(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2022 007 120 T5** 2025.04.03

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2024/004042**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 007 120.6**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/025797**
(86) PCT-Anmeldetag: **28.06.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **04.01.2024**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **03.04.2025**

(51) Int Cl.: ***B25J 9/16*** (2006.01)
B25J 13/08 (2006.01)
B25J 13/00 (2006.01)
B25J 19/06 (2006.01)

(71) Anmelder:
FANUC CORPORATION, Oshino-mura, Yamanashi, JP

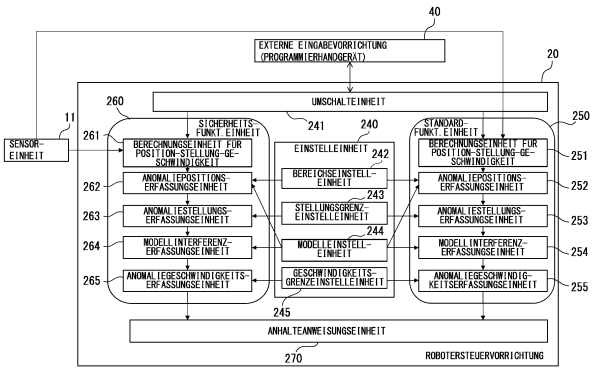
(74) Vertreter:
Wuesthoff & Wuesthoff Patentanwälte und Rechtsanwalt PartG mbB, 81541 München, DE

(72) Erfinder:
Itagaki, Taketo, Oshino-mura, Yamanashi, JP; Inaba, Gou, Oshino-mura, Yamanashi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Robotersteuervorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Robotersteuervorrichtung (20) bereitgestellt, die einen Roboter steuert. Die Robotersteuervorrichtung (20) umfasst: eine Standardfunktionseinheit (250), die die Aktivierung von Standardfunktionen des Roboters steuert und eine Funktion zum Überwachen des Roboters aufweist; eine Sicherheitsfunktionseinheit (260), die eine Sicherheitsfunktion zum Verwalten der Sicherheit des Roboters steuert; eine Einstelleinheit (240) zum Einstellen von Informationen, die sich auf Einstelleintrag beziehen, die gemeinsam bei der Steuerung der Sicherheitsfunktion durch die Sicherheitsfunktionseinheit (260) und bei der Überwachung des Roboters durch die Standardfunktionseinheit (250) verwendet werden; und eine Umschalteinheit (241), die zwischen der Aktivierung der Sicherheitsfunktion auf der Grundlage der Einstellinformationen durch die Sicherheitsfunktionseinheit (260) und der Überwachung des Roboters auf der Grundlage der Einstellinformationen durch die Standardfunktionseinheit (250) umschaltet.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Robotersteuervorrichtung.

Verwandter Stand der Technik

[0002] Zur Sicherheit eines Benutzers und zum Schutz von Vorrichtungen ist ein Industrierobotersystem vorzugsweise mit einer Sicherheitsfunktion zusätzlich zu einer Standardfunktion für die Robotersteuerung ausgestattet. PTL 1 beschreibt ein Beispiel wie folgt: „Ein Steuersystem zur Steuerung einer Vorrichtung, wobei das Steuersystem umfasst: eine Standardfunktionseinheit, die die Steuerung des Betriebs der Vorrichtung durchführt; eine Sicherheitsfunktionseinheit, die die Steuerung zur Verwaltung der Sicherheit der Vorrichtung durchführt; eine Standardfunktionseinstelleinheit, die die Einstellung eines Einstelleintrags in Bezug auf die Steuerung durch die Standardfunktionseinheit durchführt; und eine Sicherheitsfunktionseinstelleinheit, die die Einstellung eines Einstelleintrags durchführt, der sich auf die Steuerung durch die Sicherheitsfunktionseinheit bezieht, wobei, wenn ein Inhalt eines ersten Einstelleintrags in der Standardfunktionseinstelleinheit oder der Sicherheitsfunktionseinstelleinheit eingestellt wird, ein zweiter Einstelleintrag, der sich auf den ersten Einstelleintrag bezieht, automatisch auf einen vorbestimmten Inhalt eingestellt wird, der dem Inhalt des ersten Einstelleintrags in der anderen der Standardfunktionseinstelleinheit und der Sicherheitsfunktionseinheit entspricht.“ (Anspruch 1).

[0003] PTL 2 bezieht sich auf eine Robotersteuervorrichtung und beschreibt wie folgt: „Bei der Erfindung nach Anspruch 2 führt ein Servomotor eines Roboters ein Antreiben des Roboters unter der Steuerung einer Servosteuereinheit durch, und eine Positionserfassungseinheit erfasst eine Betriebsposition des Roboters (wie die Position, den Winkel, eine Positionsänderung oder eine Winkeländerung jeder Komponente des Roboters), die sich gemäß dem Antreiben durch den Servomotor ändert. Dann bestimmt jede Berechnungseinheit einzeln, ob die erfasste Betriebsposition in einer voreingestellten zulässigen Betriebsposition liegt, und der Servomotor wird auch dann angehalten, wenn lediglich eine der Berechnungseinheiten feststellt, dass die Betriebsposition außerhalb der zulässigen Betriebsposition liegt.“ (Absatz 0012).

[0004] PTL 3 bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Bewegungsbegrenzung eines Manipulators und beschreibt wie folgt: „Um eine beabsichtigte Aufgabe zu lösen, ist die Vorrichtung konfiguriert, um durch eine mathematische Funktion Daten für den Bereich L zu definieren, um mit einer Interferenzbestimmungseinheit 11 das Vorhandensein von Interferenzen in einem bewegungsbegrenzenden Bereich L als eine in einem Polyeder enthaltene Fläche zu bestimmen, und um das Vorhandensein von Interferenzen eines Manipulators 12 basierend auf den Daten für den Bereich L zu bestimmen.“ (Abstract). PTL 4 beschreibt wie folgt: „Eine Vorrichtung ist konfiguriert, um das Lösen/Verriegeln einer Bremse derart zu steuern, dass die Gelenkbewegungsgeschwindigkeit eines Roboterarms, wenn die Bremse gelöst ist, innerhalb eines bestimmten Wertes gehalten wird, selbst wenn sich die Form, die Stellung und der Belastungszustand des Arms ändert, indem die Gelenkbewegungsposition des Roboterarms durch eine Positionserfassungseinrichtung erfasst wird, die Gelenkbewegungsgeschwindigkeit aus einer Veränderung der Gelenkbewegungsposition und einer verstrichenen Zeit berechnet wird und die berechnete Geschwindigkeit mit einer zulässigen Bewegungsgeschwindigkeit verglichen wird.“ (Zusammenfassung).

Zitierliste

Patentliteratur

[PTL 1] Ungeprüfte japanische Patentveröffentlichung (Kokai) Nr. 2018-136715 A

[PTL 2] Ungeprüfte japanische Patentveröffentlichung (Kokai) Nr. 2007-136617 A

[PTL 3] Ungeprüfte japanische Patentveröffentlichung (Kokai) Nr. H07-108487 A

[PTL 4] Veröffentlichung der internationalen Anmeldung Nr. WO 2003/086718 A1

Kurzfassung

Technisches Problem

[0005] Während die vorstehend beschriebene Sicherheitsfunktion ein hohes Maß an Sicherheit in einer Arbeitsumgebung vorsieht, in der ein Bediener den Arbeitsbereich eines Roboters betreten kann, weist die Sicherheitsfunktion den Aspekt auf, dass einem Bediener bei der Bedienung der Sicherheitsfunktion ein erheblicher Aufwand auferlegt wird, z.B. aufgrund eines Authentifizierungsprozesses, der für die Änderung der Einstellparameter der Sicherheitsfunktion erforderlich ist. Andererseits kann eine Robotersteuervorrichtung eine Funktion zur Überwachung eines Betriebszustandes eines Roboters als eine der Standardfunktionen einer regulären Robotersteuerung aufweisen. Die Sicherheitsfunktion und die Funktion zur Überwachung des Betriebszustands des Roboters auf der Grundlage der Standardfunktion werden jedoch in der Regel als separate, unabhängig voneinander ausgeführte Funktionen bereitgestellt. Es wird eine Robotersteuervorrichtung gewünscht, die es dem Benutzer ermöglicht, nahtlos

zwischen der Sicherheitsfunktion und der Funktion zur Überwachung des Bedienzustands eines Roboters auf der Grundlage der Standardfunktion umzuschalten.

Lösung des Problems

[0006] Eine Ausgestaltung der vorliegenden Offenbarung ist eine Robotersteuervorrichtung zur Steuerung eines Roboters, wobei die Robotersteuervorrichtung umfasst: eine Standardfunktionseinheit, die konfiguriert ist, um den Betrieb einer Standardfunktion als Roboter zu steuern und eine Funktion zum Überwachen des Roboters aufzuweisen; eine Sicherheitsfunktionseinheit, die konfiguriert ist, um eine Sicherheitsfunktion zum Verwalten der Sicherheit des Roboters zu steuern; eine Einstelleinheit, die konfiguriert ist, um Einstellinformationen einzustellen, die sich auf einen Einstelleintrag beziehen, der gemeinsam bei der Steuerung der Sicherheitsfunktion durch die Sicherheitsfunktionseinheit und der Überwachung des Roboters durch die Standardfunktionseinheit verwendet wird; und eine Umschalteinheit, die konfiguriert ist, um zwischen dem Betrieb der Sicherheitsfunktion, der durch die Sicherheitsfunktionseinheit auf der Grundlage der Einstellinformationen durchgeführt wird, und der Überwachung des Roboters, die durch die Standardfunktionseinheit auf der Grundlage der Einstellinformationen durchgeführt wird, umzuschalten.

Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung

[0007] Die vorstehend beschriebene Konfiguration ermöglicht es einem Benutzer, auf der Grundlage einer Standardfunktion nahtlos zwischen einer Sicherheitsfunktion und einer Roboterüberwachungsfunktion zu wechseln.

[0008] Die Aufgaben, die Merkmale und die Vorteile der vorliegenden Erfindung sowie andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile werden aus der ausführlichen Beschreibung typischer Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung deutlicher, die in den beigefügten Zeichnungen dargestellt sind.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0009] Es zeigen:

Fig. 1 ein Diagramm, das die Konfiguration einer Vorrichtung eines Robotersystems gemäß einem Ausführungsbeispiel zeigt;

Fig. 2 ein Diagramm zur Beschreibung einer Bewegungsbereichsprüffunktion durch eine Robotersteuervorrichtung;

Fig. 3 ein Diagramm zur Beschreibung eines Beispiels für eine Interferenzprüffunktion der Robotersteuervorrichtung;

Fig. 4 ein Diagramm zur Beschreibung eines weiteren Beispiels der Interferenzprüffunktion durch die Robotersteuervorrichtung;

Fig. 5 ein Diagramm, das Beispiele für die Hardwarekonfiguration der Robotersteuervorrichtung und einer externen Eingabevorrichtung zeigt;

Fig. 6 ein Konzeptdiagramm, das die Konfigurationen und die Koordination zwischen einer Sicherheitsfunktion und einer Standardfunktion beschreibt;

Fig. 7 ein Funktionsblockdiagramm der Robotersteuervorrichtung;

Fig. 8 ein Diagramm, das ein Beispiel eines UI-Bildschirms für die Einstellung von Parametern im Zusammenhang mit einer Positionsprüfung zeigt;

Fig. 9 ein Diagramm, das ein Beispiel eines UI-Bildschirms für die Parametereinstellung im Zusammenhang mit einer Geschwindigkeitsprüfung zeigt;

Fig. 10 ein Diagramm zur Beschreibung eines Betriebsablaufs, wenn die Sicherheitsfunktion auf die Standardfunktion auf einem UI-Bildschirm umgeschaltet wird;

Fig. 11 ein Diagramm zur Beschreibung des Betriebsablaufs, wenn die Standardfunktion auf die Sicherheitsfunktion auf einem UI-Bildschirm umgeschaltet wird;

Fig. 12A ein Diagramm zur Beschreibung des Vorgangs, wenn ein Einstellparameter auf einem UI-Bildschirm geändert wird, auf dem die Standardfunktion ausgewählt ist; und

Fig. 12B ein Diagramm, das schematisch einen Zustand einer tatsächlichen Bewegungsprüfung darstellt, wenn die Einstellungsänderung in **Fig.** 12A durchgeführt wird.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0010] Nachstehend wird ein Beispiel der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. In den referenzierten Zeichnungen sind ähnliche Komponenten oder Funktionsteile mit ähnlichen Bezugszeichen versehen. Um das Verständnis zu erleichtern, werden in den Zeichnungen unterschiedliche Maßstäbe verwendet. Ferner sind die in den Zeichnungen dargestellten Konfigurationen Beispiele für die Umsetzung der vorliegenden Erfindung, und die vorliegende Erfindung ist nicht auf die dargestellten Konfigurationen beschränkt.

[0011] **Fig.** 1 zeigt ein Diagramm, das die Konfiguration einer Vorrichtung eines Robotersystems 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel zeigt. Wie in

Fig. 1 dargestellt, umfasst das Robotersystem 100 einen Roboter 10, eine Robotersteuervorrichtung 20, die den Roboter 10 steuert, und eine externe Eingabevorrichtung 40, die mit der Robotersteuervorrichtung 20 verbunden ist. Bei der externen Eingabevorrichtung 40 handelt es sich zum Beispiel um ein Programmierhandgerät. Als externe Eingabevorrichtung 40 kann eine informationsverarbeitende Vorrichtung, wie ein Tablet, ein Smartphone oder ein Personal Computer (PC), verwendet werden. Als Beispiel wird angenommen, dass der Roboter 10 ein sechsachsiger Gelenkarmroboter ist. Je nach Arbeitsziel können verschiedene Arten von Robotern, wie z.B. Parallelgelenkroboter und Doppelarmroboter, als Roboter 10 verwendet werden. Die Gelenkachsen des Roboters 10 werden als J1-Achse, J2-Achse, J3-Achse, J4-Achse, J5-Achse und J6-Achse in dieser Reihenfolge von der Basisseite aus bezeichnet. Die Achsen J1 bis J6 entsprechen den Drehachsen der für die jeweiligen Achsen vorgesehenen Stellglieder. In **Fig.** 1 sind die Drehrichtungen der Achsen durch die Pfeile J1 bis J6 angegeben.

[0012] Der Roboter 10 kann die gewünschte Arbeit mit einem am Handgelenk befestigten Endeffektor ausführen. Der Endeffektor ist eine externe Vorrichtung, die je nach Verwendungszweck ausgetauscht werden kann, z.B. eine Hand, eine Schweißzange oder ein Werkzeug. **Fig.** 1 zeigt ein Beispiel für die Verwendung einer Hand als Endeffektor.

[0013] Es wird eine Funktion des Robotersystems 100 für die menschliche Sicherheit und den Schutz von Vorrichtungen beschrieben. Die Robotersteuervorrichtung 20 ist mit einer Sicherheitsfunktion (einschließlich einer Funktion zum Anhalten des Roboters, wenn eine Anomalie in der Position oder der Geschwindigkeit des Roboters erfasst wird) zur Verwaltung der Sicherheit beim Betrieb des Roboters 10 zusätzlich zu einer Standardfunktion in Bezug auf die Steuerung des Roboters 10 und der Peripherievorrichtungen ausgestattet. Die Sicherheitsfunktion ist beispielsweise derart konfiguriert, um die Anforderungen der internationalen Sicherheitsnormen ISO13849-1 und IEC61508 zu erfüllen und in einer hochzuverlässigen Betriebsumgebung ausgeführt zu werden. Für die Sicherheitsfunktion wird beispielsweise eine Konfiguration verwendet, bei der die Sicherheitsfunktion unter der Steuerung eines dedizierten Prozessors ausgeführt wird, der getrennt von einem Prozessor vorgesehen ist, der die Standardfunktion handhabt, oder eine Konfiguration, bei der die Position und die Geschwindigkeit eines Motors für jede Achse doppelt von einem dualen Prozessor überwacht wird, so dass bei Erfassung einer Anomalie die Antriebsleistung der Servosteuerung von jedem der unabhängigen Systeme abgeschaltet werden kann. Im Allgemeinen weist die Sicherheitsfunktion den Aspekt auf, dass ein Bediener bei der Bedienung der Sicherheitsfunktion erheblich belastet wird, beispielsweise durch einen Authentifizierungsprozess und einen Systemneustart, der bei der Anwendung geänderter Einstellparameter der Sicherheitsfunktion erforderlich ist.

[0014] Während die Sicherheitsfunktion ein hohes Maß an Sicherheit vorsieht, zum Beispiel in einer Arbeitsumgebung, in der ein Bediener einen Arbeitsbereich eines Roboters betreten kann, weist die Sicherheitsfunktion den Aspekt auf, dass eine beträchtliche Menge an Zeit für den Betrieb der Sicherheitsfunktion erforderlich ist, zum Beispiel aufgrund des Vorhandenseins eines Authentifizierungsprozesses, wie vorstehend beschrieben. Unter diesem Gesichtspunkt ist die Robotersteuervorrichtung 20 mit einer Funktion zur Überwachung der Position und der Geschwindigkeit eines Motors für jede Achse versehen, um eine Anomalie im Betrieb des Roboters zu erfassen, wie die Standardfunktion, die von einem einzigen Prozessor ausgeführt werden kann, der die reguläre Robotersteuerung durchführt. Diese Funktion muss keine Anforderungen erfüllen, die sich auf eine Betriebsumgebung und ein Schutzniveau eines Einstellparameters beziehen, wie es bei der vorstehend beschriebenen Sicherheitsfunktion der Fall ist, und weist daher den Aspekt auf, dass die Belastung für den Betrieb der Standardfunktion relativ gering ist.

[0015] Eine Funktion zur Begrenzung des Bewegungsbereichs des Roboters 10, die in der Sicherheitsfunktion oder der Standardfunktion ausgeführt wird, wird nachstehend unter Bezugnahme auf **Fig.** 2 beschrieben. **Fig.** 2 zeigt ein Beispiel für die Einstellung eines Bewegungsbereichs R1 um den Roboter 10, innerhalb dessen sich der Roboter 10 bewegen darf. Wenn der Bewegungsbereich R1 festgelegt ist, wird der Roboter 10 angehalten, wenn der Roboter 10 eine Bewegung aus dem Bewegungsbereich R1 heraus ausführt. Wenn eine solche Interferenzprüfung durchgeführt wird, können zylindrische oder kugelförmige Modelle (ein Robotermodell 101M) derart um den Roboter 10 herum angeordnet werden, dass sie den Arm, die Gelenke und einen Werkzeugabschnitt abdecken, und der Roboter 10 kann angehalten werden, wenn das Robotermodell 101M eine Bewegung ausführt, bei der es die Bewegungsbereich R1 verlässt.

[0016] Es kann ein Begrenzungsbereich festgelegt werden, in den der Roboter 10 nicht eintreten darf. In diesem Fall wird der Roboter 10 angehalten, wenn der Roboter 10 (oder das Robotermodell 101M) eine Bewegung ausführt, bei der er (oder es) in den Begrenzungsbereich eintritt.

[0017] Eine Interferenzprüffunktion, die in der Sicherheitsfunktion oder der Standardfunktion ausgeführt wird, wird unter Bezugnahme auf **Fig.** 3 und

Fig. 4 beschrieben. **Fig.** 3 beschreibt eine Situation, in der eine Vielzahl von Robotern 10A und 10B an einem Werkstück W arbeitet. In einer Situation wie in **Fig.** 3 erlangt beispielsweise eine Steuervorrichtung des Roboters 10A Positionsinformationen des Roboters 10B und stoppt den Roboter 10A, wenn der Roboter 10A eine Bewegung ausführt, die den Roboter 10B behindert.

[0018] Fig. 4 beschreibt eine Interferenzprüfung zwischen dem Roboter 10 und einer Peripherievorrichtung. In **Fig.** 4 sind ein Modell R3, das eine Peripherievorrichtung D1 darstellt, und ein Modell R2 eingestellt, das eine Peripherievorrichtung D2 darstellt. Durch die Durchführung einer Interferenzprüfung zwischen dem Robotermodell 101M und den Modellen R2 und R3 der Peripherievorrichtungen kann das Auftreten einer Interferenz zwischen dem Roboter und der Peripherievorrichtung aufgrund einer Fehlbedienung oder ähnlichem während des Einlernens des Roboters verhindert werden.

[0019] Fig. 5 zeigt Beispiele für die Hardwarekonfiguration der Robotersteuervorrichtung 20 und der externen Eingabevorrichtung 40. Die Robotersteuervorrichtung 20 kann eine Konfiguration als allgemeiner Computer aufweisen, der einen Speicher 22 (z.B. einen ROM, einen RAM oder einen nichtflüchtigen Speicher), verschiedene Eingabe-Ausgabe-Schnittstellen 23, eine Bedieneinheit 24 mit verschiedenen Bedienschaltern usw. umfasst, die über einen Bus mit einem Prozessor 21 verbunden sind. Zu den Eingabe-/Ausgabeschnittstellen 23 gehören eine Netzwerkschnittstelle, eine serielle Schnittstelle, eine Sensorsignalschnittstelle und andere Schnittstellen für externe Vorrichtungen. Wenn die Robotersteuervorrichtung 20 als Dual-CPU-System konfiguriert ist, ist ein Prozessor 28 vorgesehen, der Informationen mit dem Prozessor 21 austauschen kann. Ähnlich wie der Prozessor 21 kann der Prozessor 28 über den Bus mit dem Speicher 22 (z.B. einem ROM, einem RAM oder einem nichtflüchtigen Speicher), den verschiedenen Eingabe-Ausgabe-Schnittstellen 23, der Bedieneinheit 24 einschließlich verschiedener Bedienschalter usw. verbunden sein.

[0020] Die externe Vorrichtung 40 kann eine Konfiguration als allgemeiner Computer aufweisen, der einen Speicher 42 (z.B. einen ROM, einen RAM oder einen nichtflüchtigen Speicher), eine Anzeigeeinheit 43, eine Bedieneinheit 44 mit einer Eingabevorrichtung, wie einer Tastatur (oder einer Software-Tastatur), verschiedene Eingabe-/Ausgabeschnittstellen 45 usw. umfasst, die über einen Bus mit einem Prozessor 41 verbunden sind. Zu den Eingabe-/Ausgabeschnittstellen 45 gehören eine Netzwerkschnittstelle, eine serielle Schnittstelle und andere Schnittstellen für externe Vorrichtungen.

[0021] Die Robotersteuervorrichtung 20 gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist derart konfiguriert, dass sie zwischen der Sicherheitsfunktion und der Standardfunktion umschalten kann, so dass ein Benutzer je nach Bedarf die Sicherheitsfunktion oder die Standardfunktion auswählen kann. In diesem Fall werden die Einstellparameter von einem Benutzer aus gesehen zwischen der Sicherheitsfunktion und der Standardfunktion gemeinsam verwendet.

[0022] Fig. 6 zeigt ein Konzeptdiagramm, das die Konfigurationen und die Koordination zwischen der Sicherheitsfunktion und der Standardfunktion beschreibt. Ein von einem rechteckigen Rahmen umschlossener Abschnitt in dem Diagramm stellt die Sicherheitsfunktion dar. Ein Abschnitt auf der linken Seite des rechteckigen Rahmens im Diagramm stellt die Standardfunktion dar. Ein Einstellparameter 202 kann auf einem in der Sicherheitsfunktion vorgesehenen Bildschirm 201 eingestellt werden. Ein Sicherheitsfunktionsparameter 211 ist derart geschützt, dass er nicht direkt bearbeitet werden kann. Wenn der Einstellparameter 202, der über den Sicherheitsfunktionsbildschirm 201 eingestellt wurde, einem Anwendungsprozess unterzogen wird, kann der Einstellparameter 202 als Sicherheitsfunktionsparameter 211 von der Sicherheitsfunktion 210 verwendet werden. Der Anwendungsprozess umfasst einen Authentifizierungsprozess, wie die Eingabe eines Passworts.

[0023] Der Einstellparameter 202 wird ebenso als Standardfunktionsparameter 221 für die Standardfunktion 220 verwendet. Bei diesem Prozess kann der Authentifizierungsprozess entfallen.

[0024] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel umfasst eine Prüffunktion auf der Grundlage der Sicherheitsfunktion und der Standardfunktion Folgendes.

[0025] (Funktion 1) Funktion zur Erfassung einer anomalen Position: eine Funktion zur Überwachung der Position eines Roboters und zur Überprüfung, ob der Roboter (oder ein auf den Roboter eingestelltes Robotermodell) einen Bewegungsbereich verlassen hat oder ob der Roboter (oder das auf den Roboter eingestellte Robotermodell) in einen Begrenzungsbereich eingetreten ist. Der Begriff „Position eines Roboters“ kann hier jede Position des Roboters von der Basis des Roboters bis zur Armspitze und einem Werkzeug umfassen. Ebenso kann eine Bewegung des Werkzeugs (eines Werkzeugmodells) oder des Arms (eines geometrischen Modells des Arms) des Roboters, die den Bewegungsbereich verlässt, als Anomalie erfasst werden. Die Funktion zur Erfassung von Anomalien kann eine Funktion zur Überprüfung beinhalten, ob jede Achsenposition des

Roboters außerhalb eines festgelegten Bewegungsbereichs (Winkelbereichs) liegt.

[0026] (Funktion 2) Funktion zur Erfassung von Anomalien in der Stellung: zum Beispiel eine Funktion zur Überprüfung einer Anomalie bezüglich der Stellung eines Roboters durch Vergleichen der Stellung einer Flanschfläche einer Armspitze eines Roboters oder eines Werkzeugs (die Drehwinkelpositionen um die X-, Y- und Z-Achse in einem Standardkoordinatensystem) mit einer Standardstellung (W, P, R).

[0027] (Funktion 3) Funktion zur Erfassung von Modellinterferenzen: eine Funktion zur Überprüfung, ob sich die eingestellten Modelle gegenseitig stören.

[0028] (Funktion 4) Funktion zur Erfassung anomaler Geschwindigkeiten: eine Funktion, die prüft, ob ein vorbestimmter Steuerabschnitt (z.B. ein Werkzeugmittelpunkt (TCP)) eines Roboters einen festgelegten Geschwindigkeitsgrenzwert überschreitet. Die Funktion zur Erfassung von Geschwindigkeitsanomalien kann eine Funktion umfassen, mit der geprüft wird, ob die Geschwindigkeit jeder Achse eine festgelegte Geschwindigkeitsgrenze überschreitet.

[0029] **Fig.** 7 zeigt ein Funktionsblockdiagramm der Robotersteuervorrichtung 20. Wie in **Fig.** 7 dargestellt, umfasst die Robotersteuervorrichtung 20 eine Umschalteinheit 241, die eine Funktion zum Umschalten zwischen der Sicherheitsfunktion und der Standardfunktion vorsieht.

[0030] Die Robotersteuervorrichtung 20 umfasst eine Einstelleinheit 240 zum Einstellen von Einstellinformationen einschließlich eines Einstelleintrags, der gemeinsam in der Sicherheitsfunktion und der Überwachung des Betriebs des Roboters 10 durch die Standardfunktion verwendet wird. Die Einstelleinheit 240 umfasst eine Bereichseinstelleinheit 242, eine Stellungsgrenzeinstelleinheit 243, eine Modelleinstelleinheit 244 und eine Geschwindigkeitsgrenzeinstelleinheit 245.

[0031] Die Bereichseinstelleinheit 242 ermöglicht die Einstellung der Position und der Größe eines Bewegungsbereichs oder eines Begrenzungsbereichs.

[0032] Die Stellungsgrenzeinstelleinheit 243 sieht eine Funktion zum Einstellen einer Standardstellung (W, P, R) der Flanschfläche oder des Werkzeugs und einer oberen Grenze (Grad) für eine Änderung der Stellung relativ zur Standardstellung vor.

[0033] Die Modelleinstelleinheit 244 ermöglicht die Einstellung eines Modells, das den Roboter, ein Roboterwerkzeug oder eine Peripherievorrichtung abdeckt. Bei einer Bereichsprüfung (Positionsprüfung) und einer Modellinterferenzprüfung werden anhand der Modelle Berechnungen für eine Verletzungsprüfung durchgeführt.

[0034] Die Geschwindigkeitsgrenzeinstelleinheit 245 ermöglicht die Einstellung von Geschwindigkeitsgrenzen eines vorbestimmten Steuerabschnitts (z.B. eines TCP) des Roboters und jeder Achse des Roboters.

[0035] Die Robotersteuervorrichtung 20 umfasst eine Sicherheitsfunktionseinheit 260, die die Sicherheitsfunktion übernimmt. Die Sicherheitsfunktionseinheit 260 umfasst eine Berechnungseinheit 261 für Position-Stellung-Geschwindigkeit, eine Anomaliepositionserfassungseinheit 262, eine Anomaliestellungserfassungseinheit 263, eine Modellinterferenzerfassungseinheit 264 und eine Anomaliegeschwindigkeitserfassungseinheit 265. Die Robotersteuervorrichtung 20 umfasst ferner eine Anhalteanweisungseinheit 270.

[0036] Die Berechnungseinheit 261 für Position-Stellung-Geschwindigkeit kann die Position des Roboters 10, die Position jeder Achse des Roboters 10, die Geschwindigkeit des Roboters 10 und die Geschwindigkeit jeder Achse des Roboters 10 durch kinematische Berechnungen bestimmen, und zwar auf der Grundlage eines Signals von einer an jeder Gelenkachse des Roboters 10 angebrachten Sensoreinheit 11 (wie einem Messgeber). Die Berechnungseinheit 261 für Position-Stellung-Geschwindigkeit kann außerdem die Stellung der Flanschfläche oder des Werkzeugs des Roboters 10 bestimmen, basierend auf dem Ausgangssignal der Sensoreinheit 11 an jeder Achse.

[0037] Auf der Grundlage der von der Berechnungseinheit 261 für Position-Stellung-Geschwindigkeit erfassten Position des Roboters 10 prüft die Anomaliepositionserfassungseinheit 262, ob die Position des Roboters 10 den Bewegungsbereich verlassen hat oder ob die Position in den Begrenzungsbereich eingetreten ist. Wenn eine Anomalie erfasst wird, benachrichtigt die Anomaliepositionserfassungseinheit 262 die Anhalteanweisungseinheit 270 bezüglich der Anomalie.

[0038] Die Anomaliestellungserfassungseinheit 263 prüft, ob eine Änderung der Stellung des Roboters 10 gegenüber der Standardstellung (W, P, R), die von der Berechnungseinheit 261 für Position-Stellung-Geschwindigkeit erfasst wird, den oberen Grenzwert überschreitet. Wenn eine Anomalie erfasst wird, benachrichtigt die Anomaliestellungserfassungseinheit 263 die Anhalteanweisungseinheit 270 bezüglich der Anomalie.

[0039] Die Modellinterferenzerfassungseinheit 264 prüft auf der Grundlage der von der Berechnungsein-

heit 261 für Position-Stellung-Geschwindigkeit berechneten Positionen der Modelle, ob zwischen den eingestellten Modellen eine Interferenz aufgetreten ist. Wenn eine Anomalie erfasst wird, benachrichtigt die Modellinterferenzerfassungseinheit 264 die Anhalteanweisungseinheit 270 bezüglich der Anomalie.

[0040] Die Anomaliegeschwindigkeitserfassungseinheit 265 prüft, ob die Geschwindigkeit des Roboters 10 oder die Geschwindigkeit jeder Achse des Roboters 10, die von der Berechnungseinheit 261 für Position-Stellung-Geschwindigkeit erfasst werden, die eingestellte Geschwindigkeitsgrenze überschreitet. Wenn eine Anomalie erfasst wird, benachrichtigt die Anomaliegeschwindigkeitserfassungseinheit 265 die Anhalteanweisungseinheit 270 bezüglich der Anomalie.

[0041] Wenn die Anomaliepositionserfassungseinheit 262, die Anomaliestellungserfassungseinheit 263, die Modellinterferenzerfassungseinheit 264 oder die Anomaliegeschwindigkeitserfassungseinheit 265 eine Anomalie erfasst, hält die Anhalteanweisungseinheit 270 den Roboter 10 an.

[0042] Die Sicherheitsfunktionseinheit 260 kann ferner eine Funktion als eine Diagnoseeinheit aufweisen, die eine Diagnose darüber durchführt, ob jede Anomalieerfassungseinheit in einem Zustand, in dem die Sicherheitsfunktion in Betrieb ist, normal arbeitet. Beispielsweise kann die Diagnosefunktion derart implementiert werden, dass die Überwachung des Status eines Programms und der Hardware und die Überwachung der Korrektheit von Parametern periodisch ausgeführt werden.

[0043] Die Robotersteuervorrichtung 20 umfasst außerdem eine Standardfunktionseinheit 250, die den Betrieb des Roboters 10 in der Standardfunktion überwacht. Die Standardfunktionseinheit 250 umfasst eine Berechnungseinheit 251 für Position-Stellung-Geschwindigkeit, eine Anomaliepositionserfassungseinheit 252, eine Anomaliestellungserfassungseinheit 253, eine Modellinterferenzerfassungseinheit 254 und eine Anomaliegeschwindigkeitserfassungseinheit 255.

[0044] Die Berechnungseinheit 251 für Position-Stellung-Geschwindigkeit kann die Position des Roboters 10, die Position jeder Achse des Roboters 10, die Geschwindigkeit des Roboters 10 und die Geschwindigkeit jeder Achse des Roboters 10 durch kinematische Berechnungen bestimmen, und zwar auf der Grundlage eines Signals von der an jeder Gelenkachse des Roboters 10 angebrachten Sensoreinheit 11 (z.B. einem Messgeber). Die Berechnungseinheit für Position-Stellung-Geschwindigkeit kann außerdem die Stellung der Flanschfläche oder des Werkzeugs des Roboters 10 bestimmen, basierend auf dem Ausgangssignal der Sensoreinheit 11 an jeder Achse.

[0045] Auf der Grundlage der von der Berechnungseinheit 251 für Position-Stellung-Geschwindigkeit erfassten Position des Roboters 10 prüft die Anomaliepositionserfassungseinheit 252, ob die Position des Roboters 10 den Bewegungsbereich verlassen hat oder ob die Position in den Begrenzungsbereich eingetreten ist. Wenn eine Anomalie erfasst wird, benachrichtigt die Anomaliepositionserfassungseinheit 252 die Anhalteanweisungseinheit 270 bezüglich der Anomalie.

[0046] Die Anomaliepositionserfassungseinheit 253 prüft, ob eine Änderung der Stellung des Roboters 10 gegenüber der Standardstellung (W, P, R), die von der Berechnungseinheit 251 für Position-Stellung-Geschwindigkeit erfasst wird, den oberen Grenzwert überschreitet. Wenn eine Anomalie erfasst wird, benachrichtigt die Anomaliestellungserfassungseinheit 253 die Anhalteanweisungseinheit 270 bezüglich der Anomalie.

[0047] Die Modellinterferenzerfassungseinheit 254 prüft auf der Grundlage der von der Berechnungseinheit 251 für Position-Stellung-Geschwindigkeit berechneten Positionen der Modelle, ob eine Interferenz zwischen den eingestellten Modellen vorliegt. Die Überprüfung der Interferenz durch die Modellinterferenzerfassungseinheit 254 umfasst eine Überprüfung der Interferenz zwischen dem Robotermodell und dem Modell der Peripherievorrichtung, der Interferenz zwischen einem geometrischen Modell des Werkzeugs und einem geometrischen Modell des Arms am Roboter, usw. Wenn eine Anomalie erfasst wird, benachrichtigt die Modellinterferenzerfassungseinheit 254 die Anhalteanweisungseinheit 270 bezüglich der Anomalie.

[0048] Die Anomaliepositionserfassungseinheit 255 prüft, ob die Geschwindigkeit des Roboters 10 oder die Geschwindigkeit jeder Achse des Roboters 10, die von der Berechnungseinheit 251 für Position-Stellung-Geschwindigkeit erfasst werden, die eingestellte Geschwindigkeitsgrenze überschreitet. Wenn eine Anomalie erfasst wird, benachrichtigt die Anomaliegeschwindigkeitserfassungseinheit 255 die Anhalteanweisungseinheit 270 bezüglich der Anomalie.

[0049] Wenn die Anomaliepositionserfassungseinheit 252, die Anomaliestellungserfassungseinheit 253, die Modellinterferenzerfassungseinheit 254 oder die Anomaliegeschwindigkeitserfassungseinheit 255 eine Anomalie erfasst, hält die Anhalteanweisungseinheit 270 den Roboter 10 an.

[0050] Die Überwachung durch den Funktionsblock, der sich auf die Sicherheitsfunktion bezieht (die Berechnungseinheit 261 für Position-Stellung-Geschwindigkeit, die Anomaliepositionserfassungseinheit 262, die Anomaliestellungserfassungseinheit 263, die Modellinterferenzerfassungseinheit 264 und die Anomaliegeschwindigkeitserfassungseinheit 265), kann von den beiden Prozessoren (den Prozessoren 21 und 28), die in der Robotersteuervorrichtung 20 enthalten sind, doppelt ausgeführt werden, so dass die Überwachungsfunktion mit einem hohen Zuverlässigkeitsniveau und einem hohen Durchsatzniveau erreicht werden kann. Die Antriebsleistung des Robotermotors kann auf zwei unabhängigen Wegen zuverlässig abgeschaltet werden, wenn eine Anomalie in der Sicherheitsfunktion erfasst wird. Ferner können die beiden Prozessoren in der Sicherheitsfunktion derart arbeiten, dass sie die Verarbeitungsinhalte und die in der Verarbeitung verwendeten Daten gegenseitig überprüfen, um die Zuverlässigkeit der Sicherheitsfunktion aufrechtzuerhalten. Um eine Häufung latenter Fehler zu vermeiden, kann in der Sicherheitsfunktion außerdem regelmäßig eine Selbstdiagnose der auf die Sicherheitsfunktion bezogenen Hardware und Software durchgeführt werden.

[0051] Andererseits können die Funktionsblöcke, die mit der Überwachungsfunktion in der Standardfunktion zusammenhängen (die Berechnungseinheit 251 für Position-Stellung-Geschwindigkeit, die Anomaliepositionserfassungseinheit 252, die Anomaliestellungserfassungseinheit 253, die Modellinterferenzerfassungseinheit 254 und die Anomaliegeschwindigkeitserfassungseinheit 255), als Funktionen implementiert werden, die von einem einzigen Prozessor auszuführen sind (wie z.B. dem für die Steuerung des regulären Betriebs zuständigen Prozessor 21). In diesem Fall werden die doppelte Überwachung durch zwei Prozessoren, die gegenseitige Überprüfung durch zwei Prozessoren und die Selbstdiagnose, wie sie bei der Sicherheitsfunktion der Fall ist, womöglich nicht durchgeführt.

[0052] Als nächstes werden Einzelheiten der Parametereinstellung durch die Bereichseinstelleinheit 242, die Stellungsgrenzeinstelleinheit 243, die Modelleinstelleinheit 244 und die Geschwindigkeitsgrenzeinstelleinheit 245 beschrieben. Die Bereichseinstelleinheit 242, die Stellungsgrenzeinstelleinheit 243, die Modelleinstelleinheit 244 und die Geschwindigkeitsgrenzeinstelleinheit 245 können konfiguriert sein, um die Parametereinstellung über einen Benutzerschnittstellenbildschirm (UI) zu akzeptieren. Zum Beispiel kann der UI-Bildschirm auf einem Anzeigebildschirm der Anzeigeeinheit 43 der externen Eingabevorrichtung 40 angezeigt werden, und eine Eingabe in den UI-Bildschirm kann durch die Bedieneinheit 44 angenommen werden.

[0053] Die in **Fig.** 8 dargestellten Einstellungsinhalte auf dem Bildschirm 310 der Benutzeroberfläche (UI-Bildschirm 310) sind Beispiele für Einstellungsinhalte, die bei der Durchführung der Positionsprüfung des Roboters verwendet werden. Der UI-Bildschirm 310 umfasst

- ein spezifiziertes Feld 311 für die Einstellung eines Überwachungsverfahrens,
- ein spezifiziertes Feld 312 zur Angabe eines Modells, das bei der Positionsprüfung verwendet wird, und
- ein spezifiziertes Feld 313 zur Angabe der Position und der Größe der Bewegungsbereich oder der Begrenzungsbereich als dreidimensionale Koordinaten.

[0054] Die Einstellinhalte im spezifizierten Feld 311 zur Einstellung eines Überwachungsverfahrens, im spezifizierten Feld 312 zur Angabe eines Modells und im spezifizierten Feld 313 zur Angabe der Position und der Größe der Bewegungsbereich oder der Begrenzungsbereich können für Prüfungen in den Anomaliepositionserfassungseinheiten 252 und 262 verwendet werden. Das spezifizierte Feld 312 zur Angabe eines Modells kann für Interferenzprüfungen in den Modellinterferenzerfassungseinheiten 254 und 264 verwendet werden.

[0055] Als Überwachungsverfahren kann der Bewegungsbereich oder der Begrenzungsbereich für die Positionsprüfung, die Stellungsprüfung oder die Modellinterferenzprüfung ausgewählt werden. Der UI-Bildschirm 310 wird auf einen Bildschirm umgeschaltet, auf dem die Einstellungen, die für die Positionsprüfung, die Stellungsprüfung oder die Modellinterferenzprüfung verwendet werden, entsprechend dem im spezifizierten Feld 311 angegebenen Verfahren vorgenommen werden.

[0056] Der UI-Bildschirm 310 umfasst außerdem ein Auswahlfeld 318 zum Umschalten zwischen der Sicherheitsfunktion und der Standardfunktion. Ob die auf dem UI-Bildschirm 310 eingestellten Einstellparameter als Sicherheitsfunktion oder als Standardfunktion verwendet werden, kann durch Ausführen einer Bedienung auf dem Auswahlfeld 318 ausgewählt werden. Die Funktion der Auswahl zwischen der Sicherheitsfunktion und der Standardfunktion über das Auswahlfeld 318 wird von der Umschalteinheit 241 bereitgestellt. Die Umschalteinheit 241 schaltet zwischen der Sicherheitsfunktion und der Standardfunktion gemäß der Auswahl im Auswahlfeld 318 um. Der UI-Bildschirm 310 in **Fig.** 8 beschreibt einen Zustand, in dem die Sicherheitsfunktion ausgewählt ist.

[0057] Wenn eine Vielzahl von Arten von Positionsprüfungen, Stellungsprüfungen und Modellinterferenzprüfungen durchgeführt werden soll, kann eine

Vielzahl von UI-Bildschirmen 310 vorbereitet werden. In diesem Fall zeigt der in **Fig.** 8 dargestellte UI-Bildschirm 300, bei dem es sich um einen Einstellungsbildschirm in einer oberen Ebene handelt, dass vier Parametersätze 301 bis 304 für entsprechende Überwachungsziele vorbereitet sind. Ein Abschnitt auf der rechten Seite in **Fig.** 8 zeigt den UI-Bildschirm 310 für die detaillierte Einstellung des Parametersatzes 301. Der UI-Bildschirm 310 kann zum Beispiel durch Auswahl des Parametersatzes 301 auf dem UI-Bildschirm 300 geöffnet werden. In diesem Fall kann der Benutzer für jeden Parametersatz auswählen, ob er den Parametersatz als Sicherheitsfunktion oder als Standardfunktion verwenden möchte. In diesem Fall kann die Funktion des Umschaltens zwischen der Positionsprüfung, der Stellungsprüfung und der Modellinterferenzprüfung derart implementiert werden, dass Bildschirme für die Eingabe von Einstellungen, die in der Positionsprüfung, der Stellungsprüfung und der Modellinterferenzprüfung verwendet werden sollen, separat vom UI-Bildschirm 300 geöffnet werden können, anstatt zwischen der Positionsprüfung, der Stellungsprüfung und der Modellinterferenzprüfung zu wechseln, indem das spezifizierte Feld 311 auf dem UI-Bildschirm 310 verwendet wird.

[0058] **Fig.** 9 zeigt ein Beispiel eines UI-Bildschirms 360 für die Parametereinstellung der Geschwindigkeitsprüfung. Der UI-Bildschirm 360 umfasst

- ein spezifiziertes Feld 361 zur Angabe einer Richtung der Geschwindigkeitsprüfung, und

- ein spezifiziertes Feld 362 zur Angabe einer Geschwindigkeitsbegrenzung. **Fig.** 9 zeigt ein Beispiel, bei dem „ALLE“ zur Angabe jeder Bewegungsrichtung als Richtung, in der die Geschwindigkeitsprüfung durchgeführt wird, in das spezifizierte Feld 361 und „250,000 mm/sec“ als Geschwindigkeitsgrenze in das spezifizierte Feld 362 eingestellt wird.

[0059] Der UI-Bildschirm 360 umfasst außerdem ein Auswahlfeld 368 zum Umschalten zwischen der Sicherheitsfunktion und der Standardfunktion. Ob die im UI-Bildschirm 360 eingestellten Einstellparameter als Sicherheitsfunktion oder als Standardfunktion verwendet werden, kann durch Ausführen einer Bedienung auf dem Auswahlfeld 368 ausgewählt werden. Die Funktion der Auswahl zwischen der Sicherheitsfunktion und der Standardfunktion über das Auswahlfeld 368 wird von der Umschalteinheit 241 bereitgestellt. Die Umschalteinheit 241 schaltet zwischen der Sicherheitsfunktion und der Standardfunktion gemäß der Auswahl im Auswahlfeld 368 um. Der UI-Bildschirm 360 in **Fig.** 9 beschreibt einen Zustand, in dem die Sicherheitsfunktion ausgewählt ist.

[0060] **Fig.** 9 zeigt ebenso ein Beispiel für eine Benutzeroberfläche 350 in einer oberen Schicht, wenn eine Vielzahl von Einstellparametersätzen erstellt wird. Der vorstehend beschriebene UI-Bildschirm 360 ist dem UI-Bildschirm 350 in der oberen Schicht als Parametersatz 351 zugeordnet, der einer von einer Vielzahl von Parametersätzen ist, die auf dem UI-Bildschirm 350 vorbereitet wurden.

[0061] **Fig.** 10 zeigt ein Diagramm zur Beschreibung eines Betriebsablaufs, wenn ein Zustand eines Auswahlfelds 418 auf einem UI-Bildschirm 410 von der Sicherheitsfunktion zur Standardfunktion umgeschaltet wird. Es wird angenommen, wie in einem Feld 411 angegeben, dass die Umschaltung von der Sicherheitsfunktion auf die Standardfunktion auf dem Bildschirm 410 der Benutzeroberfläche ausgewählt ist. Da in diesem Fall ein Vorgang zur Freigabe der Sicherheitsfunktion, d.h. ein Vorgang, der mit einer Änderung der Sicherheitsfunktion zusammenhängt, durchgeführt wird, wird ein Anwendungsprozess zur Eingabe der Passcode-Nummer, eine Bestätigung des Parameterinhalts und ein Neustart als Authentifizierungsprozess angefordert (Feld 412). Ein Benutzer führt die Eingabe der Passcodenummer und die Bestätigung der Parameter durch und gibt eine Anweisung für den Anwendungsprozess durch eine Bedienung über einen Anzeigebildschirm der externen Eingabevorrichtung 40 und die Bedieneinheit 44 ein. Der Anwendungsprozess ermöglicht die Einstellung von Parametern auf dem UI-Bildschirm 410, die als Standardfunktionsparameter 221 verwendet werden können, wie in **Fig.** 6 dargestellt (ein Feld 413).

[0062] **Fig.** 11 zeigt ein Diagramm zur Beschreibung eines Betriebsablaufs, wenn die Einstellung in einem Auswahlfeld 428 auf einem UI-Bildschirm 420 von der Standardfunktion auf die Sicherheitsfunktion umgeschaltet wird. Es wird angenommen, wie in einem Feld 421 angegeben, dass die Umschaltung von der Standardfunktion zur Sicherheitsfunktion auf dem UI-Bildschirm 420 ausgewählt wurde. Da in diesem Fall ein Vorgang zur erneuten Freigabe der Sicherheitsfunktion durchgeführt wird, wird ein Anwendungsprozess mit Eingabe der Passcode-Nummer, Bestätigung des Parameterinhalts und Neustart gefordert (Feld 422). Ein Benutzer führt die Eingabe der Passcodenummer und die Bestätigung des Parameters durch und gibt eine Anweisung für den Anwendungsprozess durch eine Bedienung über den Anzeigebildschirm der externen Eingabevorrichtung 40 und die Bedieneinheit 44 ein. Der Anwendungsprozess ermöglicht die Einstellung von Parametern auf dem UI-Bildschirm 420, die als Sicherheitsfunktionsparameter 211 verwendet werden können, wie in **Fig.** 6 dargestellt (ein Feld 423).

[0063] Wie vorstehend beschrieben, kann gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel in Bezug auf

die Prüffunktion, die die Einstelleinträge verwendet, die der Sicherheitsfunktion und der Standardfunktion gemeinsam sind, das Umschalten zwischen der Ausführung der Prüffunktion als Sicherheitsfunktion und der Ausführung der Prüffunktion als Standardfunktion einfach durchgeführt werden, und somit kann die Zeit, die für die Durchführung der Portierung von Einstellinformationen zwischen der Sicherheitsfunktion und der Standardfunktion und die erneute Überprüfung der Einstellinformationen erforderlich ist, eingespart werden, und der Übergang zwischen der Sicherheitsfunktion und der Standardfunktion kann effizient durchgeführt werden.

[0064] **Fig.** 12A zeigt ein Diagramm zur Beschreibung des Betriebsablaufs bei der Anwendung von Änderungen der Einstellparameter auf einem UI-Bildschirm 430, auf dem die Standardfunktion ausgewählt ist. Wenn Parameter geändert werden und die geänderten Parameter auf dem UI-Bildschirm 430 angewendet werden, auf dem die Standardfunktion ausgewählt ist, wie in einem Feld 431 angegeben, wird der Authentifizierungsprozess, wie er bei der Sicherheitsfunktion der Fall ist, nicht angefordert. In diesem Fall werden die auf dem Bildschirm 430 der Benutzeroberfläche geänderten Einstellparameter sofort angewendet. Alternativ können die Parameter sofort angewendet werden, wenn eine vorbestimmte Bedienung zur Anwendung von Parametern über die Bedieneinheit 44 durchgeführt wird. Es wird als Beispiel angenommen, dass die auf Parametern basierende Positionsprüffunktion vor der Einstellungsänderung auf dem UI-Bildschirm 430 für eine Positionsprüfung eines Robotermodells 102M und einer Bewegungsbereich R111 eingestellt ist, wie auf der linken Seite in **Fig.** 12B dargestellt. Es wird ebenso angenommen, dass die Positionsprüffunktion nach der Einstellungsänderung auf dem UI-Bildschirm 430 eine Interferenzprüffunktion zwischen einem Benutzermodell 10M und einem Begrenzungsbereich R112 ist, wie in **Fig.** 12B dargestellt. In diesem Fall wechselt die Positionsprüffunktion sofort von dem auf der linken Seite in **Fig.** 12B dargestellten Zustand in den auf der rechten Seite in **Fig.** 12B dargestellten Zustand als unmittelbare Reaktion auf die Einstellungsänderung auf dem UI-Bildschirm 430.

[0065] Wie vorstehend beschrieben, ermöglicht die vorstehend beschriebene Konfiguration gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel dem Benutzer ein nahtloses Umschalten zwischen der Sicherheitsfunktion und der auf der Standardfunktion basierenden Roboterüberwachungsfunktion.

[0066] Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand ihrer typischen Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, leuchtet dem Fachmann ein, dass Änderungen und verschiedene andere Änderungen, Auslassungen und Ergänzungen an den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen vorgenommen werden können, ohne den Schutzbereich der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0067] Die Anordnung der Funktionsblöcke in dem in **Fig.** 7 dargestellten Funktionsblockdiagramm der Robotersteuervorrichtung ist ein Beispiel, und es lassen sich verschiedene modifizierte Beispiele bezüglich der Anordnung der Funktionsblöcke konfigurieren. So kann beispielsweise die Funktion der Einstelleinheit 240 auf der Seite der externen Eingabevorrichtung 40 angeordnet sein. In diesem Fall kann eine integrierte Funktion, in die die Funktion als externe Eingabevorrichtung 40 und die Funktion als Robotersteuervorrichtung 20 integriert sind, als Robotersteuerung definiert werden.

[0068] Während die Berechnungseinheiten für Position-Stellung-Geschwindigkeit 251 und 261 in der Standardfunktionseinheit 250 bzw. in der Sicherheitsfunktionseinheit 260 angeordnet sind, kann eine einzige Berechnungseinheit für Position-Stellung-Geschwindigkeit von der Standardfunktionseinheit 250 und der Sicherheitsfunktionseinheit 260 gemeinsam genutzt werden, wie im Funktionsblockdiagramm in **Fig.** 7 dargestellt.

[0069] Die Funktionsblöcke in **Fig.** 7 können durch die Ausführung verschiedener Arten von in einer Vorrichtung gespeicherter Software durch den Prozessor in der Robotersteuervorrichtung oder durch eine hauptsächlich auf Hardware basierende Konfiguration, wie z.B. eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC), bereitgestellt werden.

[0070] Ein Programm, das in dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel verschiedene Verarbeitungsarten ausführt, kann auf verschiedenen computerlesbaren Aufzeichnungsmedien aufgezeichnet sein (z.B. auf Halbleiterspeichern, wie einem ROM, einem EEPROM, und einem Flash-Speicher, einem magnetischen Aufzeichnungsmedium und optischen Platten, wie einer CD-ROM und einer DVD-ROM).

Bezugszeichenliste

10	Roboter
11	Sensoreinheit
20	Robotersteuervorrichtung
40	Externe Eingabevorrichtung
21, 28	Prozessor
22	Speicher
23	E/A-Schnittstelle
24	Bedieneinheit

41	Prozessor
42	Speicher
43	Anzeigeeinheit
44	Bedieneinheit
45	E/A-Schnittstelle
100	Robotersystem
240	Einstelleinheit
241	Umschalteinheit
242	Bereichseinstelleinheit
243	Stellungsgrenzeinstelleinheit
244	Modelleinstelleinheit
245	Geschwindigkeitsgrenzeinstelleinheit
250	Standardfunktionseinheit
251	Berechnungseinheit für Position-Stellung-Geschwindigkeit
252	Anomaliepositionserfassungseinheit
253	Anomaliestellungserfassungseinheit
254	Modellinterferenzerfassungseinheit
255	Anomaliegeschwindigkeitserfassungseinheit
260	Sicherheitsfunktionseinheit
261	Berechnungseinheit für Position-Stellung-Geschwindigkeit
262	Anomaliepositionserfassungseinheit
263	Anomaliestellungserfassungseinheit
264	Modellinterferenzerfassungseinheit
265	Anomaliegeschwindigkeitserfassungseinheit

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2018-136715 A [0004]
- JP 2007-136617 A [0004]
- JP 07-108487 A [0004]
- WO 2003/086718 A1 [0004]

Patentansprüche

1. Robotersteuervorrichtung zur Steuerung eines Roboters, wobei die Robotersteuervorrichtung umfasst:
eine Standardfunktionseinheit, die konfiguriert ist, um den Betrieb einer Standardfunktion als Roboter zu steuern, und die eine Funktion zur Überwachung des Roboters aufweist;
eine Sicherheitsfunktionseinheit, die konfiguriert ist, um eine Sicherheitsfunktion zur Verwaltung der Sicherheit beim Betrieb des Roboters zu steuern;
eine Einstelleinheit, die konfiguriert ist, um Einstellinformationen einzustellen, die sich auf einen Einstelleintrag beziehen, der gemeinsam bei der Steuerung der Sicherheitsfunktion durch die Sicherheitsfunktionseinheit und der Überwachung des Roboters durch die Standardfunktionseinheit verwendet wird; und
eine Umschalteinheit, die konfiguriert ist, um zwischen dem Betrieb der Sicherheitsfunktion, der von der Sicherheitsfunktionseinheit auf der Grundlage der Einstellinformationen durchgeführt wird, und der Überwachung des Roboters umzuschalten, die von der Standardfunktionseinheit auf der Grundlage der Einstellinformationen durchgeführt wird.

2. Robotersteuervorrichtung nach Anspruch 1, die weiterhin eine Anhalteanweisungseinheit umfasst, die konfiguriert ist, um den Roboter anzuhalten, wenn eine Anomalie in der von der Sicherheitsfunktionseinheit durchgeführten Sicherheitsfunktion erfasst wird oder eine Anomalie bei der von der Standardfunktionseinheit durchgeführten Überwachung des Roboters erfasst wird.

3. Robotersteuervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei jede von der Sicherheitsfunktionseinheit ausgeführte Sicherheitsfunktion und die von der Standardfunktionseinheit ausgeführte Überwachung des Roboters jeweils zumindest ein Element aus den folgenden umfassen:
Erfassung einer Anomalie in einer Position des Roboters,
Erfassung einer Anomalie in einer Stellung des Roboters,
Erfassung von Interferenzen zwischen dem Roboter und einer Peripherievorrichtung, und
Erfassung einer Anomalie in der Geschwindigkeit des Roboters.

4. Robotersteuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Einstelleintrag zumindest eines umfasst aus
einem Einstelleintrag, der sich auf die Erfassung einer Anomalie in einer Position des Roboters bezieht,
einem Einstelleintrag, der sich auf die Erfassung einer Anomalie in einer Stellung des Roboters bezieht,
einem Einstelleintrag, der sich auf die Erfassung von Interferenzen zwischen dem Roboter und einer Peripherievorrichtung bezieht, und
einem Einstelleintrag, der sich auf die Erfassung einer Anomalie in der Geschwindigkeit des Roboters bezieht.

5. Robotersteuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Einstelleinheit einen Benutzerschnittstellenbildschirm bereitstellt, um die Eingabe von Einstellinformationen zu akzeptieren, die sich auf den Einstelleintrag beziehen, der gemeinsam zur Steuerung der Sicherheitsfunktion durch die Sicherheitsfunktionseinheit und zur Überwachung des Roboters durch die Standardfunktionseinheit angewendet wird.

6. Robotersteuervorrichtung nach Anspruch 5, wobei
der Benutzerschnittstellenbildschirm ein Auswahlfeld zur Auswahl eines Elements aus dem Betrieb der Sicherheitsfunktion durch die Sicherheitsfunktionseinheit und der Überwachung des Roboters durch die Standardfunktionseinheit umfasst, und
die Umschalteinheit zwischen dem Betrieb der Sicherheitsfunktion durch die Sicherheitsfunktionseinheit und der Überwachung des Roboters durch die Standardfunktionseinheit in Reaktion auf eine Auswahlbedienung auf dem Auswahlfeld umschaltet.

7. Robotersteuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei sowohl die Sicherheitsfunktionseinheit als auch die Standardfunktionseinheit eine Anomalie im Betrieb des Roboters unter Verwendung eines den Roboter darstellenden Modells erfassen.

8. Robotersteuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Sicherheitsfunktionseinheit eine Funktion zur Durchführung einer Diagnose darüber aufweist, ob eine Funktion zur Überwachung des Roboters als Sicherheitsfunktion normal arbeitet.

9. Robotersteuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, die zwei Prozessoren zur doppelten Ausführung der Überwachung des Roboters auf der Grundlage der von der Sicherheitsfunktionseinheit ausgeführten Sicherheitsfunktion umfasst.

10. Robotersteuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, die einen einzigen Prozessor zur Durchführung der Überwachung des Roboters auf der Grundlage der Standardfunktion umfasst.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

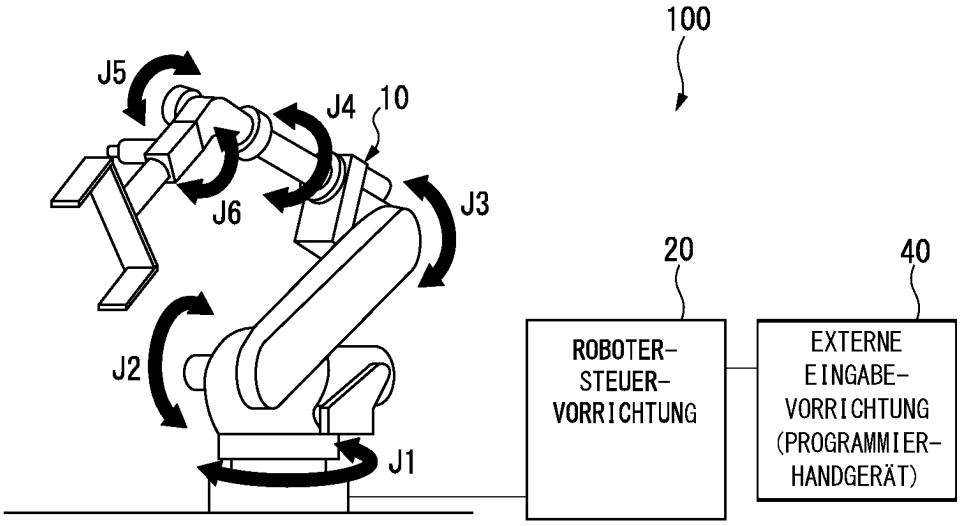


Fig. 2

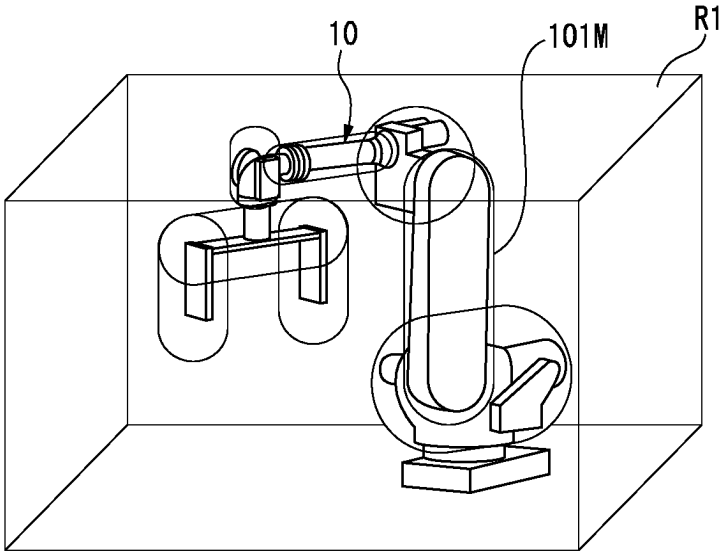


Fig. 3

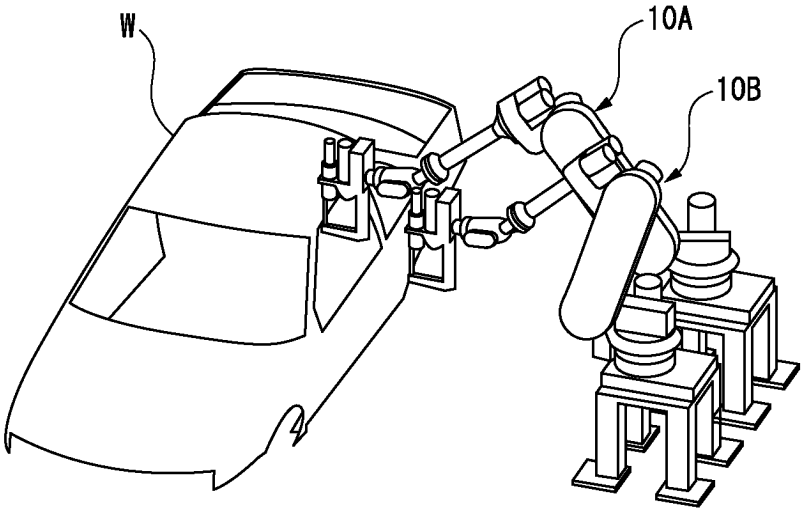


Fig. 4

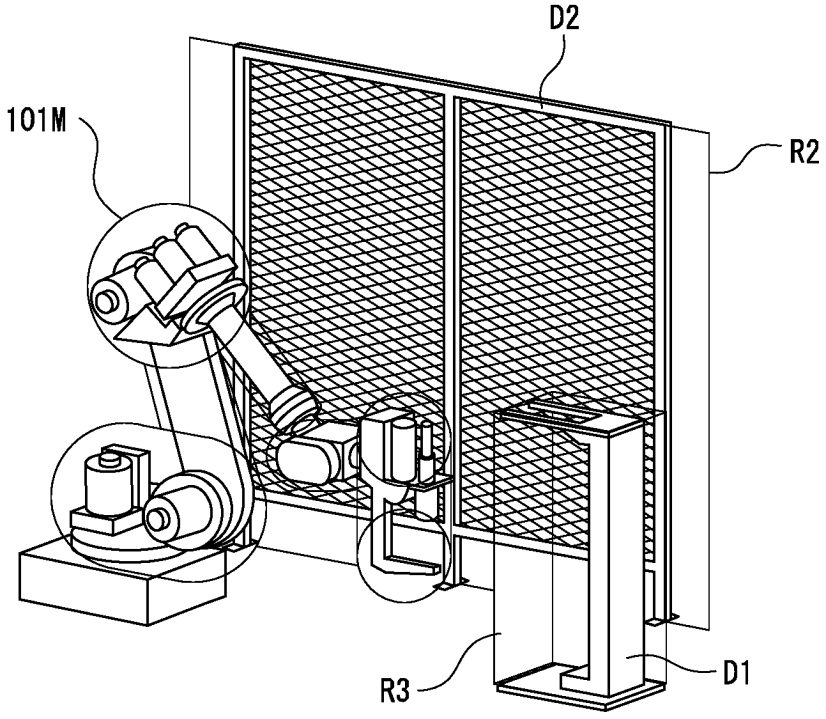


Fig. 5

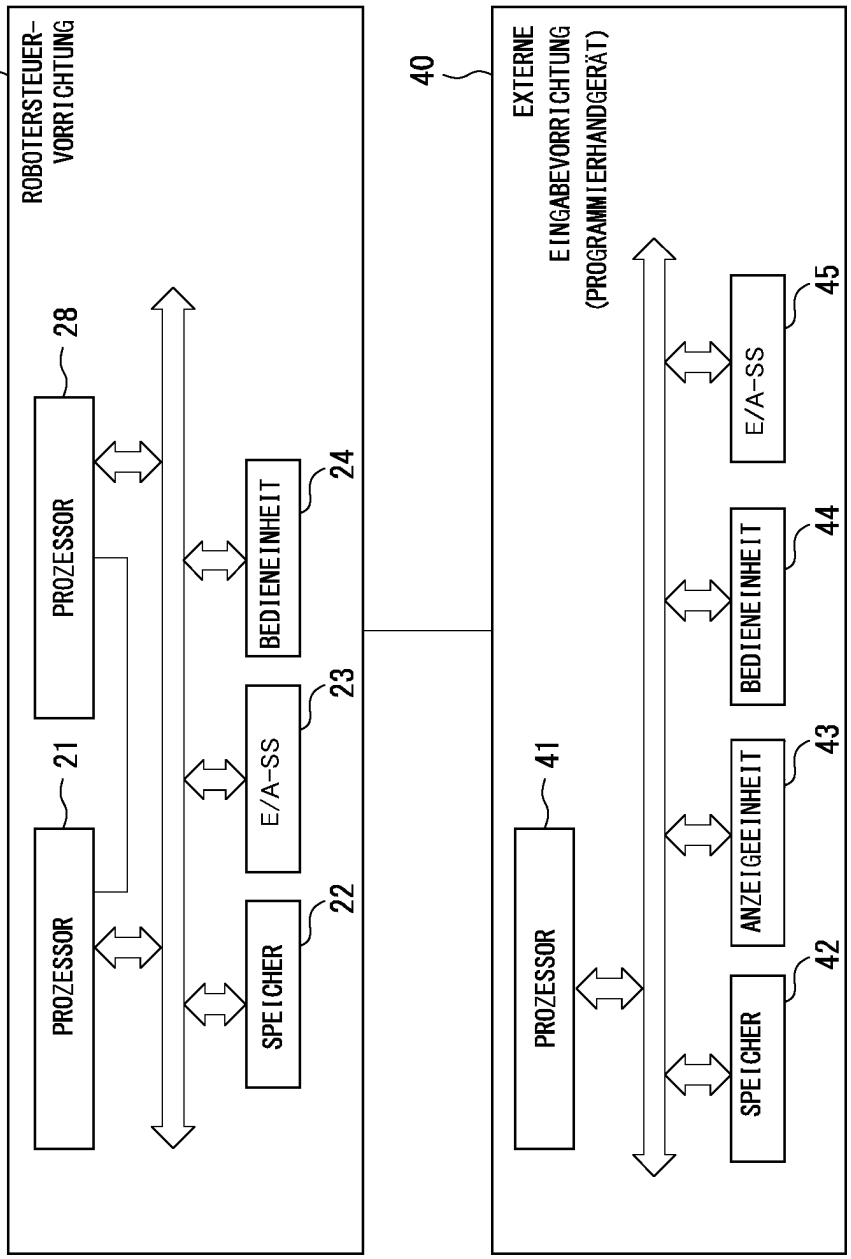

20
ROBOTERSTEUER-
VORRICHTUNG
PROZESSOR
21
PROZESSOR
28
SPEICHER
22
E/A-SS
23
BEDIENEINHEIT
24
40
EXTERNE
EINGABEVORRICHTUNG
(PROGRAMMIERHANDGERÄT)
PROZESSOR
41
SPEICHER
42
ANZEIGEEINHEIT
43
BEDIENEINHEIT
44
E/A-SS
45

Fig. 6

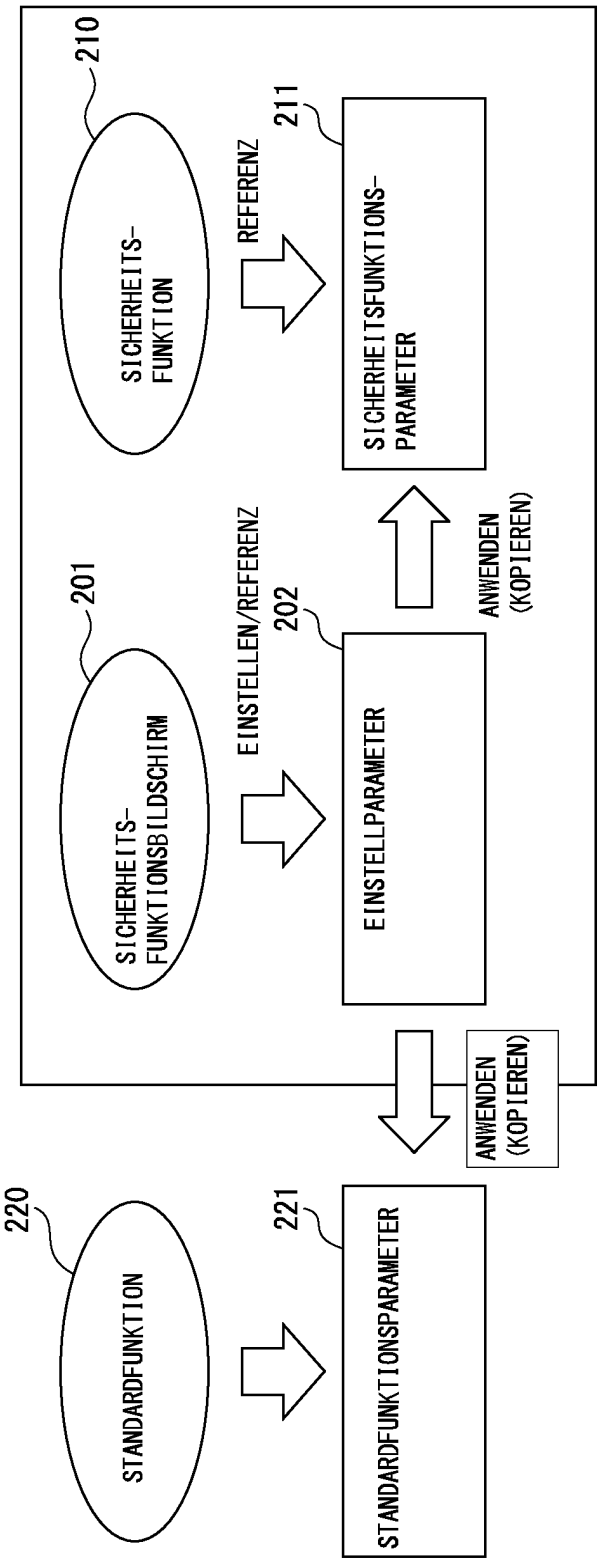

210
SICHERHEITS-
FUNKTION
211
REFERENZ
SICHERHEITSFUNKTIONS-
PARAMETER
201
SICHERHEITS-
FUNKTIONSBILDSCHIRM
EINSTELLEN/REFERENZ
202
EINSTELLPARAMETER
ANWENDEN
(KOPIEREN)
ANWENDEN
(KOPIEREN)
220
STANDARDFUNKTION
221
STANDARDFUNKTIONSPARAMETER

Fig. 7

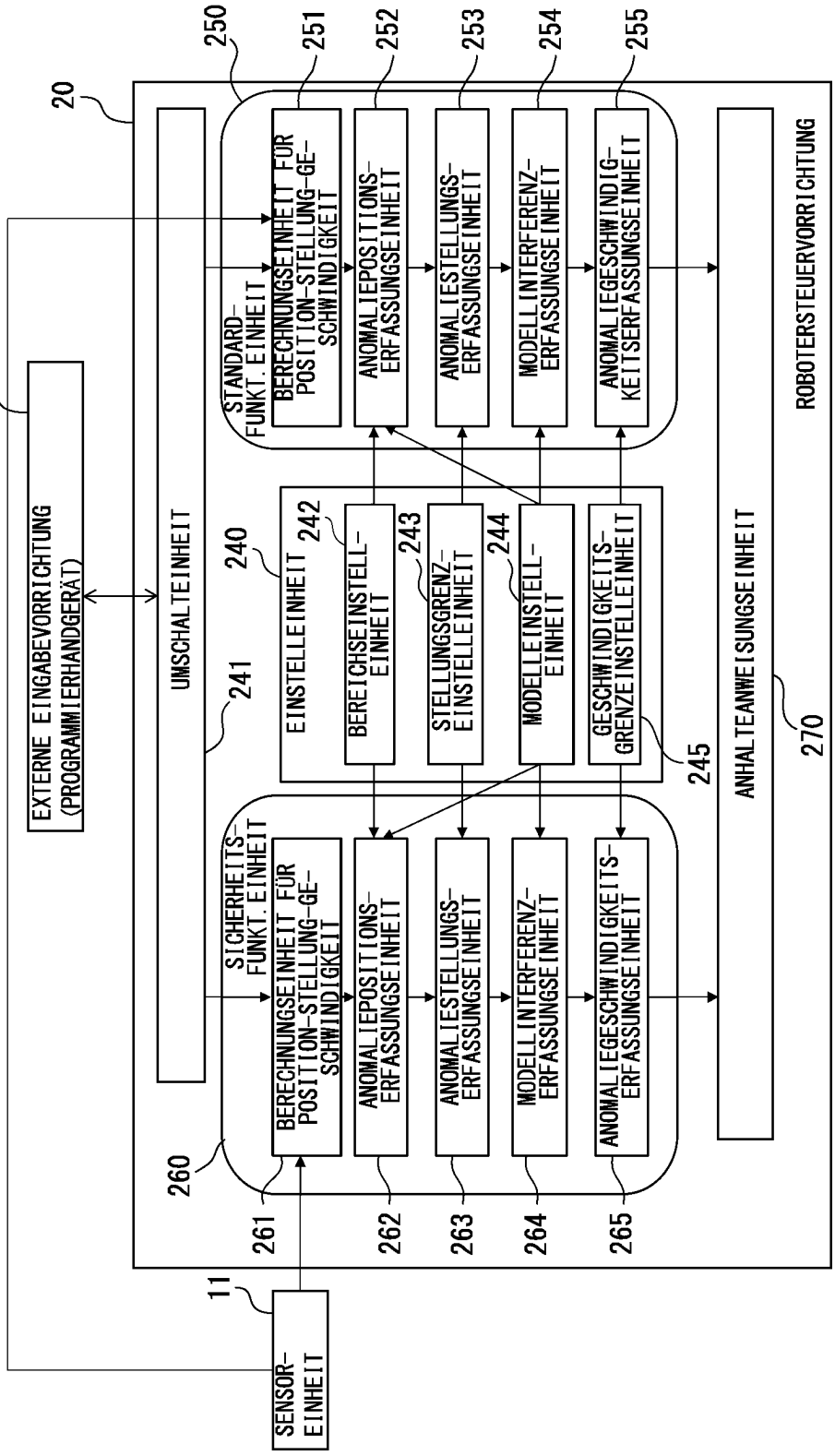

20
250
251
252
253
254
255
STANDARD-FUNKT. EINHEIT
BERECHNUNGSEINHEIT FÜR POSITION-STELLUNG-GE-SCHWINDIGKEIT
ANOMALIEPOSITIONS-ERFASSUNGSEINHEIT
ANOMALIESTELLUNGS-ERFASSUNGSEINHEIT
MODELLINTERFERENZ-ERFASSUNGSEINHEIT
ANOMALIEGESCHWINDIG-KEITSERFASSUNGSEINHEIT
ROBOTERSTEUERVORRICHTUNG
40
EXTERNE EINGABEVORRICHTUNG (PROGRAMMIERHANDGERÄT)
UMSCHALTEINHEIT
240
241
242
243
244
245
EINSTELLEINHEIT
BEREICHSEINSTELL-EINHEIT
STELLUNGSGRENZ-EINSTELLEINHEIT
MODELLEINSTELL-EINHEIT
GESCHWINDIGKEITS-GRENZEINSTELLEINHEIT
ANHALTEANWEISUNGSEINHEIT
270
260
261
262
263
264
265
SICHERHEITS-FUNKT. EINHEIT
BERECHNUNGSEINHEIT FÜR POSITION-STELLUNG-GE-SCHWINDIGKEIT
ANOMALIEPOSITIONS-ERFASSUNGSEINHEIT
ANOMALIESTELLUNGS-ERFASSUNGSEINHEIT
MODELLINTERFERENZ-ERFASSUNGSEINHEIT
ANOMALIEGESCHWINDIGKEITS-ERFASSUNGSEINHEIT
11
SENSOR-EINHEIT

Fig. 8

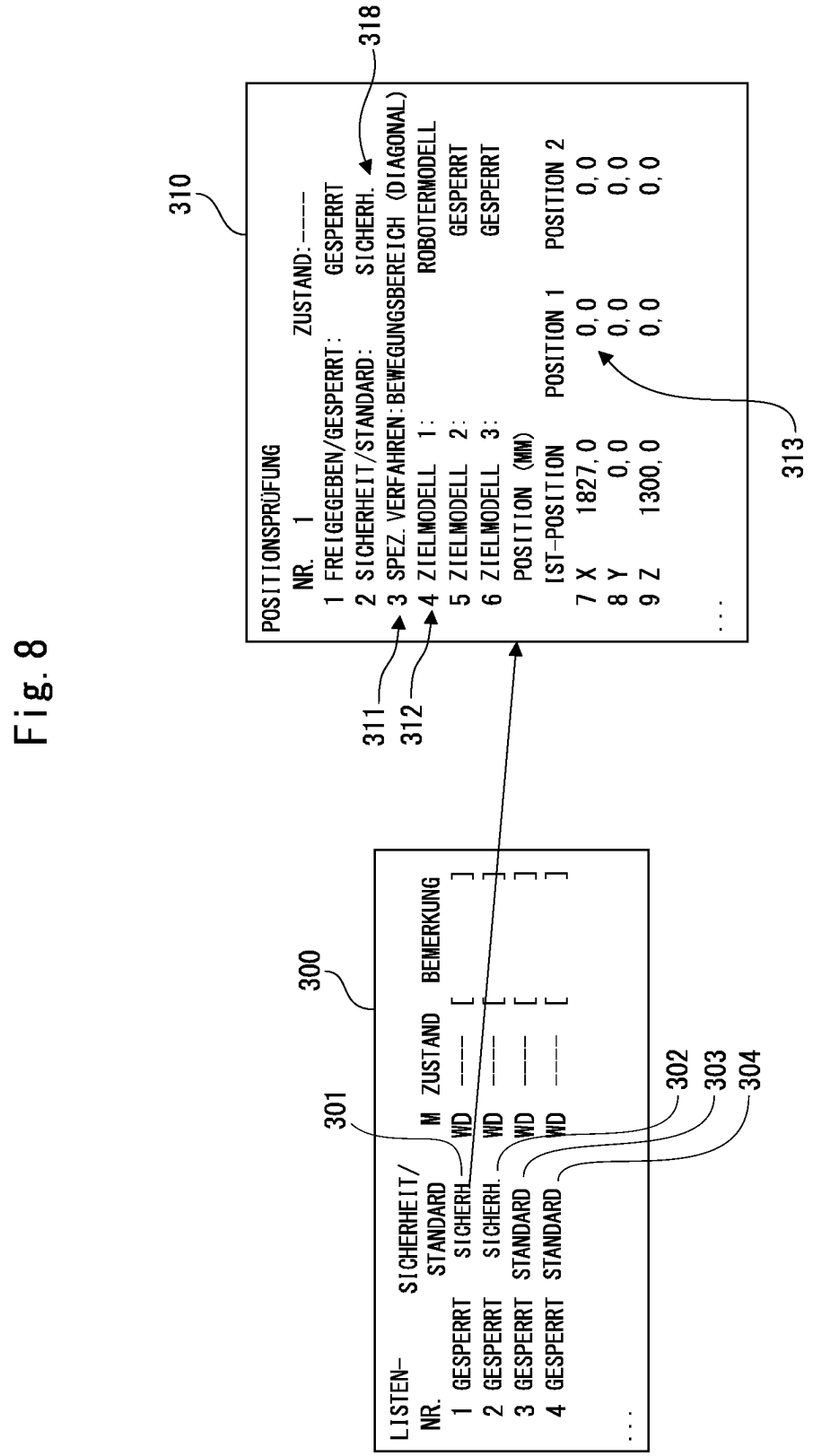

310
318
311
312
313
300
301
302
303
304
POSITIONSPRÜFUNG
NR. 1
ZUSTAND:----
1 FREIGEGEBEN/GESPERRT: GESPERRT
2 SICHERHEIT/STANDARD: SICHERH.
3 SPEZ.VERFAHREN:BEWEGUNGSBEREICH (DIAGONAL)
4 ZIELMODELL 1: ROBOTERMODELL
5 ZIELMODELL 2: GESPERRT
6 ZIELMODELL 3: GESPERRT
POSITION (MM)
IST-POSITION POSITION 1 POSITION 2
7 X 1827,0 0,0 0,0
8 Y 0,0 0,0 0,0
9 Z 1300,0 0,0 0,0
...
LISTEN-NR.
SICHERHEIT/STANDARD
M ZUSTAND BEMERKUNG
1 GESPERRT SICHERH. WD ---- [ ]
2 GESPERRT SICHERH. WD ---- [ ]
3 GESPERRT STANDARD WD ---- [ ]
4 GESPERRT STANDARD WD ---- [ ]
...

Fig. 9

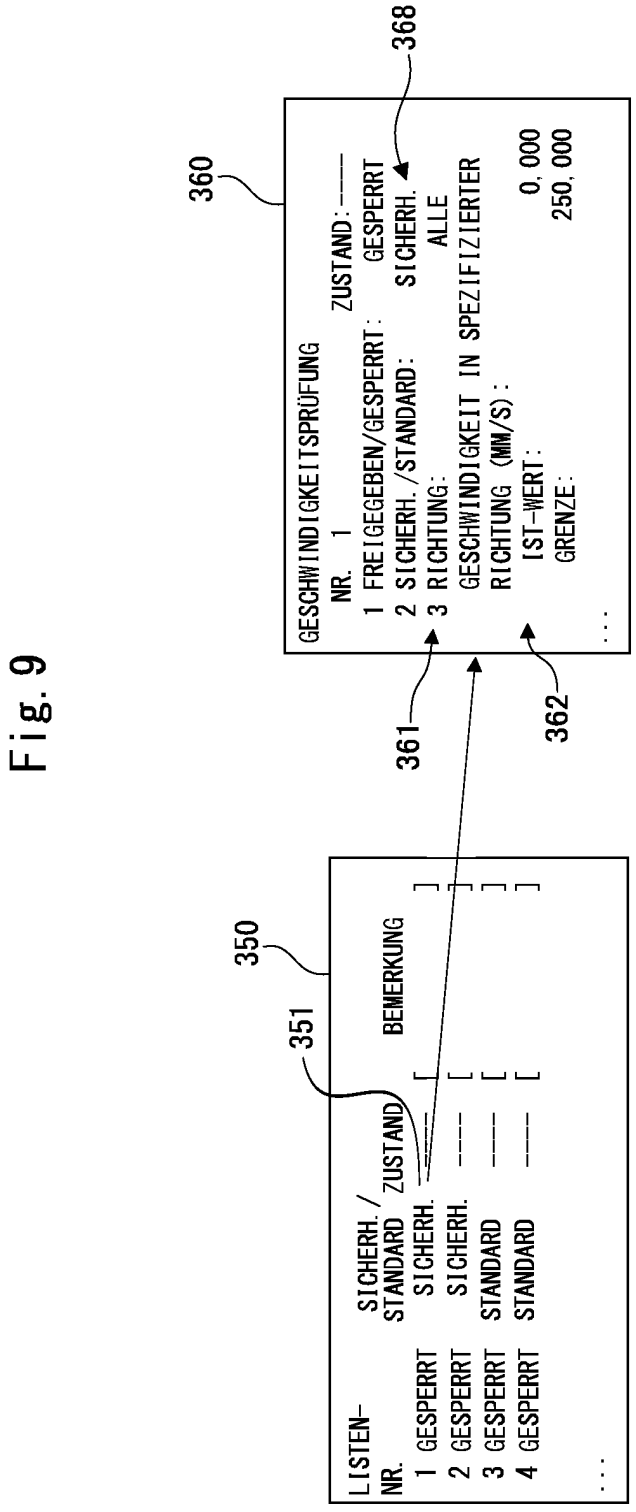

350
351
LISTEN-NR.
SICHERH./STANDARD
ZUSTAND
BEMERKUNG
1 GESPERRT SICHERH.
2 GESPERRT SICHERH.
3 GESPERRT STANDARD
4 GESPERRT STANDARD
360
368
GESCHWINDIGKEITSPRÜFUNG
NR. 1
ZUSTAND:
1 FREIGEGEBEN/GESPERRT: GESPERRT
2 SICHERH./STANDARD: SICHERH.
3 RICHTUNG: ALLE
GESCHWINDIGKEIT IN SPEZIFIZIERTER RICHTUNG (MM/S):
IST-WERT: 0,000
GRENZE: 250,000
361
362

Fig. 10

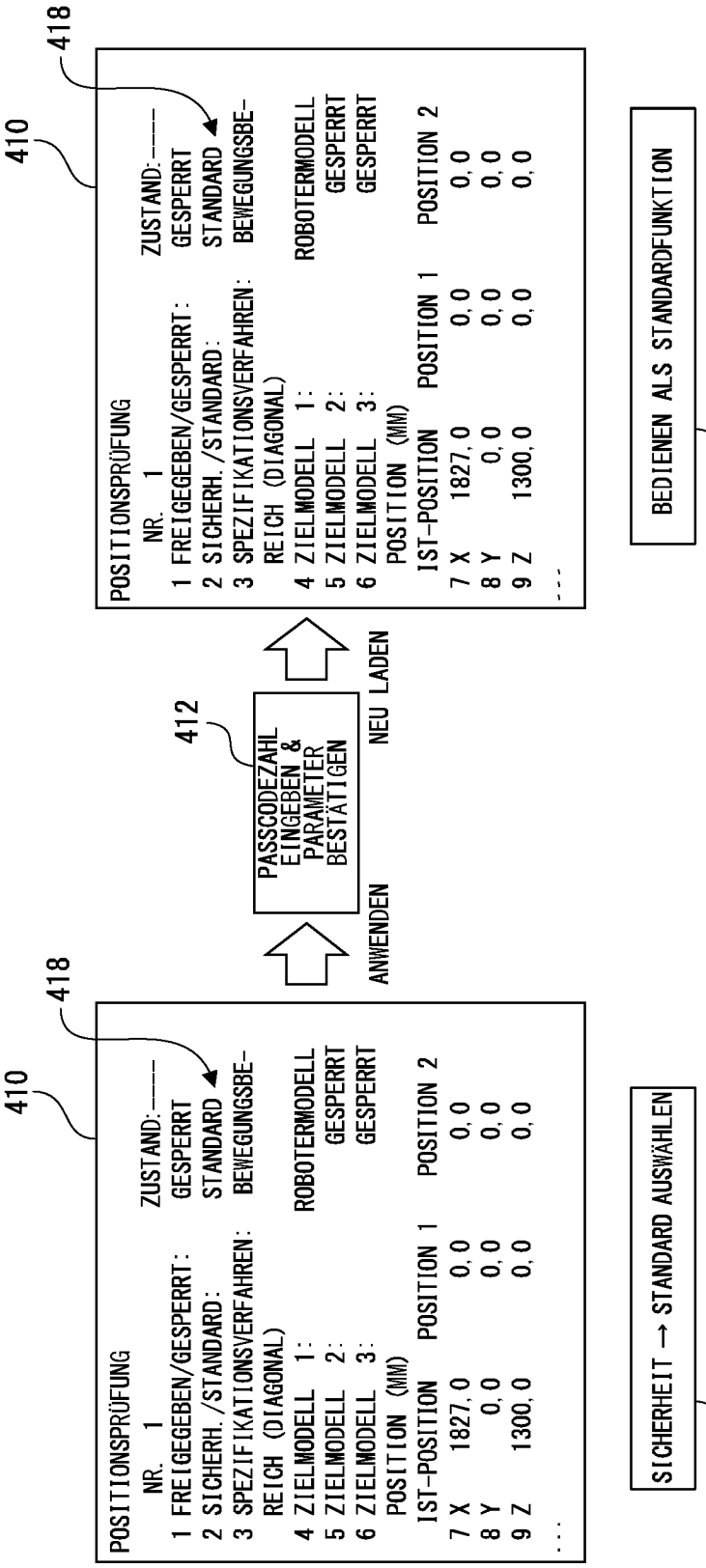

410
418
POSITIONSPRÜFUNG
NR. 1 ZUSTAND:----
1 FREIGEGEBEN/GESPERRT: GESPERRT
2 SICHERH./STANDARD: STANDARD
3 SPEZIFIKATIONSVERFAHREN: BEWEGUNGSBE-
REICH (DIAGONAL)
4 ZIELMODELL 1: ROBOTERMODELL
5 ZIELMODELL 2: GESPERRT
6 ZIELMODELL 3: GESPERRT
POSITION (MM)
IST-POSITION POSITION 1 POSITION 2
7 X 1827,0 0,0 0,0
8 Y 0,0 0,0 0,0
9 Z 1300,0 0,0 0,0
...
412
PASSCODEZAHL EINGEBEN & PARAMETER BESTÄTIGEN
ANWENDEN
NEU LADEN
SICHERHEIT → STANDARD AUSWÄHLEN
411
BEDIENEN ALS STANDARDFUNKTION
413

Fig. 11

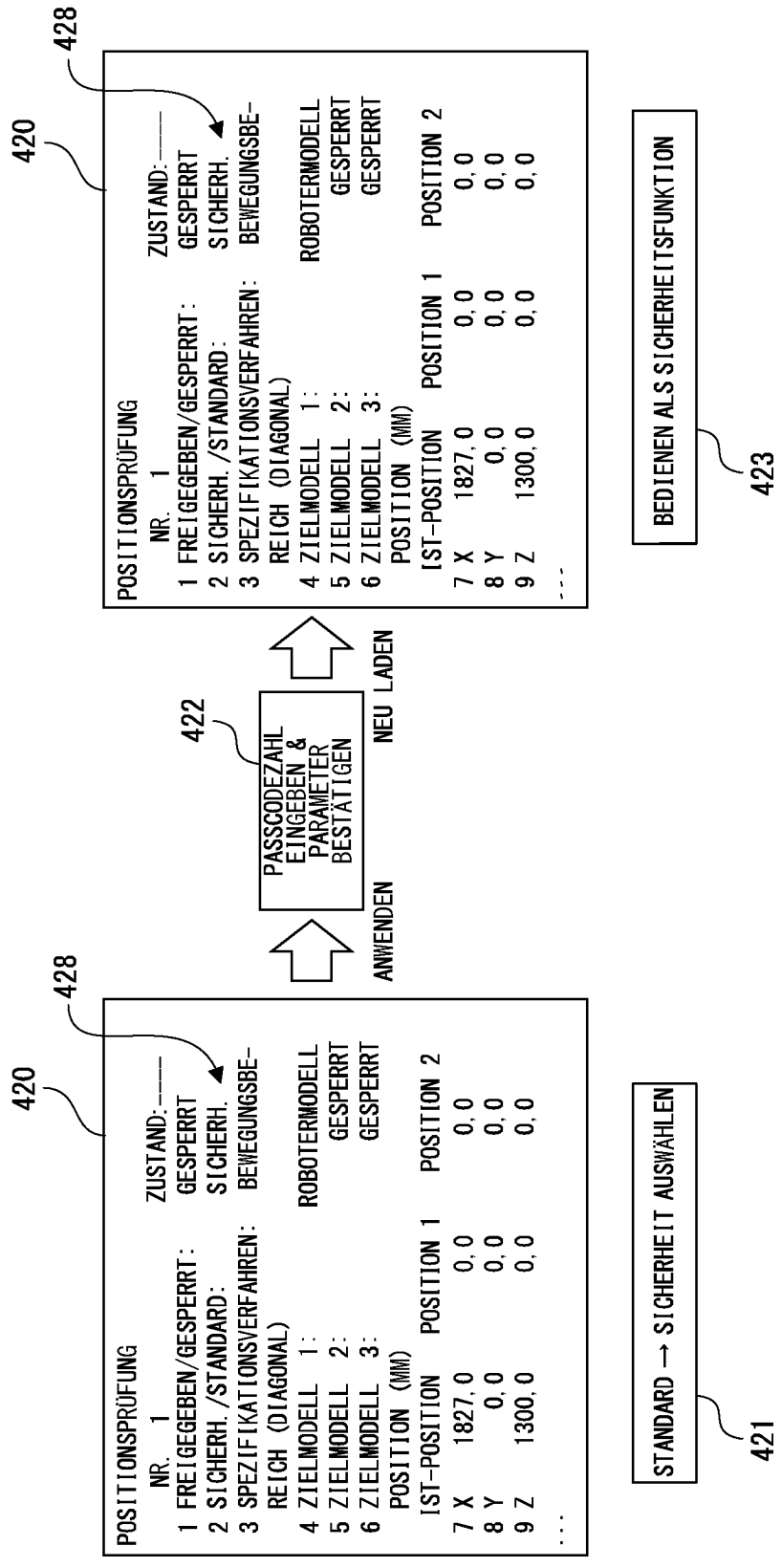
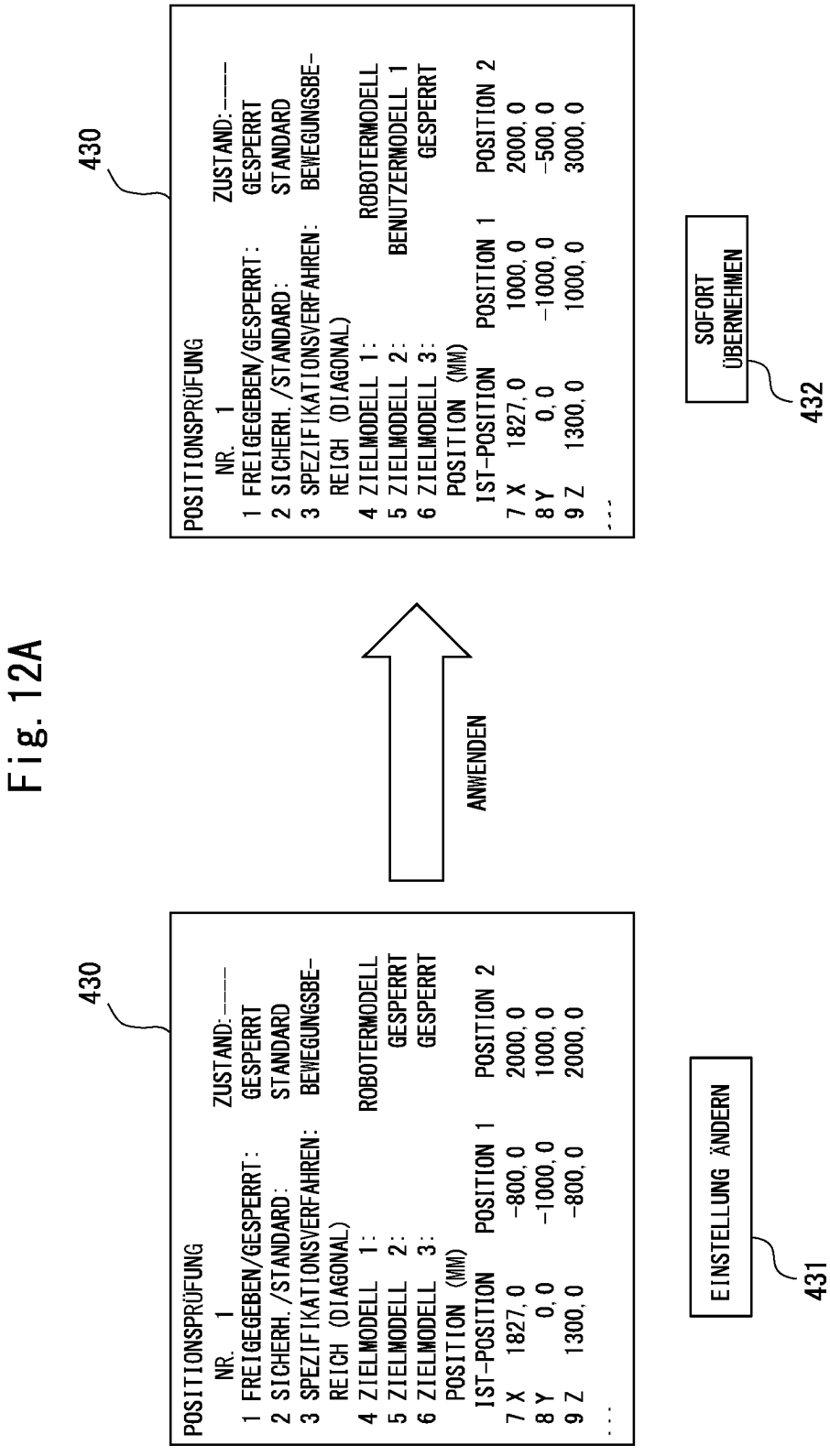

420
428
POSITIONSPRÜFUNG
NR. 1
ZUSTAND:----
1 FREIGEGEBEN/GESPERRT: GESPERRT
2 SICHERH./STANDARD: SICHERH.
3 SPEZIFIKATIONSVERFAHREN: BEWEGUNGSBE-
REICH (DIAGONAL)
4 ZIELMODELL 1: ROBOTERMODELL
5 ZIELMODELL 2: GESPERRT
6 ZIELMODELL 3: GESPERRT
POSITION (MM)
IST-POSITION POSITION 1 POSITION 2
7 X 1827,0 0,0 0,0
8 Y 0,0 0,0 0,0
9 Z 1300,0 0,0 0,0
...
ANWENDEN
422
PASSCODEZAHL EINGEBEN & PARAMETER BESTÄTIGEN
NEU LADEN
STANDARD → SICHERHEIT AUSWÄHLEN
421
BEDIENEN ALS SICHERHEITSFUNKTION
423

Fig. 12A


430
POSITIONSPRÜFUNG
NR. 1 ZUSTAND:----
1 FREIGEGEBEN/GESPERRT: GESPERRT
2 SICHERH./STANDARD: STANDARD
3 SPEZIFIKATIONSVERFAHREN: BEWEGUNGSBE-
REICH (DIAGONAL)
4 ZIELMODELL 1: ROBOTERMODELL
5 ZIELMODELL 2: GESPERRT
6 ZIELMODELL 3: GESPERRT
POSITION (MM)
IST-POSITION POSITION 1 POSITION 2
7 X 1827,0 -800,0 2000,0
8 Y 0,0 -1000,0 1000,0
9 Z 1300,0 -800,0 2000,0
...
ANWENDEN
430
POSITIONSPRÜFUNG
NR. 1 ZUSTAND:----
1 FREIGEGEBEN/GESPERRT: GESPERRT
2 SICHERH./STANDARD: STANDARD
3 SPEZIFIKATIONSVERFAHREN: BEWEGUNGSBE-
REICH (DIAGONAL)
4 ZIELMODELL 1: ROBOTERMODELL
5 ZIELMODELL 2: BENUTZERMODELL 1
6 ZIELMODELL 3: GESPERRT
POSITION (MM)
IST-POSITION POSITION 1 POSITION 2
7 X 1827,0 1000,0 2000,0
8 Y 0,0 -1000,0 -500,0
9 Z 1300,0 1000,0 3000,0
...
EINSTELLUNG ÄNDERN
431
SOFORT ÜBERNEHMEN
432

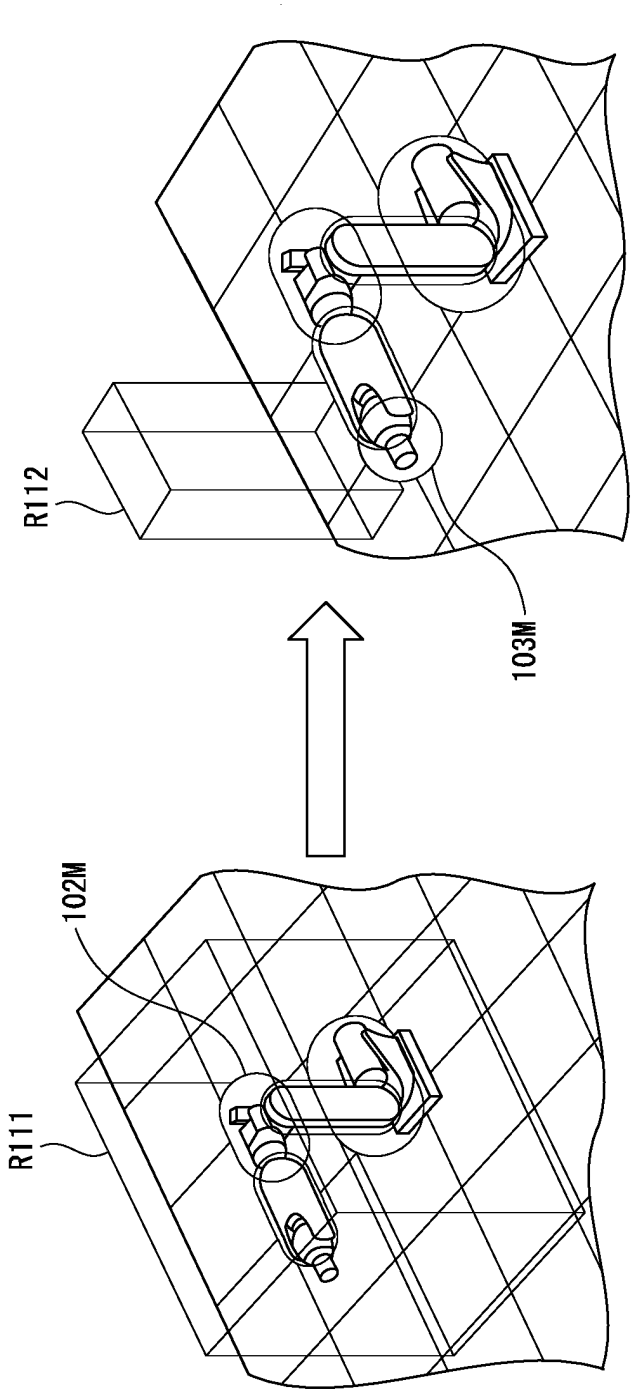


Fig. 12B

 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.