

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
6. Januar 2011 (06.01.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/000368 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G05B 19/409 (2006.01) **G05B 23/02** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2010/050036
- (22) Internationales Anmeldedatum:
17. Juni 2010 (17.06.2010)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2009 027 269.0 29. Juni 2009 (29.06.2009) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **TRUMPF WERKZEUGMASCHINEN GMBH + CO. KG** [DE/DE]; Johann-Maus-Strasse 2, 71254 Ditzingen (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SAWILLA, Ingo** [DE/DE]; Schwillbachstr. 4/1, 75233 Tiefenbronn (DE).
- (74) Anwalt: **KOHLER SCHMID MÖBUS PATENTANWÄLTE**; Ruppmannstrasse 27, 70565 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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)

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR MONITORING THE STATE OF A MACHINE

(54) Bezeichnung : SYSTEM UND VERFAHREN ZUR ÜBERWACHUNG DES ZUSTANDS EINER MASCHINE

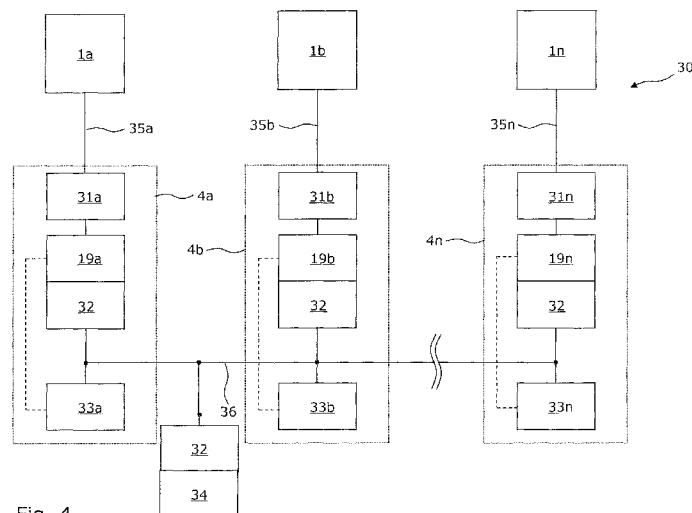


Fig. 4

(57) Abstract: The invention relates to a method for monitoring the state of one or more machine tools (1a-1n), wherein state information of the machine tools (1a-1n) is detected and evaluated, wherein the state information of at least one of the machine tools (1a-1n) is locally evaluated and said locally evaluated state information is also transmitted to at least one of the other machine tools (1a-1n), preferably to all other machine tools (1a-1n). For this purpose, in a system (30) of several machine tools (1a-1n), at least one of the machine tools (1a-1n) has a separate local evaluation device (19), and the local evaluation devices (19) of the machine tools (1a-1n) are interconnected by means of a communication connection (36).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Bei einem Verfahren zur Zustandsüberwachung einer oder mehreren Werkzeugmaschinen (1a-1n), bei dem Zustandsinformationen der Werkzeugmaschinen (1a-1n) erfasst und ausgewertet werden, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Zustandsinformation mindestens einer der Werkzeugmaschinen (1a-1n) lokal ausgewertet wird und diese lokal ausgewertete Zustandsinformation auch an zumindest eine der übrigen Werkzeugmaschinen (1a-1n), vorzugsweise an alle übrigen Werkzeugmaschinen (1a-1n), übermittelt wird. Dazu weist bei einem System (30) von mehreren Werkzeugmaschinen (1a-1n) erfindungsgemäß mindestens eine der Werkzeugmaschinen (1a-1n) eine eigene lokale Auswertungseinrichtung (19) auf, und die lokalen Auswertungseinrichtungen (19) der Werkzeugmaschinen (1a-1n) sind über eine Kommunikationsverbindung (36) miteinander verbunden.

5 **System und Verfahren zur Überwachung des Zustands einer Maschine**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren, ein Computerprogrammprodukt und ein System zur Zustandsüberwachung mehrerer Maschinen eines Maschinenparks.

10 Die zunehmende Automatisierung im Werkzeugmaschinenbau führt dazu, dass Maschinen in Abwesenheit eines Maschinenbedieners stundenlang Aufträge bearbeiten können. Komplette Maschinenparks können von einem einzigen Mitarbeiter beaufsichtigt werden, der verschiedene Aufgaben, wie z.B. das Be- und Entladen von Maschinen, oder die Fehlerbehebung erfüllen muss. Um die Produktivität und Qualität sicherzustellen, werden Überwachungssysteme eingesetzt, die
15 einerseits den Maschinenzustand und andererseits die Qualität des Bearbeitungsergebnisses überwachen.

Fig. 1 zeigt eine bekannte Maschine **1**, die mit Hilfe einer numerischen Steuerungsvorrichtung **2** gesteuert wird. Zur Automatisierung der Maschine **1** ist eine
20 Automatisierungsvorrichtung **3** vorgesehen, deren Steuerung ebenfalls über die Steuerungsvorrichtung **2** erfolgt.

Die Steuerungsvorrichtung **2** umfasst hardwareseitig eine MMC(man-machine communication)-Steuereinheit **4** mit einem als Industrie-PC ausgebildeten Steuerungscomputer **5** und einer Bedieneinrichtung **6** mit einem Bildschirm **7** als Anzeigeeinheit und einer Tastatur **8** als Eingabeeinheit. Weiterhin umfasst die Steuerungsvorrichtung **2** eine Maschinensteuertafel **9** zur manuellen Bedienung der Maschine **1** und der Automatisierungsvorrichtung **3** sowie eine NCU-
30 Baugruppe **10** (Numerical Control Unit) mit integrierter NC-Steuereinheit **11** und SPS(speicherprogrammierte Steuerung)-Steuereinheit **12**.

Die Steuerungsvorrichtung **2** umfasst softwareseitig eine Bediensoftware **13** zur Steuerung der Maschine **1**, eine Bediensoftware **14** zur Steuerung der Automatisierungsvorrichtung **3**, eine Programmverwaltung **15** zur Verwaltung von NC-
35

Programmen sowie Softwaremodule **16** zur Auftragsverwaltung, Werkzeugverwaltung und Palettenverwaltung. Außerdem können weitere Anwendungen, wie bspw. ein Konstruktionssystem, ein Programmiersystem oder ein kombiniertes Konstruktions- und Programmiersystem, auf dem Steuerungscomputer 5 installiert sein.

Zur Überwachung der Maschine 1 und der Automatisierungsvorrichtung 3 ist eine Überwachungseinrichtung **17** vorgesehen. Über eine Kommunikationsverbindung **18** werden die Messdaten an den Steuerungscomputer 5 der MMC-Steuereinheit 4 übermittelt.

Das Konzept des so genannten Condition-Monitoring basiert auf einer regelmäßigen Erfassung des Maschinenzustandes einer Maschine durch Messung aussagefähiger Größen, was auch als Zustandsüberwachung bezeichnet wird. Bei der Zustandsüberwachung wird zwischen Prozessüberwachung und Maschinenüberwachung unterschieden. Die Prozessüberwachung zielt dabei auf die Güte des Bearbeitungsprozesses ab, wohingegen die Maschinenüberwachung den Schutz der Maschine und ihrer Komponenten zum Ziel hat. Das Condition-Monitoring verfolgt zwei Ziele: Sicherheit und Maschineneffizienz. Basierend auf den in Echtzeit analysierten Sensordaten kann ein verlässliches und sehr schnell reagierendes Sicherheitssystem (Notabschaltung, engl. „Trip“) realisiert werden. Im Vergleich dazu sind bisherige Systeme (z. B. Schwingungssensoren) in aller Regel unpräziser und sie liefern anschließend keinen Beitrag zur Aufklärung des Schadensfalls. Online-Condition-Monitoring ermöglicht eine Notabschaltung aufgrund der erfassten Daten und somit eine Analyse über den Störfaktor. Die Überwachung des Maschinenzustands ist die zwingende Voraussetzung für eine zustandsorientierte Instandhaltung. Diese Strategie löst die bisher übliche präventive Instandhaltung ab, bei der in festen Zeitabständen die betreffende Maschine heruntergefahren und Bauteile überprüft bzw. ausgetauscht wurden. Diese Art der Maschinenwartung führte häufig dazu, dass intakte Bauteile ausgetauscht und vorhandene Restlaufzeiten somit verschenkt wurden.

Die Zustandsüberwachung setzt sich aus mehreren Teilschritten zusammen: Zustandserfassung, Zustandsvergleich und Diagnose. Die Zustandserfassung ist die Messung und Dokumentation von Maschinenparametern, die den aktuellen Zu-

stand des Produktionsmittels (oder des Bearbeitungsprozesses) widerspiegeln. Der Zustandsvergleich stellt den Vergleich des Ist-Zustandes mit einem vorgegebenen Referenzwert dar. Dieser Referenzwert kann sowohl ein einzuhaltender Sollwert als auch ein nicht zu überschreitender Grenzwert sein. Der Sollwert wird
5 je nach untersuchtem Parameter entweder bei der Maschinenabnahme ermittelt oder durch vorgegebene Größen festgelegt. Grenzwerte werden meist vom Hersteller oder Anwender der Maschine empirisch ermittelt. Aufgabe der Diagnose ist es, anhand der Resultate des Zustandsvergleichs eventuell vorhandene Fehler möglichst früh zu lokalisieren und deren Ursache zu ermitteln, um notwendige
10 Instandhaltungsmaßnahmen beizeiten planen zu können.

Die Patentschrift DE 69231097 T2 offenbart ein System von Maschinen in einer Bearbeitungskette, insbesondere ein System integrierter Maschinen, das eine Wägemaschine zum Wiegen von Produkten, wie z. B. Nahrungsmittelerzeugnissen oder Industriemaschinenteilen, und eine Verpackungsmaschine zum Verpacken solcher Produkte aufweist, wie beispielsweise eine Lebensmittelversandlinie, deren Operationen so aufeinander abgestimmt sind, dass die Funktionstüchtigkeit der Maschinen des Systems verbessert wird. Jede der integrierten Maschinen des Systems besitzt eine Anzeige- und eine Eingabevorrichtung, sowie eine
15 Kommunikationsvorrichtung, die einen Informationsaustausch zwischen den Maschinen erlaubt. Damit können von jeder Maschine aus die Betriebsarten (beispielsweise Bearbeitungsgeschwindigkeit, Füllmengen) aller Maschinen in der Bearbeitungskette verändert werden, z.B. um bei kurzem Ausfall einer Maschine den Prozessfluss der anderen Maschinen zu verlangsamen oder um beim Arbeiten an einer Gewichtsprüfvorrichtung die Füllmenge an der Wägemaschine zu kalibrieren.
20
25

Die deutsche Patentanmeldung DE 44 47 288 A1 offenbart ein Maschinenfehlerdiagnosesystem, das bei der Gewährleistung einer effektiven Ausrüstungs- bzw. Maschinenwartung helfen soll. Dabei wurden verschiedene Technologien integriert, um die Vielseitigkeit und Zuverlässigkeit des Maschinenfehlerdiagnosesystems zu erhöhen. Die Haupttechnik, die zur Fehlerdiagnose verwendet wird, ist ein Fehlerdiagnosenetzwerk, das auf einer modifizierten ARTMAP-Neuralnetzwerkarchitektur basiert. Es wird offenbart, dass ein Hypothesen- und Testverfahren, das auf Fuzzy Logic und gegenständlichen Lagermodellen basiert, mit dem
30
35

Fehlerdiagnosenetzwerk arbeitet zum Detektieren von Fehlern, die von dem Fehlerdiagnosenetzwerk nicht erkannt werden können, und zum Analysieren komplexer Maschinenzustände. Das hier beschriebene Verfahren ist in der Lage, eine genaue Fehlerdiagnose sowohl für einen als auch für mehrfache Fehlerzustände vorzusehen. Ferner wird eine parallele Verarbeitungstechnik auf Transputerbasis verwendet, bei der das Fehlerdiagnosenetzwerk in einem Netzwerk von vier T800-25-Transputern implementiert oder ausgeführt ist.

Ein gattungsgemäßes System und ein gattungsgemäßes Verfahren zur Überwachung des Maschinenzustands von mindestens zwei Maschinen sind aus dem Überwachungssystem der Firma Silverstroke bekannt. Dieses in Fig. 2 gezeigte, bekannte Überwachungssystem **20** dient zur Überwachung der Maschinenzustände einer ersten Maschine **21a** und einer zweiten Maschine **21b**. Jede Maschine 21a, 21b ist mit einer Erfassungseinrichtung **22a, 22b** und einer Anzeigeeinrichtung **23a, 23b** ausgestattet. Das Überwachungssystem 20 umfasst einen Leitstand **24**, der über eine Kommunikationsverbindung **25a** mit der ersten Maschine 21a und über eine Kommunikationsverbindung **25b** mit der zweiten Maschine 21b verbunden ist. Der Maschinenzustand einer Maschine 21a, 21b wird über die zugehörige Erfassungseinrichtung 22a, 22b überwacht und mittels der Anzeigeeinrichtung 23a, 23b der jeweiligen Maschine 21a, 21b bspw. auf der Bedieneinrichtung angezeigt. Über die Kommunikationsverbindungen 25a, 25b werden Fehlermeldungen und sonstige Informationen über den Maschinenzustand, die auf der Anzeigeeinrichtung 23a, 23b angezeigt werden, außerdem unmittelbar an den Leitstand 24 übermittelt, der die erfassten Zustandsinformationen der Maschinen 21a, 21b zentral auswertet. Der Leitstand 24 zeigt auf einen Blick die Maschinenzustände aller verbundenen Maschinen 21a, 21b an. Eine Fehlermeldung wird dem verantwortlichen Mitarbeiter ohne Zeitverlust bspw. per Email oder SMS zugestellt. Der benachrichtigte Mitarbeiter muss den Erhalt der Fehlermeldung bestätigen. Dabei kann er die Fehlerbehebung akzeptieren oder ablehnen. Antwortet der informierte Mitarbeiter innerhalb einer voreingestellten Zeit nicht oder lehnt er die Übernahme der Fehlerbehebung ab, wird die Fehlermeldung an einen anderen Mitarbeiter weitergeleitet. Für jede Maschine sind die Zuordnung zu den verantwortlichen Mitarbeitern und der Benachrichtigungsweg bei einer Fehlermeldung vorab festgelegt. Die einzelnen Benachrichtigungsschrit-

te, die Antworten der jeweiligen Mitarbeiter und die Antwortzeiten werden für jede Fehlermeldung protokolliert.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht demgegenüber darin, ein System und ein Verfahren zur Überwachung des Maschinenzustands von mindestens zwei Werkzeugmaschinen dahingehend weiterzuentwickeln, dass die Zeiträume, in denen Fehlermeldungen und Fehlerzustände von Werkzeugmaschinen entdeckt und behoben werden, noch weiter reduziert werden und der Maschinenpark ohne Leitstand auskommt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Zustandsinformation mindestens einer der Werkzeugmaschinen lokal ausgewertet wird und diese lokal ausgewertete Zustandsinformation, also nicht die Zustandsinformation an sich, auch an zumindest eine der übrigen Werkzeugmaschinen, vorzugsweise an alle übrigen Werkzeugmaschinen, übermittelt wird.

Vorteilhafterweise können nach Anspruch 2 an zumindest einigen, vorzugsweise an allen Werkzeugmaschinen die erhaltenen, lokal ausgewerteten Zustandsinformationen angezeigt werden.

Des Weiteren ist es nach Anspruch 3 von Vorteil, wenn die Zustandsinformationen in verschiedene Kategorien, je nach dem Status der Dringlichkeit eines erforderlichen Bedienereingreifens, geordnet angezeigt werden, um eine übersichtliche Darstellung zu gewährleisten. Beispielsweise können in Analogie zur Ampel Status Rot (Maschinenstillstand und keine Weiterbearbeitung ohne Bedienereingriff), Status Gelb (bald zu erwartender Maschinenstillstand, z.B. wegen Auftragsbeendigung oder notwendiger Wartungsarbeiten) und Status Grün (Bearbeitung verläuft plangemäß) verwendet werden.

Außerdem können vorteilhafterweise nach Anspruch 4 von mindestens einer der Werkzeugmaschinen Bedienfunktionen einer der übrigen Werkzeugmaschinen ausgeführt werden, z.B. um nicht-kritische, nicht-sicherheitsrelevante Fehler zu quittieren oder Nachrichten zu hinterlassen.

Nach Anspruch 5 ist es weiterhin von Vorteil, wenn der Bediener die Anzeige der Zustandsinformationen auf mindestens einer der übrigen Maschinen erzwingen kann, beispielsweise um andere Bedienern auf einen kritischen Fehler an einer Maschinen aufmerksam zu machen, den er zwar entdeckt hat, aber nicht beheben kann.

Des Weiteren ist es nach Anspruch 6 von Vorteil, wenn die erhaltenen, lokal ausgewerteten Zustandsinformationen an einer von den Werkzeugmaschinen separaten Anzeigeeinrichtung angezeigt werden. Somit ist es beispielsweise für den Vorgesetzten der Maschinenbediener möglich, vom Büro aus den Überblick über den Maschinenpark zu bewahren, oder für einen Bediener, der gerade als CAD/CAM-Programmierer tätig ist, festzustellen, dass er zur Fehlerbehebung an einer der Werkzeugmaschinen gebraucht wird.

Nach Anspruch 7 werden an einer von den Werkzeugmaschinen separaten kombinierten Anzeige- und Eingabeeinrichtung sowohl die erhaltenen, lokal ausgewerteten Zustandsinformationen angezeigt als auch Bedienfunktionen mindestens einer, vorzugsweise aller Werkzeugmaschinen ausgeführt. Dadurch ist es für einen Bediener z.B. möglich, einfache Fehlermeldungen zu quittieren, falls dies sicherheitstechnisch möglich ist, während er gerade an einem CAD/CAM-Rechner arbeitet.

Die Erfindung betrifft auch ein Computerprogrammprodukt, welches Codemittel aufweist, die zum Durchführen aller Schritte des oben beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens angepasst sind, wenn das Programm auf einer Datenverarbeitungsanlage abläuft.

In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung auch ein System von mehreren Werkzeugmaschinen zum Durchführen des oben beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei mindestens eine der Werkzeugmaschinen eine eigene lokale Auswertungseinrichtung aufweist, welche die Zustandsinformation der Werkzeugmaschine lokal auswertet, und dass die mindestens eine lokale Auswertungseinrichtung über eine Kommunikationsverbindung mit zumindest einer der übrigen Werkzeugmaschinen, vorzugsweise mit allen übrigen Werkzeugmaschinen, verbunden ist. Erfindungsgemäß sind also die lokalen Auswertungseinrich-

tungen, beispielsweise Expertensysteme oder einfachere Programme zur Statuserkennung, lokal in die Werkzeugmaschinen integriert und über eine Kommunikationsverbindung miteinander verbunden.

- 5 Aus den Ansprüchen 10 und 12 ergeben sich die gleichen Vorteile wie aus den Verfahrensansprüchen.

Vorteilhafterweise sind nach Anspruch 11 bzw. 13 die Werkzeugmaschinen, Anzeige-, bzw. kombinierten Anzeige- und Eingabeeinrichtungen über Maschinenstatusverteiler miteinander verbunden. Dabei handelt es sich um eine Vorrichtung, insbesondere ein Softwareprodukt oder eine Elektronikarte (Steckkarte), welche angepasst wurde, um verschiedene lokale Auswertungseinrichtungen von unterschiedlichen Werkzeugmaschinen auszulesen, und über die Kommunikationsverbindung mit anderen Maschinenstatusverteilern Informationen entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren auszutauschen. Es ist sehr einfach die Werkzeugmaschinen oder Anzeigeeinrichtungen mit Maschinenstatusverteilern auszurüsten, da diese an verschiedene lokale Auswertungseinrichtungen angepasst und als einfach zu installierende Softwareprodukte oder Elektronikarten (Steckkarten) ausgebildet sein können.

20

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 Merkmale erfindungsgemäß jeweils einzeln für sich oder zu mehreren in beliebigen 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.

25

Es zeigen:

30

Fig. 1 eine bekannte Werkzeugmaschine mit einer numerischen Steuerungsvorrichtung;

Fig. 2 ein bekanntes Überwachungssystem zur Überwachung des Maschinenzustands von zwei Werkzeugmaschinen;

Fig. 3 die aus Fig. 1 bekannte Werkzeugmaschine mit dem erfindungsgemäßen Überwachungssystem;

35

Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Überwachungssystems zur Überwachung des Maschinenzustands von mindestens zwei Werkzeugmaschinen; und

Fig. 5 das erfindungsgemäße Verfahren zur Überwachung des Maschinenzustands der Werkzeugmaschinen von Fig. 4 in Form eines Ablaufdiagramms;

Fig. 3 zeigt die aus Fig. 1 bekannte Werkzeugmaschine 1, deren Steuerungscomputer 5 eine lokale Auswertungseinrichtung **19** und einen Maschinenstatusverteiler **32** beinhaltet, welche die Informationen der Überwachungseinrichtung 17 bzw. aus der NCU-Baugruppe 10 auswerten und diese lokal ausgewertete Zustandsinformation der Maschine 1 auf dem Bildschirm 8 darstellen können.

Fig. 4 zeigt ein Überwachungssystem **30** zur Überwachung des Maschinenzustands von mindestens zwei Werkzeugmaschinen **1a-1n**. Dabei kann es sich um verschiedene Werkzeugmaschinen 1a-1n handeln. Die MMC-Steuereinheiten 4 der Werkzeugmaschinen 1 beinhalten jeweils eine Erfassungseinrichtung **31**, eine lokale Auswertungseinrichtung 19 und eine Anzeigeeinrichtung **33**, die allesamt von Maschine zu Maschine unterschiedlich ausgebildet sein können. Des Weiteren ist in alle MMC-Steuereinheiten 4 ein Maschinenstatusverteiler 32 integriert. Das Überwachungssystem 30 umfasst optional eine oder mehrere externe Anzeigeeinrichtungen **34** mit angeschlossenem Maschinenstatusverteiler 32.

Jede Maschine 1 ist über eine Kommunikationsverbindung **35** mit der Erfassungseinrichtung 31 verbunden. Messdaten und sonstige Informationen über die Maschine werden über die Kommunikationsverbindung 35 an die Erfassungseinrichtung 31 übermittelt. Die Daten aus der Erfassungseinrichtung 31 werden an die dazugehörige lokale Auswertungseinrichtung 19 weitergeleitet, und die daraus resultierende, lokal ausgewertete Zustandsinformation, also nicht die erfasste Zustandsinformation an sich, wird anschließend weitergegeben an den Maschinenstatusverteiler 32. Dieser kann in dieser Ausführungsform als ein Teil der lokalen Auswertungseinrichtung 19 oder als eine eigenständige Einrichtung ausgebildet sein. Der Maschinenstatusverteiler 32 leitet die lokal ausgewertete, aktualisierte Zustandsinformation, also nicht die erfasste Zustandsinformation an

sich, über eine Kommunikationsverbindung **36** an alle anderen Maschinenstatusverteiler 32 weiter. Des Weiteren sorgt der Maschinenstatusverteiler 32 dafür, dass auf seiner jeweiligen Anzeigeeinrichtung 33 die aktuellen, von den anderen Maschinenstatusverteilern 32 erhaltenen Zustandsinformationen oder die von
5 den jeweiligen lokalen Auswertungseinrichtungen 19 lokal ausgewerteten Zustandsinformationen zum Maschinenzustand aller Maschinen dargestellt werden können. Des Weiteren ist es möglich, Informationen aus der lokalen Auswertungseinrichtung 19 zu selektieren, die nur an der jeweils dazugehörigen Anzeigeeinrichtung 33 anzuzeigen sind, z.B. Detailinformationen, die aus Platzgründen
10 nicht in der Übersichtsliste angezeigt werden können. Diese Informationen können über den jeweiligen Maschinenstatusverteiler 32 oder über eine direkte Verbindung an die Anzeigeeinrichtung 33 weitergegeben werden.

Damit kann ein Maschinenbediener unabhängig davon, an welcher der Maschinen
15 1 er gerade arbeitet, einen Überblick über den Maschinenzustand aller der mit der Kommunikationsverbindung 36 verbundenen Werkzeugmaschinen 1 erhalten. Dadurch werden die Standzeiten im Maschinenpark verringert, da ein Bediener unabhängig davon, an welcher Maschine er gerade arbeitet, einen Fehler/Stillstand an einer anderen Maschine sofort angezeigt bekommt. Außerdem
20 kommt der Maschinenpark in dieser Anordnung ohne einen Leitstand aus; es ist jedoch möglich, zusätzliche Computer mit Anzeigeeinrichtung 34 und Maschinenstatusverteiler 32 an die Kommunikationsverbindung 36 anzuschließen.

Des Weiteren besteht für den Maschinenbediener die Möglichkeit, an einer beliebigen Anzeigeeinrichtung 33a-33n, 34, falls diese als kombinierte Anzeige/
25 /Eingabeeinrichtung (z.B. Touchscreen) ausgebildet ist oder ein zusätzliches Eingabegerät beinhaltet, Eingaben über die Kommunikationsverbindung 36 an jeden beliebigen Maschinenstatusverteiler 32 zu senden. Da die Maschinenstatusverteiler 32, wie in Fig. 3 dargestellt, im Steuerungscomputer 5 integriert sind und
30 damit Zugriff auf die NCU-Baugruppe 10 oder Bedieneinrichtungen 13-16 erlangen können, ist es möglich, auf diese Weise beispielsweise nicht-sicherheitsrelevante Fehler zu quittieren oder für die weitere Bearbeitung notwendige Daten einzugeben, ohne dabei an die MMC-Steuereinheit 4 der jeweiligen Maschine 1 wechseln zu müssen. Des Weiteren ist es für einen Bediener
35 möglich, andere Bediener auf relevante Fehlermeldungen aufmerksam zu ma-

chen, z.B. durch ein Hervorheben von Fehlermeldungen, die gerade nicht bearbeitet werden.

Fig. 5 zeigt ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Überwachung des Maschinenzustands der mindestens zwei Werkzeugmaschinen 1a-1n von Fig. 4 in Form eines Ablaufdiagramms. Im Beispiel wird der Ablauf von Werkzeugmaschine 1a ausgehend dargestellt. Dieser ist analog zu allen anderen Werkzeugmaschinen 1. In einem Schritt **S1** werden mit Hilfe der Erfassungseinrichtung 31a Informationen über die Maschine 1a erfasst, wie z.B. Sensordaten, Bearbeitungsfortschritt, Bearbeitungsparameter, Betriebsstoffverbrauch etc., im Weiteren als Maschinenzustandsinformationen bezeichnet. Die Zustandsinformationen werden in einem Schritt **S2** an die lokale Auswertungseinrichtung 19a übermittelt. Die lokale Auswertungseinrichtung 19a kann beispielsweise ein Expertensystem beinhalten, das eine automatisierte Auswertung bzw. Bewertung der Maschineninformationen ermöglicht, oder auch ein einfacheres Programm zum Auslesen und Speichern von Fehlermeldungen. Mit Hilfe der lokalen Auswertungseinrichtung 19a werden die übermittelten Zustandsinformationen in einem Schritt **S3** ausgewertet und gespeichert. In einem Schritt **S4** wird überprüft, ob der aktuelle Maschinenzustand ein sofortiges Abschalten der Maschine 1a erfordert. Wenn ein sofortiges Abschalten der Maschine 1a erforderlich ist (J in Schritt S4), übermittelt die lokale Auswertungseinrichtung 19a in einem Schritt **S5** einen entsprechenden Abschaltbefehl an die MMC-Steuereinheit 4a der Maschine 1a und die Maschine 1a wird in einem Schritt **S6** abgeschaltet. Nach Schritt S6 oder wenn ein Abschalten der Maschine 1a nicht erforderlich ist (N in Schritt S4), übermittelt der Maschinenstatusverteiler 32 in einem Schritt **S7** eine Zusammenfassung der in Schritt S3 gespeicherten, ausgewerteten Zustandsinformationen über den aktuellen Maschinenzustand der Maschine 1a, also nicht die erfassten Zustandsinformationen an sich, an alle mit ihr verbundenen Maschinenstatusverteiler 32. In einem Schritt **S8** wird die ausgewertete Zustandsinformation über den aktuellen Maschinenzustand der Maschine 1a von den Maschinenstatusverteilern 32 an ihre jeweiligen Anzeigeeinrichtungen 33, 34 übermittelt und in Schritt **S9** angezeigt.

5 Patentansprüche

1. Verfahren zur Zustandsüberwachung von einer oder mehreren Werkzeugmaschinen (1a-1n), wobei Zustandsinformationen der Werkzeugmaschinen (1a-1n) erfasst und ausgewertet werden,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass die Zustandsinformation mindestens einer der Werkzeugmaschinen (1a-1n) lokal ausgewertet wird und diese lokal ausgewertete Zustandsinformation auch an zumindest eine der übrigen Werkzeugmaschinen (1a-1n), vorzugsweise an alle übrigen Werkzeugmaschinen (1a-1n), übermittelt wird.
15
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an zumindest einigen, vorzugsweise an allen Werkzeugmaschinen (1a-1n) die erhaltenen, lokal ausgewerteten Zustandsinformationen angezeigt werden.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zustandsinformationen nach dem Status der Dringlichkeit eines erforderlichen Bedienereingreifens kategorisiert angezeigt werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass von mindestens einer der Werkzeugmaschinen (1a-1n) Bedienfunktionen mindestens einer der übrigen Werkzeugmaschinen (1a-1n) ausgeführt werden.
25
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass von mindestens einer der Werkzeugmaschinen (1a-1n) eine Anzeige von lokal ausgewerteten Zustandsinformationen auf mindestens einer der übrigen Werkzeugmaschinen (1a-1n) erzwungen wird.
30
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erhaltenen, lokal ausgewerteten Zustandsinformationen an einer
35

von den Werkzeugmaschinen (1a-1n) separaten Anzeigeeinrichtung (34) angezeigt werden.

- 5 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an einer von den Werkzeugmaschinen (1a-1n) separaten kombinierten Anzeige- und Eingabeeinrichtung (34) sowohl die erhaltenen, lokal ausgewerteten Zustandsinformationen angezeigt werden, als auch Bedienfunktionen mindestens einer, vorzugsweise aller Werkzeugmaschinen (1a-1n) ausgeführt werden.
- 10 8. Computerprogrammprodukt, welches Codemittel aufweist, die zum Durchführen aller Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 angepasst sind, wenn das Programm auf einer Datenverarbeitungsanlage abläuft.
- 15 9. System (30) von mehreren Werkzeugmaschinen (1a-1n) zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Werkzeugmaschinen (1a-1n) eine eigene lokale Auswertungseinrichtung (19) aufweist, welche die Zustandsinformation der
- 20 Werkzeugmaschine lokal auswertet, und dass die mindestens eine lokale Auswertungseinrichtung (19) über eine Kommunikationsverbindung (36) mit zumindest einer der übrigen Werkzeugmaschinen (1a-1n), vorzugsweise mit allen übrigen Werkzeugmaschinen (1a-1n), verbunden ist.
- 25 10. System nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass jede lokale Auswertungseinrichtung (19) mit der Anzeigeeinrichtung (33) ihrer jeweiligen Werkzeugmaschine (1a-1n) verbunden ist.
- 30 11. System nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass jede Werkzeugmaschine (1a-1n) über einen Maschinenstatusverteiler (32) an die Kommunikationsverbindung (36) angeschlossen ist.
12. System nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine von den Werkzeugmaschinen (1a-1n) separate Anzeige- oder

kombinierte Anzeige- und Eingabeeinrichtung (34) an die Kommunikationsverbindung (36) angeschlossen ist.

- 5 13. System nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzeige- oder kombinierte Anzeige- und Eingabeeinrichtung (34) über einen Maschinenstatusverteiler (32) an die Kommunikationsverbindung (36) angeschlossen ist.

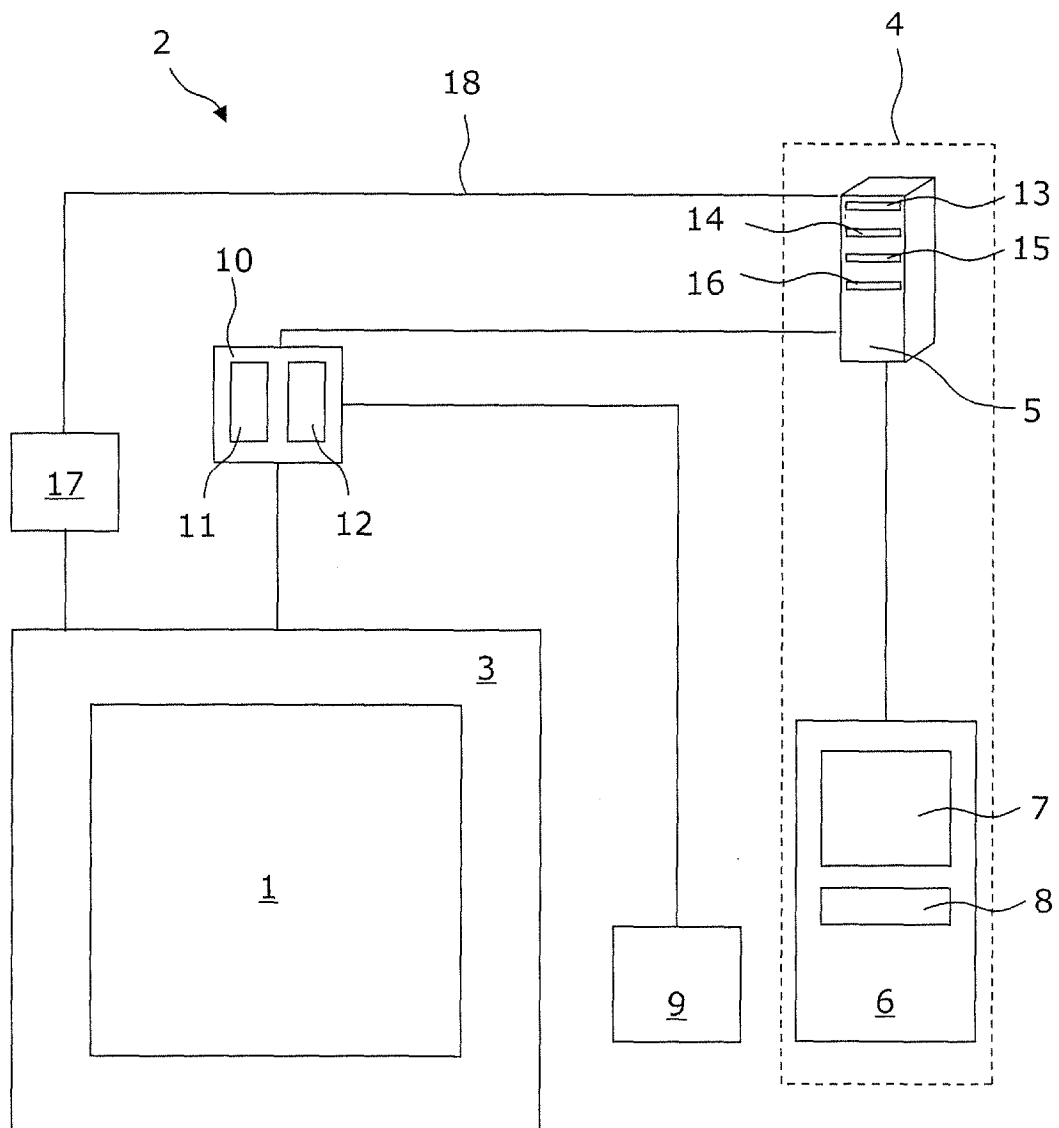


Fig. 1
(Prior Art)

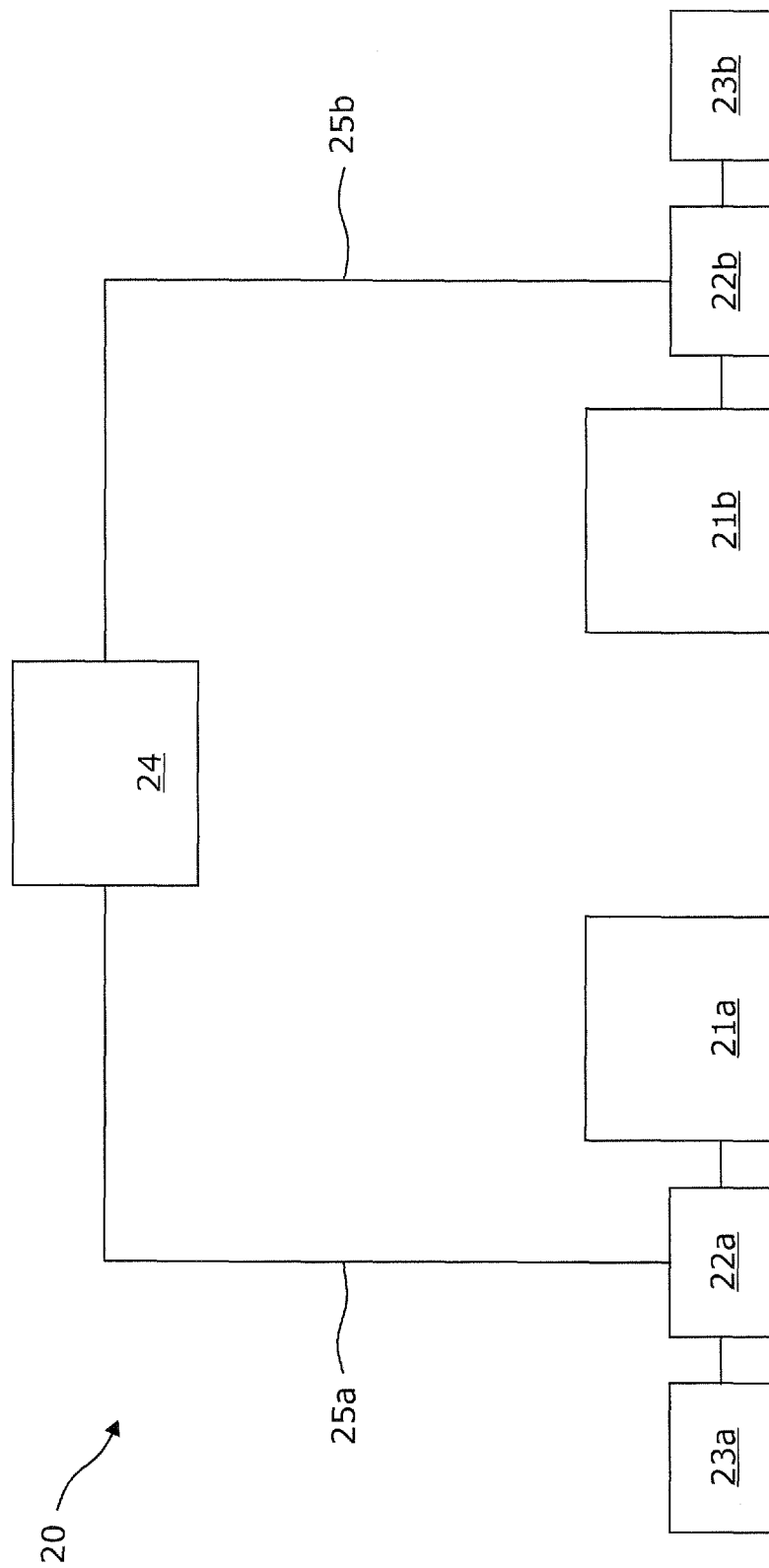


Fig. 2
(Prior Art)

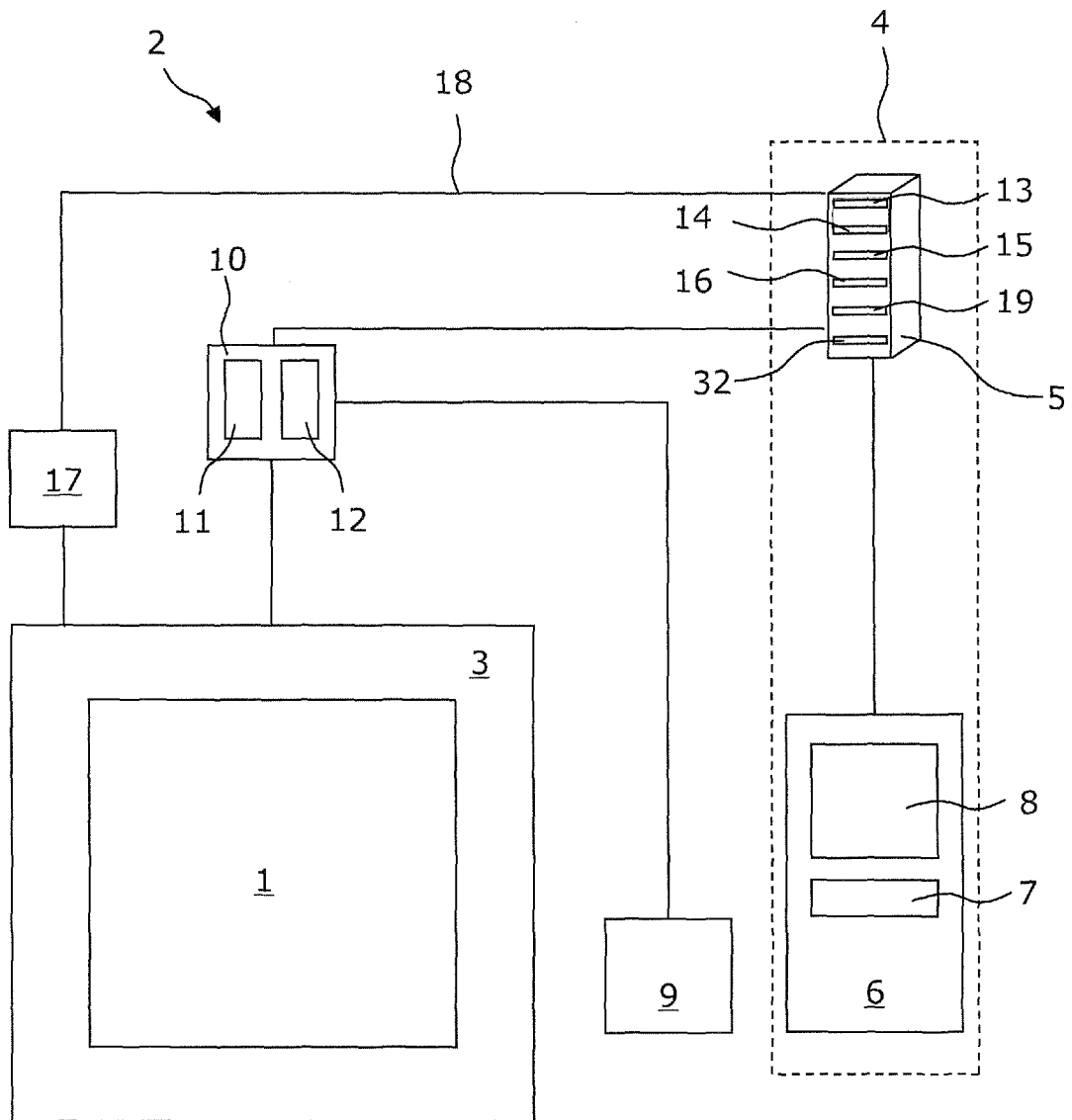


Fig. 3

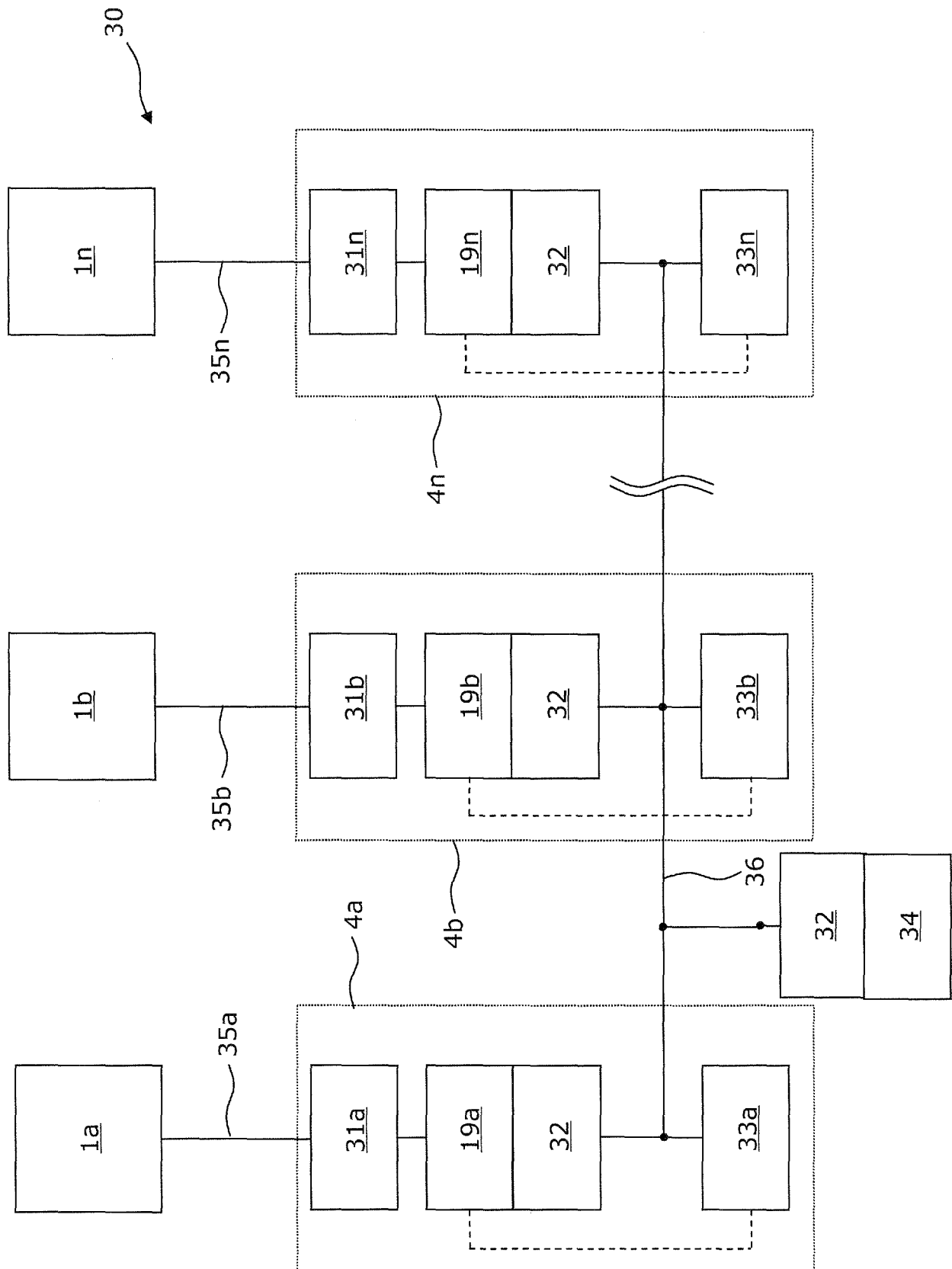


Fig. 4

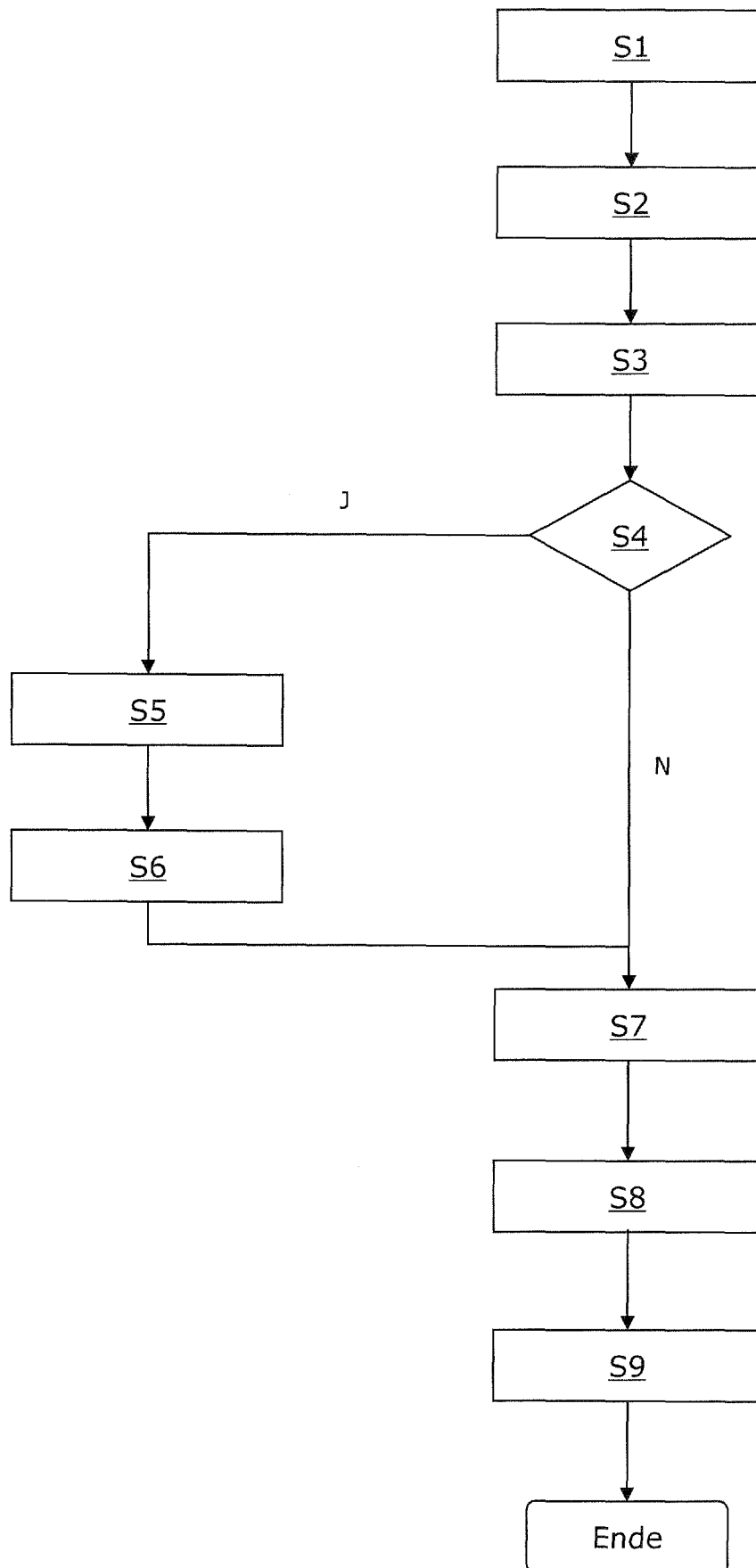


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2010/050036

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G05B19/409 G05B23/02
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 G07C

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)

EP0-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 752 848 A1 (FANUC LTD [JP]) 14 February 2007 (2007-02-14) paragraph [0002] - paragraph [0004] paragraph [0012] - paragraph [0020] -----	1-13
X	DE 100 55 025 A1 (TRUETZSCHLER GMBH & CO KG [DE]) 8 May 2002 (2002-05-08) paragraph [0019] - paragraph [0025] -----	1-13
A	DE 102 50 250 A1 (ENDRESS & HAUSER GMBH & CO KG [DE]) 19 May 2004 (2004-05-19) paragraph [0004] - paragraph [0005] paragraph [0025]; figure 2 -----	1,8,9
A	EP 1 186 977 A2 (MURATA MACHINERY LTD [JP]) 13 March 2002 (2002-03-13) paragraph [0017] - paragraph [0026]; figure 10 ----- -/--	1,8,9

☒ 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.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 October 2010

Date of mailing of the international search report

05/11/2010

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Cîrîc, George

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2010/050036

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 44 47 288 A1 (CATERPILLAR INC [US]) 6 July 1995 (1995-07-06) cited in the application the whole document -----	1,8,9
A	DE 692 31 097 T2 (ISHIDA SCALE MFG CO LTD [JP]) 2 November 2000 (2000-11-02) cited in the application the whole document -----	1,8,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2010/050036

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1752848	A1	14-02-2007	CN 1899774 A JP 4247213 B2 JP 2007021685 A US 2007093939 A1	24-01-2007 02-04-2009 01-02-2007 26-04-2007
DE 10055025	A1	08-05-2002	CH 695898 A5 FR 2816331 A1 GB 2368852 A JP 2002173836 A	13-10-2006 10-05-2002 15-05-2002 21-06-2002
DE 10250250	A1	19-05-2004	AU 2003278147 A1 WO 2004038520 A2	13-05-2004 06-05-2004
EP 1186977	A2	13-03-2002	JP 2002087703 A	27-03-2002
DE 4447288	A1	06-07-1995	FR 2714750 A1 JP 7209143 A US 5566092 A	07-07-1995 11-08-1995 15-10-1996
DE 69231097	T2	02-11-2000	DE 69231097 D1 EP 0614814 A1 ES 2145747 T3 WO 9408850 A1 JP 3373515 B2 US 5479756 A	29-06-2000 14-09-1994 16-07-2000 28-04-1994 04-02-2003 02-01-1996

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2010/050036

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G05B19/409 G05B23/02

ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G05B G07C

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	EP 1 752 848 A1 (FANUC LTD [JP]) 14. Februar 2007 (2007-02-14) Absatz [0002] - Absatz [0004] Absatz [0012] - Absatz [0020] -----	1-13
X	DE 100 55 025 A1 (TRUETZSCHLER GMBH & CO KG [DE]) 8. Mai 2002 (2002-05-08) Absatz [0019] - Absatz [0025] -----	1-13
A	DE 102 50 250 A1 (ENDRESS & HAUSER GMBH & CO KG [DE]) 19. Mai 2004 (2004-05-19) Absatz [0004] - Absatz [0005] Absatz [0025]; Abbildung 2 -----	1,8,9
A	EP 1 186 977 A2 (MURATA MACHINERY LTD [JP]) 13. März 2002 (2002-03-13) Absatz [0017] - Absatz [0026]; Abbildung 10 ----- -/-	1,8,9

☒ 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

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. Oktober 2010

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

05/11/2010

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

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2010/050036

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 44 47 288 A1 (CATERPILLAR INC [US]) 6. Juli 1995 (1995-07-06) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1,8,9
A	DE 692 31 097 T2 (ISHIDA SCALE MFG CO LTD [JP]) 2. November 2000 (2000-11-02) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1,8,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2010/050036

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1752848	A1	14-02-2007	CN	1899774 A	24-01-2007
			JP	4247213 B2	02-04-2009
			JP	2007021685 A	01-02-2007
			US	2007093939 A1	26-04-2007
DE 10055025	A1	08-05-2002	CH	695898 A5	13-10-2006
			FR	2816331 A1	10-05-2002
			GB	2368852 A	15-05-2002
			JP	2002173836 A	21-06-2002
DE 10250250	A1	19-05-2004	AU	2003278147 A1	13-05-2004
			WO	2004038520 A2	06-05-2004
EP 1186977	A2	13-03-2002	JP	2002087703 A	27-03-2002
DE 4447288	A1	06-07-1995	FR	2714750 A1	07-07-1995
			JP	7209143 A	11-08-1995
			US	5566092 A	15-10-1996
DE 69231097	T2	02-11-2000	DE	69231097 D1	29-06-2000
			EP	0614814 A1	14-09-1994
			ES	2145747 T3	16-07-2000
			WO	9408850 A1	28-04-1994
			JP	3373515 B2	04-02-2003
			US	5479756 A	02-01-1996