (oder ”Restlebensdauer-Verbrauchsrate”) angesehen werden.

[0033] Der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil führt die Anfangswert-Einstellungsverarbeitung zum Empfangen von Informationen, die angeben, dass jedes Schneidwerkzeug neu ist, und Einstellen der Restlebensdauerinformationen des Schneidwerkzeugs, die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung gespeichert sind, auf einen Anfangswert aus. Die Informationen, die angeben, dass jedes Schneidwerkzeug neu ist, können beispielsweise durch den Bediener eingegeben werden.

[0034] Ferner erkennt der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren beim tatsächlichen Schneiden, das in der Werkzeugmaschine durchgeführt wird, und erkennt eine tatsächliche Schnittgeschwindigkeit und eine Schnittzeit unter der tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit beim tatsächlichen Schneiden, und erkennt den Koeffizienten n und den Koeffizienten C entsprechend der erkannten Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung auf der Grundlage der erkannten Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren (Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung).

[0035] Es ist zu beachten, dass der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil die Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren beim tatsächlichen Schneiden (das heißt, Informationen mit zumindest dem zu schneidenden Werkstück und den Materialien der Schneidwerkzeuge) beispielsweise durch Empfangen von externen Eingaben von dem Bediener oder durch Empfangen von Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren, die von Codes, die in einem NC-Programm für das Schneiden enthalten sind, von einer NC-Vorrichtung, die das NC-Programm ausführt, ausgelegt/übersetzt werden, erkennen kann. Ferner kann der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil die tatsächliche Schnittgeschwindigkeit und die tatsächliche Schnittzeit unter der tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit durch Empfangen von

Informationen darüber von der NC-Vorrichtung, die das NC-Programm ausführt, erkennen.

[0036] Anschließend führt der Restlebensdauer-Aktualisierungsteil die Aktualisierungsverarbeitung zum Erkennen einer Rate eines Werkzeuglebensdauerverbrauchs durch das tatsächliche Schneiden für jedes der entsprechenden Schneidwerkzeuge auf der Grundlage der erkannten tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit, tatsächlichen Schnittzeit, des Koeffizienten n und des Koeffizienten C für das Schneidwerkzeug und Aktualisieren der Restlebensdauerinformationen jedes der entsprechenden Schneidwerkzeuge, die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung gespeichert sind, auf der Grundlage der erkannten Rate des Werkzeuglebensdauerverbrauchs des Schneidwerkzeugs aus.

[0037] Wenn beispielsweise eine Bearbeitung für t Minuten bei einer Schnittgeschwindigkeit V_1 durchgeführt wird, wenn eine Werkzeuglebensdauer für den Fall, in dem die Bearbeitung bei der Schnittgeschwindigkeit V_1 durchgeführt wird, T_1 beträgt, wird die Rate des Werkzeuglebensdauerverbrauchs (Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate) durch ein tatsächliches Schneiden des entsprechenden Schneidwerkzeugs durch t/T_1 dargestellt. Der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil aktualisiert die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung gespeicherten Restlebensdauerinformationen mit der so berechneten Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate, das heißt, aktualisiert die Restlebensdauerrate durch Subtrahieren der Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate von der in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung gespeicherten Restlebensdauerrate.

[0038] Somit kann gemäß dieser Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung der Bediener die verbleibende Werkzeuglebensdauer jedes Schneidwerkzeugs durch Überprüfen der in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung gespeicherten Restlebensdauerinformationen erkennen. Demzufolge kann der Bediener zuvor gemäß dem Zustand der Restlebensdauer jedes Schneidwerkzeugs einen Werkzeugwechsel oder dergleichen vorbereiten und kann demzufolge sofort Maßnahmen ergreifen.

[0039] Ferner kann der Bediener quantitativ erkennen, ob jedes Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht hat.

[0040] Es ist zu beachten, dass in dieser vierten Form die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren wie oben beschrieben zumindest das zu schneidende Werkstück und das Schneidwerkzeugmaterial umfassen; allerdings können die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren selbst verständlich andere Faktoren umfassen.

(Fünfte Form)

[0041] Eine Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß einer fünften Form ist derart, dass in der Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß der vierten Form

die Werkzeuginformationsspeicherung eingerichtet ist, um darin den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren mit dem zu schneidenden Werkstück, dem Material des Schneidwerkzeugs und zumindest einem aus einem Vorschub des Schneidwerkzeugs, einer Schnittbreite und eine Schnitttiefe umfassen, zu speichern, und

der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil eingerichtet ist, um bei der Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren beim tatsächlichen Schneiden, das in der Werkzeugmaschine durchgeführt wird, zu erkennen und Informationen über eine tatsächliche Schnittgeschwindigkeit und eine tatsächliche Schnittzeit unter der tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit beim tatsächlichen Schneiden zu erkennen, und den Koeffizienten n und den Koeffizienten C entsprechend der erkannten Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung auf der Grundlage der erkannten Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren zu erkennen.

[0042] Wie oben beschrieben, ändert sich die Temperatur einer Schneidkante eines Schneidwerkzeugs beim Schneiden gemäß einer Schnittbreite, weil es beispielsweise in dem Fall, in dem das Schneidwerkzeug ein Schaftfräser ist, eine Laufzeit (Racing Time) gibt. Demzufolge ändert sich der Verschleißzustand des Schneidwerkzeugs gemäß der Schnittbreite, selbst wenn eine Bearbeitung mit demselben Werkstück oder demselben Schneidwerkzeug durchgeführt wird; folglich ändert sich die Zeit, bis das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht. Ferner ändert sich der Verschleißzustand des Schneidwerkzeugs in geringem Maße auch gemäß einem Vorschub des Schneidwerkzeugs oder einer Schnitttiefe; folglich ändert sich die Zeit, bis das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht.

[0043] Demzufolge werden der Koeffizient n und der Koeffizient C entsprechend den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren, umfassend das zu schneidende Werkstück, das Material des Schneidwerkzeugs und zumindest eines aus einem Vorschub des Schneidwerkzeugs, einer Schnittbreite und eine Schnitttiefe, in der Werkzeuginformationsspeicherung gespeichert. In dem Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil werden bei der Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren, eine tat-

sächliche Schnittgeschwindigkeit und eine tatsächliche Schnittzeit unter der tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit beim tatsächlichen Schneiden, das in der Werkzeugmaschine durchgeführt wird, erkannt, und der Koeffizient n und der Koeffizient C entsprechend den erkannten Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren werden durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung auf der Grundlage der erkannten Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren erkannt. Es ist zu beachten, dass der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil den Vorschub des Schneidwerkzeugs, die Schnittbreite oder die Schnitttiefe durch Empfangen von externen Eingaben, die durch den Bediener vorgenommen werden oder durch Empfangen eines Vorschubs, einer Schnittbreite oder einer Schnitttiefe, die von in einem NC-Programm für das Schneiden enthaltenen Codes von einer NC-Vorrichtung, die das NC-Programm ausführt, ausgelegt werden, erkennen kann.

[0044] Mit dieser Konfiguration/Anordnung wird in dem Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil eine genauere Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate unter Verwendung des Koeffizienten n und des Koeffizienten C entsprechend den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren berechnet und die in der Restlebensdauer Speicherung gespeicherten Restlebensdauerinformationen werden auf genauere Informationen aktualisiert. Demzufolge kann der Bediener eine genauere Restlebensdauer für jedes Schneidwerkzeug erkennen.

[0045] Es ist zu beachten, dass in dieser fünften Ausführungsform die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren wie oben beschrieben das zu schneidende Werkstück, das Schneidwerkzeugmaterial und zumindest eines aus dem Vorschub des Schneidwerkzeugs, der Schnittbreite und der Schnitttiefe umfassen; allerdings können die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren selbstverständlich andere Faktoren umfassen.

(Sechste Form)

[0046] Eine Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß einer sechsten Form ist derart, dass in der Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß der vierten Form

die Werkzeuginformationsspeicherung eingerichtet ist, um darin zumindest eine Standardschnittgeschwindigkeit, eine Standardwerkzeuglebensdauer, den Koeffizienten n und den Koeffizienten C entsprechend den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren zu speichern, und

Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil eingerichtet ist, um in der Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren beim tatsächlichen Schneiden, das in der Werkzeugmaschine durchgeführt wird, zu erkennen und Informationen über eine tatsächliche Schnittgeschwindigkeit und eine tatsächliche Schnittzeit unter der tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit in dem tatsächlichen Schneiden zu erkennen, und die Standardschnittgeschwindigkeit, die Standardwerkzeuglebensdauer und den Koeffizienten n entsprechend den erkannten Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung auf der Grundlage der erkannten Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren zu erkennen, und in der Aktualisierungsverarbeitung eine Rate des Werkzeuglebensdauerverbrauchs durch das tatsächliche Schneiden für jedes der entsprechenden Schneidwerkzeuge auf der Grundlage der erkannten tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit, tatsächlichen Schnittzeit, Standardschnittgeschwindigkeit, Standardwerkzeuglebensdauer und des Koeffizienten n für das Schneidwerkzeug zu erkennen und die Informationen über die Restlebensdauer jedes der entsprechenden Schneidwerkzeuge, die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung gespeichert sind, auf der Grundlage der erkannten Rate für den Werkzeuglebensdauerverbrauch des Schneidwerkzeugs zu aktualisieren.

[0047] Es ist zu beachten, dass die Standardschnittgeschwindigkeit und die Standardwerkzeuglebensdauer, die den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, beispielsweise durch den Hersteller des Schneidwerkzeugs bereitgestellt werden; die Standardschnittgeschwindigkeit ist eine empfohlene Schnittgeschwindigkeit für das Schneidwerkzeug und die Standardwerkzeuglebensdauer ist eine Werkzeuglebensdauer des Schneidwerkzeugs für den Fall, in dem eine Bearbeitung bei der Standardschnittgeschwindigkeit durchgeführt wird.

[0048] In der so eingerichteten Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung wird in der Aktualisierungsverarbeitung in dem Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil eine Rate des Werkzeuglebensdauerverbrauchs durch tatsächliches Schneiden jedes der entsprechenden Schneidwerkzeuge auf der Grundlage der tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit, tatsächlichen Schnittzeit, Standardschnittgeschwindigkeit, Standardwerkzeuglebensdauer und des Koeffizienten n für das Schneidwerkzeug erkannt.

[0049] In diesem Zusammenhang gilt auf der Grundlage der oben erwähnten Taylor-Gleichung der Werkzeuglebensdauer die folgende Gleichung:

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

wobei V_s die Standardschnittgeschwindigkeit ist, T_s die Standardwerkzeuglebensdauer für den Fall ist, in dem eine Bearbeitung bei der Standardschnittgeschwindigkeit V_s durchgeführt wird, und T_1 ist eine Werkzeuglebensdauer für den Fall, in dem eine Be-

arbeitung bei einer bestimmten Schnittgeschwindigkeit V_1 durchgeführt wird.

[0050] Durch Umwandeln der obigen Gleichung kann die Werkzeuglebensdauer T_1 für den Fall, in dem eine Bearbeitung bei der Schnittgeschwindigkeit V_1 durchgeführt wird, durch die folgende Gleichung dargestellt werden:

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

[0051] Somit kann in dem Fall, in dem die Standardschnittgeschwindigkeit V_s und die Standardwerkzeuglebensdauer T_s bekannt sind, selbst wenn der Koeffizient C nicht bekannt ist, die Werkzeuglebensdauer unter Verwendung der Standardschnittgeschwindigkeit V_s, der Standardwerkzeuglebensdauer T_s und des Koeffizienten n berechnet werden, und die Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate kann unter Verwendung der berechneten Werkzeuglebensdauer berechnet werden. Es ist zu beachten, dass, wenn die tatsächliche Schnittzeit t beträgt, die Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate (t/T1) $t/T_1 = t/(T_s \cdot (V_s/V_1)^{1/n})$ ist.

(Siebte Form)

[0052] Eine Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß einer siebten Form ist derart, dass in der Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß der fünften Form

die Werkzeuginformationsspeicherung eingerichtet ist, um darin zumindest eine Standardschnittgeschwindigkeit, eine Standardwerkzeuglebensdauer, den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, zu speichern, und

der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil eingerichtet ist, um in der Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren beim tatsächlichen Schneiden, das in der Werkzeugmaschine durchgeführt wird, zu erkennen, und Informationen über eine tatsächliche Schnittgeschwindigkeit und eine tatsächliche Schnittzeit unter der tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit in dem tatsächlichen Schneiden zu erkennen, und die Standardschnittgeschwindigkeit, die Standardwerkzeuglebensdauer und den Koeffizienten n entsprechend den erkannten Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung auf der Grundlage der erkannten Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren zu erkennen, und in der Aktualisierungsverarbeitung eine Rate eines Werkzeuglebensdauerverbrauchs durch das tatsächliche Schneiden für jedes der entsprechenden Schneidwerkzeuge auf der Grundlage der erkannten tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit, tatsächlichen Schnittzeit, Standardschnittgeschwindigkeit, Standardwerkzeuglebensdauer und des Koeffizienten n für das Schneidwerkzeug zu erkennen und die Informationen über die Restlebensdauer jedes der entsprechenden Schneidwerkzeuge, die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung gespeichert sind, auf der Grundlage der erkannten Rate des Werkzeuglebensdauerverbrauchs des Schneidwerkzeugs zu aktualisieren.

[0053] In dieser Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung können in dem Fall, in dem sich der Verschleißzustand eines Schneidwerkzeugs gemäß dem Vorschub des Schneidwerkzeugs, der Schnittbreite oder der Schnitttiefe ändert, genauere Restlebensdauerinformationen erhalten werden, die dies berücksichtigen. Ferner wird in ähnlicher Weise zu der sechsten Form in der Aktualisierungsverarbeitung in dem Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil eine Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate jedes der entsprechenden Schneidwerkzeuge auf der Grundlage der tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit, tatsächlichen Schnittzeit, Standardschnittgeschwindigkeit, Standardwerkzeuglebensdauer und des Koeffizienten n für das Schneidwerkzeug berechnet. Demzufolge kann, selbst wenn der Koeffizient C nicht bekannt ist, die Werkzeuglebensdauer unter Verwendung der Standardschnittgeschwindigkeit, der Standardwerkzeuglebensdauer und des Koeffizienten n berechnet werden, und die Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate kann unter Verwendung der berechneten Werkzeuglebensdauer berechnet werden.

(Achte Form)

[0054] Eine Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß einer achten Form ist derart, dass die Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß der vierten Form oder der fünften Form ferner eine Temperaturinformations-Erfassungsvorrichtung (Temperaturinformationsdetektor) zum Erhalten von Informationen über eine Schneidetemperatur beim Schneiden eines Werkstücks mit jedem der Schneidwerkzeuge umfasst,

Werkzeuginformationsspeicherung eingerichtet ist, um ferner darin die Informationen über die Schneidtemperatur entsprechend dem Koeffizienten n und dem Koeffizienten C zu speichern, und

der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil eingerichtet ist, um in der Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung in dem Fall, in dem der Koeffizient n und der Koeffizient C entsprechend dem tatsächlichen Schneiden in der Werkzeuginformationsspeicherung nicht gespeichert sind, den Koeffizienten n und den Koeffizienten C entsprechend dem tatsächlichen Schneiden durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung auf der Grundlage der Informationen über die Schneidetemperatur, die durch die Temperaturinformations-Erfassungsvorrichtung erhalten wird, zu schätzen und die Aktualisierungsverarbeitung unter Verwendung des ge-

schätzten Koeffizienten n und Koeffizienten C auszuführen.

[0055] In dieser Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung bezieht sich beispielsweise in dem Fall, in dem Daten über den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren beim tatsächlichen Schneiden entsprechen, nicht in der Werkzeuginformationsspeicherung gespeichert werden/sind, der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil in der Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung auf die Werkzeuginformationsspeicherung auf der Grundlage von Schneidtemperaturinformationen die durch die Temperaturinformations-Erfassungsvorrichtung erhalten werden, um den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die der gleichen Schneidtemperatur entsprechen, als Schneidtemperaturinformationen, oder den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die einer Schneidtemperatur entsprechen, die den Schneidtemperaturinformationen angenähert ist, zu erkennen, und schätzt den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die dem tatsächlichen Schneiden bei dem erkannten Koeffizienten n und Koeffizienten C entsprechen. Anschließend führt der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil die oben beschriebene Aktualisierungsverarbeitung unter Verwendung des geschätzten Koeffizienten n und Koeffizienten C aus. Somit kann gemäß dieser Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung, selbst wenn Daten über den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die dem Werkstück oder dem Material des Schneidwerkzeugs beim tatsächlichen Schneiden entsprechen, nicht in der Werkzeuginformationsspeicherung gespeichert werden/sind, die Rate des Werkzeuglebensdauerverbrauchs durch das tatsächliche Schneiden unter Verwendung der Schneidtemperaturinformationen in dem tatsächlichen Schneiden berechnet werden, und die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung gespeicherten Restlebensdauerinformationen können mit der berechneten Rate des Werkzeuglebensdauerverbrauchs aktualisiert werden. Es ist zu beachten, dass die Temperaturinformationen selbst Temperaturdaten sein können oder Informationen sein können, die indirekt eine Temperatur angeben. Die Temperaturdaten können durch direktes Messen einer Temperatur in der Nähe eines Schnittabschnitts mit einem Thermometer oder durch Messen einer Temperatur eines Schnittabschnitts oder eine Temperatur von Spänen mit einer Infrarotkamera erhalten werden. Ferner umfassen Beispiele der Informationen, die indirekt eine Temperatur angeben, Farbdaten von Spänen, das heißt, Farbtondaten in einem HSV-Farbraum und Daten in anderen Farbräumen, und solche Daten können beispielsweise erhalten werden durch Erhalten von Farbbilddaten (RGB-Daten) von Spänen und Umwandeln der Farbbilddaten in Daten in einem geeigneten Farbraum.

(Neunte Form)

[0056] Eine Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß einer neunten Form ist derart, dass die Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß der vierten Form ferner eine Rechenvorrichtung für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit umfasst, die als frei eingestellte Maschinenbedingungen Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren und Informationen über eine gewünschte Schnittzeit empfängt, den Koeffizienten n und Koeffizienten C, die den empfangenen Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung auf der Grundlage der empfangenen Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren erkennt, die Informationen über die Restlebensdauerinformationen des Schneidwerkzeugs durch Bezugnahme auf die Restlebensdauer-Informationenspeicherung erkennt und eine Schnittgeschwindigkeit, die an die gewünschte Schnittzeit angepasst ist, gemäß der Gleichung der Werkzeuglebensdauer auf der Grundlage des erkannten Koeffizienten n, Koeffizienten C und der Informationen über die Restlebensdauer des Schneidwerkzeugs berechnet.

[0057] In dieser Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung, wenn Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren und Informationen über eine gewünschte Schnittzeit, die frei eingestellte Maschine Bedingungen sind, in die Rechenvorrichtung für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit eingegeben werden, werden der Koeffizient n und der Koeffizient C, die den eingegebenen Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, erkannt und die Informationen über die Restlebensdauer des Schneidwerkzeugs wird erkannt. Anschließend wird eine auf die gewünschte Schnittzeit angepasste/angeglichene Schnittgeschwindigkeit auf der Grundlage des erkannten Koeffizienten n, Koeffizienten C und der Informationen über die Restlebensdauer des Schneidwerkzeugs berechnet.

[0058] Somit kann mit dieser Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung bei Bearbeitung eines vorgegebenen Werkstücks mit einem vorgegebenen Schneidwerkzeug der Bediener Informationen über eine an die gewünschte Schnittzeit angepasste Schnittgeschwindigkeit erhalten, indem Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren, die Informationen über das Werkstück und das Material der Schneidwerkzeugs umfassen, und die gewünschte Schnittzeit eingegeben werden. Wenn daher gewünscht wird, eine kontinuierliche Bearbeitung durchzuführen, während ein Werkzeugwechsel so weit wie möglich vermieden wird, kann der Bediener mühelos eine an eine solche Schnittzeit angepasste Schnittgeschwindigkeit erhalten, mit anderen Worten, die an die verbleibende Werkzeuglebensdauer des Schneidwerkzeugs angepasst ist, die eine

Schnittzeit von dem gegenwärtigen Zeitpunkt bis zum Erreichen des Endes der Werkzeuglebensdauer der Schneidwerkzeugs ist.

(Zehnte Form)

[0059] Eine Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß einer zehnten Form ist derart, dass die Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß der fünften Form ferner eine Rechenvorrichtung für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit umfasst, die als frei eingestellte Maschine Bedingungen Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren und Informationen über eine gewünschte Schnittzeit empfängt, den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den empfangenen Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung auf der Grundlage der empfangenen Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren erkennt, die Informationen über die Restlebensdauer des Schneidwerkzeugs durch Bezugnahme auf die Restlebensdauer-Informationsspeicherung erkennt und eine auf die gewünschte Schnittzeit angepasste Schnittgeschwindigkeit gemäß der Gleichung der Werkzeuglebensdauer auf der Grundlage des erkannten Koeffizienten n, Koeffizienten C und der Informationen über die Restlebensdauer der Schneidwerkzeugs berechnet.

[0060] In dieser Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung werden in ähnlicher Weise zu der neunten Form, wenn Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren und Informationen über eine gewünschte Schnittzeit, die frei eingestellte Maschine Bedingungen darstellen, in die Rechenvorrichtung für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit eingegeben werden, der Koeffizient n und der Koeffizient C, die den eingegebenen Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, erkannt und die Informationen über die Restlebensdauer des Schneidwerkzeugs wird erkannt. Anschließend wird eine an die gewünschte Schnittzeit angepasste Schnittgeschwindigkeit auf der Grundlage des erkannten Koeffizienten n, Koeffizienten C und der Informationen über die Restlebensdauer des Schneidwerkzeugs berechnet. Dementsprechend kann der Bediener bei der Bearbeitung eines vorgegebenen Werkstücks mit einem vorgegebenen Schneidwerkzeug Informationen über eine an eine gewünschte Schnittzeit angepasste Schnittgeschwindigkeit durch Eingeben von Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren, die Informationen über das Werkstück und das Material des Schneidwerkzeugs umfassen, und die gewünschte Schnittzeit erhalten. Wenn daher gewünscht wird, eine kontinuierliche Bearbeitung durchzuführen, während ein Werkzeugwechsel so weit wie möglich vermieden wird, kann der Bediener mühelos eine an eine solche Schnittzeit angepasste Schnittgeschwindigkeit, mit anderen Worten, die an die verbleibende Werkzeuglebensdauer der Schneidwerkzeugs angepasst ist, erhalten.

(Elfte Form)

[0061] Eine Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß einer elften Form ist derart, dass die Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß der ersten Form oder der vierten Form ferner eine Werkzeuginformation-Erzeugungsvorrichtung umfasst, die eingerichtet ist, um zumindest zwei Sätze von Verlaufsinformationen zusammen mit Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren zu empfangen, wobei die Verlaufsinformationen durch Bearbeitung eines festgelegten Werkstücks mit einem festgelegten Schneidwerkzeug und Akkumulieren eines Informationspaares, das eine Schnittgeschwindigkeit und eine Schnittzeit unter der Schnittgeschwindigkeit enthält, bis das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht, erhalten werden, den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, gemäß der Gleichung der Werkzeuglebensdauer auf der Grundlage der empfangenen zwei Sätze von Verlaufsinformationen zu berechnen und um den berechneten Koeffizienten n und Koeffizienten C zusammen mit den Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren in der Werkzeuginformationsspeicherung zu speichern.

[0062] In dieser Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung werden zunächst zwei Sätze von Verlaufsinformationen und Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren, die den Verlaufsinformationen entsprechen, in die Werkzeuginformation-Erzeugungsvorrichtung eingegeben. In der Werkzeuginformation-Erzeugungsvorrichtung werden auf der Grundlage der eingegebenen zwei Sätze von Verlaufsinformationen der Koeffizient n und der Koeffizient C, die den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, gemäß der oben beschriebenen Gleichung der Werkzeuglebensdauer berechnet und der berechnete Koeffizient n und Koeffizient C werden in der Werkzeuglebensdauer-Informationsspeicherung zusammen mit den Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren gespeichert.

[0063] Somit wird gemäß dieser Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung in dem Fall, in dem Daten über den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den vorgegebenen Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, nicht in der Werkzeuginformationsspeicherung gespeichert werden/sind, eine tatsächliche Bearbeitung unter Verwendung des Werkstücks und des Schneidwerkzeugs entsprechend den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren durchgeführt und Verlaufsinformationen, die Paare von Schnittgeschwindigkeiten und Schnittzeiten unter den Schnittgeschwindigkeiten enthalten, die akkumuliert werden, bis das Schneidwerkzeug das Ende

seiner Lebensdauer erreicht, werden erhalten, wobei es möglich ist, den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren einschließlich des Werkstücks und des Materials der Schneidwerkzeugs entsprechen, zu berechnen. Durch Speichern des berechneten Koeffizienten n und Koeffizienten C in Werkzeuginformationsspeicherung können die in der Werkzeuginformationsspeicherung gespeicherten Informationen verbessert werden.

(Zwölfte Form)

[0064] Eine Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß einer zwölften Form ist derart, dass die Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß der zweiten Form oder der fünften Form ferner eine Werkzeuginformation-Erzeugungsvorrichtung umfasst, die eingerichtet ist, um zumindest zwei Sätze von Verlaufsinformationen zusammen mit Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren zu empfangen, wobei die Verlaufsinformationen erhalten werden durch Bearbeitung eines festgelegten Werkstücks mit einem festgelegten Schneidwerkzeug mit einer Bedingung, die mit Bezug auf zumindest eines aus dem Vorschub des Schneidwerkzeugs, der Schnittbreite und der Schnitttiefe eingestellt wird, und Akkumulieren eines Informationspaares, das eine Schnittgeschwindigkeit und eine Schnittzeit unter der Schnittgeschwindigkeit enthält, bis das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht, um den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, gemäß der Gleichung der Werkzeuglebensdauer auf der Grundlage der empfangenen zwei Sätze von Verlaufsinformationen zu berechnen und um den berechneten Koeffizienten n und Koeffizienten C zusammen mit den Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren in der Werkzeuginformationsspeicherung zu speichern.

[0065] Diese Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung unterscheidet sich von der oben beschriebenen Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß der elften Form insofern, dass sie eines aus dem Vorschub des Schneidwerkzeugs, der Schnittbreite und der Schnitttiefe berücksichtigt. Demzufolge können gemäß dieser Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung in dem Fall, in dem sich der Verschleißzustand des Schneidwerkzeugs gemäß einem aus dem Vorschub der Schneidwerkzeugs, der Schnittbreite und der Schnitttiefe ändert, ein genauerer Koeffizient n und Koeffizient C berechnet werden, die dies berücksichtigen.

(Dreizehnte Form)

[0066] Eine Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß einer dreizehnten Form ist derart, dass in der Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß der vierten Form oder der fünften Form

die Werkzeuginformationsspeicherung eingerichtet ist, um ferner einen Korrekturkoeffizienten für die Werkzeuglebensdauer darin zu speichern, der für jedes der Schneidwerkzeuge eingestellt wird, und

der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil eingerichtet ist, um in der Anfangswert-Einstellungsverarbeitung den Anfangswert für das Schneidwerkzeug gemäß dem Korrekturkoeffizienten für das Schneidwerkzeug zu korrigieren, der durch Bezugnahme auf den Korrekturkoeffizienten für das Schneidwerkzeug, der in der Werkzeuginformationsspeicherung gespeichert wird, erhalten wird.

[0067] In dieser Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung wird in dem Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil der Anfangswert der Informationen über die Restlebensdauer jedes Schneidwerkzeugs, die in der Restlebensdauer-Informationenspeicherung gespeichert wird, mit dem Korrekturkoeffizienten korrigiert, der dafür in der Werkzeuginformationsspeicherung gespeichert wird. Wie oben beschrieben, kann bei der Beurteilung der Lebensdauer eines Schneidwerkzeugs in dem Fall, in dem eine Bearbeitung mit einem vorgegebenen Werkstück und einem vorgegebenen Schneidwerkzeug oder mit einem vorgegebenen Werkstück, einem vorgegebenen Schneidwerkzeug und einer vorgegebenen Schnittbreite durchgeführt wird, der Bediener auf der Grundlage seines Erfahrungswissens beurteilen, dass die Zeit bzw. der Zeitpunkt, dass das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht hat etwas verlängert werden, oder dass die Zeit etwas verkürzt werden sollte. Demzufolge ermöglicht ein Sammeln des Anfangswertes der Informationen über die Restlebensdauer jedes Schneidwerkzeugs, die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung mit einem geeigneten Korrekturkoeffizienten gespeichert wird, eine flexible Antwort auf eine solche Erfahrungsbeurteilung des Bedieners.

(Vierzehnte Form)

[0068] Eine Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß einer vierzehnten Form ist derart, dass in der Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß der vierten Form, der fünften Form, der neunten Form oder der zehnten Form

die Werkzeuginformationsspeicherung eingerichtet ist, um ferner einen Korrekturkoeffizienten für die Werkzeuglebensdauer darin zu speichern, der für jedes der Schneidwerkzeuge eingestellt wird, und

Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil eingerichtet ist, um in der Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung einen entsprechenden Korrekturkoeffizienten zu erkennen, und in der Aktualisierungsverarbeitung die erkannte Rate des Werkzeuglebensdauerverbrauchs gemäß dem Korrekturkoeffizienten zu korrigieren.

[0069] In dieser Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung wird in der Aktualisierungsverarbeitung in dem Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil die Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate gemäß dem Korrekturkoeffizienten korrigiert. Demzufolge ermöglicht ein Einstellen des Korrekturkoeffizienten als geeignet auf der Grundlage des Erfahrungswissens des Bedieners, dass die Zeit bzw. der Zeitpunkt, wenn beurteilt wird, dass das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht hat eingestellt/angepasst werden kann, was ein flexibles Management auf der Grundlage des Erfahrungswissens des Bedieners ermöglicht

(Fünfzehnte Form)

[0070] Eine Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß einer fünfzehnten Form ist derart, dass in der Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung einer der vierten bis vierzehnten Form
der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil eingerichtet ist, um eine Benachrichtigung/Meldung nach außen vorzunehmen, wenn ein Vorhandensein eines Schneidwerkzeugs, das das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht hat, bestätigt wird.

[0071] Gemäß dieser Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung wird, wenn ein Vorhandensein eines Schneidwerkzeugs, dass das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht hat, bestätigt wird, dies nach außen mitgeteilt; demzufolge kann der Bediener das Schneidwerkzeug, das das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht hat, in geeigneter Weise schnell erkennen, ohne die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung gespeicherten Restlebensdauerinformationen zu bestätigen.

Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung

[0072] Wie oben beschrieben, kann der Bediener mit der Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß der ersten Form der vorliegenden Erfindung beim Bearbeiten eines vorgegebenen Werkstücks mit einem vorgegebenen Schneidwerkzeug Informationen über eine Schnittgeschwindigkeit, die an eine gewünschte Schnittzeit angepasst ist, durch Eingeben von Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren erhalten, die zumindest Informationen über das Werkstück und das Material des Schneidwerkzeugs und der gewünschten Schnittzeit umfassen. Wenn demzufolge eine kontinuierliche Bearbeitung gewünscht wird, während ein Werkzeugwechsel so weit wie möglich vermieden wird, kann der Bediener eine an eine solche Schnittzeit angepasste Schnittgeschwindigkeit auf einfache Weise erhalten.

[0073] Ferner kann der Bediener mit der Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß der vierten Form die verbleibende Werkzeuglebensdauer jedes Schneidwerkzeugs durch Überprüfen der Restlebensdauerinformationen, die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung gespeichert werden, erkennen; demzufolge kann der Bediener sofort Maßnahmen, wie beispielsweise Vorbereiten eines Werkzeugwechsel oder dergleichen, gemäß dem Zustand der verbleibenden Werkzeuglebensdauer ergreifen. Ferner kann der Bediener quantitativ erkennen, ob jedes Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht hat.

[0074] Darüber hinaus erreichen die Bearbeitungsverwaltungsvorrichtungen gemäß den zweiten und dritten Formen und die Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß den fünften bis fünfzehnten Formen jeweils auch die oben beschriebenen Wirkungen/Effekte.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0075] **Fig.** 1 zeigt ein Blockdiagramm, das eine Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zusammen mit anderen Elementen darstellt;

[0076] **Fig.** 2 zeigt eine Datentabelle, die in einer Werkzeuginformationsspeicherung gespeicherte Daten gemäß der Ausführungsform darstellt;

[0077] **Fig.** 3 zeigt eine Datentabelle, die in einer Restlebensdauer-Informationsspeicherung gespeicherte Daten gemäß der Ausführungsform darstellt;

[0078] **Fig.** 4 zeigt eine Darstellung zur Erläuterung einer Verarbeitung in einer Temperaturinformations-Erfassungsvorrichtung gemäß der Ausführungsform;

[0079] **Fig.** 5 zeigt eine Darstellung zur Erläuterung der Verarbeitung in der Temperaturinformations-Erfassungsvorrichtung gemäß der Ausführungsform;

[0080] **Fig.** 6 zeigt eine Darstellung zur Erläuterung der Verarbeitung in der Temperaturinformation-Erfassungsvorrichtung gemäß der Ausführungsform;

[0081] **Fig.** 7 zeigt eine Darstellung, die Beispiele von Bearbeitungsverlaufsdaten darstellt; und

[0082] **Fig.** 8 zeigt einen Graphen, der eine Beziehung zwischen einem Koeffizienten n und einem Koeffizienten C darstellt, die von den Bearbeitungsverlaufsdaten erhalten werden.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0083] Nachfolgend wird eine bestimmte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. **Fig.** 1 zeigt ein Blockdiagramm, das eine Bearbeitungsverwal-

tungsvorrichtung gemäß dieser Ausführungsform zusammen mit anderen Elementen darstellt.

[0084] Wie in **Fig.** 1 gezeigt, besteht die Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung **1** gemäß dieser Ausführungsform aus einer Rechenvorrichtung (Computervorrichtung) **2**, einer Anzeige (Display) **12**, einer Eingabe-und Ausgabevorrichtung **13** und einer bildgebenden Kamera/Bildkamera **14**. Die Rechenvorrichtung **2** umfasst eine Werkzeuginformationsspeicherung **3**, eine Restlebensdauer-Informationsspeicherung **4**, eine Rechenvorrichtung **5** für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit, einen Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6**, eine Werkzeuginformations-Erzeugungsvorrichtung **7**, eine Temperaturinformations-Erfassungsvorrichtung **8**, ein Anzeigesteuergerät (Display-Controller) **9**, ein Eingabe- und Ausgabesteuergerät (Eingabe- und Ausgabe-Controller) **10** und eine Eingabe- und Ausgabe-Schnittstelle (Eingabe- und Ausgabe-Interface) **11**. Die Anzeige **12** die Eingabe- und Ausgabevorrichtung **13** und die bildgebende Kamera **14** sind jeweils mit der Eingabe- und Ausgabeschnittstelle **11** verbunden. Ferner ist eine NC-Vorrichtung **20** zum Steuern/Regeln einer Werkzeugmaschine **21** mit der Eingabe- und Ausgabeschnittstelle **11** der Rechenvorrichtung **2** verbunden. Jede dieser Komponenten wird nachfolgend im Detail beschrieben.

[0085] Es ist zu beachten, dass die Rechenvorrichtung **2** aus einem sogenannten Computer mit einer CPU, einem ROM und einem RAM besteht. Ferner bestehen die Werkzeuginformationsspeicherung **3** und die Restlebensdauer-Informationsspeicherung **4** jeweils aus einem lesbaren und beschreibbaren Speichermedium, wie beispielsweise ein RAM, und die Rechenvorrichtung **5** für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit, der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6**, die Werkzeuginformation-Erzeugungsvorrichtung **7**, die Temperaturinformation-Erfassungsvorrichtung **8**, dass Anzeigesteuergerät **9** und das Eingabe- und Ausgabesteuergerät **10** bestehen jeweils aus Software, die in der Lage ist, Ihre jeweiligen Funktionen auszuführen.

1. Anzeige und Eingabe- und Ausgabevorrichtungen

[0086] Die Anzeige **12** zeigt Zeicheninformationen und Bilder darauf an und besteht aus einer typischen Flüssigkristallanzeige, einem Berührungsfeld (Touch-Panel) oder dergleichen. Ferner besteht die Eingabe- und Ausgabevorrichtung **13** aus zum Beispiel einer Eingabevorrichtung, wie beispielsweise einer Tastatur, einer Datenausgabevorrichtung zum Ausgeben von Daten an ein geeignetes Speichermedium, einer Audioausgabevorrichtung zum Ausgeben von Tönen und anderen Komponenten. In dem Fall, in dem die Anzeige **12** aus einem Berührungsfeld besteht und das Berührungsfeld als eine Vorrichtung für eine Eingabe und eine Ausgabe ausreichend ist, muss die Eingabe- und Ausgabevorrichtung **13** nicht speziell vorgesehen sein. In einem solchen Fall werden die Funktionen, die durch die Eingabe- und Ausgabevorrichtung **13** in der folgenden Beschreibung ausgeführt werden, stattdessen durch das Berührungsfeld ausgeführt.

2. Bildgebende Kamera

[0087] Die bildgebende Kamera **14** ist eine Vorrichtung zum Erfassen eines Farbbildes und besteht aus z. B. einer Bereichssensorkamera. Die bildgebende Kamera **14** ist derart angeordnet, so dass ein Abbildungsbereich derselben innerhalb eines Bearbeitungsbereichs der Werkzeugmaschine **21** eingestellt ist. Die bildgebende Kamera **14** erfasst ein Farbbild von Spänen, die erzeugt werden, wenn ein Werkstück mit einem Schneidwerkzeug bearbeitet wird, zu vorgegebenen Zeitintervallen und gibt erhaltene Farbbilddaten in die Rechenvorrichtung **2** durch die Eingabe- und Ausgabeschnittstelle **11** ein.

3. Anzeigesteuergerät und Eingabe- und Ausgabesteuergerät

[0088] Das Anzeigesteuergerät **9** ist eine funktionale Einheit/Funktionseinheit, die eine Anzeige auf der Anzeige **12** steuert, und das Eingabe- und Ausgabesteuergerät **10** ist eine funktionale Einheit/Funktionseinheit, die eine Eingabe von Daten in die Rechenvorrichtung **2** durch die Eingabe- und Ausgabevorrichtung **13** und eine Ausgabe von Daten von der Rechenvorrichtung **2** an die Eingabe- und Ausgabevorrichtung **13** steuert. Es ist zu beachten, dass in dem Fall, in dem die Anzeige **12** aus einem Berührungsfeld besteht, das Anzeigesteuergerät **9** und das Eingabe- und Ausgabesteuergerät **10** eingerichtet sind, eine Anzeige auf dem Berührungsfeld beziehungsweise eine Eingabe durch das Berührungsfeld steuern.

4. Werkzeuginformationsspeicherung

[0089] Die Werkzeuginformationsspeicherung **3** ist eine Funktionseinheit, die darin Informationen in Bezug auf jedes der in der Werkzeugmaschine **21** verwendeten Schneidwerkzeuge speichert. Insbesondere speichert die Werkzeuginformationsspeicherung **3** darin in der Form einer Datentabelle, wie in **Fig.** 2 gezeigt, Daten über einen Werkzeugtyp, ein Werkzeugmaterial, ein Werkstückmaterial, eine Schnittbreite, eine Standardschnittgeschwindigkeit, eine Standardwerkzeuglebensdauer, einen Farbton von Spänen, einen Korrekturkoeffizienten, einen Koeffizienten n und einen Koeffizienten C. Es ist zu beachten, dass diese Daten in der Werkzeuginformationsspeicherung **3** gespeichert werden, indem sie durch die Eingabe- und Ausgabevorrichtung **13** eingegeben werden.

[0090] Der Koeffizienten n und der Koeffizient C sind jeweils ein Koeffizient n und ein Koeffizient C in der folgenden Gleichung, die die Taylor-Gleichung der Werkzeuglebensdauer ist:

$V \cdot T^n = C$

[0091] Der Koeffizient n und der Koeffizient C werden auf empirische Weise erhalten, beispielsweise durch Durchführen einer Probenbearbeitung mit einem entsprechend eingestellten/festgelegten Werkstück, Werkstückmaterial und Schnittbreite (im Folgenden als "Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren" bezeichnet). Der Koeffizient n und der Koeffizient C werden zuvor erhalten und in der Werkzeuginformationsspeicherung **3** für jedes Werkstück mit einer Möglichkeit einer Bearbeitung durch die Werkzeugmaschine, jedes Werkzeug (Werkzeugmaterial), das in der Werkzeugmaschine verwendet wird, und jede Schnittbreite gespeichert.

[0092] Es ist zu beachten, dass der Grund, warum die Schnittbreite berücksichtigt wird, der ist, dass sich die Temperatur einer Schneidkante eines Schneidwerkzeugs beim Schneiden/Trennen gemäß der Schnittbreite ändert, weil es beispielsweise in dem Fall, in dem das Schneidwerkzeug ein Schaftfräser ist, eine Laufzeit (Racing Time) gibt; infolgedessen ändern sich der Verschleißzustand des Schneidwerkzeugs und die Werkzeuglebensdauer des Schneidwerkzeugs und als Antwort/Reaktion darauf ändern sich die Werte des Koeffizienten n und des Koeffizienten C.

[0093] Die Standardschnittgeschwindigkeit und die Standardwerkzeuglebensdauer werden beispielsweise durch den Hersteller des Schneidwerkzeugs bereitgestellt. Die Standardschnittgeschwindigkeit ist eine Schnittgeschwindigkeit, die in Bezug auf das entsprechende Werkstück und Schneidwerkzeug empfohlen wird, und die Standardwerkzeuglebensdauer ist eine Werkzeuglebensdauer des Schneidwerkzeugs für den Fall, in dem eine Bearbeitung bei der Standardschnittgeschwindigkeit durchgeführt wird. Ferner ist der Farbton der Späne ein Farbton der Späne, der erhalten wird, wenn eine Bearbeitung bei der Standardschnittgeschwindigkeit durchgeführt wird, die durch den Hersteller des Schneidwerkzeugs bereitgestellt wird oder empirisch erhalten wird, indem ein Farbton von Spänen erhalten wird, wenn eine Bearbeitung mit dem entsprechenden Werkstück, Schneidwerkzeug, Schnittbreite und Standardschnittgeschwindigkeit durchgeführt wird.

[0094] Eine andere Farbe als metallische Farben erscheint auf den Spänen und diese Farbe wird durch ein Interferenzlicht verursacht, das entsprechend der Dicke eines auf den Spänen gebildeten Oxidfilms aufgrund der Schneidwärme (Wärme/Hitze beim Schneiden) erzeugt wird. Eine solche Farbe heißt "Temperfarbe" und ändert sich in der Folge von blassgelb, orange, rot, violett und blau, wenn die Schichtdicke durch Erhöhung der Temperatur erhöht ist. Demzufolge kann durch Betrachten des Farbtons der Späne die Schneidwärme unter den bestimmten Bedingungen erkannt werden.

[0095] Der Farbton der Späne kann erhalten werden durch Umwandeln von RGB-Farbraumdaten (RGB-Daten) der Späne, die sofort nach einem Schneiden erhalten werden, die Farbbilddaten der Späne darstellen, die sofort nach dem Schneiden erhalten werden, in HSV-Farbraumdaten (HSV-Daten). Es ist zu beachten, dass die HSV-Daten aus "Farbton", "Sättigung" und "Wert" bestehen. Der Farbton ändert sich zwischen 0.0 und 360.0 und wird durch einen Winkel auf einem Farbkreis dargestellt, der den Farbton zeigt. Die oben beschriebene Bildkamera/bildgebende Kamera **14** kann zum Erfassen des Farbbildes verwendet werden. Ferner ist es bevorzugt, dass eine Beleuchtungsvorrichtung, die beim Erfassen eines Bildes von Spänen verwendet wird (beispielsweise eine Befeuchtungsvorrichtung in der Werkzeugmaschine), eine weiße Lichtquelle ist (beispielsweise eine Halogenlampe oder dergleichen); eine RGB-Leuchtstofflampe und LED-Beleuchtungsvorrichtung/LED-Leuchte, die Lichter der drei Grundfarben emittieren, sind beim Erfassen eines Bildes von Spänen nicht geeignet.

[0096] Der Korrekturkoeffizient dient zum Korrigieren der Werkzeuglebensdauer des Schneidwerkzeugs beim Beurteilen der Werkzeuglebensdauer des Schneidwerkzeugs; der Korrekturkoeffizient wird durch den Bediener bei Bedarf frei eingestellt. Beim Durchführen einer Bearbeitung mit vorgegebenen Bearbeitungsbedingungen, die in Bezug auf die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren (Werkstück, Schneidwerkzeug und Schnittbreite) eingestellt werden, kann der Bediener auf Grundlage seines Erfahrungswissens beurteilen, dass die Zeit bis zur Beurteilung, dass das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht hat, etwas verlängert werden kann, oder dass die Zeit etwas verkürzt werden sollte. Der Korrekturkoeffizient wird für eine solche Einstellung/Anpassung verwendet.

[0097] Die in der Werkzeuginformationsspeicherung **3** gespeicherten Daten können auf/an der Anzeige **12** gemäß einer Steuerung durch das Anzeigesteuergerät **9** angezeigt werden und können an die Eingabe- und Ausgabevorrichtung **13** gemäß einer Steuerung durch das Eingabe- und Ausgabesteuergerät **10** ausgegeben werden.

5. Restlebensdauer-Informationsspeicherung

[0098] Die Restlebensdauer-Informationsspeicherung **4** ist eine Funktionseinheit, die darin Informationen über die Restlebensdauer jedes der Werkzeug-

maschine **21** verwendeten Schneidwerkzeuge speichert; in dieser Ausführungsform speichert die Restlebensdauer-Informationsspeicherung **4** darin eine Restlebensdauerrate jedes der Schneidwerkzeuge. Die Restlebensdauerrate ist konzeptionell als das definiert, was durch Dividieren der verbleibenden Werkzeuglebensdauer durch die Werkzeuglebensdauer erhalten wird. Die Restlebensdauerrate jedes Schneidwerkzeugs wird numerisch derart ausgedrückt, dass die Restlebensdauerrate ”1.0” ist wenn das Schneidwerkzeug neu ist, Werkzeuglebensdauerverbräuche durch ein tatsächliches Schneiden/Zerspanen sequenziell/der Reihe nach davon subtrahiert werden und die Restlebensdauerrate ”0” wird, wenn das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht.

[0099] Wenn beispielsweise ein Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht, nachdem eine Bearbeitung mit einer Schnittgeschwindigkeit V_1 für eine Zeitdauer t_1, eine Bearbeitung mit einer Schnittgeschwindigkeit V_2 für eine Zeitdauer t_2 und dann eine Bearbeitung mit einer Schnittgeschwindigkeit V_3 für eine Zeitdauer t_3 durchgeführt werden, wird eine Restlebensdauerrate B_1 nach der Bearbeitung mit einer Schnittgeschwindigkeit V_1 für die Zeitdauer t_1 durch die folgende Gleichung dargestellt:

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

wobei T1 eine Werkzeuglebensdauer für den Fall ist, in dem eine kontinuierliche Bearbeitung bei einer Schnittgeschwindigkeit V_1 durchgeführt wird und t_1/T_1 als eine Werkzeuglebensdauerrate verstanden wird.

[0100] In gleicher Weise kann eine Werkzeuglebensdauerrate der Bearbeitung mit der Schnittgeschwindigkeit V_2 für die Zeitdauer t_2 durch t_2/T_2 dargestellt werden, wobei T_2 eine Werkzeuglebensdauer für den Fall ist, in dem eine kontinuierliche Bearbeitung mit der Schnittgeschwindigkeit V_2 durchgeführt wird. Demzufolge wird eine Restlebensdauerrate B_2 nach der Bearbeitung mit der Schnittgeschwindigkeit V_2 für die Zeitdauer t_2 durch die folgende Gleichung dargestellt:

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

[0101] Ferner kann eine Werkzeuglebensdauerrate der Bearbeitung mit der Schnittgeschwindigkeit V_3 für die Zeitdauer t_3 durch t_3/T_3 dargestellt werden, wobei T_3 eine Werkzeuglebensdauer für den Fall ist in dem eine kontinuierliche Bearbeitung mit der Schnittgeschwindigkeit V_3 durchgeführt wird. Demzufolge wird eine Restlebensdauerrate B_3 nach der Bearbeitung mit der Schnittgeschwindigkeit V_3 für die Zeitdauer t_3 durch die folgende Gleichung dargestellt:

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

[0102] Somit speichert die Restlebensdauer-Informationsspeicherung **4** darin eine solche Restlebensdauerrate für jedes Schneidwerkzeug.

[0103] Die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung **4** gespeicherten Daten können ebenfalls an/auf der Anzeige **12** gemäß einer Steuerung durch das Anzeigesteuergerät **9** angezeigt werden und können an die Eingabe- und Ausgabevorrichtung **13** gemäß einer Steuerung durch das Eingabe- und Ausgabesteuergerät **10** ausgegeben werden.

6. Temperatur Informations-Erfassungsvorrichtung

[0104] Die Temperatur Informations-Erfassungsvorrichtung **8** verarbeitet nacheinander Bilder von Spänen, die durch die Bildkamera **14** erfasst und von der Bildkamera **14** eingegeben werden, extrahiert ein Bild, das nur die neuesten Späne enthält, wandelt erhaltenen Bilddaten in HSV-Daten um, berechnet den Farbton der Späne und hält berechnete Farbtondaten, während sie sukzessive aktualisiert werden. Wenn beispielsweise die in **Fig.** 4 und **Fig.** 5 gezeigten Bilder nacheinander von der Bildkamera **14** eingegeben werden, hält die Temperatur Informations-Erfassungsvorrichtung **8** vorübergehend Bilddaten von diesen Bildern, extrahiert ein Bild, das nur die neuen Späne enthält, wie in **Fig.** 6 gezeigt, in dem eine Verarbeitung zum Nehmen eines Unterschiedes zwischen den beiden Bilddaten durchgeführt wird, wandelt erhaltenen Bilddaten in HSV-Daten um und berechnet den Farbton der Späne. Somit extrahiert die Temperaturinformations-Erfassungsvorrichtung **8** der Reihe nach Bildern, die nur die neuesten Späne enthält, indem die Verarbeitung zum Nehmen eines Unterschiedes bzw. einer Differenz zwischen Bilddaten von benachbarten 2 Bildern, die nacheinander von der Bildkamera **14** eingegeben werden, durchgeführt wird, berechnet die Farbton Daten der Späne und hält die berechneten Farbtondaten, während sie nacheinander aktualisiert werden

7. Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil

[0105] Der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** ist eine Funktionseinheit, die eine Anfangswert-Einstellungsverarbeitung, eine Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung, eine Aktualisierungsverarbeitung und eine Benachrichtigungsverarbeitung ausführt, die nachfolgend beschrieben werden.

1) Anfangswert-Einstellungsverarbeitung

[0106] Die Anfangswert-Einstellungsverarbeitung ist derart, dass, wenn ein Schneidwerkzeug durch ein neues ersetzt wird, der Bediener durch die Eingabe- und Ausgabevorrichtung **13** Informationen, dass das Schneidwerkzeug neu ist, ein gibt, und der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** empfängt die eingegebenen Informationen und stellt die

Restlebensdauerrate des entsprechenden Schneidwerkzeugs, die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung **4** gespeichert wird, auf den Anfangswert ”1.0” ein. In diesem Prozess bezieht sich der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** auf die Werkzeuginformationsspeicherung **3** und korrigiert in dem Fall, in dem der Korrekturkoeffizient für das entsprechende Schneidwerkzeug eingestellt wird, den Anfangswert gemäß dem Korrekturkoeffizienten. Es ist zu beachten, dass der Anfangswert ”1.0” eine Standard-Restlebensdauerrate ist.

[0107] In dem Fall beispielsweise, in dem ein Schneidwerkzeug, das dem in **Fig.** 1 gezeigten ”Werkzeug Nr. 1” entspricht, durch ein neues ersetzt wird, empfängt der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** zunächst eine Eingabe von Informationen über den Wechsel/Austausch und erkennt, dass der Werkzeugtyp des ”Werkzeugs Nr. 1” ”K1” ist, indem auf die in **Fig.** 3 gezeigte Datentabelle Bezug genommen wird, die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung **4** gespeichert wird. Anschließend erkennt der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** den Korrekturkoeffizienten ”0.9” für den Werkzeugtyp ”K1” durch Bezugnahme auf die in **Fig.** 2 gezeigte Datentabelle, die in der Werkzeuginformationsspeicherung **3** gespeichert wird, und dividiert ”1.0”, was der Standardanfangswert der Restlebensdauerrate ist, durch den Korrekturkoeffizienten ”0.9”, wodurch ”1.1” als ein korrigierter Anfangswert der Restlebensdauerrate erhalten wird, wobei die erhaltene Restlebensdauerrate in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung **4** gespeichert wird. Es ist zu beachten, dass der Korrekturkoeffizient in dieser Ausführungsform als Divisor definiert ist; allerdings kann ein Korrekturkoeffizient verwendet werden, der als ein Multiplikator definiert ist.

2) Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung

[0108] Der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** erkennt Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren beim tatsächlichen Schneiden/Trennen, das in der Werkzeugmaschine **21** durchgeführt wird, sowie eine tatsächliche Schnittgeschwindigkeit und eine tatsächliche Schnittzeit unter der tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit beim tatsächlichen Schneiden und erkennt den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den erkannten Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen (das zu schneidende Werkstück, jedes Schneidwerkzeug und die Schnittbreite für jede Schneidwerkzeug) durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung **3** auf der Grundlage der erkannten Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren (Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung).

[0109] In Bezug auf die Erkennung der Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren beim tatsächlichen Schneiden kann der Bediener beispielsweise die Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren durch die Eingabe- und Ausgabevorrichtung eingeben, bevor das Schneiden in der Werkzeugmaschine **21** durchgeführt wird, wodurch verursacht wird, dass der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** die Information(en) erkennt. Alternativ kann der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** die Informationen über die Restlebensdauer-Einflussfaktoren erkennen, indem Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren, die von Codes ausgelegt werden, die in einem NC-Programm für das Schneiden enthalten sind, dass durch die NC-Vorrichtung **20** ausgeführt wird von der NC-Vorrichtung **20** empfangen werden. Was die Erkennung der tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit und der tatsächlichen Schnittzeit unter der tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit betrifft, kann sie der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** in ähnlicher Weise erkennen, indem von der NC-Vorrichtung **20** eine tatsächliche Schnittgeschwindigkeit und eine tatsächliche Schnittzeit unter der tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit empfangen werden, die von in dem NC-Programm enthaltenen Codes ausgelegt werden.

[0110] Unter Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung **3** auf der Grundlage der so erkannten Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren erkennt der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den Informationen über die Werkzeugbeeinflussungsfaktoren entsprechen (das zu schneidende Werkstück, jede Schneidwerkzeug und die Schnittbreite für jedes Schneidwerkzeug).

[0111] Es ist zu beachten, dass in dem Fall, in dem der Koeffizient C, der der erkannten Information über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entspricht, nicht in der Werkzeuginformationsspeicherung **3** gespeichert ist, aber die Standardschnittgeschwindigkeit, die Standardwerkzeuglebensdauer und der Koeffizient n, die den erkannten Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, gespeichert sind, der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** die Standardschnittgeschwindigkeit, die Standardwerkzeuglebensdauer und den Koeffizienten n erkennt.

[0112] Andererseits erhält in dem Fall, in dem der Koeffizient n und der Koeffizient C, die den erkannten Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, nicht in der Werkzeuginformationsspeicherung **3** gespeichert sind, aber der den erkannten Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechende Farbton gespeichert ist, der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** Farbtondaten in dem tatsächlichen Schneiden, die durch die Temperaturin-

formations-Erfassungsvorrichtung **8** erfasst werden, von der Temperaturinformations-Erfassungsvorrichtung **8** und nimmt auf die Werkzeuginformationsspeicherung **3** auf der Grundlage der erhaltenen Farbtondaten Bezug, wodurch der Koeffizient n und der Koeffizient C, die dem gleichen Farbton entsprechen, wie derjenige des tatsächlichen Schneidens, oder der Koeffizient n und der Koeffizient C, die einem Farbton entsprechen, der näherungsweise der des tatsächlichen Schneidens ist, als der Koeffizient n und der Koeffizient C, die den erkannten Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen (das zu schneidende Werkstück, jede Schneidwerkzeug und die Schnittbreite für jede Schneidwerkzeug) erkannt werden.

3) Aktualisierungsverarbeitung

[0113] Der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** berechnet eine Rate des Werkzeuglebensdauerverbrauchs durch das tatsächliche Schneiden (Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate des tatsächlichen Schneidens) für jedes der entsprechenden Schneidwerkzeuge auf der Grundlage der tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit, der tatsächlichen Schnittzeit, des Koeffizienten n und des Koeffizienten C für das Schneidwerkzeug, die durch die oben beschriebene Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung erhalten werden, und subtrahiert die erkannte Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate von der Restlebensdauerrate des Schneidwerkzeugs, die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung **4** gespeichert wird, wodurch die Restlebensdauerrate jedes der entsprechenden Schneidwerkzeuge aktualisiert wird (Aktualisierungsverarbeitung)

[0114] Das Verfahren zum Berechnen der Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate und das Verfahren zum Berechnen der Restlebensdauerrate sind oben erläutert worden; allerdings werden diese Berechnungsverfahren, um sicher zu sein, nun erneut erläutert. Wenn beispielsweise ein Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht, nachdem eine Bearbeitung bei einer Schnittgeschwindigkeit V_1 für eine Zeitdauer t_1, eine Bearbeitung bei einer Schnittgeschwindigkeit V_2 für eine Zeitdauer t_2 und dann eine Bearbeitung bei einer Schnittgeschwindigkeit V_3 für eine Zeitdauer t_3 durchgeführt werden, werden eine Restlebensdauerrate B_1 nach der Bearbeitung bei der Schnittgeschwindigkeit V_1 für die Zeitdauer t_1, eine Restlebensdauerrate B_2 nach der Bearbeitung bei der Schnittgeschwindigkeit V_2 für die Zeitdauer t_2 und eine Restlebensdauerrate B_3 nach der Bearbeitung bei der Schnittgeschwindigkeit V_3 für die Zeitdauer t_3 jeweils durch die folgenden Gleichungen dargestellt. Es ist zu beachten, dass der Anfangswert der Restlebensdauerrate B in diesem Fall 1/k ist, wobei k der Korrekturkoeffizient ist.

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

$$B_2 = B_1 - (t_2/T_2) = 1/k - (t_1/T_1) - (t_2/T_2); \text{ und}$$

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

wobei T_1 eine Werkzeuglebensdauer für den Fall ist, in dem eine kontinuierliche Bearbeitung bei der Schnittgeschwindigkeit V_1 durchgeführt wird, T_2 eine Werkzeuglebensdauer für den Fall ist, in dem eine kontinuierliche Bearbeitung bei der Schnittgeschwindigkeit V_2 durchgeführt wird, und T_3 eine Werkzeuglebensdauer für den Fall ist, in dem eine kontinuierliche Bearbeitung bei der Schnittgeschwindigkeit V_3. Diese Werkzeuglebensdauern werden jeweils durch die folgenden Gleichungen unter Verwendung des Koeffizienten n und des Koeffizienten C berechnet:

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

$$T_2 = (C/V_2)^{1/n}; \text{ und}$$

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

[0115] Ferner stellen t_1/T_1, t_2/T_2, und t_3/T_3 jeweils eine Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate dar.

[0116] Es ist zu beachten, dass in dem Fall, in dem der Koeffizient C, der den Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entspricht, in dem tatsächlichen Schneiden in der Werkzeuginformationsspeicherung **3** nicht gespeichert wird, aber die Standardschnittgeschwindigkeit, die Standardwerkzeuglebensdauer und der Koeffizient n entsprechend der Informationen gespeichert sind, der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** wie oben beschrieben die Standardschnittgeschwindigkeit, die Standardwerkzeuglebensdauer den Koeffizienten ein in der Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung erkennt. In dieser Aktualisierungsverarbeitung berechnet der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** die Rate des Werkzeuglebensdauerverbrauchs durch das tatsächliche Schneiden unter Verwendung der erkannten Standardschnittgeschwindigkeit, Standardwerkzeuglebensdauer und des Koeffizienten n, wodurch die Restlebensdauerrate, die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung **4** gespeichert wird, aktualisiert wird.

[0117] Auf der Grundlage der Taylor-Gleichung der Werkzeuglebensdauer gilt die folgende Gleichung, wobei V_s die Standardschnittgeschwindigkeit ist, T_s die Standardwerkzeuglebensdauer für den Fall ist, in dem eine Bearbeitung mit der Standardschnittgeschwindigkeit V_s durchgeführt wird, und T_1 eine Werkzeuglebensdauer für den Fall ist, in dem eine Bearbeitung bei einer bestimmten Schnittgeschwindigkeit V_1 durchgeführt wird:

$$V_1 \cdot T_1^n = V_s \cdot T_s^n = C.$$

[0118] Durch Umwandeln dieser Gleichung kann die Werkzeuglebensdauer T_1 für den Fall, in dem eine Bearbeitung bei der Schnittgeschwindigkeit V_1 durchgeführt wird, durch die folgende Gleichung dargestellt werden:

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

[0119] Demzufolge wird eine Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate t_1/T_1 nach einer Bearbeitung mit der Schnittgeschwindigkeit V_1 für eine Zeitdauer t_1 durch die folgende Gleichung berechnet:

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

[0120] Ferner erhält in dem Fall, in dem weder der Koeffizient C, der den Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren in dem tatsächlichen Schneiden entspricht, noch die Standardschnittgeschwindigkeit, die Standardwerkzeuglebensdauer, der Koeffizient n, die den Informationen entsprechen, in der Werkzeuginformationsspeicherung **3** gespeichert sind, aber der den Informationen entsprechende Farbton gespeichert ist, der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** wie oben beschrieben in der Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung Farbtondaten in dem tatsächlichen Schneiden, die durch die Temperaturinformations-Erfassungsvorrichtung **8** erfasst werden, von der Temperaturinformationsinformation-Erfassungsvorrichtung **8** und bezieht sich auf die Werkzeuginformationsspeicherung **3** auf der Grundlage der erhaltenen Farbtondaten, wodurch der Koeffizient n und der Koeffizient C, die demselben Farbton entsprechen, wie derjenige des tatsächlichen Schneiden, oder der Koeffizient n oder der Koeffizient C, die einem Farbton entsprechen, der näherungsweise der des tatsächlichen Schneidens ist, als der Koeffizient n und der Koeffizient C, die den erkannten Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, erkannt werden. In diesem Fall berechnet der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** die Rate des Werkzeuglebensdauerverbrauchs durch das tatsächliche Schneiden unter Verwendung des so erkannten Koeffizienten N und des Koeffizienten C und aktualisiert die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung **4** gespeicherte Restlebensdauerrate mit der berechneten Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate.

4) Benachrichtigungsverarbeitung

[0121] Wenn ein Vorhandensein eine Schneidwerkzeugs, dessen in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung **4** gespeicherte Restlebensdauerrate ”0” wird, nach Aktualisierung bestätigt wird, erkennt der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6**, dass das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht hat und macht eine Mitteilung nach außen, dass das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht hat (Benachrichtigungsverarbeitung). Beispiele über die Art der Benachrichtigung umfassen ein Anzeigen eines Alarms auf der Anzeige **12** über das Anzeigesteuergerät **9**.

8. Rechenvorrichtung für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit

[0122] Die Rechenvorrichtung **5** für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit ist eine Funktionseinheit, die eine Schnittgeschwindigkeit berechnet, die an eine gewünschte Bearbeitung angepasst wird; wenn der Bediener es wünscht, eine Bearbeitung für eine vorgegebene Zeitdauer mit vorgegebenen Bearbeitungsbedingungen durchzuführen, die im Bezug auf die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren eingestellt werden, berechnet die Rechenvorrichtung **5** für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit eine Schnittgeschwindigkeit, die an die gewünschte Bearbeitung des Bedieners angepasst ist.

[0123] Insbesondere empfängt die Rechenvorrichtung **5** eine angepasste Schnittgeschwindigkeit zunächst als Bearbeitungsbedingungen Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren (ein zu schneidendes Werkstück, ein Schneidwerkzeug und eine Schnittbreite) und Informationen über eine gewünschte Schnittzeit, die von dem Bediener durch die Eingabe- und Ausgabevorrichtungen **13** eingegeben werden. Auf der Grundlage der empfangenen Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren erkennt die Rechenvorrichtung **5** für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, indem auf die Werkzeuginformationsspeicherung **3** Bezug genommen wird, und erkennt die Restlebensdauerrate des Schneidwerkzeugs durch Bezugnahme auf die Restlebensdauer-Informationsspeicherung **4**.

[0124] Anschließend berechnet die Rechenvorrichtung **5** für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit auf der Grundlage des erkannten Koeffizienten n, des Koeffizienten C und der Restlebensdauerrate B_a eine Schnittgeschwindigkeit, die an die gewünschte Schnittzeit angepasst ist, gemäß der Werkzeuglebensdauergleichung, dass heißt durch die folgende Gleichung, und zeigt Informationen über die berechnete Schnittgeschwindigkeit auf der Anzeige **12** über das Anzeigesteuergerät **9** an:

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

wobei T_a die gewünschte Schnittzeit ist und V_a die Schnittgeschwindigkeit ist, die an die gewünschte Schnittzeit angepasst ist.

9. Werkzeuginformations-Erzeugungsvorrichtung

[0125] Die Werkzeuginformations-Erzeugungsvorrichtung **7** ist eine Funktionseinheit, die den Koeffizienten n und den Koeffizienten C entsprechend der Information über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren auf der Grundlage der durch die Eingabe- und Ausgabevorrichtungen **13** eingegebenen Bearbeitungsverlaufsinformationen berechnet und den berechneten Koeffizienten n und den Koeffizienten C in der Werkzeuginformationsspeicherung **3** speichert.

[0126] Insbesondere empfängt die Werkzeuginformations-Erzeugungsvorrichtung **7** zunächst zumindest zwei Sätze von durch die Eingabe- und Ausgabevorrichtungen **13** eingegebene Bearbeitungsverlaufsinformationen. Die Bearbeitungsverlaufsinformation ist eine Verlaufsinformationen, die durch Bearbeiten eines vorgegebenen Werkstücks mit einem vorgegebenen Schneidwerkzeug und einer vorgegebenen Schnittbreite (mit vorgegebenen Bedingungen, die im Bezug auf die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren eingestellt werden) und Akkumulieren eines Informationspaares, das eine Schnittgeschwindigkeit und eine Schnittzeit unter der Schnittgeschwindigkeit enthält, erhalten wird, bis das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht. Die Bearbeitungsverlaufsinformationen werden zusammen mit entsprechenden Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren durch die Eingabe- und Ausgabevorrichtungen **13** eingegeben. Beispiele für die derart eingegebenen Bearbeitungsverlaufsinformationen sind in **Fig.** 7 angegeben.

[0127] Anschließend berechnet die Werkzeuginformations-Erzeugungsvorrichtung **7** den Koeffizienten n und den Koeffizienten C entsprechend den Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren gemäß der Werkzeuglebensdauergleichung auf der Grundlage der empfangenen zwei Sätze von Bearbeitungsverlaufsinformationen.

[0128] Wie oben beschrieben, wenn ein Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht, nachdem eine Bearbeitung mit einer Schnittgeschwindigkeit V_1 für eine Zeitdauer t_1, eine Bearbeitung mit einer Schnittgeschwindigkeit V_2 für eine Zeitdauer t_2 und dann eine Bearbeitung mit einer Schnittgeschwindigkeit V_3 für eine Zeitdauer t_3 durchgeführt werden, können die Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsraten dieser Bearbeitungen jeweils dargestellt werden durch t_1/T_1, t_2/T_2, und t_3/T_3, wobei T_1 eine Werkzeuglebensdauer für den Fall ist, in dem eine kontinuierliche Bearbeitung mit der Schnittgeschwindigkeit V_1 durchgeführt wird, T_2 eine Werkzeuglebensdauer für den Fall ist, in dem eine kontinuierliche Bearbeitung mit der Schnittgeschwindigkeit V_2 durchgeführt wird, und T_3 eine Werkzeuglebensdauer für den Fall ist, in dem eine kontinuierliche Bearbeitung mit der Schnittgeschwindigkeit V_3 durchgeführt wird. Demzufolge, wenn die Restlebensdauerrate ”1” ist, gilt die folgende Gleichung:

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

[0129] Es ist zu beachten, dass, weil die folgenden Gleichungen gelten:

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

$$T_2 = (C/V_2)^{1/n}; \text{ und}$$

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

die folgende Gleichung gilt:

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

[0130] Durch Verallgemeinerung dieser Gleichung wird die folgende Gleichung erhalten:

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

[0131] Es gibt zwei Unbekannte: Den Koeffizienten n und den Koeffizienten C; demzufolge reichen theoretisch zwei Sätze von Bearbeitungsverlaufsinformationen zum Ableiten des Koeffizienten n und des Koeffizienten C aus.

[0132] Der Koeffizient n und der Koeffizient C können beispielsweise wie folgt erhalten werden:
Vorbereiten von zwei Gleichungen, die durch Ersetzen/Substituieren von jedem der beiden Sätze von Bearbeitungsverlaufsdaten für die oben verallgemeinernde Gleichung erhalten werden; für jede der vorbereiteten Gleichungen, Berechnen des Werts des Koeffizienten C, während der Wert des Koeffizienten n geändert wird; und Ableiten des Koeffizienten n und des Koeffizienten C als die Lösung der beiden Gleichungen aus dem Schnittpunkt der beiden Linien, die durch Aufzeichnen von Daten erhalten werden, die durch die Berechnung auf einem Graphen erhalten wird (siehe **Fig.** 8).

[0133] Durch den oben beschriebenen Prozess berechnet die Werkzeuginformations-Erzeugungsvorrichtung **7** den Koeffizienten n und den Koeffizienten C entsprechend den Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren auf der Grundlage von Bearbeitungsverlaufsinformationen und speichert die Informationen über den berechneten Koeffizienten n und Koeffizienten C in der Werkzeuginformationsspeicherung **3**.

[0134] Bei der Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung **1** gemäß dieser Ausführungsform mit der oben beschriebenen Konfiguration/Anordnung gibt der Bediener bei einer Bearbeitung eines vorgegebenen

Werkstücks mit einem vorgegebenen Schneidwerkzeug Informationen über das Werkstück, das Material des Schneidwerkzeugs und die Schnittbreite dafür (Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren) und Informationen über eine gewünschte Schnittzeit durch die Eingabe- und Ausgabevorrichtungen **13** ein, wodurch eine Schnittgeschwindigkeit, die der Restlebensdauerrate des Schneidwerkzeugs entspricht und an die gewünschte Schnittzeit angepasst ist, in der Rechenvorrichtung **5** für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit berechnet und die Informationen über die berechnete Schnittgeschwindigkeit wird auf der Anzeige **12** angezeigt.

[0135] Demzufolge, wenn es gewünscht ist, eine kontinuierliche Bearbeitung durchzuführen, während ein Werkzeugwechsel so weit wie möglich vermieden wird, um beispielsweise Kosten für Werkzeuge zu minimieren oder um zu verhindern, dass die Bearbeitungszeit durch einen Werkzeugwechsel verlängert wird, kann der Bediener eine an eine solche Schnittzeit angepasste Schnittgeschwindigkeit auf einfache Weise erhalten.

[0136] Ferner wird in der Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung **1** gemäß dieser Ausführungsform die Restlebensdauerrate von jedem der in der Werkzeugmaschine **21** verwendeten Schneidwerkzeuge in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung **4** gespeichert, und wenn eine Bearbeitung in der Werkzeugmaschine **21** für jedes der in der Bearbeitung verwendeten Schneidwerkzeuge durchgeführt wird, berechnet der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** eine Rate des Werkzeuglebensdauerverbrauchs durch die Bearbeitung (Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate der Bearbeitung) und subtrahiert die berechnete Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate von der vorhandenen Restlebensdauerrate, die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung **4** gespeichert wird, wodurch die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung **4** gespeicherte Restlebensdauerrate aktualisiert wird. Wenn ein Vorhandensein eine Schneidwerkzeugs, dessen Restlebensdauerrate ”0” wird, bestätigt wird, wird nach außen mitgeteilt, dass das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht hat.

[0137] Demzufolge kann der Bediener genau erkennen, dass jedes Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht hat und demzufolge kann der Bediener in geeigneter Weise Maßnahmen ergreifen, wie beispielsweise das Ersetzen des Schneidwerkzeugs, falls angemessen. Ferner kann der Bediener quantitativ den Verschleißgrad jedes Schneidwerkzeugs erkennen, indem die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung **4** gespeicherte Restlebensdauerrate desselben überprüft wird, und demzufolge kann der Bediener zuvor vorläufige Maßnahmen ergreifen, wie beispielsweise ein Vorbereiten eines Werkzeugwechsels.

[0138] Ferner wird in dieser Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung **1**, wenn ein Anfangswert für die Restlebensdauerrate jedes Schneidwerkzeugs, die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung **4** gespeichert wird, in dem Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** eingestellt wird, der Anfangswert mit dem in der Werkzeuginformationsspeicherung **3** gespeicherten Korrekturkoeffizienten korrigiert. Demzufolge wird für ein Schneidwerkzeug auf der Grundlage des Erfahrungswissens des Bedieners beurteilt, dass die Zeit bis zu einem Beurteilen, dass das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht hat, etwas verlängert werden kann, oder dass die Zeit geringfügig verkürzt werden sollte, wobei ein Einstellen des Korrekturkoeffizienten für das Schneidwerkzeug gemäß einer solchen Beurteilung ermöglicht, dass die Werkzeuglebensdauer des Schneidwerkzeugs angepasst werden kann, so dass das Wissen des Bedieners darin reflektiert wird.

[0139] Wenn ferner die Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate in dem Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** in dem Fall berechnet wird, in dem der Koeffizient C, der dem verbundenen/zugeordneten Werkstück, Schneidwerkzeugmaterial und Schnittbreite (Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren) entspricht, nicht in der Werkzeuginformationsspeicherung **3** gespeichert ist, aber die Standardschnittgeschwindigkeit V_s, die Standardwerkzeuglebensdauer T_s und der Koeffizient n, die den zugeordneten Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, gespeichert sind, wird die Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate unter Verwendung dieser berechnet; demzufolge kann ein Management der Werkzeuglebensdauer flexibel durchgeführt werden.

[0140] Wenn ferner die Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate in dem Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** in dem Fall berechnet wird, in dem der Koeffizient n und der Koeffizient C, die dem zugeordneten Werkstück, Schneidwerkzeugmaterial und Schnittbreite (Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren) entsprechen nicht in der Werkzeuginformationsspeicherung **3** gespeichert sind, aber eine Information über den Farbton der Späne in Verbindung mit dem Koeffizienten n und dem Koeffizienten C in der Werkzeuginformationsspeicherung **3** gespeichert ist, bezieht sich der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** auf die in der Werkzeuginformationsspeicherung gespeicherten Daten auf der Grundlage von Farbtondaten, die durch die Temperaturinformations-Erfassungsvorrichtung **8** in dem tatsächlichen Schneiden erfasst werden, und schätzt den Koeffizienten n und den Koeffizienten C entsprechend dem tatsächlichen Schneiden, wodurch die Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate berechnet wird. Demzufolge kann auch in dieser Hinsicht das Management der Werkzeuglebensdauer flexibel durchgeführt werden.

[0141] Ferner veranlasst in dieser Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung **1** in dem Fall, in dem zumindest zwei Sätze von Bearbeitungsverlaufsinformationen erhalten worden sind, die durch eine Bearbeitung eines vorgegebenen Werkstücks mit einem vorgegebenen Schneidwerkzeug und einer Schnittbreite (Durchführen einer Bearbeitung mit vorgegebenen Bedingungen, die im Bezug auf die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren eingestellt werden) und Akkumulieren eines Informationspaares, das eine Schnittgeschwindigkeit und eine Schnittzeit unter der Schnittgeschwindigkeit enthält, bis das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht, ein Eingeben der beiden Sätze von Bearbeitungsverlaufsinformationen zusammen mit Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren, dass die Werkzeuginformations-Erzeugungsvorrichtung **7** den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, berechnet und die Informationen über den berechneten Koeffizienten n und den Koeffizienten C in der Werkzeuginformationsspeicherung **3** speichert. Somit können die in der Werkzeuginformationsspeicherung **3** gespeicherten Informationen verbessert werden.

[0142] Oberhalb ist eine bestimmte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben worden. Jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt und kann in anderen Formen/Modi implementiert/realisiert werden.

[0143] Beispielsweise werden in der oben beschriebenen Ausführungsform das zu schneidende Werkstück, das Schneidwerkzeugmaterial und die Schnittbreite als Faktoren angesehen, die eine Werkzeuglebensdauer (Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren) beeinflussen; allerdings muss in Abhängigkeit von der Bearbeitungsart die Schnittbreite nicht notwendigerweise berücksichtigt werden. In einem solchen Fall können in der obigen Ausführungsform die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren nur das zu schneidende Werkstück und das Schneidwerkzeug Material umfassen.

[0144] Andererseits ist es in Abhängigkeit von der Bearbeitungsart möglich, dass eine Werkzeuglebensdauer in einem nicht geringen Ausmaß durch einen Vorschub des Schneidwerkzeugs oder eine Schnitttiefe beeinflusst wird. In dem Fall, in dem der Vorschub des Schneidwerkzeugs oder die Schnitttiefe berücksichtigt wird, können die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren in der obigen Ausführungsform zusätzlich zu dem oben erwähnten zu schneidenden Werkstück und dem Schneidwerkzeugmaterial zumindest eines aus dem Schneidwerkzeugvorschub, der Schnittbreite und der Schnitttiefe umfassen. Weiterhin können die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren andere Faktoren als die oben erwähnten, das zu schneidende Werkstück, Schneidwerkzeugmaterial, Vorschub, Schnittbreite und Schnitttiefe, umfassen.

[0145] Ferner wird in der obigen Ausführungsform der Korrekturkoeffizient auf den Anfangswert der Restlebensdauerrate angewendet allerdings ist die Art der Anwendung des Korrekturkoeffizienten nicht darauf beschränkt. Der Korrekturkoeffizient kann beispielsweise angewendet werden auf die Restlebensdauer-Verbrauchsrate, wobei der Anfangswert der Restlebensdauerrate auf ”1” gesetzt wird.

[0146] Beispielsweise ist in dem Fall, in dem eine Bearbeitung bei einer Schnittgeschwindigkeit V_1 für eine Zeitdauer t_1 durchgeführt wird, ausgehend von dem Zustand, in dem die Restlebensdauerrate der Schneidwerkzeugs auf dem Anfangswert ”1” liegt, eine Werkzeuglebensdauer-Verbrauchsrate der Bearbeitung:

$t_1/(k \cdot T_1)$,

wobei T_1 eine Werkzeuglebensdauer für den Fall ist, in dem eine kontinuierliche Bearbeitung bei der Schnittgeschwindigkeit V_1 durchgeführt wird, und k der Korrekturkoeffizient ist. Ferner ist eine Restlebensdauerrate B_1 nach der Bearbeitung:

$B_1 = 1 - t_1/(k \cdot T_1)$.

[0147] Ein Anwenden des Korrekturkoeffizienten auf diese Weise ermöglicht ebenfalls, dass die Werkzeuglebensdauer derart angepasst wird, so dass das Wissen des Bedieners darin reflektiert wird.

[0148] Ferner ist in diesem Fall die Rechenvorrichtung **5** für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit eingerichtet, um Schneidbedingungen, die an eine gewünschte Schnittzeit angepasst sind, auf der Grundlage der Restlebensdauerrate zu berechnen, die durch Anwenden des Korrekturkoeffizienten in der oben beschriebenen Weise berechnet wird.

[0149] Ferner wird in der obigen Ausführungsform der Korrekturkoeffizient reflektiert; allerdings ist die vorliegende Erfindung darauf nicht beschränkt. Der oben beschriebene Korrekturkoeffizient muss nicht notwendigerweise in den Verarbeitungen in dem Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil **6** und der Rechenvorrichtung **5** für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit reflektiert werden. In diesem Fall muss der Korrekturkoeffizient nicht in der Werkzeuginformationsspeicherung **3** gespeichert werden

[0150] Ferner werden in der obigen Ausführungsform Farbtondaten als Temperaturinformationen verwendet; allerdings ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt und jede andere Art von Farbraumdaten kann verwendet werden. Alternativ kön-

nen Temperaturdaten per se als Temperaturinformationen verwendet werden In diesem Fall können die Temperaturdaten, beim tatsächlichen Schneiden, durch direktes Messen einer Temperatur in der Nähe eines Schnittabschnitts mit einem Thermometer oder Messen einer Temperatur eine Schnittabschnitts oder einer Temperatur der Späne mit einer Infrarotkamera erhalten werden.

Bezugszeichenliste

1 Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung
3 Werkzeuginformationsspeicherung
4 Restlebensdauer-Informationsspeicherung
5 Rechenvorrichtung für angepasste Schnittgeschwindigkeit
6 Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil
7 Werkzeuginformations-Erzeugungsvorrichtung
8 Temperaturinformations-Erfassungsvorrichtung
9 Anzeigesteuergerät
10 Eingabe- und Ausgabesteuergerät
11 Eingabe- und Ausgabeschnittstelle
12 Anzeige
13 Eingabe- und Ausgabevorrichtung
14 Bildkamera
20 NC-Vorrichtung
21 Werkzeugmaschine

Patentansprüche

1. Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung (**1**), gekennzeichnet durch:
eine Werkzeuginformationsspeicherung (**3**), die darin Informationen in Bezug auf jedes der in einer Werkzeugmaschine (**21**) verwendeten Schneidwerkzeuge speichert, wobei die Werkzeuginformationsspeicherung darin einen Koeffizienten n und einen Koeffizienten C in einer nachfolgenden Gleichung der Werkzeuglebensdauer entsprechend Einflussfaktoren der Werkzeuglebensdauer speichert, die zumindest ein zu schneidendes Werkstück und ein Material des Schneidwerkzeugs umfassen; und
eine Rechenvorrichtung (**5**) für eine geeignete Schnittgeschwindigkeit, die ausführt eine Bearbeitungsbedingung-Empfangsverarbeitung zum Empfangen, als frei eingestellte Bearbeitungsbedingungen, von Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren und Informationen über eine gewünschte Schnittzeit, eine Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung zum Erkennen des Koeffizienten n und des Koeffizienten C, die den empfangenen Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung (**3**) auf der Grundlage der empfangenen Informationen der Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren und eine Schnittgeschwindigkeit-Berechnungsverarbeitung zum Berechnen einer Schnittgeschwindigkeit, die an die gewünschte Schnittzeit angepasst ist, gemäß der unten stehenden Werkzeuglebensdauergleichung auf der Grundlage des erkannten Koeffizienten n und des Koeffizienten C:

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

wobei V eine Schnittgeschwindigkeit ist, T Werkzeuglebensdauer darstellt und n und C Koeffizienten sind.

2. Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung (**1**) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass:
die Werkzeuginformationsspeicherung (**3**) eingerichtet ist, um darin den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, umfassend das zu schneidende Werkstück, das Material des Schneidwerkzeugs und zumindest eines aus einem Vorschub des Schneidwerkzeugs, einer Schnittbreite und einer Schnitttiefe zu speichern; und
die Berechnungsvorrichtung (**5**) für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit eingerichtet ist, um in der Maschinenbedingungs-Empfangsverarbeitung als frei eingestellte Maschinenbedingungen Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren und Informationen über eine gewünschte Schnittzeit zu empfangen, und in der Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den empfangenen Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung (**3**) auf der Grundlage der empfangenen Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren zu erkennen.

3. Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung (**1**) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** dass:
die Werkzeuginformationsspeicherung (**3**) eingerichtet ist, um ferner darin einen Korrekturkoeffizienten für die Werkzeuglebensdauer zu speichern, der für jedes der Schneidwerkzeuge eingestellt wird; und
die Berechnungsvorrichtung (**5**) für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit eingerichtet ist, um in der Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung ferner den Korrekturkoeffizienten für ein entsprechendes Schneidwerkzeug aus der Werkzeuginformationsspeicherung (**3**) zu erkennen und in der Schnittgeschwindigkeit-Berechnungsverarbeitung eine an die gewünschte Schnittzeit angepasste Schnittgeschwindigkeit gemäß der Werkzeuglebensdauergleichung auf der Grundlage des erkannten Koeffizienten n, Koeffizienten C und Korrekturkoeffizienten zu berechnen.

4. Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung (**1**), gekennzeichnet durch:
eine Werkzeuginformationsspeicherung (**3**), die darin Informationen in Bezug auf jedes der in einer Werkzeugmaschine (**21**) verwendeten Schneidwerkzeuge

speichert, wobei die Werkzeuginformationsspeicherung darin einen Koeffizienten n und einen Koeffizienten C in einer folgenden Werkzeuglebensdauergleichung speichert, die den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, die zumindest ein zu schneidendes Werkstück und ein Material der Schneidwerkzeugs umfassen;
eine Restlebensdauer-Informationsspeicherung (**4**), die darin Informationen über eine Restlebensdauer jedes der Schneidwerkzeuge speichert; und
ein Restlebensdauer-Aktualisierungsteil (**6**), der eine Anfangswert-Einstellungsverarbeitung zum Empfangen von Informationen, die angeben, das jedes Schneidwerkzeug neu ist, ausführt und die Informationen über die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung (**4**) gespeicherten Restlebensdauer des Schneidwerkzeugs auf einen Anfangswert einstellt, und eine Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung zum Erkennen von Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren beim tatsächlichen in der Werkzeugmaschine (**21**) durchgeführten Schneiden ausführt und Informationen über eine tatsächliche Schnittgeschwindigkeit und eine tatsächliche Schnittzeit unter der tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit beim tatsächlichen Schneiden erkennt, und den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den erkannten Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung (**3**) auf der Grundlage der erkannten Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren erkennt, und eine Aktualisierungsverarbeitung zum Erkennen einer Rate eines Werkzeuglebensverbrauchs durch das tatsächliche Schneiden für jedes der entsprechenden Schneidwerkzeuge auf der Grundlage der erkannten tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit, tatsächlichen Schnittzeit, des Koeffizienten n und des Koeffizienten C für das Schneidwerkzeug ausführt und die Ínformationen über die Restlebensdauer jedes der entsprechenden Schneidwerkzeuge, die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung (**4**) gespeichert sind, auf der Grundlage der erkannten Rate des Werkzeuglebensdauerverbrauchs des Schneidwerkzeugs aktualisiert;

$V \cdot T^n = C$

wobei V eine Schnittgeschwindigkeit ist, T eine Werkzeuglebensdauer ist und n und C Koeffizienten sind.

5. Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung (**1**) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,** dass:
die Werkzeuginformationsspeicherung (**3**) eingerichtet ist, um darin den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren mit dem zu schneidenden Werkstück, dem Material des Schneidwerkzeugs und zumindest einem aus einem Vorschub des Schneidwerkzeugs, einer Schnittbreite und eine Schnitttiefe umfassen, zu speichern; und
der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil (**6**) eingerichtet ist, um bei der Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren beim tatsächlichen Schneiden, das in der Werkzeugmaschine (**21**) durchgeführt wird, zu erkennen und Informationen über eine tatsächliche Schnittgeschwindigkeit und eine tatsächliche Schnittzeit unter der tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit beim tatsächlichen Schneiden zu erkennen, und den Koeffizienten n und den Koeffizienten C entsprechend der erkannten Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung (**3**) auf der Grundlage der erkannten Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren zu erkennen.

6. Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung (**1**) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,** dass:
die Werkzeuginformationsspeicherung (**3**) eingerichtet ist, um darin zumindest eine Standardschnittgeschwindigkeit, eine Standardwerkzeuglebensdauer, den Koeffizienten n und den Koeffizienten C entsprechend den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren zu speichern; und
der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil (**6**) eingerichtet ist, um in der Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren beim tatsächlichen Schneiden, dass in der Werkzeugmaschine (**21**) durchgeführt wird, zu erkennen und Informationen über eine tatsächliche Schnittgeschwindigkeit und eine tatsächliche Schnittzeit unter der tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit in dem tatsächlichen Schneiden zu erkennen, und die Standardschnittgeschwindigkeit, die Standardwerkzeuglebensdauer und den Koeffizienten n entsprechend den erkannten Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung (**3**) auf der Grundlage der erkannten Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren zu erkennen, und in der Aktualisierungsverarbeitung eine Rate des Werkzeuglebensdauerverbrauchs durch das tatsächliche Schneiden für jedes der entsprechenden Schneidwerkzeuge auf der Grundlage der erkannten tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit, tatsächlichen Schnittzeit, Standardschnittgeschwindigkeit, Standardwerkzeuglebensdauer und des Koeffizienten n für das Schneidwerkzeug zu erkennen und die Informationen über die Restlebensdauer jedes der entsprechenden Schneidwerkzeuge, die in der Restlebensdauer-Informationsspeicherung (**4**) gespeichert sind, auf der Grundlage der erkannten Rate für den Werkzeuglebensdauerverbrauch des Schneidwerkzeugs zu aktualisieren.

7. Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung (**1**) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet,** dass:
die Werkzeuginformationsspeicherung (**3**) eingerichtet ist, um darin zumindest eine Standardschnittge-

schwindigkeit, eine Standardwerkzeuglebensdauer, den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, zu speichern; und
der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil (**6**) eingerichtet ist, um in der Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren beim tatsächlichen Schneiden, dass in der Werkzeugmaschine (**21**) durchgeführt wird, zu erkennen und Informationen über eine tatsächliche Schnittgeschwindigkeit und eine tatsächliche Schnittzeit unter der tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit in dem tatsächlichen Schneiden zu erkennen, und die Standardschnittgeschwindigkeit, die Standardwerkzeuglebensdauer und den Koeffizienten n entsprechend den erkannten Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung (**3**) auf der Grundlage der erkannten Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren zu erkennen, und in der Aktualisierungsverarbeitung eine Rate eines Werkzeuglebensdauerverbrauchs durch das tatsächliche Schneiden für jedes der entsprechenden Schneidwerkzeuge auf der Grundlage der erkannten tatsächlichen Schnittgeschwindigkeit, tatsächlichen Schnittzeit, Standardschnittgeschwindigkeit, Standardwerkzeuglebensdauer und des Koeffizienten n für das Schneidwerkzeug zu erkennen und die Informationen über die Restlebensdauer jedes der entsprechenden Schneidwerkzeuge, die in der Restlebensdauer Informationsspeicherung (**4**) gespeichert sind, auf der Grundlage der erkannten Rate des Werkzeuglebensdauerverbrauchs des Schneidwerkzeugs zu aktualisieren.

8. Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung (**1**) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet,** dass:
die Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung (**1**) ferner eine Temperaturinformations-Erfassungsvorrichtung (**8**, **14**) zum Erhalten von Informationen über eine Schneidetemperatur beim Schneiden eines Werkstücks mit jedem der Schneidwerkzeuge aufweist;
die Werkzeuginformationsspeicherung (**3**) eingerichtet ist, um ferner darin die Informationen über die Schneidtemperatur entsprechend dem Koeffizienten n und dem Koeffizienten C zu speichern; und
der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil (**6**) eingerichtet ist, um in der Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung in dem Fall, in dem der Koeffizient n und der Koeffizient C entsprechend dem tatsächlichen Schneiden in der Werkzeuginformationsspeicherung nicht gespeichert sind, den Koeffizienten n und den Koeffizienten C entsprechend dem tatsächlichen Schneiden durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung (**3**) auf der Grundlage der Informationen über die Schneidetemperatur, die durch die Temperaturinformations-Erfassungsvorrichtung (**8**, **14**) erhalten wird, zu schätzen und die Aktualisierungsverarbeitung unter Verwendung des geschätzten Koeffizienten n und Koeffizienten C auszuführen.

9. Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung (**1**) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,** dass sie ferner eine Rechenvorrichtung (**5**) für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit aufweist, die als frei eingestellte Maschinenbedingungen Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren und Informationen über eine gewünschte Schnittzeit empfängt, den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den empfangenen Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung (**3**) auf der Grundlage der empfangenen Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren erkennt, die Informationen über die Restlebensdauer des Schneidwerkzeugs durch Bezugnahme auf die Restlebensdauer-Informationsspeicherung (**4**) erkennt und eine auf die gewünschte Schnittzeit angepasste Schnittgeschwindigkeit gemäß der Gleichung der Werkzeuglebensdauer auf der Grundlage des erkannten Koeffizienten n, Koeffizienten C und der Informationen über die Restlebensdauer der Schneidwerkzeugs berechnet.

10. Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung (**1**) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet,** dass sie ferner eine Rechenvorrichtung (**5**) für eine angepasste Schnittgeschwindigkeit aufweist, die als frei eingestellte Maschinenbedingungen Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren und Informationen über eine gewünschte Schnittzeit empfängt, den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den empfangenen Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, durch Bezugnahme auf die Werkzeuginformationsspeicherung (**3**) auf der Grundlage der empfangenen Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren erkennt, die Informationen über die Restlebensdauer des Schneidwerkzeugs durch Bezugnahme auf die Restlebensdauer-Informationsspeicherung (**4**) erkennt und eine auf die gewünschte Schnittzeit angepasste Schnittgeschwindigkeit gemäß der Gleichung der Werkzeuglebensdauer auf der Grundlage des erkannten Koeffizienten n, Koeffizienten C und der Informationen über die Restlebensdauer der Schneidwerkzeugs berechnet.

11. Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung (**1**) nach Anspruch 1 oder 4, **dadurch gekennzeichnet,** dass sie ferner eine Werkzeuginformations-Erzeugungsvorrichtung (**7**) aufweist, die zumindest zwei Sätze von Verlaufsinformationen zusammen mit Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren empfängt, wobei die Verlaufsinformationen durch Bearbeitung eines festgelegten Werkstücks mit einem festgelegten Schneidwerkzeug und Akkumulieren eines Informationspaares, das eine Schnittgeschwindigkeit und eine Schnittzeit unter der Schnitt-

geschwindigkeit enthält, bis das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht erhalten werden, den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, gemäß der Gleichung der Werkzeuglebensdauer auf der Grundlage der empfangenen zwei Sätze von Verlaufsinformationen zu berechnen und um den berechneten Koeffizienten n und Koeffizienten C zusammen mit den Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren in der Werkzeuginformationsspeicherung (**3**) zu speichern.

12. Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung (**1**) nach Anspruch 2 oder 5, **dadurch gekennzeichnet,** dass sie ferner eine Werkzeuginformations-Erzeugungsvorrichtung (**7**) aufweist, die zumindest zwei Sätze von Verlaufsinformationen zusammen mit Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren empfängt, wobei die Verlaufsinformationen erhalten werden durch Bearbeitung eines festgelegten Werkstücks mit einem festgelegten Schneidwerkzeug mit einer Bedingung, die mit Bezug auf zumindest eines aus dem Vorschub des Schneidwerkzeugs, der Schnittbreite und der Schnitttiefe eingestellt wird, und Akkumulieren eines Informationspaares, das eine Schnittgeschwindigkeit und eine Schnittzeit unter der Schnittgeschwindigkeit enthält, bis das Schneidwerkzeug das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht, um den Koeffizienten n und den Koeffizienten C, die den Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren entsprechen, gemäß der Gleichung der Werkzeuglebensdauer auf der Grundlage der empfangenen zwei Sätze von Verlaufsinformationen zu berechnen und um den berechneten Koeffizienten n und Koeffizienten C zusammen mit den Informationen über die Werkzeuglebensdauer-Einflussfaktoren in der Werkzeuginformationsspeicherung (**3**) zu speichern.

13. Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung (**1**) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet,** dass:
die Werkzeuginformationsspeicherung (**3**) eingerichtet ist, um ferner einen Korrekturkoeffizienten für die Werkzeuglebensdauer darin zu speichern, der für jedes der Schneidwerkzeuge eingestellt wird; und
der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil (**6**) eingerichtet ist, um in der Anfangswert-Einstellungsverarbeitung den Anfangswert für das Schneidwerkzeug gemäß dem Korrekturkoeffizienten für das Schneidwerkzeug zu korrigieren, der durch Bezugnahme auf den Korrekturkoeffizienten für das Schneidwerkzeug, der in der Werkzeuginformationsspeicherung (**3**) gespeichert wird, erhalten wird.

14. Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung (**1**) nach Anspruch 4, 5, 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet,** dass:
die Werkzeuginformationsspeicherung (**3**) eingerichtet ist, um ferner einen Korrekturkoeffizienten für die Werkzeuglebensdauer darin zu speichern, der für jedes der Schneidwerkzeuge eingestellt wird; und
Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil (**6**) eingerichtet ist, um in der Koeffizienten-Erkennungsverarbeitung einen entsprechenden Korrekturkoeffizienten zu erkennen, und in der Aktualisierungsverarbeitung die erkannte Rate des Werkzeuglebensdauerverbrauchs gemäß dem Korrekturkoeffizienten zu korrigieren.

15. Bearbeitungsverwaltungsvorrichtung (**1**) nach einem der Ansprüche 4 bis 14, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Restlebensdauer-Informationsaktualisierungsteil (**6**) eingerichtet ist, um eine Meldung nach außen vorzunehmen, wenn ein Vorhandensein eines Schneidwerkzeugs, das das Ende seiner Werkzeuglebensdauer erreicht hat, bestätigt wird.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

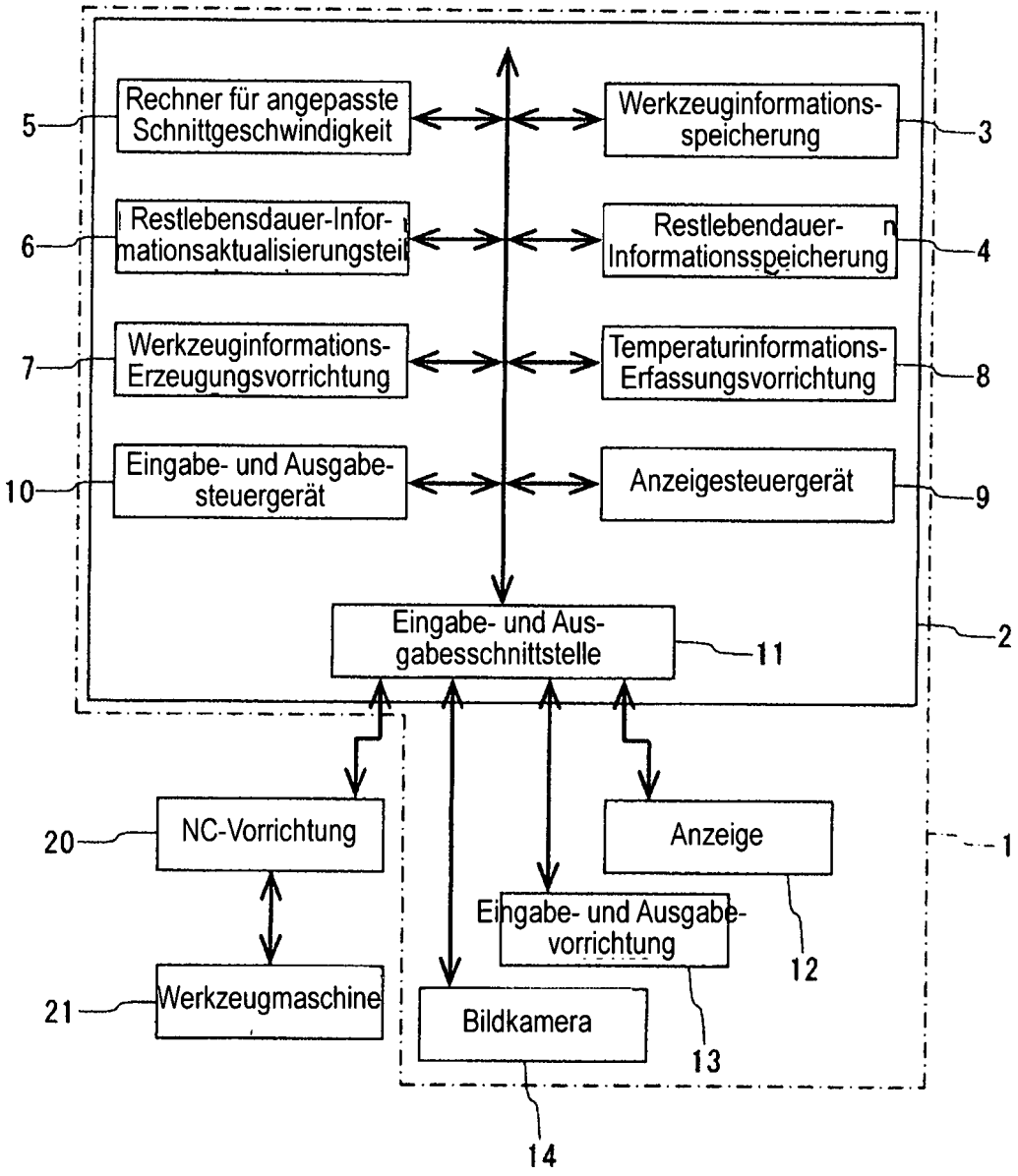
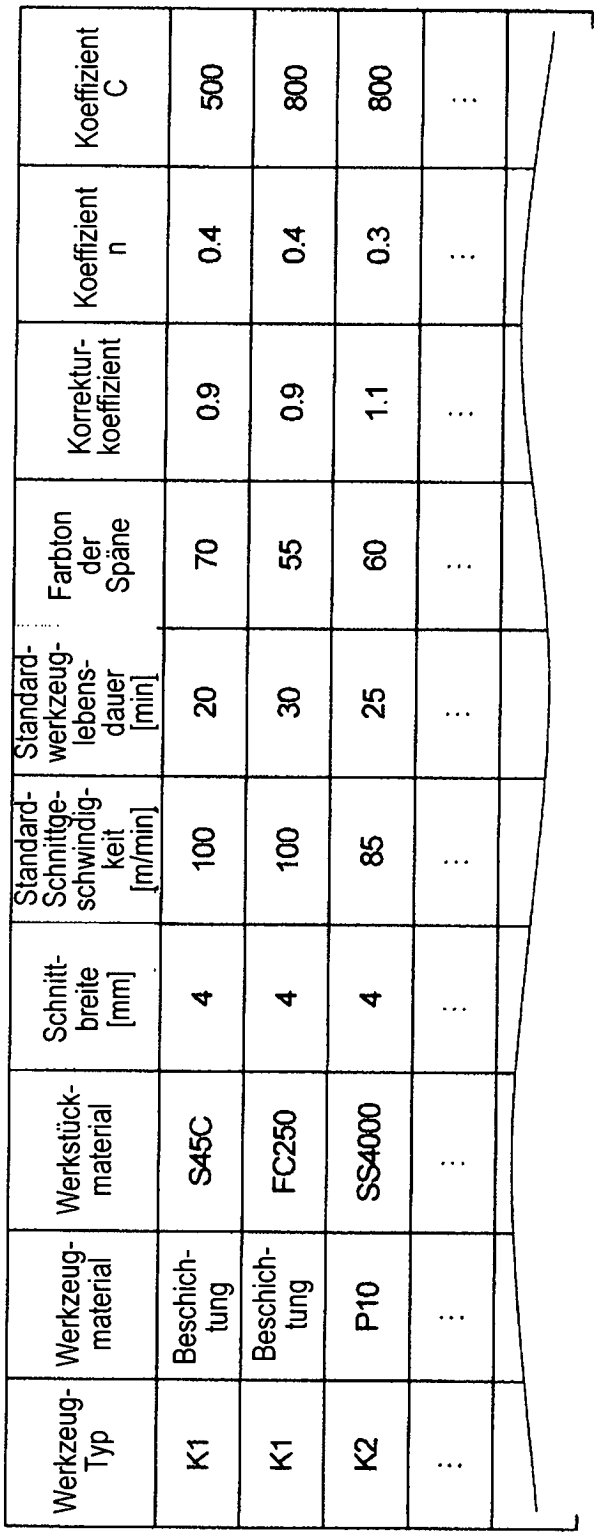


FIG. 2



Werkzeug-Typ	Werkzeug-material	Werkstück-material	Schnitt-breite [mm]	Standard-Schnittgeschwindigkeit [m/min]	Standard-werkzeug-lebens-dauer [min]	Farbton der Späne	Korrektur-koeffizient	Koeffizient n	Koeffizient C
K1	Beschichtung	S45C	4	100	20	70	0.9	0.4	500
K1	Beschichtung	FC250	4	100	30	55	0.9	0.4	800
K2	P10	SS4000	4	85	25	60	1.1	0.3	800
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

FIG. 3

Werkzeug-Nr.	Werkzeugtyp	Rate der Restlebens-dauer
1	K1	0.3
2	K2	0.7
3	K1	1.0
⋮	⋮	⋮

FIG. 4

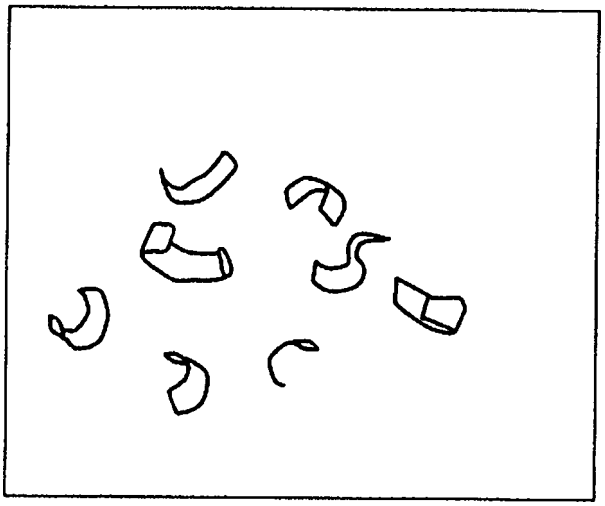


FIG. 5

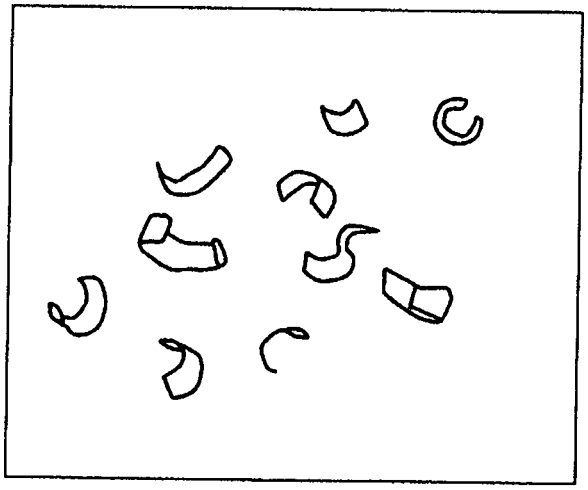


FIG. 6

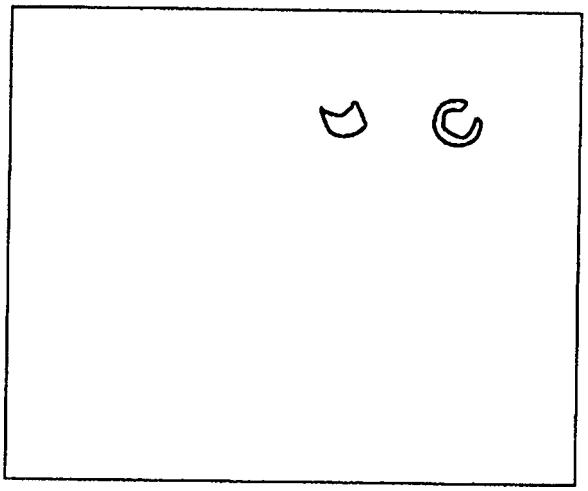


FIG. 7

Daten-Nr.	Schnittgeschwindigkeit V[m/min]	Genutzte Zeit T[min]
1	300	13.1
	360	7.2
2	300	7.9
	360	7.2
	400	2

FIG. 8

