



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

5

10

15

20

25

Vorrichtung und Verfahren zur Steuerung einer Bearbeitungsanlage

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Steuerung einer Bearbeitungsanlage
30 mit Hilfe eines Steuerprogramms, wobei die Vorrichtung einen Datenspeicher
umfasst, in dem standardmäßige Bearbeitungsparameter gespeichert sind, auf
welche das Steuerprogramm zugreift. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfah-
ren zur Steuerung einer Bearbeitungsanlage mit Hilfe eines Steuerprogramms,
wobei standardmäßige Bearbeitungsparameter in einem Datenspeicher gespei-

chert werden und das Steuerprogramm auf die standardmäßigen Bearbeitungsparameter verweist.

Die Steuerung von Bearbeitungsanlagen erfolgt mit Hilfe numerischer Steuerungen, die im Allgemeinen in drei Steuereinheiten, ein MMC-Bediensystem (Man Machine Communication) als Dateneingabe- und Visualisierungseinheit, eine SPS-Steuereinheit (speicherprogrammierbare Steuerung) und eine NC-Steuereinheit, aufgeteilt sind. Daten und Steuerbefehle werden über das MMC-Bediensystem eingegeben, an die NC-Steuereinheit weitergeleitet, in der NC-Steuereinheit decodiert und nach geometrischen und technologischen Daten (NC-Steuereinheit) und Schaltbefehlen (SPS-Steuereinheit) getrennt weiterverarbeitet. Die NC- und SPS-Steuereinheiten übermitteln den aktuellen Maschinenstatus zur Visualisierung an die MMC-Steuereinheit.

Fig. 1 zeigt eine bekannte Bearbeitungsanlage **1**, die mit Hilfe einer numerischen Steuerungsvorrichtung **2** gesteuert wird. Die Steuerungsvorrichtung 2 umfasst hardwareseitig ein MMC-Bediensystem **3** mit einem als Industrie-PC ausgebildeten Steuerungscomputer **4** und einer Bedieneinrichtung **5** mit einem Bildschirm **6** als Anzeigeeinheit und einer Eingabeeinheit **7**, die bspw. als Tastatur, Maus oder Touchpanel ausgebildet ist. Weiterhin umfasst die Steuerungsvorrichtung 2 eine Maschinensteuertafel **8** zur manuellen Bedienung der Bearbeitungsanlage 1, wobei vor allem sicherheitsrelevante Bedienungen ausgeführt werden, und eine NCU-Baugruppe **9** (Numerical Control Unit) mit integrierter NC-Steuereinheit **10** und SPS-Steuereinheit **11**. Die NC- und SPS-Steuereinheiten 10, 11 können auch als separate Baugruppen ausgebildet sein.

Die Steuerungsvorrichtung 2 umfasst softwareseitig eine Bediensoftware **12** zur Steuerung der Bearbeitungsanlage 1, Softwaremodule **13** zur Auftragsverwaltung, Werkzeugverwaltung und Palettenverwaltung, eine Programmverwaltung **14** zur Verwaltung von Steuerprogrammen und einen Datenspeicher **15**, in dem standardmäßige Bearbeitungsparameter für die Steuerprogramme gespeichert sind. Der Begriff "Steuerprogramm" umfasst neben dem NC-Programm sämtliche Technologiedaten, die aus dem NC-Programm in externe Datenspeicher ausgelagert sind. Außerdem können weitere Anwendungen, wie bspw. ein Konstruktions-

system, ein Programmiersystem oder ein kombiniertes Konstruktions- und Programmiersystem, auf dem Steuerungscomputer 4 installiert sein.

An der Herstellung eines Bauteils auf der Bearbeitungsanlage 1 sind ein Konstrukteur, ein Programmierer und ein Maschinenbediener beteiligt, die zum Teil in Personalunion von einer oder zwei Personen ausgeübt werden können. Die Konstruktion des Bauteils erfolgt mit Hilfe eines Konstruktionssystems **16** (CAD-System) oder eines kombinierten Konstruktions- und Programmiersystems **17** (CAD-/CAM-System), wobei die Abkürzungen CAD und CAM für Computer Aided Design und Computer Aided Manufacturing stehen. Fertige Konstruktionszeichnungen werden auf einer dafür in einem Netzwerk **18** vorgesehenen gemeinsamen CAD-Datenablage **19** abgelegt, auf die die Programmierer bei Bedarf zugreifen können.

Die Bearbeitungsanlage 1 wird über Steuerprogramme gesteuert, die mit Hilfe eines Programmiersystems oder manuell an der Bedieneinrichtung 5 des MMC-Bediensystems 3 erstellt werden. Programmiersysteme kennen grundlegende und spezielle NC-Funktionen und wissen, welche Technologiedaten benötigt werden und welche Regeln für die Bearbeitung gelten. Damit können sie die Bearbeitung automatisch definieren und ein Steuerprogramm generieren. Bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel sind neben dem kombinierten Konstruktions- und Programmiersystem 17 ein weiteres kombiniertes Konstruktions- und Programmiersystem **20** auf dem Steuerungscomputer 4 und ein Programmiersystem **21** (CAM-System) im Netzwerk 18 installiert. Die Programmiersysteme 17, 20, 21 sind mit einer CAM-Datenablage **22** verbunden, auf die die Programmierer und Maschinenbediener zugreifen können. Der Programmierer legt die fertigen Steuerprogramme in der CAM-Datenablage 22 ab. Der Maschinenbediener kann auf die CAM-Datenablage 22 zugreifen und die Steuerprogramme aus der CAM-Datenablage 22 in die Programmverwaltung 14 des Steuerungscomputers 4 importieren.

Bei der Programmierung legt der Programmierer fest, wie ein Bauteil bearbeitet wird. Er bestimmt, welche Werkzeuge eingesetzt werden, in welcher Reihenfolge die Bearbeitung erfolgt, und welche Bearbeitungsparameter bspw. für die Laserleistung und Vorschubgeschwindigkeit gelten. Programmiersysteme unterstützen

den Programmierer dabei, geeignete Bearbeitungsparameter und Bearbeitungsstrategien für seine Bearbeitungsaufgabe zu finden. Die Informationen über geeignete Bearbeitungsparameter und Bearbeitungsstrategien sind in sogenannten Technologietabellen und Regelwerken enthalten, die den Datenspeicher 15 definieren. In einer Technologietabelle sind in Abhängigkeit von der Materialart, der Materialdicke und dem Bearbeitungsverfahren geeignete Bearbeitungsparameter für alle relevanten Größen hinterlegt, die eine prozesssichere Bearbeitung ermöglichen. Bei Bedarf werden Technologietabellen in Abhängigkeit weiterer Parameter definiert. Dazu gehört beim Laserschneiden bspw. die Konturgröße, die in klein, mittel und groß unterschieden wird, und der Maschinentyp, auf dem die Bearbeitung erfolgen soll.

Bei Technologietabellen wird zwischen allgemeinen, in der Regel schreibgeschützten Technologietabellen des Maschinenherstellers und kundenspezifischen Technologietabellen unterschieden. Allgemeine Technologietabellen werden vom Maschinenhersteller mit großem Aufwand ermittelt und zusammen mit der numerischen Steuerungsvorrichtung 2 der Bearbeitungsanlage 1 an die Kunden ausgeliefert. Kundenspezifische Technologietabellen können von einem Programmierer oder Maschinenbediener angelegt und verändert werden. In kundenspezifischen Technologietabellen sind auf die Bearbeitungsaufgaben eines speziellen Kunden angepasste Bearbeitungsparameter gespeichert. Die in den allgemeinen Technologietabellen gespeicherten Bearbeitungsparameter werden im Rahmen dieser Anmeldung als "standardmäßige Bearbeitungsparameter" bezeichnet.

Um die standardmäßigen Bearbeitungsparameter zu ermitteln, führen Maschinenhersteller unzählige Parametervariationen durch und bewerten die Bearbeitungsergebnisse. Die Entscheidung, welche Bearbeitungsparameter in der Technologietabelle gespeichert werden, hängt unter anderem von den Randbedingungen ab. Soll eine Bearbeitung mit höchstmöglicher Bearbeitungsqualität durchgeführt werden, ergeben sich andere Bearbeitungsparameter als bei einer Bearbeitung mit schnellstmöglicher Geschwindigkeit. Die Bearbeitungsparameter, die ein Maschinenhersteller in allgemeinen Technologietabellen angibt, stellen in der Regel einen Kompromiss verschiedener Randbedingungen, wie Qualität, Prozesssicherheit und Geschwindigkeit, dar. Dabei wissen der Programmierer und der Maschinenbediener in der Regel nicht, unter welchen Randbedingungen der Maschi-

nenhersteller die Bearbeitungsparameter der allgemeinen Technologietabellen ermittelt hat.

Die Eigenschaften des verwendeten Materials haben wesentlichen Einfluss auf die Prozesssicherheit des Bearbeitungsprozesses und die Qualität des Bearbeitungsergebnisses. Dies kann dazu führen, dass Bearbeitungsparameter, die bei einem bestimmten Material zufriedenstellende Bearbeitungsergebnisse geliefert haben, nach einem Wechsel des Materiallieferanten oder bei einer anderen Materialcharge unzufriedenstellende Bearbeitungsergebnisse liefern, so dass eine Anpassung der Bearbeitungsparameter erforderlich wird.

Fig. 2 zeigt ein bekanntes Verfahren zur Steuerung einer Bearbeitungsanlage mit Hilfe der in Fig. 1 gezeigten Steuerungsvorrichtung 2 in Form eines Ablaufdiagramms.

In einem Schritt **S1** wählt der Maschinendiener in der Bediensoftware 12 der Bearbeitungsanlage 1 ein Steuerprogramm, das in der Programmverwaltung 14 gespeichert ist. Das Steuerprogramm verweist auf standardmäßige Bearbeitungsparameter, die in dem Datenspeicher 15 auf dem Steuerungscomputer 4 hinterlegt sind. Die vorgeschlagenen standardmäßigen Bearbeitungsparameter werden in einem Schritt **S2** aus dem Datenspeicher 15 in einen Speicher **23** des Steuerungscomputers 4 übertragen und in einem Schritt **S3** auf dem Bildschirm 6 der Bedieneinrichtung 5 angezeigt.

In einem Schritt **S4** entscheidet der Maschinenbediener, ob er die vorgeschlagenen standardmäßigen Bearbeitungsparameter des Datenspeichers 15 übernimmt oder Änderungen erforderlich sind. Übernimmt der Maschinenbediener die vorgeschlagenen standardmäßigen Bearbeitungsparameter nicht (N in Schritt S4), werden die Bearbeitungsparameter in einem Schritt **S5** vom Maschinenbediener verändert. Nach Schritt S5 oder wenn der Maschinenbediener die vorgeschlagenen standardmäßigen Bearbeitungsparameter des Datenspeichers 15 übernimmt (J in Schritt S4), werden die Bearbeitungsparameter in einem Schritt **S6** aus dem Speicher 23 in eine Übertragungsdatei geschrieben und gespeichert. Dabei werden die Bearbeitungsparameter so aufbereitet, dass sie von der NC-Steuereinheit 10 gelesen und verarbeitet werden können. In einem Schritt **S7** wird das Steuer-

programm und in einem Schritt **S8** die Übertragungsdatei vom Steuerungscomputer 4 an die NC-Steuereinheit 10 übertragen. Nach Schritt S8 ist das bekannte Verfahren zur Steuerung der Bearbeitungsanlage beendet.

5 Die Anpassung von Bearbeitungsparametern an geänderte Randbedingungen erfordert vom Programmierer und/oder vom Maschinenbediener sehr viel Erfahrung, da die Bearbeitungsparameter voneinander abhängig sind und außerdem den Bearbeitungsprozess und das Bearbeitungsergebnis in nichtlinearer Weise beeinflussen. Für unerfahrene Programmierer und Maschinenbediener ist die Gefahr, die Bearbeitungsparameter in der falschen Weise zu ändern, sehr groß. Bis
10 ein unerfahrener Maschinenbediener die Vielzahl an Bearbeitungsparametern geeignet verändert hat, können sehr viel Zeit vergehen und unnötige Kosten durch Materialeinsatz und Maschinenzeit entstehen.

15 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht demgegenüber darin, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung einer Bearbeitungsanlage bereitzustellen, die den Programmierer und/oder den Maschinenbediener bei der Optimierung des Bearbeitungsprozesses und/oder der Bearbeitungsergebnisse unterstützen.

20

Diese Aufgabe wird bei der eingangs genannten Vorrichtung erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass eine Anpasseinrichtung aktivierbar ist, mit der die Bearbeitungsparameter in einer voreingestellten Weise an die Materialeigenschaften eines zu bearbeitenden Werkstücks und/oder an eine auswählbare Zielgröße der
25 Bearbeitung angepasst werden.

Die Anpasseinrichtung ist bevorzugt so ausgebildet, dass die Bearbeitungsparameter an die Prozesssicherheit des Bearbeitungsprozesses, die Qualität des Bearbeitungsergebnisses und/oder die Bearbeitungsgeschwindigkeit als Zielgröße
30 der Bearbeitung angepasst werden.

Die Anpasseinrichtung ist bevorzugt so ausgebildet, dass die Bearbeitungsparameter stufenweise in mehreren Anpassungsstufen an die Materialeigenschaften des zu bearbeitenden Werkstücks und/oder an die Zielgröße der Bearbeitung angepasst werden.
35

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Anpasseinrichtung Korrekturregeln, um die die standardmäßigen Bearbeitungsparameter verändert werden. Dabei sind die Korrekturregeln für die Bearbeitungsparameter bevorzugt in dem
5 Datenspeicher gespeichert.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind mindestens eine Detektoreinrichtung, die den Bearbeitungsprozess und/oder die Materialeigenschaften überwacht und ein Messsignal ermittelt, und eine mit der Detektoreinrichtung in Verbindung
10 stehende Auswerteeinrichtung, die aus dem Messsignal der Detektoreinrichtung einen Ist-Wert für den Bearbeitungsprozess und/oder die Materialeigenschaften bestimmt, vorgesehen.

Die Aufgabe wird weiterhin bei dem eingangs genannten Verfahren erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Bearbeitungsparameter mit Hilfe einer
15 Anpasseinrichtung in einer voreingestellten Weise an die Materialeigenschaften eines zu bearbeitenden Werkstücks und/oder an eine auswählbare Zielgröße der Bearbeitung angepasst werden und das Steuerprogramm auf die angepassten Bearbeitungsparameter zugreift.

20 Die angepassten Bearbeitungsparameter werden bevorzugt von der Anpasseinrichtung berechnet und in einer Übertragungsdatei gespeichert.

In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird mittels einer Detektoreinrichtung ein Messsignal ermittelt und mittels einer mit der Detektoreinrichtung in Verbindung stehenden Auswerteeinrichtung ein Ist-Wert für den Bearbeitungsprozess und/oder die Materialeigenschaften bestimmt. Die Bearbeitungsparameter werden bevorzugt mit Hilfe der Anpasseinrichtung in einer voreingestellten Weise entsprechend dem von der Auswerteeinrichtung ermittelten Ist-
25 Wert an eine vom Maschinenbediener ausgewählte Zielgröße angepasst.
30

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstands der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Ansprüchen entnehmbar. Ebenso können die vorstehend genannten und die noch weiter aufgeführten
35 Merkmale erfindungsgemäß jeweils einzeln für sich oder zu mehreren in beliebiger

gen Kombinationen Verwendung finden. Die gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen sind nicht als abschließende Aufzählung zu verstehen, sondern haben vielmehr beispielhaften Charakter für die Schilderung der Erfindung.

5 Es zeigen:

Fig. 1 eine bekannte Vorrichtung zur Steuerung einer Bearbeitungsanlage;

Fig. 2 ein bekanntes Verfahren zur Steuerung einer Bearbeitungsanlage in Form eines Ablaufdiagramms;

10

Fig. 3 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Steuerung einer Bearbeitungsanlage mit einer Anpasseinrichtung;

15

Fig. 4 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung einer Bearbeitungsanlage in Form eines Ablaufdiagramms; und

20

Fig. 5 eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung einer Bearbeitungsanlage in Form eines Ablaufdiagramms.

25

Fig. 3 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung **30** zur Steuerung einer Bearbeitungsanlage, bei der die Bearbeitungsparameter, auf die das Steuerprogramm zugreift, mit Hilfe einer Anpasseinrichtung **31** an abweichende Materialeigenschaften des verwendeten Werkstücks oder an eine vom Maschinenbediener ausgewählte Zielgröße der Bearbeitung angepasst werden.

30

Die erfindungsgemäße Steuerungsvorrichtung 30 unterscheidet sich von der bekannten Steuerungsvorrichtung 2 der Fig. 1 durch eine modifizierte Bediensoftware **32** zur Steuerung der Bearbeitungsanlage 1 und einen modifizierte Datenspeicher **33**, in dem die Bearbeitungsparameter für die Steuerprogramme gespeichert sind. Die Steuerungsvorrichtung 30 umfasst softwareseitig neben der Bediensoftware 32 und dem Datenspeicher 33 wie die bekannte Steuerungsvorrichtung 2 die Softwaremodule 13 zur Auftragsverwaltung, Werkzeugverwaltung

35

und Palettenverwaltung und die Programmverwaltung 14 zur Verwaltung der Steuerprogramme.

Die Bediensoftware 32 der Steuerungsvorrichtung 30 unterscheidet sich von der bekannten Bediensoftware 12 der Steuerungsvorrichtung 2 durch die Anpasseinrichtung 31, mit deren Hilfe die Bearbeitungsparameter an abweichende Materialeigenschaften des verwendeten Werkstücks oder an eine vom Maschinenbediener ausgewählte Zielgröße der Bearbeitung, bspw. Prozesssicherheit oder Bearbeitungsqualität, angepasst werden.

Der Datenspeicher 33 weist neben den standardmäßigen Bearbeitungsparametern des bekannten Datenspeichers 15 Korrekturregeln auf, mit denen die standardmäßigen Bearbeitungsparameter bei Aktivierung der Anpasseinrichtung 31 verändert werden, um den Bearbeitungsprozess zu verbessern oder die Qualität des Bearbeitungsergebnisses zu steigern. Die Korrekturregeln geben an, welche Bearbeitungsparameter um welchen Wert verändert werden sollen, wobei die Änderungen als absolute oder relative Werte angegeben werden können. Die angepassten Bearbeitungsparameter werden von der Anpasseinrichtung 31 aus den standardmäßigen Bearbeitungsparametern und den Korrekturregeln berechnet und im Speicher 23 des Steuerungscomputers 4 in einer Übertragungsdatei abgelegt. Die standardmäßigen Bearbeitungsparameter sind in einer ersten Teildatenbank **34** und die Korrekturregeln in einer zweiten Teildatenbank **35** des Datenspeichers 33 gespeichert.

Die Änderung der Bearbeitungsparameter durch die Korrekturregeln kann stufenweise, d.h. in mehreren Anpassungsstufen, oder kontinuierlich erfolgen. Eine kontinuierliche Anpassung der Bearbeitungsparameter macht vor allem dann Sinn, wenn der Ist-Zustand des Bearbeitungsprozesses oder die Materialeigenschaften des verwendeten Werkstücks mit Hilfe von Detektor- und Auswerteeinrichtungen ermittelt werden. Bei der Anpassung der Bearbeitungsparameter in mehreren Anpassungsstufen werden die Bearbeitungsparameter entsprechend der ausgewählten Zielgröße in größeren Schritten verändert, um bspw. die Prozesssicherheit des Bearbeitungsprozesses zu erhöhen. Bspw. werden die Laserleistung und die Vorschubgeschwindigkeit in einer ersten Anpassungsstufe um 4 % bzw. um 10 % und in einer zweiten Anpassungsstufe um 5 % bzw. um 25 %

reduziert. Es versteht sich, dass neben Laserleistung und Vorschubgeschwindigkeit ggf. weitere Bearbeitungsparameter angepasst werden müssen. Die erhöhte Prozesssicherheit der zweiten Anpassungsstufe gegenüber der ersten Anpassungsstufe erkaufte sich der Maschinenbediener durch eine geringere Vorschubgeschwindigkeit und damit durch eine längere Bearbeitungszeit.

Die Steuerungsvorrichtung 30 weist außerdem eine Detektoreinrichtung **36** und eine mit der Detektoreinrichtung 36 verbundene Auswerteeinrichtung **37** auf.

Fig. 4 zeigt eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung einer Bearbeitungsanlage in Form eines Ablaufdiagramms. Mit Hilfe der Anpasseinrichtung 31 der erfindungsgemäßen Steuerungsvorrichtung 30 der Fig. 3 werden die Bearbeitungsparameter an abweichende Materialeigenschaften des verwendeten Werkstücks und/oder an eine vom Maschinenbediener ausgewählte Zielgröße der Bearbeitung angepasst.

In einem Schritt **S11** wählt der Maschinendiener in der Bediensoftware 32 der Bearbeitungsanlage 1 ein Steuerprogramm, das in der Programmverwaltung 14 auf dem Steuerungscomputer 4 abgelegt ist. Das Steuerprogramm verweist auf standardmäßige Bearbeitungsparameter, die in der Teildatenbank 34 des Datenspeichers 33 hinterlegt sind. Die standardmäßigen Bearbeitungsparameter werden in einem Schritt **S12** aus dem Datenspeicher 33 in den Speicher 23 des Steuerungscomputers 4 übertragen und bei Bedarf in einem Schritt **S13** auf dem Bildschirm 6 der Bedieneinrichtung 5 angezeigt.

In einem Schritt **S14** entscheidet der Maschinenbediener, ob er die standardmäßigen Bearbeitungsparameter des Datenspeichers 33 übernimmt oder eine Anpassung der Bearbeitungsparameter mit Hilfe der Anpasseinrichtung 31 erforderlich ist. Um bewerten zu können, ob die standardmäßigen Bearbeitungsparameter für einen Bearbeitungsauftrag geeignet sind oder nicht, muss der Maschinenbediener zunächst einen Bearbeitungsauftrag durchführen und das Bearbeitungsergebnis bewerten oder aus früheren Bearbeitungsaufträgen wissen, dass die standardmäßigen Bearbeitungsparameter nicht geeignet sind.

Wenn die standardmäßigen Bearbeitungsparameter für den vorliegenden Bearbeitungsauftrag geeignet sind (J in Schritt S14), überprüft der Maschinenbediener in einem Schritt **S15**, ob die Anpasseinrichtung 31 deaktiviert ist. Wenn die Anpasseinrichtung 31 nicht deaktiviert ist (N in Schritt S15), deaktiviert der Maschinenbediener die Anpasseinrichtung 31 in einem Schritt **S16**.

Nach Schritt S16 oder wenn die Anpasseinrichtung 31 deaktiviert ist (J in Schritt S15), wird das erfindungsgemäße Verfahren mit den Schritten **S17** und **S18** fortgesetzt, die den Schritten S6 und S7 des in Fig. 2 gezeigten bekannten Steuerungsverfahrens entsprechen. Die standardmäßigen Bearbeitungsparameter werden in Schritt S17 aus dem Speicher 23 des Steuerungscomputers 4 in die Übertragungsdatei geschrieben. In Schritt S18 werden das Steuerprogramm und die Übertragungsdatei vom Steuerungscomputer 4 an die NC-Steuereinheit 10 übertragen. Nach Schritt S18 ist das erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung der Bearbeitungsanlage beendet.

Wenn die standardmäßigen Bearbeitungsparameter für den vorliegenden Bearbeitungsauftrag nicht geeignet sind (N in Schritt S14), überprüft der Maschinenbediener in einem Schritt **S19**, ob die Anpasseinrichtung 31 deaktiviert ist. Wenn die Anpasseinrichtung 31 deaktiviert ist (J in Schritt S19), aktiviert der Maschinenbediener die Anpasseinrichtung 31 in einem Schritt **S20**.

Nach Schritt S20 oder wenn die Anpasseinrichtung 31 aktiviert (nicht deaktiviert) ist (N in Schritt S19), entscheidet der Maschinenbediener in einem Schritt **S21**, an welche Zielgröße die Bearbeitungsparameter angepasst werden sollen: Soll beispielsweise die Prozesssicherheit des Bearbeitungsprozesses erhöht, die Bearbeitungsqualität verbessert oder die Bearbeitungsgeschwindigkeit erhöht werden?

In einem Schritt **S22** schlägt die Anpasseinrichtung 31 dem Maschinenbediener mehrere Anpassungsstufen zu der gewählten Zielgröße vor. Der Maschinenbediener legt in einem Schritt **S23** die Anpassungsstufe fest, gemäß der die Bearbeitungsparameter angepasst werden. In einem Schritt **S24** berechnet die Anpasseinrichtung 31 die angepassten Bearbeitungsparameter, die der eingestellten Anpassungsstufe entsprechen, und zeigt die angepassten Bearbeitungs-

parameter auf dem Bildschirm 6 der Bedieneinrichtung 5 an. Die angepassten Bearbeitungsparameter werden aus den standardmäßigen Bearbeitungsparametern, die in Schritt S13 aus dem Datenspeicher 33 in den Speicher 23 des Steuerungscomputers 4 übertragen wurden, und den Korrekturregeln berechnet. Der
5 Maschinenbediener gibt die angepassten Bearbeitungsparameter in einem Schritt **S25** frei. In einem Schritt **S26** werden die angepassten Bearbeitungsparameter in die Übertragungsdatei geschrieben und gespeichert.

Die Bediensoftware startet in einem Schritt **S27** die Übertragung der angepassten Bearbeitungsparameter an die NC-Steuereinheit 10. Nach Schritt S27 ist das
10 erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung der Bearbeitungsanlage beendet.

Fig. 5 zeigt eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung einer Bearbeitungsanlage 1 in Form eines Ablaufdiagramms, bei
15 dem die Eigenschaften des verwendeten Materials mit der Detektoreinrichtung 36 gemessen und mit der mit der Detektoreinrichtung 36 verbundenen Auswerteeinrichtung 37 bewertet wird.

In einem Schritt **S31** startet der Maschinendiener in der Bediensoftware 32 der
20 Bearbeitungsanlage 1 ein Steuerprogramm, das in der Programmverwaltung 14 auf dem Steuerungscomputer 4 abgelegt ist. Das Steuerprogramm verweist auf standardmäßige Bearbeitungsparameter, die in einem Schritt **S32** aus dem Datenspeicher 33 in den Speicher 23 des Steuerungscomputers 4 übertragen und in einem Schritt **S33** auf dem Bildschirm 6 der Bedieneinrichtung 5 angezeigt werden.
25

In einem Schritt **S34** aktiviert der Maschinenbediener die Detektor- und Auswerteeinrichtungen 36 und 37, die in einem Schritt **S35** einen Ist-Wert bestimmen, der die Eigenschaften des Materials widerspiegelt. Anhand des von der Auswerteeinrichtung 37 ermittelten Ist-Wertes erhält der Maschinenbediener in einem
30 Schritt **S36** eine Empfehlung, ob die Bearbeitungsparameter aufgrund abweichender Materialeigenschaften angepasst werden sollten. Der Maschinenbediener entscheidet in einem Schritt **S37**, ob eine Anpassung der Bearbeitungsparameter erfolgen soll.

Wenn keine Anpassung der Bearbeitungsparameter erfolgen soll (N in Schritt S37), wird das Verfahren mit den Schritten **S38** und **S39** fortgesetzt, die den Schritten S6 und S7 des in Fig. 2 gezeigten bekannten Steuerungsverfahrens entsprechen. In Schritt S38 werden die standardmäßigen Bearbeitungsparameter aus dem Speicher 23 des Steuerungscomputers 4 in die Übertragungsdatei geschrieben und in Schritt S39 werden das Steuerprogramm und die Übertragungsdatei vom Steuerungscomputer 4 an die NC-Steuereinheit 10 übertragen. Nach Schritt S39 ist das erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung der Bearbeitungsanlage beendet.

Wenn die Bearbeitungsparameter an die abweichenden Materialeigenschaften angepasst werden sollen (J in Schritt S37), aktiviert der Maschinenbediener die Anpasseinrichtung 31 in einem Schritt **S40**. Die Anpasseinrichtung 31 schlägt dem Maschinenbediener in einem Schritt **S41** eine Anpassungsstufe vor, gemäß der die Bearbeitungsparameter an die abweichenden Materialeigenschaften angepasst werden.

Neben einer Anpassung der Bearbeitungsparameter in mehreren Anpassungsstufen können die Bearbeitungsparameter auch kontinuierlich angepasst werden, wobei jedem von der Auswerteeinrichtung 37 bestimmten Ist-Wert ein Parametersatz von Korrekturregeln in einer voreingestellten Weise zugeordnet ist. Die stufenweise Anpassung der Bearbeitungsparameter hat gegenüber der kontinuierlichen Anpassung den Vorteil, dass nur einige Parametersätze an Korrekturregeln ermittelt und abgespeichert werden müssen. Demgegenüber hat die kontinuierliche Anpassung der Bearbeitungsparameter den Vorteil, dass die Änderung der Bearbeitungsparameter nahezu optimal an die abweichenden Materialeigenschaften angepasst ist.

In einem Schritt **S42** berechnet die Anpasseinrichtung 31 die angepassten Bearbeitungsparameter, die der eingestellten Anpassungsstufe entsprechen, und zeigt die angepassten Bearbeitungsparameter auf dem Bildschirm 6 der Bedieneinrichtung 5 an. Der Maschinenbediener gibt die angepassten Bearbeitungsparameter in einem Schritt **S43** frei. In einem Schritt **S44** werden die angepassten Bearbeitungsparameter in die Übertragungsdatei geschrieben und gespeichert. Die Bediensoftware 32 startet in einem Schritt **S45** die Übertragung der angepassten

Bearbeitungsparameter an die NC-Steuereinheit 10. Nach Schritt S45 ist das erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung der Bearbeitungsanlage beendet.

5

Patentansprüche

1. Vorrichtung (30) zur Steuerung einer Bearbeitungsanlage (1) mit Hilfe eines Steuerprogramms, wobei die Vorrichtung einen Datenspeicher (33) umfasst, in dem standardmäßige Bearbeitungsparameter gespeichert sind, auf welche
10 das Steuerprogramm verweist,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Anpasseinrichtung (31) aktivierbar ist, mit der die Bearbeitungsparameter in einer voreingestellten Weise an die Materialeigenschaften eines zu bearbeitenden Werkstücks und/oder an eine auswählbare Zielgröße der Bearbeitung
15 angepasst werden.
2. Steuerungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anpasseinrichtung (31) so ausgebildet ist, dass die Bearbeitungsparameter an die Prozesssicherheit des Bearbeitungsprozesses, die Qualität des Bearbeitungsergebnisses und/oder die Bearbeitungsgeschwindigkeit als Zielgröße an-
20 gepasst werden.
3. Steuerungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anpasseinrichtung (31) so ausgebildet ist, dass die
25 Bearbeitungsparameter stufenweise in mehreren Anpassungsstufen an die Materialeigenschaften des zu bearbeitenden Werkstücks und/oder an die Zielgröße der Bearbeitung angepasst werden.
4. Steuerungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
30 gekennzeichnet, dass die Anpasseinrichtung (31) Korrekturregeln umfasst, um die die standardmäßigen Bearbeitungsparameter verändert werden.
5. Steuerungsvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die
35 Korrekturregeln für die Bearbeitungsparameter in dem Datenspeicher (33) gespeichert sind.

6. Steuerungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Detektoreinrichtung (36), die den Bearbeitungsprozess und/oder die Materialeigenschaften überwacht und ein
5 Messsignal ermittelt, und eine mit der Detektoreinrichtung (36) in Verbindung stehende Auswerteeinrichtung (37), die aus dem Messsignal der Detektoreinrichtung (36) einen Ist-Wert für den Bearbeitungsprozess und/oder die Materialeigenschaften bestimmt, vorgesehen sind.

10 7. Verfahren zur Steuerung einer Bearbeitungsanlage (1) mit Hilfe eines Steuerprogramms, wobei standardmäßige Bearbeitungsparameter in einem Datenspeicher (33) gespeichert werden und das Steuerprogramm auf die Bearbeitungsparameter zugreift,
dadurch gekennzeichnet, dass
15 die Bearbeitungsparameter mit Hilfe einer Anpasseinrichtung (31) in einer voreingestellten Weise an die Materialeigenschaften eines zu bearbeitenden Werkstücks und/oder an eine auswählbare Zielgröße der Bearbeitung angepasst werden und das Steuerprogramm auf die angepassten Bearbeitungsparameter zugreift.

20 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die angepassten Bearbeitungsparameter von der Anpasseinrichtung (31) berechnet und in einer Übertragungsdatei gespeichert werden.

25 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass mittels einer Detektoreinrichtung (36) ein Messsignal ermittelt und mittels einer mit der Detektoreinrichtung (36) in Verbindung stehenden Auswerteeinrichtung (37) ein Ist-Wert für den Bearbeitungsprozess und/oder die Materialeigenschaften bestimmt wird.

30 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Bearbeitungsparameter mit Hilfe der Anpasseinrichtung (31) in einer voreingestellten Weise entsprechend dem von der Auswerteeinrichtung (37) ermittelten Ist-Wert angepasst werden.

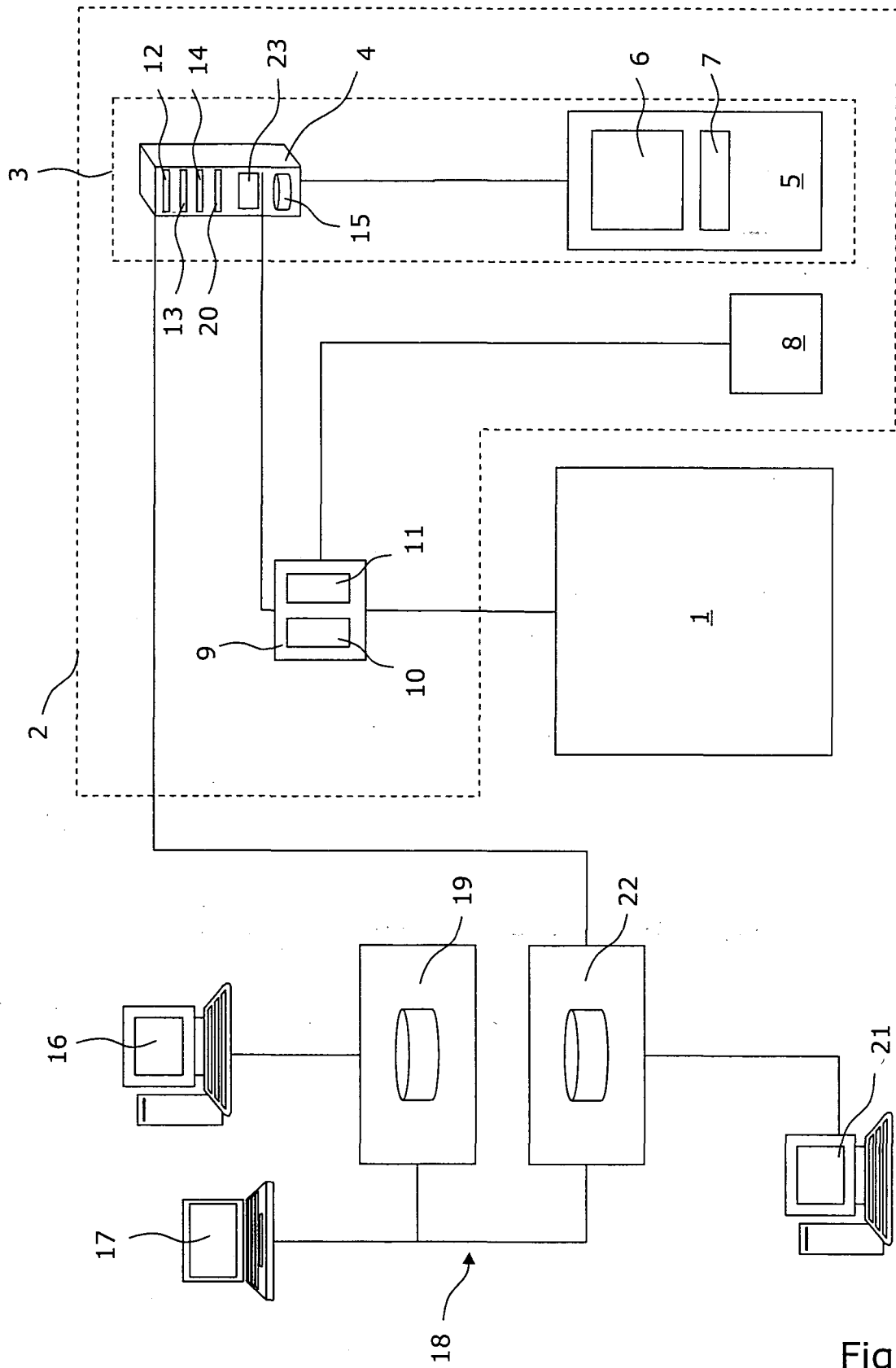


Fig. 1
(Prior Art)

2/5

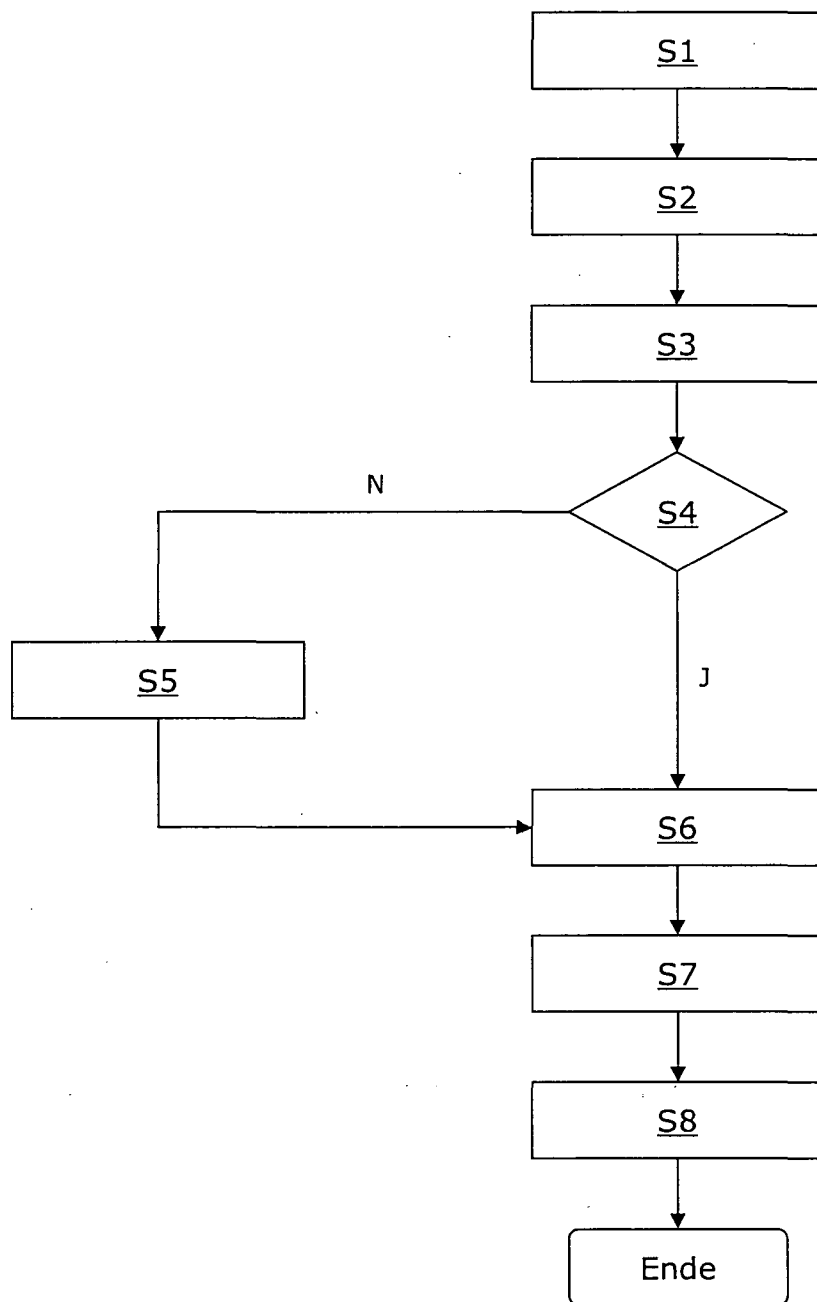


Fig. 2
(Prior Art)

3/5

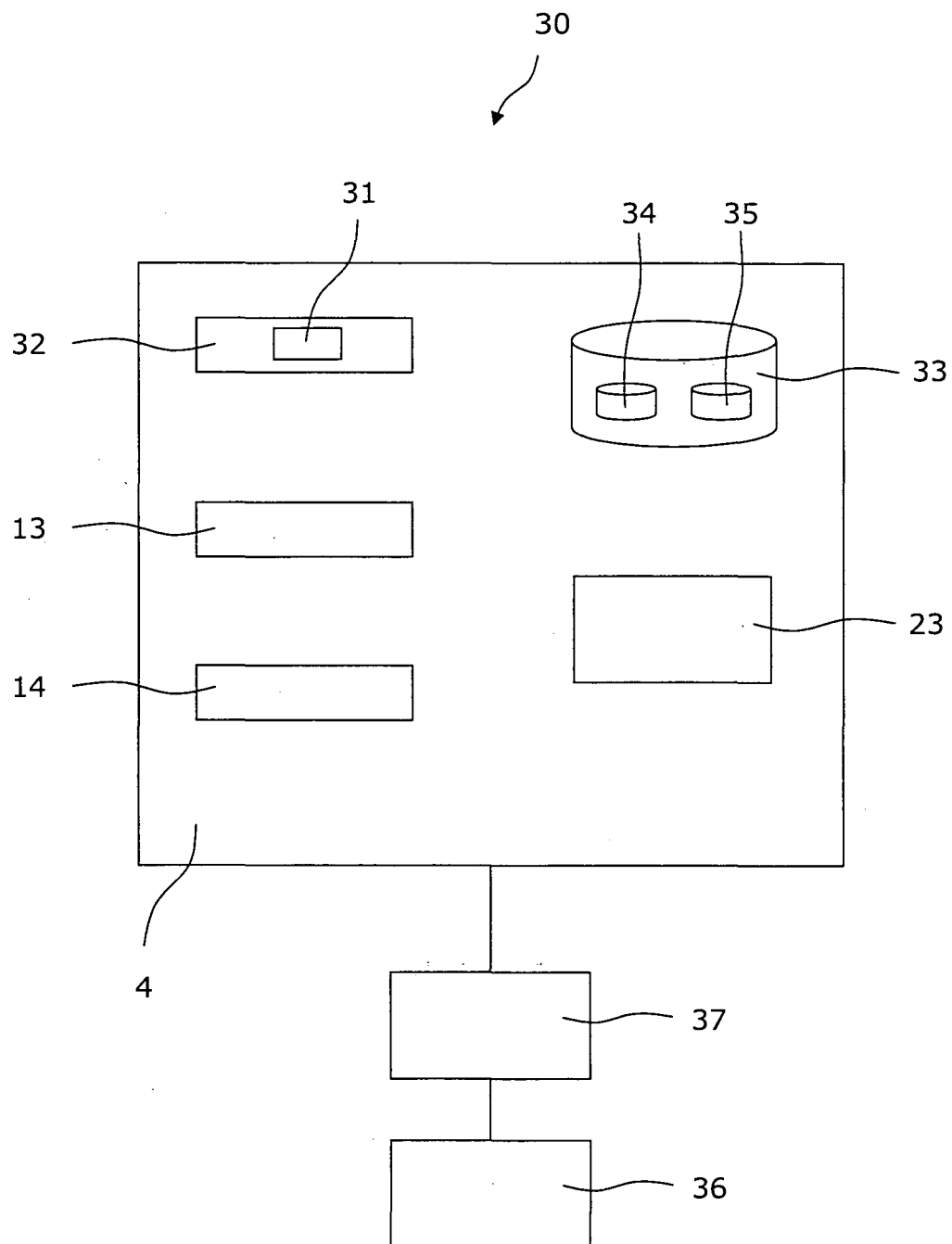


Fig. 3

4/5

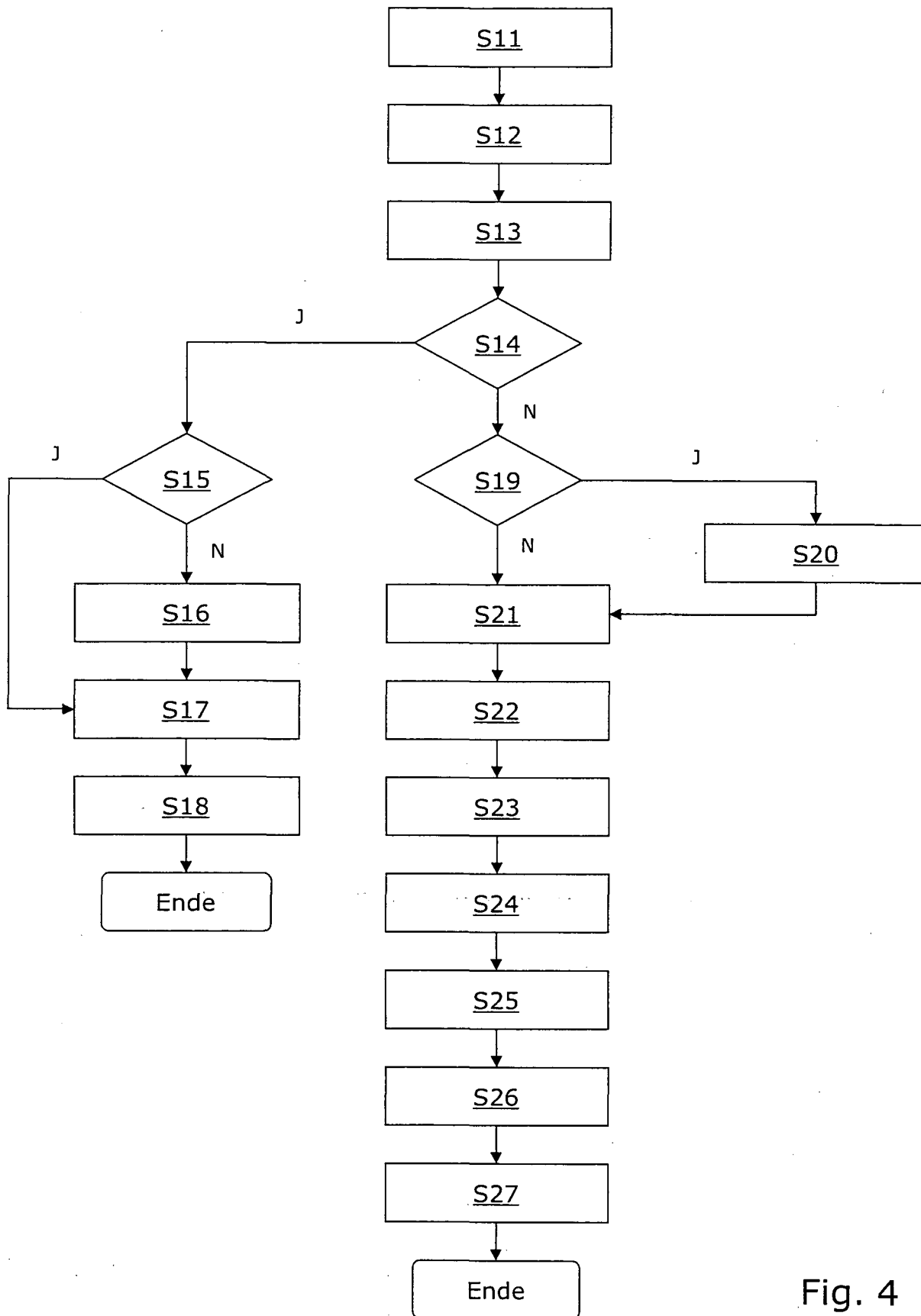


Fig. 4

5/5

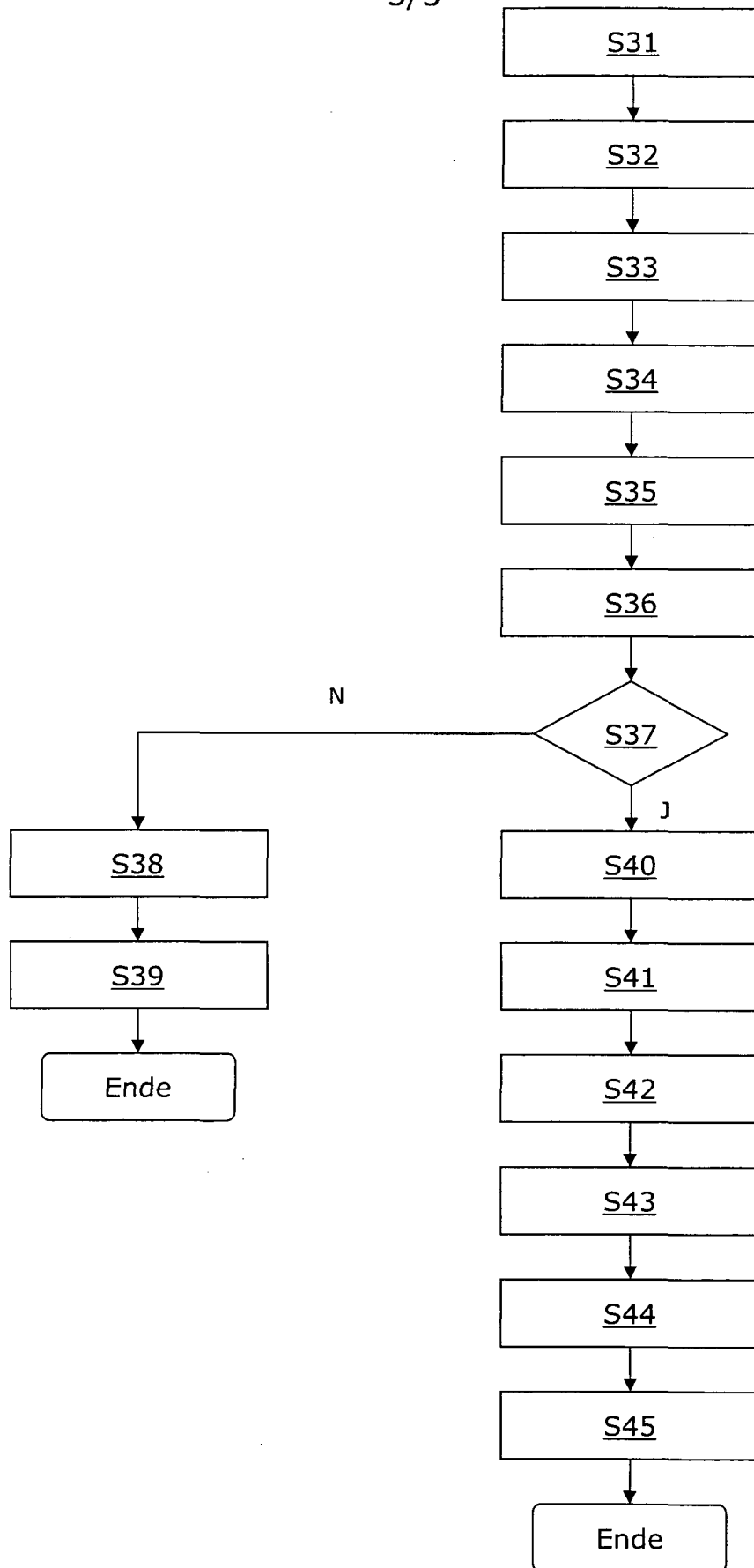


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2009/001470

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G05B19/4093

ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/045964 A1 (LOTTGEN RALF [CH] ET AL LOETTGEN RALF [DE] ET AL) 6 March 2003 (2003-03-06) the whole document -----	1-10
X	EP 0 311 703 A1 (TRAUB AG [DE]; SANDVIK COROMANT AB [SE]) 19 April 1989 (1989-04-19) the whole document -----	1-10
A	US 2003/023341 A1 (SAGAWA TAKANOBU [JP] ET AL) 30 January 2003 (2003-01-30) the whole document -----	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 March 2010

Date of mailing of the international search report

07/04/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Cîrîc, George

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2009/001470

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 2003045964	A1	06-03-2003	DE	60115053 D1	22-12-2005
			DE	60115053 T2	03-08-2006
			EP	1308810 A1	07-05-2003
			ES	2250278 T3	16-04-2006
			HK	1055805 A1	21-04-2006
EP 0311703	A1	19-04-1989	AT	70644 T	15-01-1992
			DE	3775403 D1	30-01-1992
			JP	1234135 A	19-09-1989
			US	4992948 A	12-02-1991
US 2003023341	A1	30-01-2003	AU	9601601 A	06-05-2002
			CN	1394157 A	29-01-2003
			WO	0234463 A1	02-05-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/001470

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G05B19/4093

ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G05B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2003/045964 A1 (LOTTGEN RALF [CH] ET AL LOETTGEN RALF [DE] ET AL) 6. März 2003 (2003-03-06) das ganze Dokument	1-10
X	EP 0 311 703 A1 (TRAUB AG [DE]; SANDVIK COROMANT AB [SE]) 19. April 1989 (1989-04-19) das ganze Dokument	1-10
A	US 2003/023341 A1 (SAGAWA TAKANOBU [JP] ET AL) 30. Januar 2003 (2003-01-30) das ganze Dokument	1-10

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. März 2010

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/04/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Cîrîc, George

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/001470

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2003045964	A1	06-03-2003	DE	60115053 D1	22-12-2005
			DE	60115053 T2	03-08-2006
			EP	1308810 A1	07-05-2003
			ES	2250278 T3	16-04-2006
			HK	1055805 A1	21-04-2006
EP 0311703	A1	19-04-1989	AT	70644 T	15-01-1992
			DE	3775403 D1	30-01-1992
			JP	1234135 A	19-09-1989
			US	4992948 A	12-02-1991
US 2003023341	A1	30-01-2003	AU	9601601 A	06-05-2002
			CN	1394157 A	29-01-2003
			WO	0234463 A1	02-05-2002