

(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **276 839 A1**

4(51) B 25 J 19/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP B 25 J / 321 640 1	(22)	10.11.88	(44)	14.03.90
(71)	Deutsche Reichsbahn Ibr-Fa, Libauer Straße 8, Berlin, 1034, DD				
(72)	Lepies, Hans-Jürgen, Dipl.-Ing.; Püschel, Ingo, Dipl.-Ing.; Förster, Lutz, Dipl.-Ing.; Wermann, Wolfgang, DD				
(54)	Anordnung zur Lagebestimmung und zum Fügen rotationssymmetrischer Bauteile an Industrierobotern				

(55) Lagebestimmung, Fügen, Lichtschranke, Verstärker, Greifer, Industrierobotersteuerung
 (57) Die Anordnung dient dem Ziel der Erreichung eines Fügevorganges bei nicht definierter Lage eines der Fügepartner. Die Anordnung umfaßt zwei auf bzw. in einem Greifer angebrachte Lichtschranken und zugehörige Verstärker, die mit einer Industrierobotersteuerung verbunden sind. Im Zusammenwirken sichert die Anordnung bei geringem Hard- und Softwareaufwand die Automatisierung eines Montageprozesses mit ausreichender Zuverlässigkeit und Genauigkeit. Der nützliche Effekt der Erfindung zeigt sich weiterhin in der Beseitigung manuellen Montageaufwandes, der besseren Auslastung der vorhandenen Industrierobotertechnik im Hard- und Softwarebereich und in einer kostengünstigen Lösung.

Erfindungsanspruch:

1. Anordnung zur Lagebestimmung und zum Fügen rotationssymmetrischer Bauteile an Industrierobotern mit optischen Sensoren, dazugehörigen elektronischen Baugruppen und entsprechender Software, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeweils an Greiffingern (3; 4) eines Greifers (5) Lichtschranken (1; 2) derart angeordnet sind, daß sich ihre optischen Achsen (12; 13) unter einem Winkel (α) so schneiden, daß deren Schnittpunkt auf einer linear interpolierten Geraden (14), die sich mit der Koordinatenachse (X) des Industrieroboters deckt und durch einen idealen Mittelpunkt (P_M) geht, der im gleichen Abstand von einem Anfangspunkt (P_A) und einem Endpunkt (P_E) entfernt ist, liegt und die Lichtschranken (1; 2) über Datenleitungen (9; 10) mit je einem Verstärker (6; 7) sowie einer Industrierobotersteuerung (8) verbunden sind.
2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schnittpunkt der optischen Achsen (12; 13) auf einer linear interpolierten Geraden (14) liegt, die sich mit einer der Koordinatenachse (X) des Industrieroboters parallelen Achse deckt.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Lagebestimmung und zum Fügen rotationssymmetrischer Bauteile an Industrierobotern, wobei die Position des Fügepartners nicht bekannt ist. Sie ist in der Neufertigung und Instandhaltung für die automatische Montage von geometrisch komplizierten Bauteilen, bei denen ein Fügen in einem Arbeitsgang mit vertretbarem Aufwand nicht möglich ist, einsetzbar.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

In der Industrie sind vielfältige Sensoranwendungen zur Lagebestimmung bzw. -erkennung von Bauteilen mittels Industrierobotertechnik bekannt. Es kommen sowohl berührungslos arbeitende Sensorsysteme als auch taktile zur Anwendung. Von den berührungslos arbeitenden Sensorsystemen gelangen vor allem die optischen zunehmend zum Einsatz. Optische Sensorsysteme basieren auf der ein- und mehrdimensionalen Bildverarbeitung von Fernsehkameras, wie in den Schutzschriften

DD 153745 „Meßeinrichtung zur optischen Situationserfassung für Montage- und Handhabeeinrichtungen“

DD 293350 „Flexibler Greifer mit Werkstückerkennung“

DE 2430058 „Positionsmeßsystem für Roboter-Glieder“

sowie auf der Auswertung der Schaltsignale von Lichtschranken, wie in den Schutzschriften

DD 213533 „Optoelektronische Positioniereinrichtung“

DD 238937 „Verfahren und Vorrichtung zum Ausrichten von Werkstücken“

DE 3413731 „Anordnung an einem Industrieroboter“

DE 3612144 „Verfahren und Einrichtung zur Bestimmung der Greifposition“.

Die in den aufgeführten Schutzschriften dargelegten Lösungen ermöglichen für eindeutig definierte Baugruppen die automatische Montage eines Fügepartners in einem Arbeitsgang.

Für Bauteile mit komplizierter äußerer Form ist die Montage mittels o.g. Verfahren bzw. Anordnungen nicht in einem Arbeitsgang möglich, so daß ein gesonderter Meßvorgang zur Lagebestimmung eines Bauteils erforderlich ist. Die o.g. patentierten Lösungen weisen relativ hohe Anschaffungskosten auf, sind kompliziert aufgebaut, verlangen nach gesonderten Auswerteschaltungen, die wiederum mit der entsprechenden Industrierobotersteuerung einschließlich zugehörigem Sensorbetriebssystem verbunden sein müssen.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, eine Anordnung zu schaffen, welche im Zusammenwirken mit der bestehenden Industrierobotertechnik, ohne vorhandenes Sensorbetriebssystem, bei geringem zusätzlichen Hard- und Softwareaufwand, in Verbindung mit der Ausschöpfung vorhandener Industrierobotersoftware die Automatisierung des Fügeprozesses für Bauteile mit geometrisch bestimmter Form und nicht definierter Lage, bei welchen ohne vorherige Lagebestimmung des Fügepartners, in einem Meßvorgang keine Montage in einem Arbeitsgang möglich ist, sichert. Der dabei entstehende nützliche Effekt zeigt sich hierbei in der Minimierung des Gesamtkostenaufwandes, in einem minimalen Programmieraufwand, in der Erhöhung der Auslastung der vorhandenen Industrierobotertechnik und in einer hohen Zuverlässigkeit des Montageprozesses einschließlich dessen Genauigkeit. Damit verbunden ist weiterhin die Gebrauchswertsteigerung der bestehenden Industrierobotertechnik sowie die Arbeitskräftefreisetzung im Montageprozeß.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, durch eine zweckentsprechende Anordnung optischer Sensoren an einem Industrierobotergreifer und zugehöriger elektronischer Baugruppen die Lagebestimmung eines rotationssymmetrischen Bauteils sowie in Verbindung mit einer Industrierobotersteuerung die Meßwertverarbeitung und die Positionszuweisung für den Fügepartner zu entwickeln. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß ein optisches Sensorsystem, bestehend aus zwei Lichtschranken, die an den Greiffingern eines Greifers derart angeordnet sind, daß sich ihre optischen Achsen unter einem Winkel α schneiden und der dabei entstehende Schnittpunkt mit einem Anfangspunkt P_A einer linear interpolierten Geraden zusammenfällt, die sich wiederum auf der Koordinatenachse X des Industrieroboters befindet, so daß bei Bewegung des Sensorsystems auf dieser Geraden bis zum Endpunkt P_E Schaltinformationen über Datenleitungen und Verstärker einer Industrierobotersteuerung zugeführt werden. In Funktion bewirkt die Anordnung, daß ein Meßvorgang zur Lagebestimmung eines rotationssymmetrischen Bauteils durch Bewegung des Sensorsystems auf einer linear interpolierten Geraden durchgeführt wird und bei Unterbrechung der Lichtstrahlen Eingangssignaländerungen in einer Industrierobotersteuerung registriert werden. Diese Eingangssignaländerungen lösen die softwaremäßige Erfassung von Industrieroboterkoordinaten, deren Transformation, die Lageberechnung des Bauteils, die Koordinatenrücktransformation und die Positionszuweisung für das zu fügende Bauteil aus.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen

Fig. 1: die Gesamtansicht der Anordnung,

Fig. 2: die Detailansicht zur Lagebestimmung.

Aufbau und Wirkungsweise der Anordnung stellen sich wie folgt dar:

Auf Greiffingern 3; 4 eines Greifers 5 sind paarweise Lichtschranken 1; 2, bestehend aus Sender und Empfänger, so angebracht, daß sich ihre optischen Achsen 12; 13 unter einem Winkel α auf einer Greifermittelachse 11 schneiden. Mit dem Schnittpunkt der optischen Achsen 12; 13 fährt der Greifer 5 zur Lagebestimmung eines rotationssymmetrischen Bauteils eine linear interpolierte Gerade 14, die durch einen Anfangspunkt P_A und einen Endpunkt P_E geht und sich mit einer Koordinatenachse X des Industrieroboters deckt, ab. Zwischen dem Anfangspunkt P_A und dem Endpunkt P_E befindet sich ein idealer Mittelpunkt P_M , der die Basis für die Berechnung der wirklichen Lage eines Mittelpunktes P_B von einem Bauteil darstellt. Beim Abfahren der linear interpolierten Geraden 14 wird je nach Bewegungsrichtung auf der Koordinatenachse X und Lageabweichung des Bauteils vom idealen Mittelpunkt P_M entweder die Lichtschranke 1 oder die Lichtschranke 2 oder beide zugleich unterbrochen. Diese Unterbrechungen werden mittels Datenleitungen 9; 10 über Verstärker 6; 7 an eine Industrierobotersteuerung 8 weitergeleitet. Sie bewirken das Ablegen der Istzählerstände von Fuß-, Unterarm- und Oberarmachse eines Punktes P_1 und eines Punktes P_2 auf einen festgelegten Speicherbereich. Die abgespeicherten Inkremente der Punkte P_1 ; P_2 werden in kartesische Koordinaten transformiert, so daß zwei definierte Raumpunkte im Arbeitsbereich des Industrieroboters, bezogen auf dessen Koordinatenursprung P_0 , der im Schnittpunkt der Koordinatenachse X und einer Koordinatenachse Y liegt, entstehen. Mit Hilfe dieser Punkte P_1 ; P_2 wird über geometrische Beziehungen eine Lageabweichung ΔX und eine Lageabweichung ΔY des Punktes P_B vom idealen Mittelpunkt P_M ermittelt, der Punkt P_B des Bauteils als kartesischer Vektor, bezogen auf den Koordinatenursprung P_0 , berechnet und in Inkremente für die drei Hauptachsen Fuß, Unterarm und Oberarm transformiert. Diese Inkremente werden als Vorgabe für den berechneten Mittelpunkt P_B des rotationssymmetrischen Bauteils auf definierte Speicherplätze gebracht und vor der Positionierung des Fügepartners dem Bewegungsbefehl des Industrieroboters als Sollwerte zugewiesen.

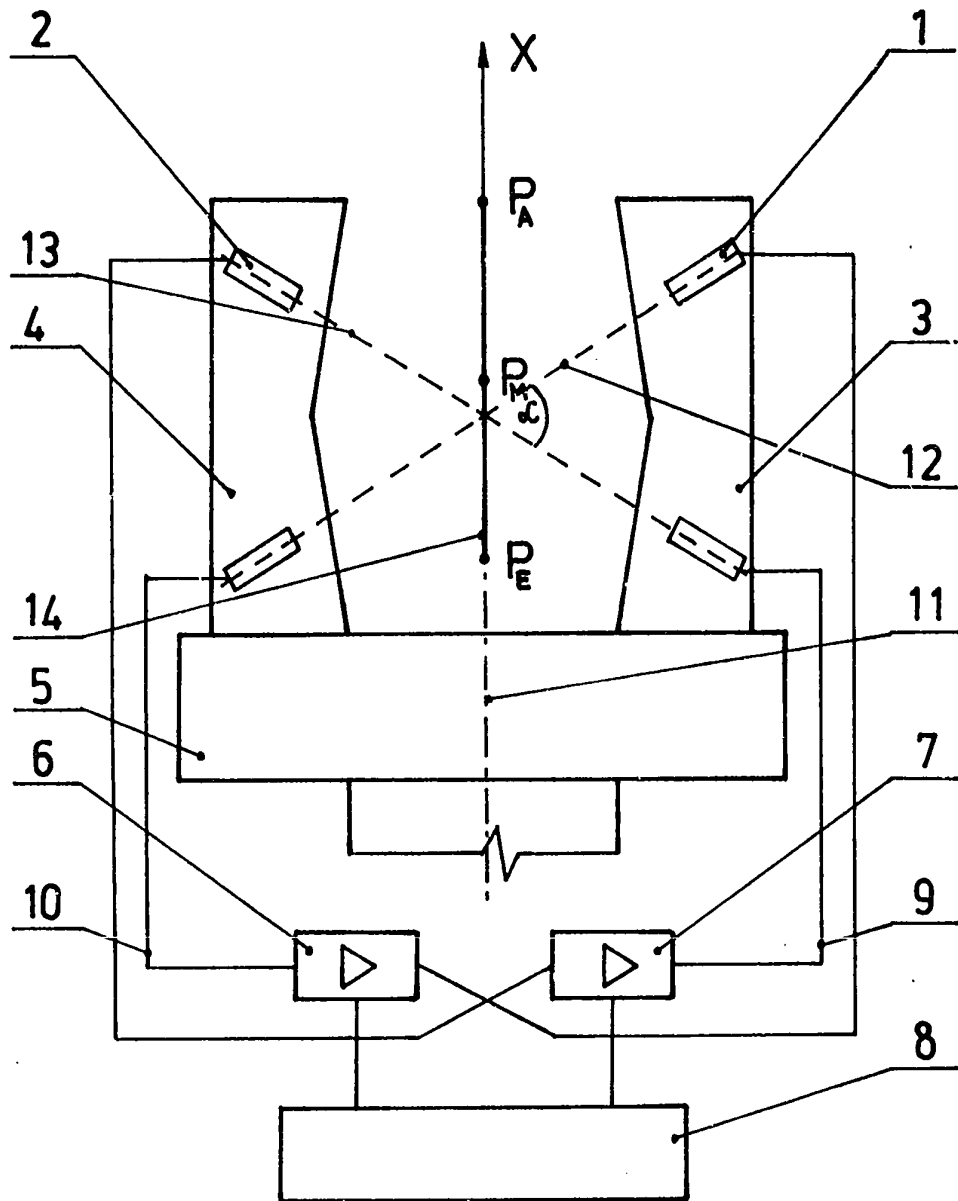


Fig. 1

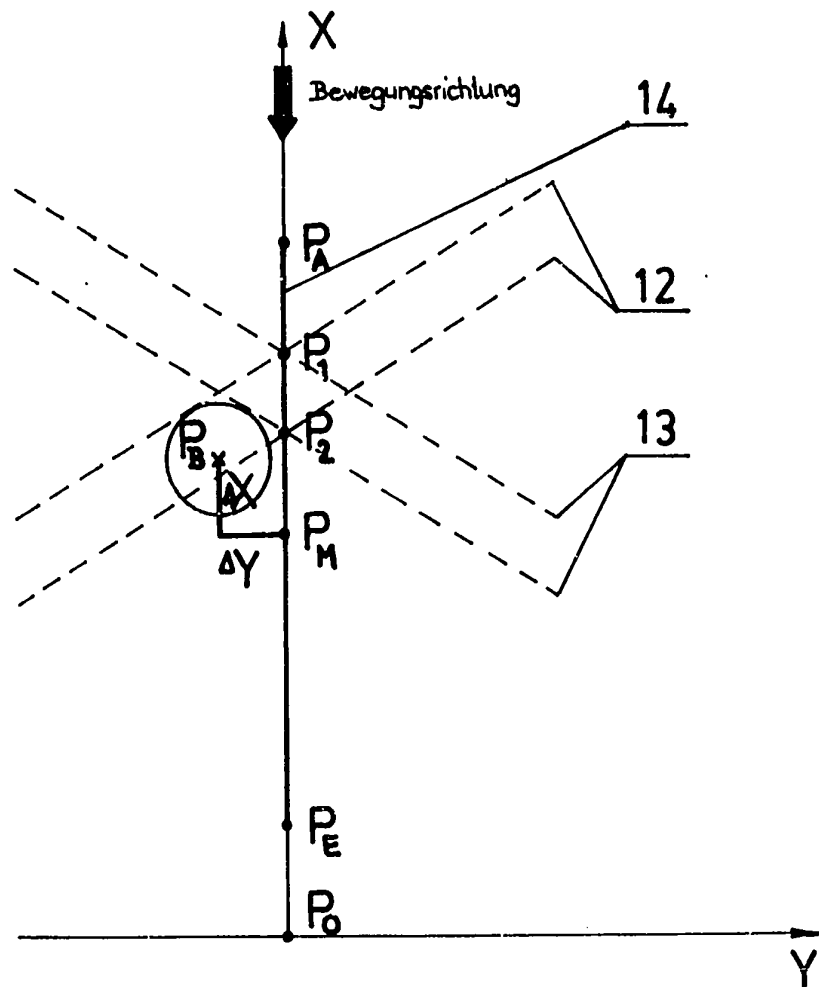


Fig. 2