(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. Mai 2004 (06.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/037496 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: B25J 9/00, G05B 19/418

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/011729

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Oktober 2003 (23.10.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
202 16 636.8 28. Oktober 2002 (28.10.2002) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **KUKA SCHWEISSANLAGEN GMBH** [DE/DE]; Blücherstrasse 144, 86165 Augsburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **WIEDEMANN, Gerhard** [DE/DE]; Ulmenstrasse 23, 86836 Graben (DE). **GRIEGER, Helmut** [DE/DE]; Germanenstrasse 6, 86438 Kissing (DE). **DRAKE, Larry** [US/US]; 5397 Bristol Parke Dr., Clarkston, MI 48348 (US).

(74) Anwälte: **ERNICKE, Hans-Dieter** usw.; Schwibbogenplatz 2b, 86153 Augsburg (DE).

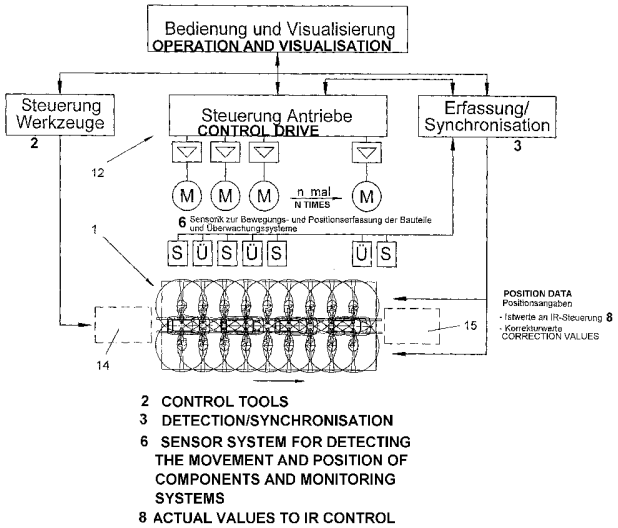
(81) Bestimmungsstaat *(national)*: US.

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR MACHINING BODY PARTS, WHEREIN ROBOTS ARE SYNCHRONISED WITH A CONVEYOR BELT

(54) Bezeichnung: ANLAGE UND VERFAHREN ZUM BEARBEITEN VON KAROSSERIETEILEN, WOBEI ROBOTER MIT EINEM FÖRDERBAND SYNCHRONISIERT WERDEN



(57) **Abstract:** The invention relates to a method and a system for machining, especially for joining work pieces (2) in the shell of a body structure. The work pieces are transported in a continuous manner along a transfer line (3) by a conveyor (5) and are machined by several robots (7, 8) which are preferably arranged in a stationary manner on the transfer line. The robots (7, 8) are synchronised with the conveying movement of the work pieces (2). The movement and the position of the workpieces (2) are detected by a sensor system (13) which informs a control system (12) which controls the conveyors (5) and the robots (7,8). The machining system (1) can comprise a monitoring system (11) provided with an optical image detection system, which enables synchronisation to be monitored and possibly retroactively adjusted.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anlage zum Bearbeiten, insbesondere zum Fügen von Werkstücken (2) im Karosserierohbau. Die Werkstücke werden von einem Förderer (5) entlang einer Transferlinie (3) kontinuierlich transportiert und dabei in der Bewegung von mehreren an der Transferlinie vorzugsweise stationär angeordneten

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/037496 A1

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Robotern (7,8) bearbeitet. Die Roboter (7,8) werden mit der Förderbewegung der Werkstücke (2) synchronisiert. Die Bewegung und die Position der Werkstücke (2) werden mit einer Sensorik (13) erfasst und an ein Steuerungssystem (12) gemeldet, welches die Förderer (5) und die Roboter (7,8) steuert. Die Bearbeitungsanlage (1) kann hierbei ein Überwachungssystem (11) mit optischer Bilderfassung besitzen, welches die Überwachung und evtl. Nachregelung der Synchronisation erlaubt.

BESCHREIBUNG

ANLAGE UND VERFAHREN ZUM BEARBEITEN VON KAROSSERIETEILEN, WOBEI ROBOTER MIT EINEM FÖRDERBAND SYNCHRONISIERT WERDEN

Die Erfindung betrifft ein Bearbeitungsverfahren und eine Bearbeitungsanlage, insbesondere eine Fügeanlage mit den Merkmalen im Oberbegriff des Verfahrens- und Vorrichtungshauptanspruchs.

Derartige Fügeanlagen für den Karosserierohbau sind aus der Praxis bekannt. Sie bestehen aus einem taktweise arbeitenden Förderer für die Werkstücke, der z.B. als Hubshuttle ausgebildet ist. Die Fügeanlage ist hierbei in mehrere entlang des Förderers bzw. der Transferlinie angeordnete Stationen unterteilt, in denen am ruhenden Werkstück unterschiedliche Fügeaufgaben von Robotern durchgeführt werden, welche in den Stationen jeweils an ein oder mehreren Seiten der Transferlinie stationär angeordnet sind. Diese Bauweise hat den Nachteil, dass eine relativ hohe Zahl an Robotern erforderlich ist, wobei die Roboter und auch die Werkzeuge nicht optimal ausgelastet werden. Durch die Stationsbindung und die Arbeit am ruhenden Werkzeug besteht eine feste Taktzeitbindung, wobei außerdem die Roboter nur einen begrenzten Arbeitsbereich haben. In den Gesamttakt der Fügeanlage geht neben der Arbeitszeit auch die Transportzeit maßgeblich ein, was auf die Effizienz drückt. Durch die Stationsbindung besteht ferner an den Stationsübergängen ein erhöhter Abstand zwischen den Robotern, was den Platzbedarf erhöht. Nachdem die Roboter am stehenden Werkstück nur Teilbereiche bearbeiten, müssen für gleichartige Aufgaben an der Vorder- und Rückseite des Werkstücks mehrere Roboter und auch mehrere gleichartige Werkzeuge eingesetzt werden.

Aus der DE 195 20 582 C1 ist eine Montage an bewegten Karosserien bekannt. Der Montageroboter bewegt sich in diesem Fall auf einer zusätzlichen Fahrachse in Transportrichtung synchron mit der Karosserie und ist hierzu an den Karosserieförderer gekoppelt. Nach Beendigung des Montagejobs muss der Roboter wieder in seine Ausgangsposition zurückfahren. Dies bringt einen erhöhten Platzbedarf in Förderrichtung mit sich. Zudem können nicht mehrere Roboter eng nebeneinander in Förderrichtung aufgereiht sein.

Die DE 35 16 284 A1 befasst sich ebenfalls mit der Durchführung von Montagearbeiten an einer bewegten Fahrzeugkarosserie. Auch hier sind Montageroboter mit einer zusätzlichen Linearachse vorhanden, die sich mit dem geförderten Fahrzeug synchron mitbewegen und nach Beendigung des Jobs zurückfahren müssen.

Die DE 199 31 676 C2 lehrt das Vermessen einer Karosserie, die während des Messvorganges stationär ruht. Der Messroboter hat eine zusätzliche Linearachse, mit der er seine Arbeits-Grundposition verändern kann. Am neuen Messort muss er sich über stationäre Kalibriermarken wieder einnullen.

Bei der DE 101 36 691 A1 geht es um die Kompensation von Positionsfehlern eines Roboters mittels eines Laser-Messinstruments. Dies ist lediglich ein Kalibriervorgang. Mit dem Messinstrument können zudem noch ein Schweißwerkzeug und ein Werkstück angemessen und kalibriert werden, was den Kalibriervorgang vereinfacht und beschleunigt.

Die DE 24 30 058 A1 offenbart ein Positions-Messsystem für Roboterglieder und dient dem Einmessen und Kalibrieren eines Roboters unter Kompensation seiner Achsenfehler.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein besseres Bearbeitungsverfahren nebst Bearbeitungsanlage und insbesondere Fügeanlage für den Karosserierohbau aufzuzeigen.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen im Hauptanspruch.
Mit dem beanspruchten Verfahren und der Fügeanlage, die z.B. in der bevorzugten Ausführungsform als sog. Respot-Schweißanlage ausgebildet ist, können eine höhere Effizienz und bessere Auslastung der eingesetzten Roboter und ihrer Werkzeuge erreicht werden. Auch die Stationsbindungen lassen sich aufheben. Der Platzbedarf und der Bauaufwand werden verringert. Die Zahl der eingesetzten Roboter kann wegen ihres in funktioneller und räumlicher Hinsicht vergrößerten Arbeitsbereiches minimiert werden.

Durch den kontinuierlichen Förderer und die Bearbeitung der Werkstücke während der Förderbewegung kann die starre Taktzeitbindung aufgehoben werden. Die Leistung der Fügeanlage wird gesteigert. Die Roboter können entsprechend ihrer Funktion und ihrer Bearbeitungsaufgaben optimal positioniert werden. Überflüssige Freiräume, wie sie bei der bisherigen Stationsbindung vorhanden waren, können vermieden werden. Der Platzbedarf der Fügeanlage sinkt entsprechend.

Für die Synchronisierung der vorzugsweise stationär angeordneten Roboter mit der Förderbewegung der Werkstücke ist eine geeignete Sensorik zur Bewegungs- und Positionserfassung der Werkstücke vorhanden, die mit einem beispielsweise übergeordneten oder in eine Robotersteuerung integrierten Steuerungssystem zusammenwirkt. Hierdurch lassen sich zentral der Förderer und die Roboter steuern und synchronisieren. Vorzugsweise ist auch noch ein Überwachungssystem vorhanden, welches

die Einhaltung der Synchronisation im Arbeitsbereich der Roboter überwacht und in Zusammenarbeit mit dem zentralen oder dezentralen Steuerungssystem ggf. für eine Nachregelung der Förderbewegung und/oder der Roboterbewegung sorgt.

In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung angegeben.

Die Erfindung ist in den Zeichnungen beispielsweise und schematisch dargestellt. Im Einzelnen zeigen:

Figur 1: eine Bearbeitungsanlage mit einem zentralen Steuerungssystem in einer Schemadarstellung,

Figur 2: eine vergrößerte Draufsicht auf die Fügeanlage von Figur 1,

Figur 3 und 4: Funktionsdarstellungen von einem Ausschnitt der Fügeanlage von Figur 2 mit synchronisierten Robotern,

Figur 5: eine Variante der Fügeanlage von Figur 2 und

Figur 6: eine Fügeanlage nach dem Stand der Technik.

Figur 6 zeigt eine Bearbeitungsanlage (1) für den Karosserierohbau in einer Ausbildung nach dem aus der Praxis bekannten Stand der Technik. Die Bearbeitungsanlage (1) ist als Fügeanlage im Karosserierohbau, insbesondere als Respot-Schweißanlage für Fahrzeugrohkarosserien bzw. Rohkarosserieteile ausgebildet. Sie gliedert sich in mehrere hintereinander entlang einer Transferlinie (3) aufgereihte Stationen A bis D. Die Fahrzeugrohkarosserien (2) werden mittels eines Anlagen übergreifenden Förderers (5) von Station zu Station befördert. Dies ist ein taktweise arbeitender Förderer, z.B. ein Hubshuttle. Für die gesamte Fügeanlage (1) gilt ein fester vorgegebener Arbeitstakt, der sich in Bearbeitungszeiten und Transportzeiten gliedert. Innerhalb der Stationen A bis D sind ein- oder beidseits der Transferlinie (3) ein oder

mehrere stationäre Roboter (7,8) angeordnet, die die während der Bearbeitung ruhenden Karosserien (2) fügen, z.B. mit Punktschweißzangen oder anderen Schweißwerkzeugen ausschweißen. Die Roboter (7,8) haben räumlich begrenzte Arbeitsbereiche an der Karosserie (2), wobei auf jeder Seite jeweils ein Roboter (7,8) im vorderen Karosseriebereich arbeitet und jeweils ein anderer Roboter (7,8) im hinteren Karosseriebereich tätig ist. Für gleichartige Tätigkeiten, z.B. Punktschweißen, müssen entsprechend die Werkzeuge, insbesondere Schweißwerkzeuge, mehrfach vorhanden sein.

Zwischen den einzelnen Stationen A bis D wird üblicherweise ein Freiraum gelassen, wobei in diesem Bereich die benachbarten Roboter (7,8) einen größeren Abstand d haben als innerhalb der einzelnen Stationen A bis D. Die vorbekannte Fügeanlage (1) mit dem Stationenkonzept braucht daher erheblich Platz in Transferrichtung und ist durch den strengen Arbeitstakt in ihrer Effizienz nicht optimal.

Figur 1 bis 5 zeigen eine erfindungsgemäße Bearbeitungsanlage (1), insbesondere in Form einer Fügeanlage und speziell einer Respot-Schweißanlage. In der Fügeanlage (1) werden ein oder mehrere Förderer (5) eingesetzt, die als kontinuierlich arbeitende Förderer ausgebildet sind und die die Werkstücke (2), insbesondere Fahrzeugrohkarosserien oder Karosserieteile in einer kontinuierlichen und vorzugsweise stetigen Bewegung in Transportrichtung (4) fördern.

Die Förderbewegung kann auf konstante Geschwindigkeit geregelt sein. Alternativ kann die Fördergeschwindigkeit bei Einsatz mehrerer Förderer (5) örtlich variieren und an einzelnen Förderern (5) beschleunigt oder verzögert werden. Hierdurch lassen sich die Abstände der Werkstücke (2) lokal verändern (sog. "atmen" der Werkstücke). Eine

Abstandsvergrößerung schafft z.B. Platz im Front- und Heckbereich für dortige Bearbeitungsvorgänge. Mit einer nachfolgenden Verzögerung wird anschließend der ursprüngliche Abstand wieder hergestellt.

Die Werkstücke (2) können direkt auf dem Förderer (5) angeordnet sein. Alternativ können sie auch auf Trägern, insbesondere Paletten (6) in einer vorgegebenen Position gehalten und gespannt sein und mit diesen Trägern (6) transportiert werden.

Der einzelne Förderer (5) kann einteilig sein. Er kann alternativ auch in mehrere Förderabschnitte untergliedert sein. Der Förderer bzw. die Förderabschnitte haben jeweils geeignete steuerbare Antriebe, die in Figur 1 schematisch als Motore M dargestellt sind. Der Förderer (5) kann in beliebig geeigneter Weise als Rollenförderer, Kettenförderer oder dgl. ausgebildet sein.

Die Roboter (7,8) bearbeiten die transportierten Werkstücke (2) während ihrer Förderbewegung. Hierzu sind die Roboterbewegungen mit der Förderbewegung synchronisierbar. Die Roboter (7,8) werden hierbei in Abhängigkeit von Position und Transportgeschwindigkeit der Werkstücke (2) gesteuert. Hierfür hat die Fügeanlage (1) eine geeignete Sensorik (13) zur Bewegungs- und Positionserfassung der Werkstücke (2) und/oder ihrer Träger (6).

Die Roboter (7,8) sind als stationäre Gelenkarmroboter ausgebildet, die während ihrer Tätigkeit mit ihrem Sockel ortsfest am Boden stehen bleiben. Die Roboter (7,8) haben mehrere rotatorische Achsen, vorzugsweise sechs Achsen. Sie sind z.B. als Industrieroboter ausgebildet, bei denen sich auf dem stationären Sockel ein Karussell um die erste vertikale Achse I dreht, wobei am Karussell ein Schwinge um eine horizontale zweite Achse II schwenkbar gelagert

ist, an deren Ende ein Ausleger um eine horizontale dritte Achse III schwenkbar gelagert ist. Der Ausleger trägt am Ende eine mehrachsige Roboterhand, vorzugsweise eine sog. Zentralhand mit drei kreuzenden rotatorischen Achsen IV, V und VI. Die vorerwähnte Synchronisation mit der Förderbewegung erfolgt durch einander meist mehrachsig überlagernde Veränderungen der Drehbewegungen der rotatorischen Achsen.

Außerdem ist eine Überwachungseinrichtung (11) vorhanden, um im Prozess die Einhaltung der Synchronisation zu überwachen. Hierfür kann das Überwachungssystem (11) z.B. ein oder mehrere Einrichtungen, insbes. Kameras zur optischen Bilderfassung und Auswertung besitzen. Hierüber lässt sich z.B. feststellen, ob die mit der Förderbewegung synchronisierten Roboter (7,8) mit ihren Werkzeugen (10) tatsächlich synchron mit dem Werkstück (2) während der Fügeoperation und/oder bei ihren Zustell- bzw. Rückstellbewegungen bewegt werden. Außerdem können etwaig drohende Kollisionen von Werkzeugen (10) mit Störkanten am Werkstück (2) festgestellt werden. Auch die kollisionsfreie gegenseitige Abstimmung benachbarter Roboter (7,8) lässt sich überwachen.

Während des Fügeprozesses kann die Einhaltung der Synchronisation auch auf andere Weise, z.B. durch Kräftemessung am Roboter (7,8) und/oder am Werkzeug (10) überwacht werden. Wenn die Roboterbewegung nicht synchron zur Förderbewegung ist, entsteht eine Relativbewegung, die sich in einer Veränderung der im Prozess wirkenden Kräfte äußert, welche wiederum auf die Roboterachsen rückwirken und hier durch Momenten- oder Stromüberwachung der Achsantriebe oder auf andere Weise, z.B. durch Kräfte- und Momentensensoren, feststellbar sind.

Die Roboter (7,8) haben vorzugsweise in ihrer Robotersteuerung ein spezifisches Bearbeitungsprogramm für ihre Operationen am Werkstück (2) gespeichert. Dieses kann z.B. ein auf statischem Betrieb am stehenden Werkstück (2) programmiertes Bearbeitungsprogramm sein, dem bei der Ausführung eine der Förderbewegung entsprechende dynamische Komponente überlagert wird. Bei dieser Überlagerung kann auf evtl. Änderungen in der Fördergeschwindigkeit oder auch der Position der Werkstücke (2) sofort und online reagiert werden. Alternativ kann das Bearbeitungsprogramm die dynamische Komponente bereits beinhalten und auf eine bestimmte Förderbewegung programmiert sein. In diesem Fall wird bei der Synchronisation überwacht, ob die vorgegebenen Dynamikbedingungen eingehalten sind oder ob eine Nachregelung online erforderlich ist.

Die Fügeanlage (1) besitzt mindestens ein Steuerungssystem (12), welches vorzugsweise zentral und Anlagen übergreifend ist. An das Steuerungssystem (12) sind vorzugsweise alle in der Anlage (1) befindlichen Roboter (7,8) angeschlossen. Auch die Sensorik (13), das Überwachungssystem und die Antriebe des Förderers (5) oder der Förderabschnitte sind an das zentrale Steuerungssystem (12) angeschlossen. Zur Einhaltung der Synchronisation kann von der Förderbewegung und insbesondere der Position und Geschwindigkeit der Werkstücke (2) als Vorgabe ausgegangen werden, wobei die Roboter (7,8) in ihren Arbeits- und Zustellbewegungen entsprechend synchronisiert werden. Hierbei kann auch der Förderer (5) auf eine Vorgabe geregelt werden, insbesondere wenn die Roboter (7,8) bereits dynamisierte Bearbeitungsprogramme in ihrer Steuerung gespeichert haben.

Der Fügeanlage (1) kann auf der Eingangsseite eine Station (14) vorgeschaltet sein, in der der Förderer (5) oder der Träger (6) mit Werkstücken (2) beladen wird. In dieser

Station (14) können ferner Spannfunktionen durchgeführt werden, indem z.B. Spanner auf dem Träger (6) durch Anlegen entsprechender Energie- und Steuerverbindungen betätigt werden. Beim Transport durch die Anlage (1) können diese Energie- und Steuerverbindungen wieder gelöst werden. Die Station (14) ist hierfür vorzugsweise auch über eine entsprechende Steuerkomponente mit dem zentralen Steuerungssystem (12) verbunden. Schließlich können in der Station (14) noch Kontrolloperationen durchgeführt werden, um die korrekte Positionierung des Werkstücks (2) auf dem Förderer (5) oder dem Träger (6) sowie die Funktion der Spanner und evtl. weiterer Maschinenkomponenten zu überprüfen.

Auf der Ausgangsseite der Fügeanlage (1) kann eine ähnliche Station (15) vorhanden sein, auf der der Förderer (5) bzw. die Träger (6) von den bearbeiteten Werkstücken (2) entladen werden. Auch hier können noch einmal Kontrolloperationen durchgeführt werden, um abschließend die Einhaltung der korrekten Spannstellung der Werkstücke (2) während des vorhergehenden Anlagendurchlaufs nachträglich zu überprüfen und um ggf. auch eine Qualitätsprüfung der in der Anlage (1) durchgeführten Fügeoperationen vorzunehmen.

Figur 5 zeigt schematisch eine Variante der Fügeanlage (1) von Figur 2. In Figur 2 sind die Roboter (7,8) zu beiden Seiten der Transferlinie (3) angeordnet, wobei die Werkstücke (2) die Anlage (1) nur einmal und in einer Richtung durchlaufen. In der Variante von Figur 5 werden die Werkstücke (2) in einer Schleife oder einem Kreisverkehr durch einen entsprechend ausgebildeten Förderer (5) bewegt. Hierbei sind nur auf einer Seite der Transferlinie (3) Roboter (7) angeordnet, welche sich zudem zwischen den beiden durch die Schleife oder den Kreisverkehr gebildeten Transferlinien (3) befinden. Die Roboter (7) bearbeiten hierbei auf dem Hinweg die rechte

Seite der Fahrzeugteile (2) und auf dem Rückweg deren linke Seite. Die Roboter (7) können dabei abwechselnd nach vorn und hinten arbeiten.

Figur 3 und 4 zeigen in einer Schemadarstellung die synchronisierten Roboteroperationen. Wie Figur 3 verdeutlicht, bearbeitet der Roboter (7) mit seinem nicht dargestellten Werkzeug zunächst den Heckbereich des in Transportrichtung (4) vorn liegenden Werkstücks (2), indem er dort z.B. mehrere Schweißpunkte mit einer Punktschweißzange setzt. Sobald die Operation beendet ist oder das Werkstück (2) den Arbeitsraum (9) des Roboters (7) verlässt, schwenkt der Roboter (7) in die gestrichelt gezeichnete Lage zurück und bearbeitet das nächste mit Abstand folgende Werkstück (2), wobei er Bearbeitungsoperationen an dessen Vorderseite durchführt. Der Roboter (7) kann also an dem vorbeibewegten Werkstück (2) unterschiedliche Bereiche mit entsprechend unterschiedlichen Prozessen bearbeiten.

Die Bearbeitungsoperationen laufen in beliebigen räumlichen Bahnbewegungen ab, wobei die Roboterhand und das Werkzeug mehrachsig bewegt werden. Dementsprechend mehrachsig ist die Synchronisation der Achsbewegungen der Roboter (7,8). Im Gegensatz zu reinen Montageoperationen, z.B. einer seitlichen Rädermontage am Fahrzeug, bei denen der Roboter das eigenbewegliche Werkzeug, z.B. einen Schrauber, nur mit einfacher Kinematik auf einer geraden Bahn synchron entlang der Förderrichtung bewegen muss und das Werkzeug die quer gerichteten Montageoperationen mit einem eigenen Antrieb und ohne Beanspruchung von Roboterachsen selbst durchführt, bedarf es bei den vorliegenden komplexen Bearbeitungsoperationen und dem optimierten Zusammenspiel von mehreren nebeneinander stehenden Robotern (7,8) einer wesentlich komplizierteren Kinematik. Die Roboterbewegungen und deren Synchronisation richten sich nach den Prozess- und Bauteilerfordernissen.

Eine quer oder schräg zur Förderrichtung und u.U. auch noch mit vertikaler Komponente verlaufende Bearbeitungsbahn, z.B. Schweiß- oder Klebenaht, Schweißpunktlinie etc., verlangt bei der Bahnverfolgung mit einem robotergeführten Schweißwerkzeug bei jedem Richtungswechsel eine geänderte Synchronisation der Achsbewegungen. Dies geht über ein reines gerades Mitführen entlang der Förderrichtung hinaus, weil die vom Roboter (7,8) und seinem Werkzeug verfolgte Bahn räumlich und mit beliebig wechselnden Richtungen und Krümmungen verläuft.

Der Roboter (7) kann während der Bearbeitung auch das Werkzeug ggf. wechseln. Der Roboter ist hierdurch optimal ausgelastet, wobei auch die eingesetzten Werkzeuge (10) besser ausgelastet und in ihrer Anzahl optimiert werden. Auf diese Weise können gleichartige Fügeoperationen von einem Roboter (7) an der gesamten ihm zugewandten Seite des vorbei bewegten Werkstücks (2) durchgeführt werden. Der Roboter (7) kann z.B. in Figur 3 alle oder zumindest einen Großteil der Schweißpunkte auf der rechten Seite der Fahrzeugkarosserie (2) setzen.

Wie Figur 1 und 2 verdeutlichen, sind die Roboter (7,8) entlang der Transferlinie (3) untereinander im Wesentlichen mit gleichem Abstand angeordnet. Die Arbeitsbereiche der Roboter (7) an den Werkstücken (2) lassen sich hierbei gegenüber vorbekannten Anlagen vergrößern, so dass weniger Roboter (7,8) benötigt werden. Der Abstand der Roboter (7,8) entlang der Transferlinie (3) lässt sich optimieren und nach den Prozessbedürfnissen einstellen. Starre Abmessungen und Abstandsbindungen wie beim Stand der Technik gem. Figur 6 gibt es nicht mehr. Bei der erfindungsgemäßen Fügeanlage (1) fällt außerdem vorzugsweise die Stationsbindung weg, so dass die bisherigen Sicherheits- und Freiräume zwischen den Stationen entbehrlich sind. Entsprechend dichter können

die Roboter (7,8) angeordnet werden. Die Anlagenlänge verkürzt sich entsprechend.

Figur 4 verdeutlicht in einer anderen Ansicht die synchronisierte Bewegung der Roboter (7,8) mit dem Werkstücktransport. Der Roboter (7) schweißt z.B. beim von links ankommenden Werkstück (2) zunächst Bereiche am Vorbau der Karosserie. Während des kontinuierlichen Werkstücktransports dreht sich der Roboter (7) um seine vertikale Sockelachse I mit und ändert auch ggf. die anderen Achspositionen, um so z.b. eine Reihe von Schweißpunkten am Vorbau zu setzen. Durch entsprechende Achsbewegung bewegt sich der Roboter (7) hierbei auch während der Schweißoperationen mit geschlossener Schweißzange synchron mit dem Karosserieteil (2). Die Zustellbewegung zum nächsten Schweißpunkt findet ebenfalls synchronisiert statt. Figur 4 zeigt in gestrichelten und abgebrochenen Darstellungen den Vorschub des Karosserieteils und die entsprechenden synchronen Nachführbewegungen des Roboters (7). Das Werkstück (10) ist der Übersicht halber nicht dargestellt. Auch die Nachführposition des Roboters (7) sind zur besseren Übersichtlichkeit abgebrochen und teilweise dargestellt.

In der bevorzugten Ausführungsform sind die Roboter (7,8) stationär am Boden und auf ein oder beiden Seiten der Transferlinie (3) bzw. des Förderers (5) angeordnet. Zusätzlich können Roboter an einem innerhalb der Anlage (1) befindlichen Gestell oder Portal angeordnet sein. In weiterer Abwandlung können die Roboter ein oder mehrere Zusatzachsen, z.B. eine entlang der Transferlinie (3) ausgerichtete Fahrachse besitzen.

Abwandlungen der gezeigten Ausführungsformen sind in verschiedener Weise möglich. Dies betrifft zum einen die Zahl, Anordnung und Ausbildung der Roboter (7,8). Auch der Förderer (5) und die eingesetzte Sensorik (13) sowie die

Überwachungseinrichtung (11) können konstruktiv abgewandelt werden.

Die Synchronisation zwischen Förderbewegung und Roboterbewegung kann alternativ mechanisch erfolgen, z.B. durch eine temporäre, ggf. gelenkige Schleppverbindung oder eine andere mechanische Kopplung eines geeigneten Roboterteils, z.B. des vorderen Auslegerendes mit einem Werkstück (2), einem Träger (6) oder einem bewegten Teil eines Förderers (5).

Variabel ist ferner das Steuerungssystem (12), welches auch aus mehreren einzelnen Steuerkomponenten bestehen kann. Hierbei ist es außerdem möglich, das Steuersystem (12) ganz oder teilweise in ein oder mehrere Robotersteuerungen zu verlagern, wobei z.B. ein einzelner Roboter (7,8) oder eine Gruppe von Robotern (7,8) den oder die Förderer (5) in seinem oder ihrem Arbeitsbereich steuert. Hierdurch kann die Förderbewegung lokal optimal auf die Prozesserfordernisse oder die Robotereigenschaften abgestimmt werden. Ferner ist es möglich, die zentrale Anlagensteuerung in eine Robotersteuerung zu verlagern.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Bearbeitungsanlage, Fügeanlage
2	Werkstück, Fahrzeugkarosserie
3	Transferlinie
4	Transportrichtung
5	Förderer
6	Träger, Palette
7	Roboter
8	Roboter
9	Arbeitsraum
10	Werkzeug
11	Überwachungssystem
12	Steuerungssystem
13	Sensorik
14	Belade-, Spann- und Kontrollstation
15	Kontroll- und Entladestation

PATENTANSPRÜCHE

1.) Verfahren zum Bearbeiten, insbesondere zum Fügen von Werkstücken (2) im Karosserierohbau, wobei die Werkstücke (2) von einem Förderer (5) entlang einer Transferlinie (3) transportiert und von mehreren an der Transferlinie (3) vorzugsweise stationär angeordneten Robotern (7,8) bearbeitet werden, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass die Werkstücke (2) kontinuierlich gefördert und während der Förderbewegung von den Robotern (7,8) bearbeitet werden, wobei die Roboter (7,8) mit der Förderbewegung synchronisiert werden und wobei die Bewegung und die Position der Werkstücke (2) mit einer Sensorik (13) erfasst und an ein Steuerungssystem (12) gemeldet werden, welches die Förderer (5) und die Roboter (7,8) steuert.

2.) Bearbeitungsanlage, insbesondere Fügeanlage, für den Karosserierohbau, bestehend aus einem Förderer (5) für die Werkstücke (2) und mehrere entlang der Transferlinie (3) vorzugsweise stationär angeordneten Robotern (7,8), dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass der Förderer (5) als kontinuierlich arbeitender Förderer ausgebildet ist und die Roboter (7,8) für eine Bearbeitung der bewegten Werkstücke (2) mit der Förderbewegung synchronisierbar sind, wobei die Bearbeitungsanlage (1) eine Sensorik (13) zur Bewegungs- und Positionserfassung der Werkstücke (2) und ein Steuerungssystem (12) aufweist, an das die der Förderer (5), die Sensorik (13) und die Roboter (7,8) angeschlossen sind.

3.) Bearbeitungsanlage nach Anspruch 2, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass die Bearbeitungsanlage (1) ein Überwachungssystem (11)

für die Synchronisation der Roboterbewegungen aufweist.

4.) Bearbeitungsanlage nach Anspruch 2 oder 3, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass das Überwachungssystem (11) ein oder mehrere Einrichtungen zur optischen Bilderfassung und Auswertung aufweist.

5.) Bearbeitungsanlage nach Anspruch 2, 3 oder 4, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass das Überwachungssystem (11) an das Steuerungssystem (12) angeschlossen ist.

6.) Bearbeitungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass die Robotersteuerungen dynamisierte und online mit der Förderbewegung synchronisierbare Bearbeitungsprogramme aufweisen.

7.) Bearbeitungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass die Roboter (7,8) als mehrachsiger Gelenkarmroboter, vorzugsweise als sechsachsige Industrieroboter, ausgebildet sind.

8.) Bearbeitungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass die Roboter (7,8) stationär und auf ein oder beiden Seiten der Transferlinie (3) angeordnet sind.

9.) Bearbeitungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass die Roboter (7,8) mit gleichmäßigen Abständen angeordnet sind.

10.) Bearbeitungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass der Förderer (5) mehrere Förderabschnitte mit eigenständigen an das Steuerungssystem (12) angeschlossenen Antrieben aufweist.

11.) Bearbeitungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass die Werkstücke (2) auf Trägern, insbesondere Paletten, angeordnet und gespannt sind.

12.) Bearbeitungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass die Roboter (7,8) Fügewerkzeuge (10), insbesondere Schweißwerkzeuge, tragen.

13.) Bearbeitungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass die Bearbeitungsanlage (1) am Eingang eine Belade-, Spann- und Kontrollstation (14) aufweist.

14.) Bearbeitungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass die Bearbeitungsanlage (1) am Ausgang eine Kontroll- und Entladestation (15) aufweist.

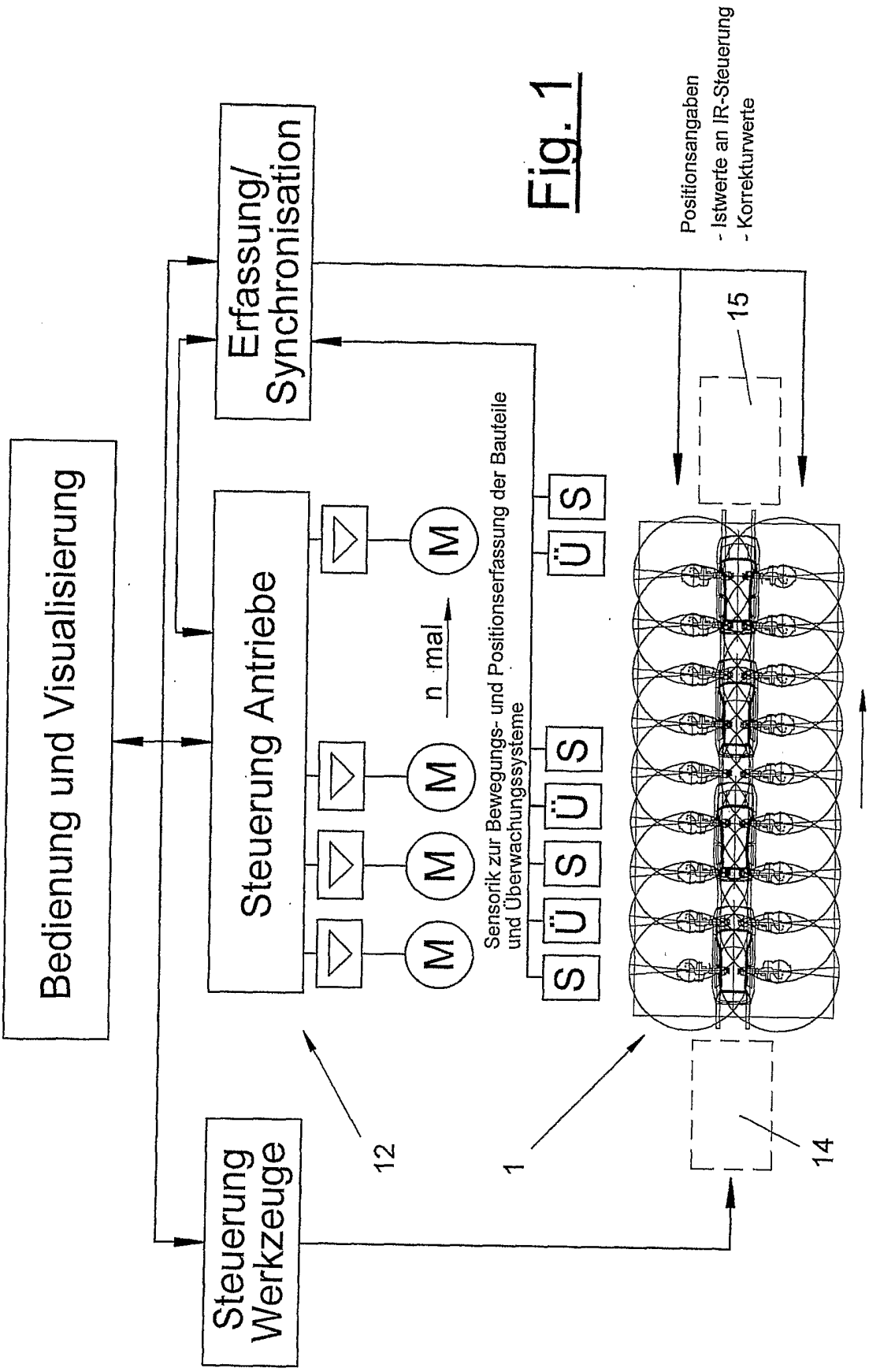

Bedienung und Visualisierung
Steuerung Antriebe
Erfassung/ Synchronisation
Steuerung Werkzeuge
M
n mal
Sensorik zur Bewegungs- und Positionserfassung der Bauteile und Überwachungssysteme
S
Ü
Positionsangaben
- Istwerte an IR-Steuerung
- Korrekturwerte
15
12
1
14

Fig. 1

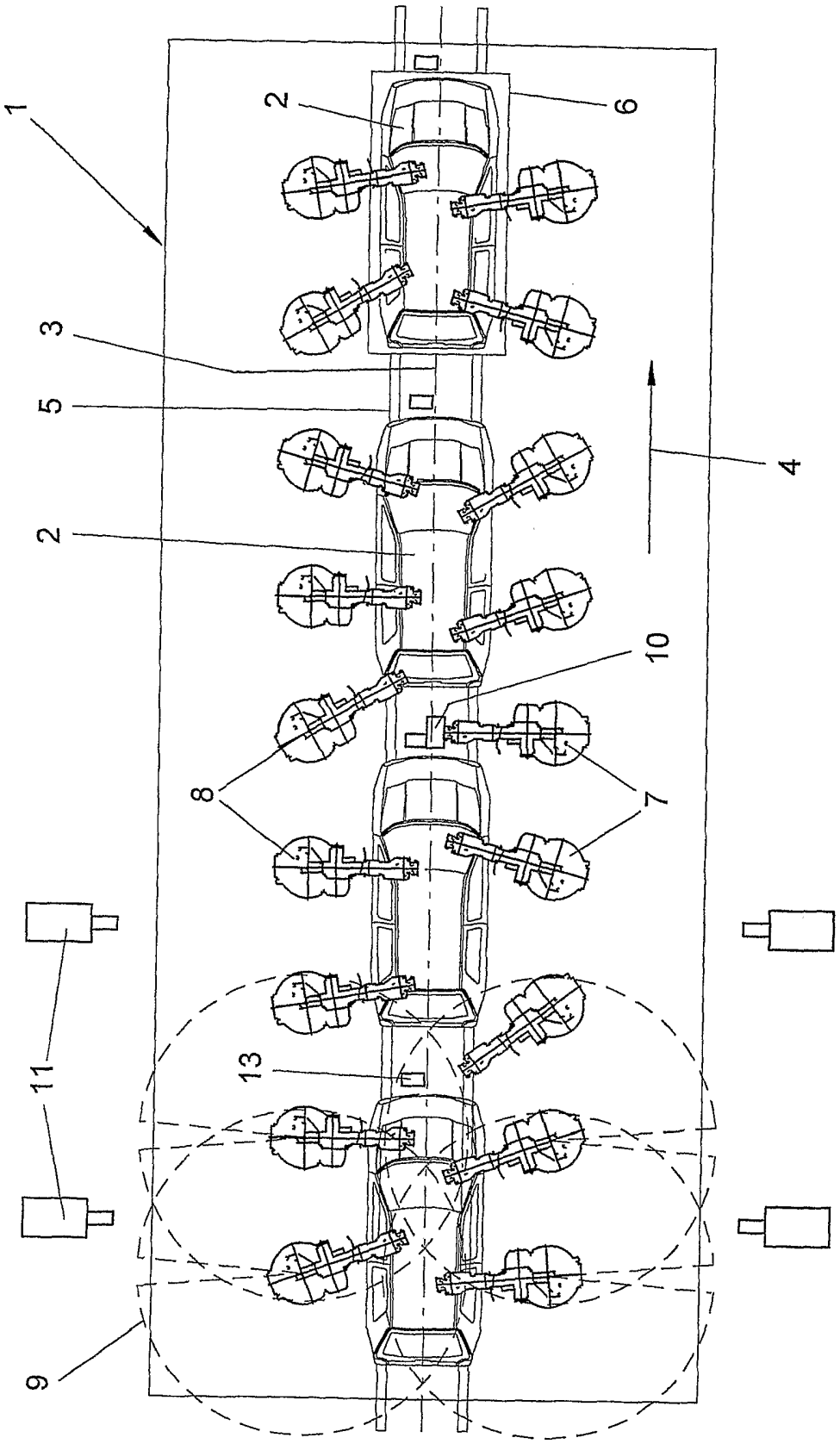


Fig. 2

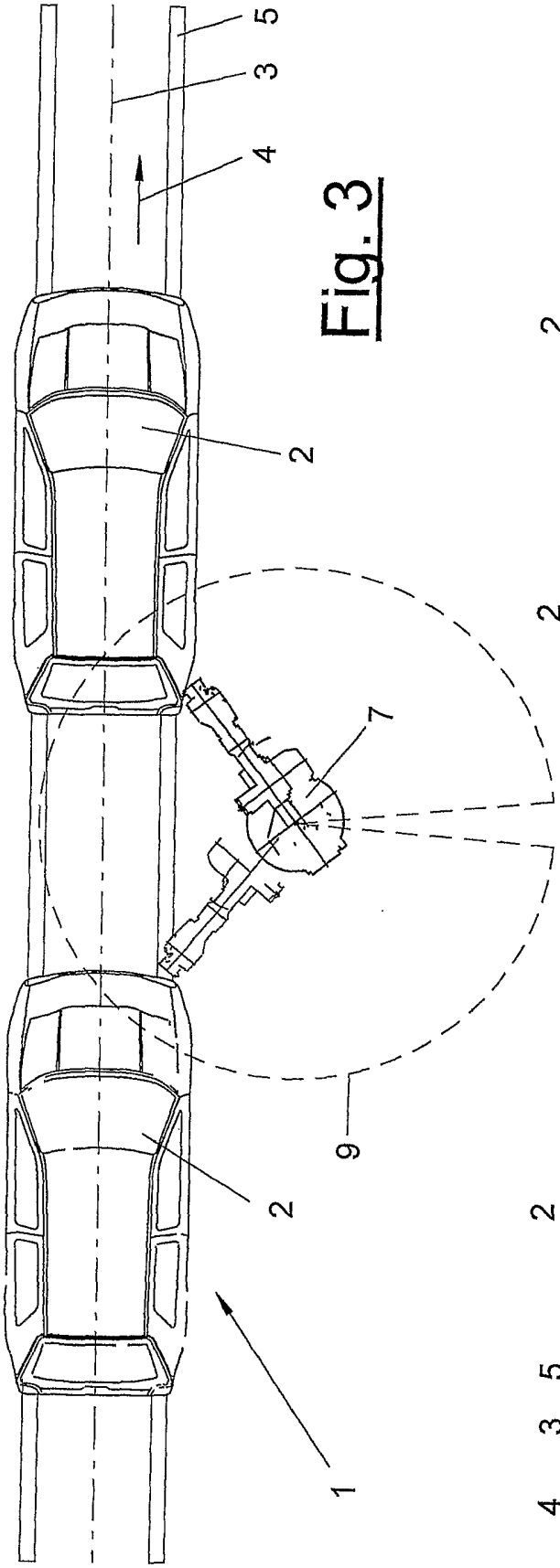


Fig. 3

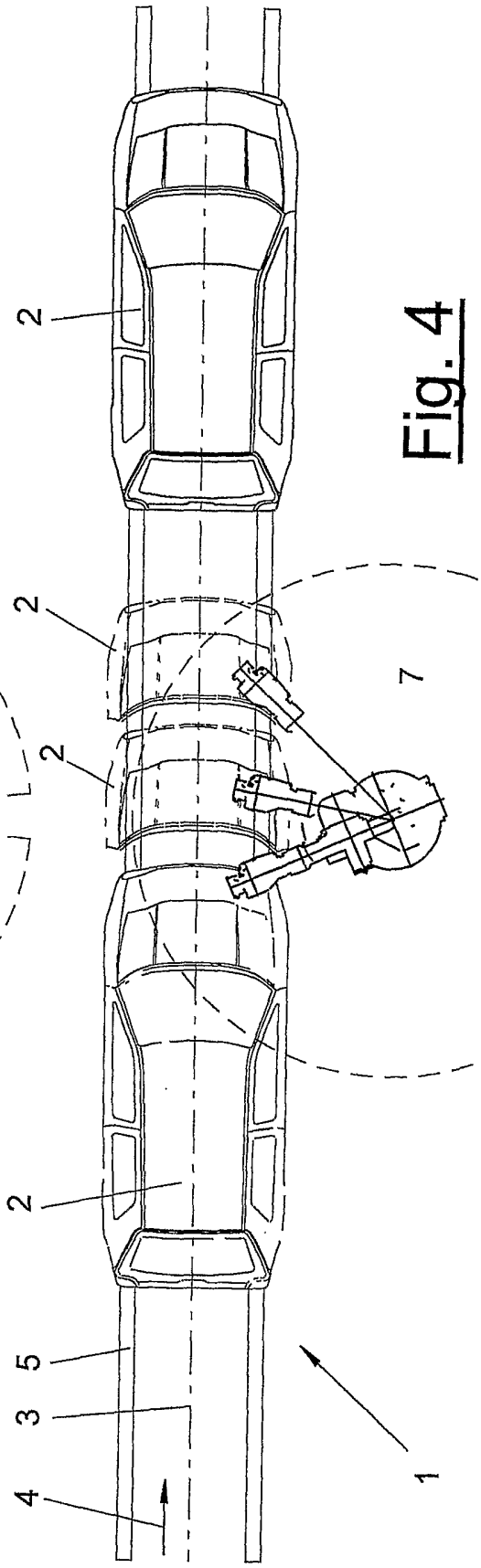


Fig. 4

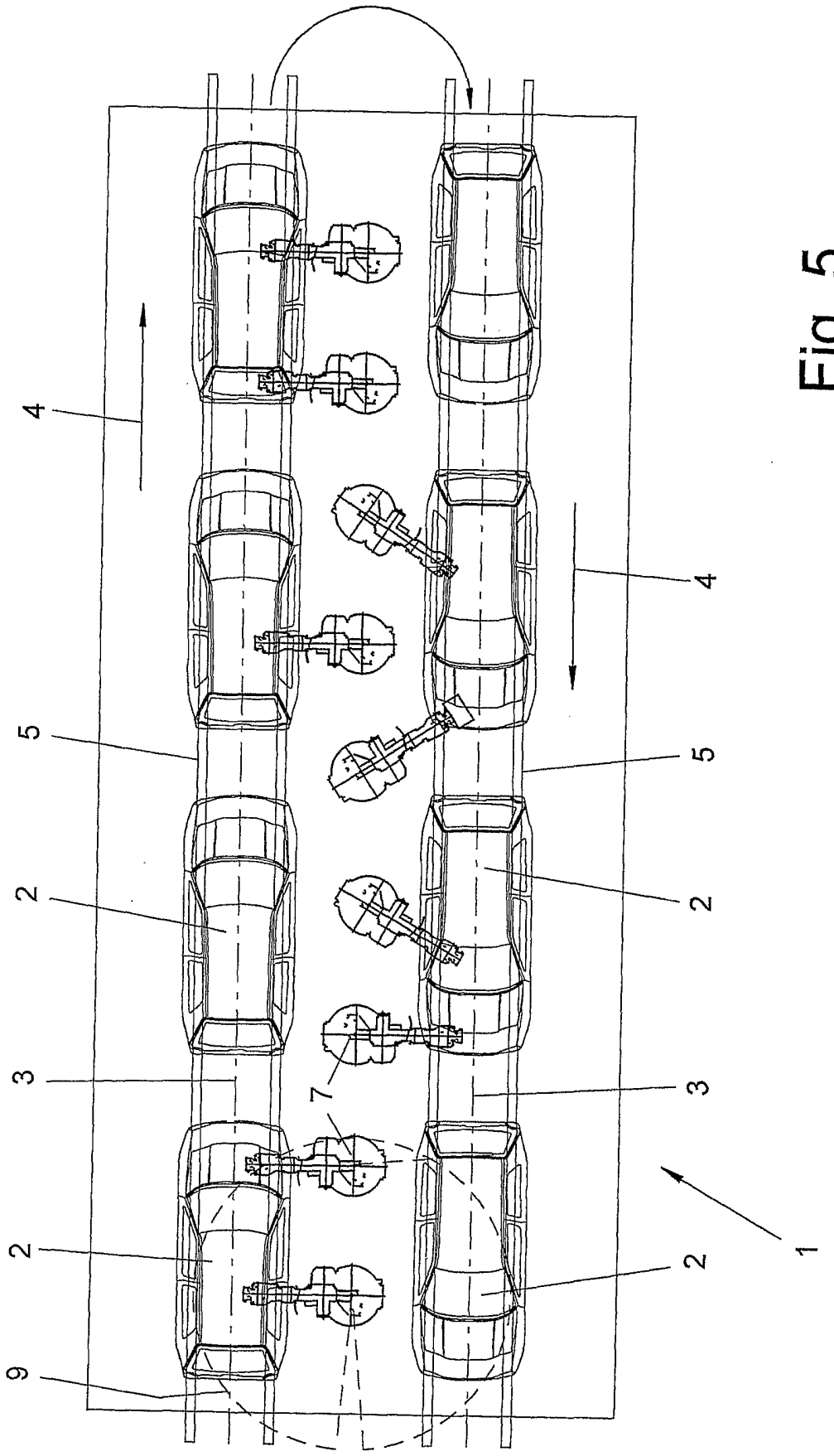


Fig. 5

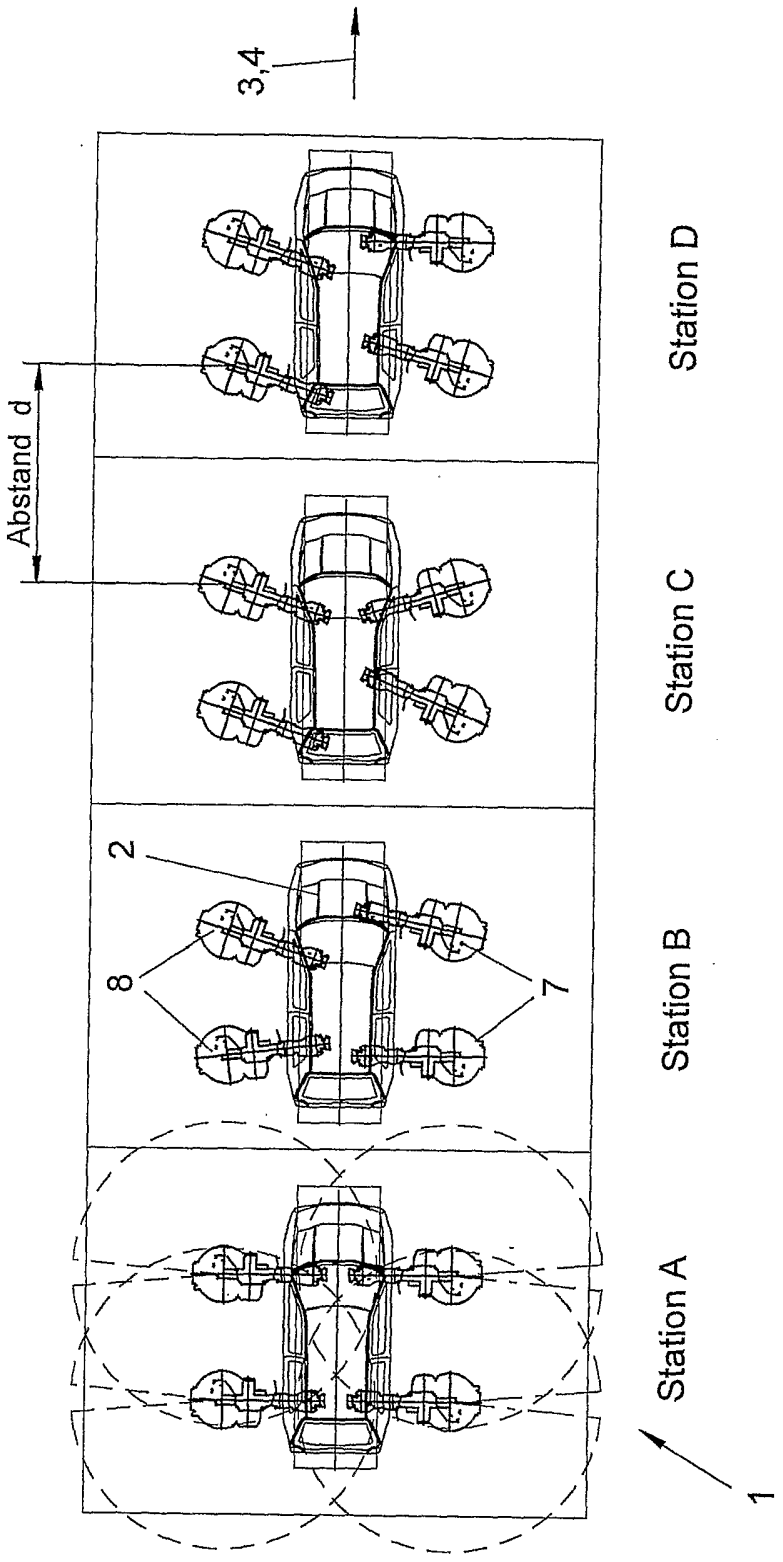


Fig. 6

(Stand der Technik)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/11729

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B25J9/00 G05B19/418

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)
IPC 7 B25J G05B B62D B65D B23P B23K

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 101 02 758 A (VOLKSWAGENWERK AG) 25 July 2002 (2002-07-25) abstract; figure 1 column 3, line 47 - line 57	1,2,7,9, 12
X,P	WO 03/034165 A (CIMAC AUTOMATON LTD ; READ DALE (GB)) 24 April 2003 (2003-04-24) abstract; figures 1,2c,7 page 2, paragraph 5 - page 3, paragraph 1 page 4, paragraphs 1,2 page 5, paragraph 2 page 7, line 20 page 9, line 6 - line 9	1,2,7-9, 12
A	US 4 254 433 A (DEWAR JR ROBERT ET AL) 3 March 1981 (1981-03-03) abstract; figure 1	1-8,11, 12

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in 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	Date of mailing of the international search report
4 March 2004	12/03/2004

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Lumineau, S

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/11729

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 33 19 169 A (NISSAN MOTOR) 8 December 1983 (1983-12-08) abstract; figures 1,9,10 page 5, line 6 - line 21	1,2,7,8, 12
A	DIRNDORFER A: "INDUSTRIEROBOTER ZUR FOERDERBANDSYNCHRONEN MONTAGE" ROBOTERSYSTEME, SPRINGER VERLAG. BERLIN, DE, vol. 8, no. 1, 1992, pages 44-48, XP000266177 abstract; figures 1,2	1-14
A	DE 22 34 759 A (UNIMATION INC) 1 February 1973 (1973-02-01) figure 1	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP 03/11729

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10102758 A	25-07-2002	DE 10102758 A1	25-07-2002
WO 03034165 A	24-04-2003	WO 03034165 A1	24-04-2003
US 4254433 A	03-03-1981	CA 1135367 A1	09-11-1982
DE 3319169 A	08-12-1983	JP 58206389 A	01-12-1983
		DE 3319169 A1	08-12-1983
		FR 2527493 A1	02-12-1983
		GB 2121561 A	21-12-1983
		SE 8302814 A	29-11-1983
DE 2234759 A	01-02-1973	CA 972450 A1	05-08-1975
		CA 985770 A2	16-03-1976
		DE 2234759 A1	01-02-1973
		FR 2145708 A1	23-02-1973
		GB 1405651 A	10-09-1975
		IT 961436 B	10-12-1973
		JP 55021362 B	09-06-1980
		SE 413585 B	09-06-1980
		SE 429905 B	03-10-1983
		SE 7512028 A	28-10-1975
		SE 427909 B	24-05-1983
		SE 7710679 A	23-09-1977
		US 3744032 A	03-07-1973

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 03/11729

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B25J9/00 G05B19/418

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B25J G05B B62D B65D B23P B23K

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, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 101 02 758 A (VOLKSWAGENWERK AG) 25. Juli 2002 (2002-07-25) Zusammenfassung; Abbildung 1 Spalte 3, Zeile 47 - Zeile 57	1,2,7,9, 12
X,P	WO 03/034165 A (CIMAC AUTOMATON LTD ; READ DALE (GB)) 24. April 2003 (2003-04-24) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2c,7 Seite 2, Absatz 5 - Seite 3, Absatz 1 Seite 4, Absätze 1,2 Seite 5, Absatz 2 Seite 7, Zeile 20 Seite 9, Zeile 6 - Zeile 9	1,2,7-9, 12
A	US 4 254 433 A (DEWAR JR ROBERT ET AL) 3. März 1981 (1981-03-03) Zusammenfassung; Abbildung 1	1-8,11, 12

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] 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
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
4. Maerz 2004	12/03/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Lumineau, S

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 03/11729

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 33 19 169 A (NISSAN MOTOR) 8. Dezember 1983 (1983-12-08) Zusammenfassung; Abbildungen 1,9,10 Seite 5, Zeile 6 - Zeile 21	1,2,7,8, 12
A	DIRNDORFER A: "INDUSTRIEROBOTER ZUR FOERDERBANDSYNCHRONEN MONTAGE" ROBOTERSYSTEME, SPRINGER VERLAG. BERLIN, DE, Bd. 8, Nr. 1, 1992, Seiten 44-48, XP000266177 Zusammenfassung; Abbildungen 1,2	1-14
A	DE 22 34 759 A (UNIMATION INC) 1. Februar 1973 (1973-02-01) Abbildung 1	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 03/11729

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10102758	A	25-07-2002	DE	10102758 A1	25-07-2002
WO 03034165	A	24-04-2003	WO	03034165 A1	24-04-2003
US 4254433	A	03-03-1981	CA	1135367 A1	09-11-1982
DE 3319169	A	08-12-1983	JP	58206389 A	01-12-1983
			DE	3319169 A1	08-12-1983
			FR	2527493 A1	02-12-1983
			GB	2121561 A	21-12-1983
			SE	8302814 A	29-11-1983
DE 2234759	A	01-02-1973	CA	972450 A1	05-08-1975
			CA	985770 A2	16-03-1976
			DE	2234759 A1	01-02-1973
			FR	2145708 A1	23-02-1973
			GB	1405651 A	10-09-1975
			IT	961436 B	10-12-1973
			JP	55021362 B	09-06-1980
			SE	413585 B	09-06-1980
			SE	429905 B	03-10-1983
			SE	7512028 A	28-10-1975
			SE	427909 B	24-05-1983
			SE	7710679 A	23-09-1977
			US	3744032 A	03-07-1973