



(11)

EP 1 733 799 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
17.02.2010 Patentblatt 2010/07

(51) Int Cl.:
B05B 13/04^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06011633.2**

(22) Anmeldetag: **06.06.2006**

(54) Applikationsroboter mit mehreren Beschichtungsvorrichtungen

Robot with several coating devices

Robot équipé de plusieurs appareils de pulvérisation

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

(30) Priorität: **13.06.2005 DE 102005027236**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.12.2006 Patentblatt 2006/51

(73) Patentinhaber: **Dürr Systems GmbH
74321 Bietigheim-Bissingen (DE)**

(72) Erfinder:
• **Endregaard, Einar
Rochester
MI 48306 (US)**

• **Herre, Frank
71739 Oberriexingen (DE)**

(74) Vertreter: **Beier, Ralph
v. Bezold & Partner
Akademiestrasse 7
80799 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 642 840 WO-A-2004/085082
DE-A1- 19 726 349 DE-T- 10 297 271
US-A- 4 042 734 US-A1- 2004 159 724**

EP 1 733 799 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Lackierroboter sowie ein entsprechendes Betriebsverfahren gemäß den nebengeordneten Ansprüchen.

[0002] Zur Lackierung von Werkstücken, wie beispielsweise Kraftfahrzeugkarosserieteilen, werden seit längerem mehrachsige Lackierroboter mit einer hochbeweglichen, mehrachsigen Roboterhandachse verwendet, wobei an der Roboterhandachse ein einzelner Rotationszerstäuber angebracht ist, der den gewünschten Lack appliziert.

[0003] Nachteilig an diesen bekannten Lackierrobotern ist die unbefriedigende Flächenleistung beim Beschichten, da ein einzelner Rotationszerstäuber innerhalb einer bestimmten Zeitspanne nur eine begrenzte Werkstückoberfläche beschichten kann.

[0004] Weitere Applikationsgeräte sind bekannt aus DE 694 03 485 T2, DE 101 49 424 A1, DE 88 05 181 U1, DE 22 18 756 B2, EP 508 130 A1, WO 2009/085082 A1, DE 102 97 271 T5, GB 21 90 312 A, US 6 817 553 B2, EP 529 851 A1, DE 28 05 072 A1, JP 2000 005 659 A, WO 01/87497 A1, EP 579 417 A1 und DE 198 52 079 A1.

[0005] Weiterhin sind aus EP 0 642 840 A, US 2004/0159724 A1 und US 4 042 734 gattungsgemäße Applikationsroboter bekannt, die jeweils mehrere Applikationsgeräte führen. Hierbei sind die einzelnen Applikationsgeräte jedoch mit einer gemeinsamen Beschichtungsmittelversorgung verbunden. Dies hat zum Nachteil, dass der Beschichtungsbetrieb bei einem Farbwechsel unterbrochen werden muss.

[0006] Aus DE 102 97 271 T5 ist ein Applikationsroboter bekannt, der dazu dient, Kraftfahrzeugkarosseriebauteile mit einem Schallisoliermaterial zu beschichten. Hierzu weist der Applikationsroboter zwei Applikationsgeräte in Form von Auftragsdüsen auf, wobei die eine Auftragsdüse ein Dämpfungsmaterial appliziert, während die andere Auftragsdüse ein Bindemittel appliziert. Hierbei handelt es sich jedoch nicht um einen Lackierroboter.

[0007] Schließlich ist aus DE 197 26 349 A1 eine Lackieranlage zur Lackierung von Kraftfahrzeugkarosseriebauteilen bekannt, die mehrere Lackierautomaten in Form von Seitenmaschinen, Dachmaschinen bzw. Lackierrobotern aufweist. Die Lackierautomaten tragen hierbei jeweils einen Zerstäuber und sind in mehrere Gruppen eingeteilt, so dass die Lackierautomaten der einen Gruppe einen Farbwechsel durchführen können, während die Lackierautomaten der anderen Gruppe noch Beschichtungsmittel der alten Farbe applizieren. Aus dieser Druckschrift ist jedoch nicht bekannt, dass ein Lackierautomat mehrere Applikationsgeräte führt. Darüber hinaus ist aus dieser Druckschrift auch nicht bekannt, dass an einem Lackierautomaten mehrere Applikationsgeräte angeordnet sind, die getrennt spülbar sind und deshalb unabhängig voneinander einen Farbwechsel ermöglichen.

[0008] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, den eingangs beschriebenen bekannten Lackierroboter entsprechend zu verbessern.

[0009] Diese Aufgabe wird durch einen erfindungsgemäßen Lackierroboter und ein entsprechendes Betriebsverfahren gemäß den nebengeordneten Ansprüchen gelöst.

[0010] Die Erfindung umfasst die allgemeine technische Lehre, an dem Endeffektor eines Lackierroboters nicht nur ein einziges Applikationsgerät anzubringen, sondern mehrere Applikationsgeräte. Dies bietet den Vorteil, dass die Flächenleistung des erfindungsgemäßen Lackierroboters gegenüber dem Stand der Technik deutlich erhöht wird.

[0011] Der im Rahmen der Erfindung verwendete Begriff eines Applikationsgeräts umfasst nicht nur die vorzugsweise verwendeten und bereits eingangs erwähnten Rotationszerstäuber, sondern auch andere Typen von Applikationsgeräten, wie beispielsweise Sprühpistolen, 2K-Zerstäuber oder sonstige Zerstäuber.

[0012] Besonders vorteilhaft eignet sich die Erfindung für einen Lackierroboter, der Nasslack appliziert, jedoch ist die Erfindung auch mit Lackierrobotern realisierbar, die Pulverlack, Dickstoff, Unterbodenschutz, PVC oder Ähnliches applizieren.

[0013] Bei dem erfindungsgemäßen Lackierroboter handelt es sich um einen mehrachsigen Roboter, der beispielsweise sechs oder sieben bewegliche Achsen aufweisen kann. Die Erfindung ist jedoch nicht auf 6- oder 7-achsige Lackierroboter beschränkt, sondern auch mit anderen Robotertypen realisierbar.

[0014] Vorzugsweise sind die Applikationsgeräte bei dem erfindungsgemäßen Lackierroboter nebeneinander in einem vorgegebenen Abstand angeordnet und geben jeweils einen Sprühstrahl mit einer vorgegebenen Sprühstrahlbreite in dieselbe Richtung ab.

[0015] Gemäß der Erfindung ist die Sprühstrahlbreite kleiner als der Abstand zwischen den Applikationsgeräten, so dass sich die Sprühstrahlen der benachbarten Applikationsgeräte nicht überlappen. Hierbei werden bei einem Arbeitshub also parallele Beschichtungsmittelbahnen auf der Werkstückoberfläche appliziert, so dass eine zusammenhängende Beschichtung der Werkstückoberfläche mehrere Arbeitshübe erfordert, die jeweils zueinander, versetzt erfolgen müssen. Hierbei besteht die Möglichkeit, die Sprühstrahlbreite und den Abstand der Applikationsgeräte so zu wählen, dass eine Fläche mit einer bestimmten Breite ohne Absetzen oder Betätigung des Beschichtungsmittel-Ventils beschichtet werden kann, indem der Endeffektor mit den daran angebrachten Applikationsgeräten zwischen den aufeinander folgenden, antiparallelen Arbeitshüben jeweils seitlich verschoben wird. Der Endeffektor mit den daran angebrachten Applikationsgeräten kann hierbei so geführt werden, dass die Überlappung zwischen den erzeugten Beschichtungsbahnen zwei-, drei- oder vierfach ist.

[0016] Der im Rahmen der Erfindung verwendete Begriff einer Sprühstrahlbreite bezieht sich in der Regel auf die Breite des Sprühstrahls beim Auftreffen auf die Werkstückoberfläche, jedoch kann man anstelle der Sprühstrahlbreite auch von einem Sprühstrahlwinkel sprechen, wobei Letzteres insbesondere bei der sogenannten Airless-Zerstäubung und bei Dickstoffapplikation gilt. Dabei ist mit dem Begriff der Sprühstrahlbreite der sogenannte SB50 gemeint. Dabei

handelt es sich um diejenige Breite der von dem Sprühstrahl auf der zu beschichtenden Werkstückoberfläche erzeugten Beschichtungsbahn, innerhalb derer die Beschichtungsdicke über 50% der maximalen Beschichtungsdicke liegt.

[0017] In jedem Fall besteht im Rahmen der Erfindung die Möglichkeit, dass die Sprühstrahlbreite zumindest bei einem der Applikationsgeräte einstellbar ist. Auf diese Weise lässt sich die Sprühstrahlbreite beispielsweise an den Abstand zwischen dem Applikationsgerät und der Werkstückoberfläche anpassen.

[0018] Weiterhin besteht im Rahmen der Erfindung die Möglichkeit, dass die an dem erfindungsgemäßen Lackierroboter montierten Applikationsgeräte unterschiedlichen Typen angehören. Beispielsweise kann es sich bei dem einen Applikationsgerät um einen Wasserlackzerstäuber handeln, während das andere Applikationsgerät ein Lösungsmittelzerstäuber ist. Es besteht jedoch also auch die Möglichkeit, dass das eine Applikationsgerät zur Applikation von Wasserlack dient und dementsprechend eine Außenaufladung aufweist, während das andere Applikationsgerät zur Applikation von Lösemittellack dient und deshalb eine Direktaufladung des Beschichtungsmittels vorsieht.

[0019] Auch können beide Applikationsgeräte eine Direktaufladung aufweisen, wobei das eine Applikationsgerät zur Applikation von Wasserlack ausgelegt ist, wohingegen das andere Applikationsgerät Lösemittellack appliziert.

[0020] Ferner kann es sich bei dem einen Applikationsgerät um einen Rotationszerstäuber (mit oder ohne Außenaufladung) handeln, während das andere Applikationsgerät ein Luftzerstäuber (mit oder ohne Hochspannungsaufladung) ist, der sich für spezielle Lackierverfahren eignet.

[0021] Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, dass eines der beiden Applikationsgeräte zur Beschichtung großer Flächen benutzt wird, während das andere Applikationsgerät eingesetzt wird, um kleinere Flächen zu beschichten. Bei der Beschichtung einer Kraftfahrzeugkarosserie ist es auch möglich, dass das eine Applikationsgerät zur Beschichtung von Rahmenteilen verwendet wird, wohingegen das andere Applikationsgerät die Flächen der Kraftfahrzeugkarosserie beschichtet.

[0022] Die beiden Applikationsgeräte können sich auch durch das verwendete Beschichtungsmittel unterscheiden. Beispielsweise kann eines der beiden Applikationsgeräte zum Auftragen von Basislack verwendet werden, wohingegen das andere Applikationsgerät Klarlack appliziert. In einer anderen Variante dient das eine Applikationsgerät dagegen zum Applizieren einer ersten Lackschicht ("Base Coat 1"), wohingegen das andere Applikationsgerät eine zweite Lackschicht ("Base Coat 2") aufträgt.

[0023] Ferner kann der erfindungsgemäße Lackierroboter auch mehr als zwei Applikationsgeräte führen, z.B. zwei Rotationszerstäuber und einen Luftzerstäuber.

[0024] Vorzugsweise ist eines der beiden Applikationsgeräte gegenüber dem anderen Applikationsgerät um 180° angewinkelt. Dies bietet bei einem abwechselnden Betrieb der Applikationsgeräte den Vorteil, dass das nicht benutzte Applikationsgerät weniger oder gar nicht verschmutzt wird, wenn das benachbarte Applikationsgerät Beschichtungsmittel appliziert.

[0025] Erfindungsgemäß kann ein Applikationsgerät gespült werden, während das andere Applikationsgerät Beschichtungsmittel appliziert, was jedoch in der Regel nur dann funktioniert, wenn die einzelnen Applikationsgeräte das Beschichtungsmittel im Wesentlichen in dieselbe Richtung applizieren. Auf diese Weise kann die Farbwechselzeit auf Null reduziert werden, da die einzelnen Applikationsgeräte abwechselnd Beschichtungsmittel applizieren, während in den Beschichtungspausen ein Farbwechsel vorgenommen werden kann. Der erfindungsgemäße Lackierroboter weist deshalb für die einzelnen Applikationsgeräte getrennt ansteuerbare Spülleitungen, Beschichtungsmittelleitungen bzw. Beschichtungsmittelversorgungen auf. Bei getrennten Dosiereinrichtungen für die Applikationsgeräte können die einzelnen Dosiereinrichtungen von einem gemeinsamen Motor angetrieben werden, der über eine Kupplung mit jeweils einer Dosiereinrichtung verbunden wird.

[0026] In einer vorteilhaften Variante der Erfindung sind die einzelnen Applikationsgeräte nicht in einem festen, konstruktiv bedingten Abstand zueinander angeordnet, sondern weisen vielmehr einen einstellbaren Abstand zueinander auf. Beispielsweise kann der Abstand zwischen den benachbarten Applikationsgeräten elektrisch oder pneumatisch eingestellt werden, jedoch sind auch andere Stellantriebe möglich.

[0027] In bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung sind die Applikationsgeräte parallel oder antiparallel zueinander ausgerichtet, was jeweils bestimmte Vorteile bringt. Eine parallele Ausrichtung der Applikationsgeräte ermöglicht einen gleichzeitigen Betrieb, wodurch die Flächenleistung beim Beschichten erhöht wird. Eine antiparallele Ausrichtung der Applikationsgeräte ist dagegen vorteilhaft, wenn die Applikationsgeräte abwechselnd betrieben werden, da das inaktive Applikationsgerät dann weitgehend vor Verschmutzungen durch das aktive Applikationsgerät geschützt ist, wie bereits vorstehend kurz erwähnt wurde.

[0028] Es ist jedoch alternativ auch möglich, dass die Applikationsgeräte um einen vorgegebenen Winkel zueinander angewinkelt sind, wobei der Winkel zwischen den Applikationsgeräten beispielsweise im Bereich zwischen 10° und 180° liegen kann, wobei beliebige Zwischenwerte möglich sind. Beispielsweise kann der Winkel zwischen den Applikations-

geräten 45°, 90° oder 180° betragen, wobei die Applikationsgräte in letzterem Fall antiparallel ausgerichtet sind.

[0029] Darüber hinaus können die Applikationsgeräte bei dem erfindungsgemäßen Lackierroboter eine elektrostatische Aufladung des applizierten Beschichtungsmittels aufweisen, was beispielsweise durch eine herkömmliche Außenaufladung oder eine ebenfalls bekannte Direktaufladung erfolgen kann.

[0030] Ferner ist zu erwähnen, dass die Erfindung nicht nur den vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Lackierroboter betrifft, sondern auch dessen neuartige Verwendung zur Beschichtung von Kraftfahrzeugkarosserieteilen.

[0031] Darüber hinaus umfasst die Erfindung auch ein Betriebsverfahren gemäß Anspruch 16.

[0032] In einer Variante der Erfindung wird hierbei jeweils an dem einen Applikationsgerät ein Beschichtungsmittelwechsel durchgeführt, während mit dem anderen Applikationsgerät ein Beschichtungsmittel appliziert wird, was einen unterbrechungsfreien Beschichtungsbetrieb ermöglicht.

[0033] Weiterhin besteht hierbei die Möglichkeit, dass eines der Applikationsgeräte immer ein bestimmtes, häufig verwendetes Beschichtungsmittel ("High-Runner") appliziert, während das andere Applikationsgerät alle anderen möglichen Beschichtungsmittel ("Low-Runner") appliziert, die seltener benötigt werden. Dies bietet den Vorteil, dass Farb- und Spülmittelverluste verringert werden, da für das häufig benutzte Beschichtungsmittel kein Farbwechsel erforderlich ist.

[0034] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn der Endeffektor des erfindungsgemäßen Lackierroboters zum Spülen der Lackierroboter an einen Rand des zu beschichtenden Werkstücks gefahren wird, um eine Verschmutzung des zu beschichtenden Werkstücks zu vermeiden. Bei der Beschichtung von Kraftfahrzeugkarosserieteilen mit einem Front- oder Heckdeckel kann der Endeffektor mit den Applikationsgeräten zum Spülen beispielsweise unter den geöffneten Front- oder Heckdeckel gefahren werden.

[0035] Darüber hinaus ermöglicht die Erfindung verschiedene neuartige Bewegungsschemata bei der Werkstückbeschichtung, die im Folgenden kurz beschrieben werden.

[0036] In einer Variante der Erfindung wird der Endeffektor des erfindungsgemäßen Lackierroboters mit den Applikationsgeräten in einer vorgegebenen Hubrichtung entlang der zu beschichtenden Werkstückoberfläche geführt, wobei der Endeffektor mit den Applikationsgeräten im Wesentlichen rechtwinklig zu der Hubrichtung ausgerichtet ist. Die Applikationsgeräte werden hierbei also entlang der Werkstückoberfläche nebeneinander geführt, wobei die Sprühstrahlen der einzelnen Applikationsgeräte entweder getrennte Beschichtungsmittelbahnen auf der Werkstückoberfläche bilden oder einander in seitlicher Richtung überlappen.

[0037] Alternativ besteht die Möglichkeit, dass der Endeffektor mit den Applikationsgeräten im Wesentlichen parallel zu der Hubrichtung ausgerichtet wird, so dass die einzelnen Applikationsgeräte hintereinander über die Werkstückoberfläche geführt werden. Dies hat zur Folge, dass die Werkstückoberfläche in einem Arbeitshub nacheinander von den Sprühstrahlen der einzelnen Applikationsgeräte getroffen wird, wodurch sich die Hubgeschwindigkeit des Lackierroboters erhöhen lässt.

[0038] Darüber hinaus wird das zu beschichtende Werkstück (z.B. eine Kraftfahrzeugkarosserie) vorzugsweise in einer vorgegebenen Transportrichtung transportiert, wobei der Endeffektor mit den Applikationsgeräten wahlweise rechtwinklig oder parallel zu der Transportrichtung ausgerichtet sein kann.

[0039] Ferner wird der Endeffektor mit den Applikationsgeräten vorzugsweise mehrfach in parallelen oder antiparallelen Arbeitshüben über das zu beschichtende Werkstück geführt.

[0040] Nach einer vorgegebenen Anzahl von Arbeitshüben wird der Endeffektor dann vorzugsweise um eine vorgegebene Vorschubstrecke rechtwinklig zu den Arbeitshüben verschoben, wobei die Vorschubstrecke von dem Abstand zwischen den einzelnen Applikationsgeräten abhängt.

[0041] Bei einer Beschichtung von gewölbten Werkstückoberflächen besteht das Problem, dass der Abstand zwischen den einzelnen Applikationsgeräten und der zu beschichtenden Werkstückoberfläche bei den einzelnen Applikationsgeräten unterschiedlich ist. In einer Variante der Erfindung wird dieser Abstand deshalb ermittelt und zur Anpassung mindestens eines Betriebsparameters (z.B. Lenkluftdruck, Turbinendrehzahl, Beschichtungsmitteldruck, Beschichtungsmittelmengenstrom und/oder Sprühstrahlbreite) genutzt. Der Abstand zwischen den einzelnen Applikationsgeräten und der Werkstückoberfläche lässt sich auch ohne eine Messung einfach ermitteln, da die räumliche Position des Endeffektors (TCP - Tool Centre Point) aus der Bahnsteuerung des Lackierroboters bekannt ist, während die Kontur der zu beschichtenden Werkstückoberfläche ebenfalls vorgegeben ist.

[0042] Ferner ist zu erwähnen, dass der Endeffektor mit den Applikationsgeräten bei einer Beschichtung horizontaler Oberflächen vorzugsweise in X-Richtung (d.h. bei einer Beschichtung von Kraftfahrzeugkarosserien in der Förderrichtung) vorwärts bewegt wird, wobei die Beschichtung ohne Absetzen und ohne eine Betätigung der Hauptnadel durchgeführt werden kann.

[0043] Stattdessen besteht bei einer Beschichtung horizontaler Oberflächen auch die Möglichkeit, den Endeffektor mit den Applikationsgeräten in Y-Richtung vorwärts zu bewegen, d.h. quer zur Förderrichtung der Kraftfahrzeugkarosserien.

[0044] Bei einer Beschichtung vertikaler Oberflächen wird der Endeffektor mit den Applikationsgeräten dagegen vorzugsweise in Z-Richtung (d.h. in senkrechter Richtung) vorwärts bewegt.

[0045] Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet oder werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- 5 Figur 1a eine Perspektivansicht eines erfindungsgemäßen Lackierroboters mit zwei Rotationszerstäubern, wobei die Rotationszerstäuber von dem Lackierroboter nebeneinander geführt werden,
- Figur 1b eine Perspektivansicht des Endeffektors des Lackierroboters aus Figur 1b mit den beiden Rotationszerstäubern,
- Figur 2a eine Perspektivansicht eines stationären erfindungsgemäßen Lackierroboters mit zwei Rotationszerstäubern, die beim Lackieren hintereinander geführt werden,
- 10 Figur 2b eine Perspektivansicht des Endeffektors des Lackierroboters aus Figur 2a mit den beiden Rotationszerstäubern,
- Figur 3a ein weiteres Ausführungsbeispiel eines stationären erfindungsgemäßen Lackierroboters mit zwei Rotationszerstäubern, die bei der Beschichtung einer Kraftfahrzeugkarosserie quer zur Transportrichtung der Kraftfahrzeugkarosserie und nebeneinander geführt werden,
- 15 Figur 3b eine Perspektivansicht des Endeffektors des Lackierroboters aus Figur 3a mit den beiden Rotationszerstäubern,
- Figur 4 eine Perspektivansicht eines weiteren erfindungsgemäßen Lackierroboters mit zwei Rotationszerstäubern, der zur Seitenlackierung von Kraftfahrzeugkarosserieteilen eingesetzt wird,
- 20 Figur 5 ein Zeitdiagramm zur Verdeutlichung des intermittierenden Betriebs der beiden Rotationszerstäuber,
- Figur 6 ein weiteres Zeitdiagramm zum Betrieb eines erfindungsgemäßen Lackierroboters mit einem häufig benutzten Lack und mehreren seltener benutzten Lacken,
- Figur 7 eine Seitenansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Endeffektors mit zwei Rotationszerstäubern,
- 25 Figuren 8 und 9 verschiedene Bewegungsschemata für den erfindungsgemäßen Lackierroboter bei der Beschichtung von Werkstückoberflächen,
- Figur 10 eine schematische Darstellung zur Verdeutlichung der Lackierung eines gewölbten Kraftfahrzeugdachs,
- 30 Figur 11 eine schematische Darstellung zur Verdeutlichung der Lackierung einer gewölbten Kraftfahrzeugseitenwand sowie
- Figuren 12a und 12b eine Dosierpumpe für einen erfindungsgemäßen Lackierroboter.

35 **[0046]** Figur 1a zeigt eine Perspektivansicht eines erfindungsgemäßen Lackierroboters 1 mit einem Basisteil 2, das in herkömmlicher Weise entlang einer horizontalen Fahrschiene 3 verfahrbar ist, um den Lackierroboter 1 in Pfeilrichtung entlang der Fahrschiene zu positionieren. An der Vorderseite und an der Rückseite des Basisteils 2 des Lackierroboters 1 ist jeweils ein Anschlagpuffer 4, 5 vorgesehen, um bei einem Zusammenstoß des Lackierroboters 1 mit einem benachbarten Lackierroboter oder einem feststehenden Hindernis eine Beschädigung zu vermeiden.

40 **[0047]** Weiterhin weist der Lackierroboter 1 in herkömmlicher Weise ein sogenanntes Karussell 6 auf, das um eine vertikale Achse drehbar ist und zwei schwenkbare Roboterarme 7, 8 und eine mehrachsige Roboterhandachse 9 trägt, was an sich bekannt ist.

[0048] An dem distalen Ende der Roboterhandachse 9 ist ein Endeffektor 10 angebracht, der zwei Rotationszerstäuber 11, 12 trägt, wie insbesondere aus der Detaildarstellung in Figur 1b ersichtlich ist.

45 **[0049]** Die beiden Rotationszerstäuber 11, 12 sind an dem Endeffektor 10 des Lackierroboters 1 parallel nebeneinander angeordnet und applizieren über jeweils einen schnell drehenden Glockenteller 13, 14 jeweils einen Beschichtungsmittelstrahl.

[0050] Die beiden Rotationszerstäuber 11, 12 weisen jeweils herkömmliche Außenelektroden 15, 16 auf, die den abgegebenen Beschichtungsmittelstrahl elektrostatisch aufladen, was an sich ebenfalls bekannt ist.

50 **[0051]** Der Lackierroboter 1 dient zur Lackierung einer Kraftfahrzeugkarosserie 17, die entlang von zwei Transportschienen 18, 19 in Pfeilrichtung durch eine Lackieranlage transportiert wird.

[0052] Die Kraftfahrzeugkarosserie 17 ist elektrisch geerdet, damit der von den Rotationszerstäubern 11, 12 applizierte und elektrostatisch aufgeladene Lack besser an der Kraftfahrzeugkarosserie 17 anhaftet, wodurch der Auftragswirkungsgrad erhöht wird.

55 **[0053]** Die beiden Rotationszerstäuber 11, 12 des Lackierroboters 1 ermöglichen hierbei im Vergleich zu einem herkömmlichen Lackierroboter mit nur einem einzigen Rotationszerstäuber vorteilhaft eine erhöhte Flächenleistung bei der Lackierung der Kraftfahrzeugkarosserie 17.

[0054] Bei der Lackierung des Dachs der Kraftfahrzeugkarosserie 17 wird der Endeffektor 10 mit den beiden Rotationszerstäubern 11, 12 hierbei in Arbeitshüben 20 geführt, die parallel zur Längserstreckung der beiden Transportschienen

nen 18, 19 und damit parallel zur Transportrichtung der Kraftfahrzeugkarosserie 17 verlaufen. Bei der Führung des Endeffektors 10 mit den beiden Rotationszerstäubern 11, 12 richtet der Lackierroboter 1 den Endeffektor 10 jedoch rechtwinklig zu den Arbeitshüben 20 aus, so dass die beiden Rotationszerstäuber 11, 12 seitlich nebeneinander geführt werden.

[0055] Die beiden Rotationszerstäuber 11, 12 weisen hierbei eine Sprühstrahlbreite auf, die auf dem Dach der Kraftfahrzeugkarosserie 17 Lackbahnen erzeugt, die seitlich nebeneinander liegen und einander nicht überlappen. Der Endeffektor 10 mit den beiden Rotationszerstäubern 11, 12 wird also bei jedem der mäanderrförmig nebeneinander liegenden Arbeitshübe 20 um eine vorgegebene Vorschubstrecke in seitlicher Richtung verschoben, wobei die Vorschubstrecke ungefähr ein Drittel der Breite der erzeugten Sprühstrahlbahnen beträgt, wodurch eine ausreichende Überlappung der Sprühstrahlbahnen entsteht.

[0056] Dieses Ausführungsbeispiel bietet eignet sich besonders für Stop-and-Go-Anwendungen und für Transportbänder mit geringen Transportgeschwindigkeiten sowie für die Lackierung großer horizontaler Flächen, wie beispielsweise Kraftfahrzeugdächer.

[0057] Das in den Figuren 2a und 2b dargestellte Ausführungsbeispiel stimmt weitgehend mit dem vorstehend beschriebenen und in den Figuren 1a und 1b dargestellten Ausführungsbeispiel überein, so dass zur Vermeidung von Wiederholungen weitgehend auf die vorstehende Beschreibung verwiesen wird, wobei für entsprechende Bauteile dieselben Bezugszeichen verwendet werden.

[0058] Eine Besonderheit dieses Ausführungsbeispiels besteht darin, dass das Basisteil 2 des Lackierroboters 1 stationär angeordnet ist.

[0059] Ein weiterer Unterschied dieses Ausführungsbeispiels gegenüber dem Ausführungsbeispiel in den Figuren 1a und 1b besteht darin, dass der Endeffektor 10 mit den beiden Rotationszerstäubern 11, 12 bei jedem der Arbeitshübe 20 rechtwinklig zur Längserstreckung der Transportschienen 18, 19 geführt wird, so dass die Hubrichtung in diesem Ausführungsbeispiel rechtwinklig zur Transportrichtung verläuft.

[0060] Der Endeffektor 10 ist hierbei jedoch ebenfalls rechtwinklig zu der Transportrichtung der Kraftfahrzeugkarosserie 17 ausgerichtet.

[0061] Diese Führung des Endeffektors 10 mit den beiden Rotationszerstäubern 11, 12 bietet den Vorteil, dass keine siebte Roboterachse erforderlich ist.

[0062] Darüber hinaus hat sich diese Führung des Endeffektors 10 mit den beiden Rotationszerstäubern 11, 12 als hocheffektiv erwiesen, wenn große horizontal liegende Oberflächen lackiert werden müssen, wie beispielsweise ein Kraftfahrzeugdach oder eine Motor- oder Kofferraumhaube.

[0063] Auch das in den Figuren 3a und 3b dargestellte Ausführungsbeispiel stimmt weitgehend mit den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen überein, so dass zur Vermeidung von Wiederholungen wiederum auf die vorstehende Beschreibung verwiesen wird, wobei für entsprechende Bauteile dieselben Bezugszeichen verwendet werden.

[0064] Eine Besonderheit dieses Ausführungsbeispiels besteht darin, dass der Endeffektor 10 mit den beiden Rotationszerstäubern 11, 12 bei der Lackierung der Kraftfahrzeugkarosserie 17 parallel zur Transportrichtung der Kraftfahrzeugkarosserie 17 ausgerichtet wird.

[0065] Die einzelnen Arbeitshübe 20 sind hierbei jedoch wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 2a und 2b rechtwinklig zur Transportrichtung der Kraftfahrzeugkarosserie ausgerichtet.

[0066] Auch dieses Ausführungsbeispiel bietet den Vorteil, dass der Lackierroboter 1 keine siebente Roboterachse benötigt.

[0067] Dieses Ausführungsbeispiel eignet sich insbesondere für Lackieranlagen mit einem Transportweg mit mittlerer Transportgeschwindigkeit sowie für Stop-and-Go-Anwendungen.

[0068] Darüber hinaus eignet sich dieses Ausführungsbeispiel insbesondere zur Lackierung großer horizontal liegender Oberflächen, wie Kraftfahrzeugdächer.

[0069] Ferner ist dieses Ausführungsbeispiel auch zur Lackierung vertikaler Flächen geeignet, wie beispielsweise von Kraftfahrzeugseitenflächen.

[0070] Figur 4 zeigt ein weiteres erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel, das wiederum weitgehend mit den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen übereinstimmt, so dass zur Vermeidung von Wiederholungen auf die vorstehende Beschreibung verwiesen wird, wobei für entsprechende Bauteile wiederum dieselben Bezugszeichen verwendet werden.

[0071] Auch hierbei ist das Basisteil 2 des Lackierroboters 1 stationär, wobei die zu lackierende Kraftfahrzeugkarosserie 17 auf zwei Transportschienen 18, 19 an dem Lackierroboter 1 vorbei bewegt wird.

[0072] Der Lackierroboter 1 eignet sich insbesondere zur Lackierung von Seitenflanken der Kraftfahrzeugkarosserie 17, wobei der Endeffektor 10 mit den beiden Rotationszerstäubern 11, 12 parallel zur Transportrichtung ausgerichtet wird, während die einzelnen Arbeitshübe 20 senkrecht und damit rechtwinklig zur Transportrichtung der Kraftfahrzeugkarosserie 17 verlaufen.

[0073] Dieses Ausführungsbeispiel erfordert ebenfalls keine siebte Roboterachse und eignet sich gut für Lackieranlagen mit einem schnellen Transportweg sowie für Stop-and-Go-Anwendungen.

[0074] Die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele ermöglichen vorteilhaft einen unterbrechungsfreien Lackierbetrieb, wie im Folgenden anhand des Zeitdiagramms in Figur 5 erläutert wird.

[0075] Bis zum Zeitpunkt t1 ist zunächst nur der Rotationszerstäuber 11 aktiv, der in diesem Beispiel einen Lack mit roter Farbe appliziert.

[0076] Der andere Zerstäuber 12 ist dagegen zunächst inaktiv, nachdem der Zerstäuber 12 mit grünem Lack ange-drückt wurde und deshalb jederzeit betriebsbereit ist.

[0077] Zum Zeitpunkt t1 beendet dann der Zerstäuber 11 den Lackierbetrieb, wohingegen der betriebsbereite Rota-tionszerstäuber 12 damit beginnt, Lack mit grüner Farbe zu applizieren.

[0078] Nach der Beendigung des Lackierbetriebs zum Zeitpunkt t1 erfolgt bei dem Rotationszerstäuber 11 ein Farb-wechsel von roter Farbe zu blauer Farbe. Hierzu wird der Rotationszerstäuber 11 zunächst zwischen den Zeitpunkten t1 und t2 in herkömmlicher Weise gespült. Anschließend wird der Rotationszerstäuber 11 dann zwischen t2 und t3 mit blauer Farbe angedrückt, so dass der Rotationszerstäuber 11 zum Zeitpunkt t3 betriebsbereit ist, um Lack mit blauer Farbe zu applizieren.

[0079] Zum Zeitpunkt t4 beendet der Rotationszerstäuber 12 dann den Lackierbetrieb, wohingegen der betriebsbereite Rotationszerstäuber 11 damit beginnt, Lack mit blauer Farbe zu applizieren.

[0080] Der Rotationszerstäuber 12 führt dagegen im Zeitraum zwischen t4 und t6 einen Farbwechsel durch. Hierzu wird der Rotationszerstäuber 12 zunächst zwischen t4 und t5 in herkömmlicher Weise gespült und anschließend zwischen t5 und t6 mit gelber Farbe angedrückt, so dass der Rotationszerstäuber 12 zum Zeitpunkt t6 betriebsbereit ist, um Lack mit gelber Farbe zu applizieren.

[0081] Der Lackierroboter 1 kann also trotz zwischenzeitlicher Farbwechsel unterbrechungsfrei Lack applizieren, wo-durch die Flächenleistung im Lackierbetrieb deutlich erhöht wird.

[0082] Figur 6 zeigt eine Betriebsart des erfindungsgemäßen Lackierroboters 1, die sich insbesondere dann eignet, wenn eine bestimmte Farbe (z.B. Silber) häufig verwendet wird ("High-Runner"), wohingegen die anderen Farben ("Low-Runner") seltener benötigt werden. Der Rotationszerstäuber 11 appliziert dann ausschließlich die häufig benötigte Farbe, so dass der Rotationszerstäuber 11 weder gespült noch angedrückt werden muss. Auf diese Weise werden bei der Lackierung mit der häufig benötigten Farbe die Spülmittel- und Farbverluste verringert.

[0083] Der andere Zerstäuber 12 dient dagegen zur Applikation der seltener benötigten Farben, so dass jeweils zwischen den Zeitpunkten t2 und t3 sowie t5 und t6 ein Farbwechsel erfolgt, wie vorstehend unter Bezugnahme auf Figur 5 beschrieben wurde.

[0084] Figur 7 zeigt ein alternatives Ausführungsbeispiel des Endeffektors 10, der von der Roboterhandachse 9 des Lackierroboters 1 geführt werden kann.

[0085] Dieses Ausführungsbeispiel des Endeffektors 10 unterscheidet sich von dem vorstehend beschriebenen Aus-führungsbeispiel dadurch, dass die beiden Rotationszerstäuber 11, 12 antiparallel zueinander ausgerichtet sind. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die beiden Rotationszerstäuber 11, 12 nicht gleichzeitig, sondern abwechselnd betrieben werden, da der inaktive Rotationszerstäuber dann von dem Sprühstrahl des aktiven Rotationszerstäubers ferngehalten wird, wodurch einer Verschmutzung des inaktiven Rotationszerstäubers entgegengewirkt wird.

[0086] Figur 8 zeigt ein Bewegungsschema des Endeffektors 10 mit den beiden Rotationszerstäubern 11, 12 bei einer Lackierung. Der Endeffektor 10 wird hierbei entlang linearer Arbeitshübe 20 geführt, wobei der Endeffektor 10 mit den beiden Rotationszerstäubern 11, 12 rechtwinklig zu den Arbeitshüben 20 ausgerichtet ist.

[0087] Die beiden Rotationszerstäuber 11, 12 weisen hierbei auf dem zu beschichtenden Werkstück jeweils eine Sprühstrahlbreite b auf und sind in einem Abstand a zueinander angeordnet, wobei die Sprühstrahlbreite b gleich dem Abstand a zwischen den Rotationszerstäubern 11, 12 ist, so dass die Sprühstrahlen der benachbarten Rotationszer-stäuber 11, 12 unmittelbar aneinander angrenzen, sich aber nicht überlappen.

[0088] Zwischen den benachbarten Arbeitshüben 20 wird der Endeffektor 10 mit den beiden Rotationszerstäubern 11, 12 hierbei rechtwinklig zu den Arbeitshüben 20 um eine vorgegebene Vorschubstrecke c vorwärts bewegt, wobei die Vorschubstrecke c gleich einem Drittel der Sprühstrahlbreite b ist, was zu einer entsprechenden Überlappung der in den einzelnen Arbeitshüben 20 erzeugten Sprühstrahlbahnen führt.

[0089] Nach drei parallelen Arbeitshüben 20 wird der Endeffektor 10 mit den beiden Rotationszerstäubern 11, 12 dann um einen größeren Vorschub d seitlich versetzt, woraufhin wieder drei Arbeitshübe 20 durchgeführt werden.

[0090] Figur 9 zeigt ein ähnliches Bewegungsschema für den Endeffektor 10 mit den beiden Rotationszerstäubern 11, 12, wobei der Abstand a zwischen den benachbarten Rotationszerstäubern dagegen größer ist als die Sprühstrahl-breite b, so dass die von den beiden Rotationszerstäubern 11, 12 erzeugten Sprühstrahlbahnen einander nicht über-lappen.

[0091] Figur 10 zeigt ein Schema zur Verdeutlichung der Lackierung eines horizontalen, gewölbten Kraftfahrzeugdachs 1, wobei für jeden von zwei Zerstäubern jeweils vier Zerstäuberpositionen 22.1-22.4 bzw. 23.1-23.4 dargestellt sind.

[0092] Aus dieser Darstellung und den dargestellten Entfernungsmarkierungen 24 ist ersichtlich, dass der Abstand zwischen den Rotationszerstäubern 11, 12 und dem Kraftfahrzeugdach 21 aufgrund der Wölbung des Kraftfahrzeug-dachs 21 in den verschiedenen Arbeitshüben 20 unterschiedlich ist. Der Abstand zwischen den Rotationszerstäubern

11, 12 und dem Kraftfahrzeugdach 21 wird deshalb laufend ermittelt und bei der Ansteuerung der Rotationszerstäuber 11, 12 berücksichtigt. Die Ermittlung des Abstandes erfolgt hierbei durch eine Auswertung des durch die Bahnsteuerung vorgegebenen TCP (Tool Centre Point) und der vorgegebenen und damit ebenfalls bekannten Geometrie des Kraftfahrzeugdachs 21. Bei der Ansteuerung der Rotationszerstäuber 11, 12 kann dann beispielsweise der Lenkluftdruck oder die Turbinendrehzahl entsprechend angepasst werden, um unabhängig von der Wölbung des Kraftfahrzeugdachs 21 ein gleichmäßiges Lackbild zu erreichen.

[0093] Figur 11 zeigt eine entsprechende Darstellung für die Lackierung einer gewölbten Kraftfahrzeugtür 25 durch zwei Rotationszerstäuber 26, 27, wobei anhand zweier in den Zeichnungen dargestellter Entfernungsmarkierungen 28, 29 ersichtlich ist, dass der Abstand für die beiden Rotationszerstäuber 26, 27 unterschiedlich ist und deshalb in diesem Ausführungsbeispiel bei der Ansteuerung der Rotationszerstäuber 26, 27 berücksichtigt wird. Schließlich zeigen die Figuren 12a und 12b eine Dosierpumpe 30 für den Lackierroboter 1, wobei die Dosierpumpe vorzugsweise in dem Roboterarm 8 oder in dem Roboterarm 7 angeordnet ist.

[0094] Die Dosierpumpe 30 weist eine Zuleitung 31 auf, über die der Dosierpumpe 30 Lack zugeführt wird.

[0095] Weiterhin weist die Dosierpumpe 30 zwei Ausgangsleitungen 32, 33 auf, die den Rotationszerstäuber 11 bzw. den Rotationszerstäuber 12 mit Lack versorgen. Die Lackförderung erfolgt hierbei durch zwei Zahnräder 34, 35, die von einer gemeinsamen Welle 36 angetrieben werden.

Patentansprüche

1. Lackierroboter (1), zur Beschichtung von Werkstücken (17, 21, 25) mit einem Beschichtungsmittel, mit

- a) mehreren beweglichen Achsen und
- b) einem räumlich positionierbaren Endeffektor (10), sowie
- c) mehreren Applikationsgeräten (11, 12), die gemeinsam an dem Endeffektor (10) angebracht sind, **dadurch gekennzeichnet,**
- d) **dass** die Applikationsgeräte (11, 12) mit getrennten Beschichtungsmittelversorgungen verbunden sind, und
- e) **dass** der Lackierroboter (1) getrennt ansteuerbare Spülleitungen für die einzelnen Applikationsgeräte (11, 12) aufweist, und
- f) **dass** der Lackierroboter (1) getrennt ansteuerbare Beschichtungsmittelleitungen für die einzelnen Applikationsgeräte (11, 12) aufweist,
- g) so dass das ein Applikationsgerät (11) gespült werden kann, während das andere Applikationsgerät (12) das Beschichtungsmittel appliziert,
- h) so dass bei dem einen Applikationsgerät (11) ein Beschichtungsmittelwechsel durchgeführt wird, während mit dem anderen Applikationsgerät (11) ein Beschichtungsmittel appliziert wird.

2. Lackierroboter (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Applikationsgeräte (11, 12) nebeneinander in einem vorgegebenen Abstand angeordnet sind und jeweils einen Sprühstrahl mit einer vorgegebenen Sprühstrahlbreite (b) in dieselbe Richtung abgeben.

3. Lackierroboter (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sprühstrahlbreite (b) mindestens so groß ist, wie der Abstand zwischen den Applikationsgeräten (11, 12), so dass sich die Sprühstrahlen der benachbarten Applikationsgeräte (11, 12) überlappen.

4. Lackierroboter (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sprühstrahlbreite (b) kleiner als der Abstand zwischen den Applikationsgeräten (11, 12) ist, so dass sich die Sprühstrahlen der benachbarten Applikationsgeräte (11, 12) nicht überlappen.

5. Lackierroboter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sprühstrahlbreite (b) zumindest bei einem der Applikationsgeräte (11, 12) einstellbar ist.

6. Lackierroboter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Applikationsgeräte (11, 12) unterschiedlichen Typen angehören.

7. Lackierroboter (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das eine Applikationsgerät (11) ein Wasserlackzerstäuber ist, während das andere Applikationsgerät (12) ein Lösungsmittelzerstäuber ist.

8. Lackierroboter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Endeffektor

(10) von einer mehrachsigen Roboterhandachse (9) und mehreren Roboterarmen geführt wird.

9. Lackierroboter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand zwischen den Applikationsgeräten (11, 12) einstellbar ist.

10. Lackierroboter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Applikationsgeräte (11, 12) Zerstäuber, Rotationszerstäuber oder Sprühpistolen sind.

11. Lackierroboter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Applikationsgeräte (11, 12) parallel oder antiparallel zueinander ausgerichtet sind.

12. Lackierroboter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Applikationsgeräte (11, 12) um einen vorgegeben Winkel zueinander angewinkelt sind.

13. Lackierroboter (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Winkel zwischen den Applikationsgeräten (11, 12) 45°, 90°, 180° beträgt.

14. Lackierroboter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Applikationsgeräte (11, 12) eine elektrostatische Außenaufladung oder Direktaufladung aufweisen.

15. Verwendung eines Lackierroboters (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Beschichtung von Fahrzeugkarosserieteilen.

16. Betriebsverfahren für einen mehrachsigen Lackierroboter (1) mit einem räumlich positionierbaren Endeffektor (10), wobei an dem Endeffektor (10) gemeinsam mehrere Applikationsgeräte (11, 12) geführt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Applikationsgeräte (11, 12) mit getrennten Beschichtungsmittelversorgung verbunden sind so, dass bei dem einen Applikationsgerät (11, 12) ein Beschichtungsmittelwechsel durchgeführt wird, während mit dem anderen Applikationsgerät (11, 12) ein Beschichtungsmittel appliziert wird.

17. Betriebsverfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sprühstrahlbreite (b) zumindest bei einem der Applikationsgeräte (11, 12) eingestellt wird.

18. Betriebsverfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Sprühstrahlbreite (b) so eingestellt wird, dass die Sprühstrahlen der Applikationsgeräte (11, 12) einander überlappen.

19. Betriebsverfahren nach Anspruch 17 oder 18, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:

- Ermittlung des Abstandes zwischen dem Applikationsgerät (11, 12) und dem zu beschichtenden Werkstück (17, 21, 25),
- Einstellung der Sprühstrahlbreite (b) zumindest bei einem der Applikationsgeräte (11, 12) in Abhängigkeit von dem ermittelten Abstand, so dass die Sprühstrahlen der benachbarten Applikationsgeräte (11, 12) einander überlappen.

20. Betriebsverfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lackierroboters (1) unterbrechungsfrei unterschiedliche Beschichtungsmittel appliziert.

21. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** das eine Applikationsgerät (11) immer ein bestimmtes Beschichtungsmittel appliziert, während das andere Applikationsgerät (12) alle anderen möglichen Beschichtungsmittel appliziert.

22. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** das eine Applikationsgerät (11) Wasserlack appliziert, während das andere Applikationsgerät (11) Lösungsmittellack appliziert.

23. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Endeffektor (10) zum Spülen der Applikationsgeräte (11, 12) an einen Rand des zu beschichtenden Werkstücks (17, 21, 25) gefahren wird.

24. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Endeffektor (10) beim Lackieren einer Kraftfahrzeugkarosserie zum Spülen der Applikationsgeräte (11, 12) vor oder hinter die Kraftfahr-

zeugkarosserie gefahren wird.

- 5 25. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Endeffektor (10) in einer vorgegeben Hubrichtung entlang der zu beschichtenden Werkstückoberfläche geführt wird, wobei der Endeffektor (10) mit den Applikationsgeräten (11, 12) im Wesentlichen rechtwinklig zu der Hubrichtung ausgerichtet wird.
- 10 26. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Endeffektor (10) in einer vorgegeben Hubrichtung entlang der zu beschichtenden Werkstückoberfläche geführt wird, wobei der Endeffektor (10) mit den Applikationsgeräten (11, 12) im Wesentlichen parallel zu der Hubrichtung ausgerichtet wird.
- 15 27. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zu beschichtende Werkstück (17, 21, 25) in einer vorgegebenen Transportrichtung transportiert wird, wobei der Endeffektor (10) mit den Applikationsgeräten (11, 12) im Wesentlichen rechtwinklig zu der Transportrichtung ausgerichtet wird.
- 20 28. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zu beschichtende Werkstück (17, 21, 25) in einer vorgegebenen Transportrichtung transportiert wird, wobei der Endeffektor (10) mit den Applikationsgeräten (11, 12) im Wesentlichen parallel zu der Transportrichtung ausgerichtet wird.
- 25 29. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Endeffektor (10) mit den Applikationsgeräten (11, 12) mehrfach in parallelen oder antiparallelen Arbeitshüben über das zu beschichtende Werkstück (17, 21, 25) geführt wird, wobei der Abstand zwischen den einzelnen Arbeitshüben kleiner ist als die Sprühstrahlbreite (b).
- 30 30. Betriebsverfahren nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Endeffektor (10) nach einer vorgegebenen Anzahl von Arbeitshüben um eine vorgegebene Vorschubstrecke rechtwinklig zu den Arbeitshüben vorgeschoben wird.
- 35 31. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 30, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:
- 40 - Ermittlung des Abstandes zwischen den einzelnen Applikationsgeräten (11, 12) und der zu beschichtenden Werkstückoberfläche getrennt für jedes Applikationsgerät (11, 12),
 - Anpassung mindestens eines Betriebsparameters bei den Applikationsgeräten (11, 12) in Abhängigkeit von dem für das jeweilige Applikationsgerät (11, 12) ermittelten Abstand.
- 45 32. Betriebsverfahren nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** folgende Betriebsparameter angepasst werden:
- Lenkluftdruck,
 - mehrere verschiedene Lenkluftdrücke
 - Turbinendrehzahl,
 - Beschichtungsmitteldruck,
 - Hochspannung zur Aufladung des Beschichtungsmittels,
 - Beschichtungsmittelmengenstrom und/oder
 - Sprühstrahlbreite (b).

Claims

- 50 1. Paint robot (1) for coating of workpieces (17, 21, 25) with a coating medium, comprising
- a) several moveable axes, and
 b) a spatially positionable end effector (10), and
 c) several application devices (11, 12) which are jointly attached to the end effector (10),
characterized in that
 55 d) the application devices (11, 12) are connected to separate supplies of coating medium, and
 e) the paint robot (1) comprises separately controllable purge lines for the individual application devices (11, 12), and
 f) the paint robot (1) comprises separately controllable coating medium lines for the individual application devices

(11, 12),

g) so that one of the application devices (11) can be purged while the other application device (12) applies the coating medium,

h) so that a change of coating medium can be performed on the one application device (11), while a coating medium is applied with the other application device (11).

2. Paint robot (1) according to claim 1, **characterized in that** the application devices (11, 12) are located next to each other at a specified distance and each dispense a spray jet having a predetermined spray jet width (b) in the same direction.

3. Paint robot (1) according to claim 2, **characterized in that** the spray jet width (b) is at least as large as the distance between the application devices (11, 12) so that the spray jets of the adjacent application devices (11, 12) overlap.

4. Paint robot (1) according to claim 2, **characterized in that** the spray jet width (b) is smaller than the distance between the application devices (11, 12), so that the spray jets of the adjacent application devices (11, 12) do not overlap.

5. Paint robot (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the spray jet width (b) is adjustable for at least one of the application devices (11, 12).

6. Paint robot (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the application devices (11, 12) belong to different types.

7. Paint robot (1) according to claim 6, **characterized in that** one of the application devices (11) is a water-based paint atomizer, while the other one of the application devices (12) is a solvent-based atomizer.

8. Paint robot (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the end effector (10) is guided by a multi-axis robot hand wrist (9) and several robot arms.

9. Paint robot (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the distance between the application devices (11, 12) is adjustable.

10. Paint robot (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the application devices (11, 12) are atomizers, rotary atomizers or spray guns.

11. Paint robot (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the application devices (11, 12) are aligned in parallel or anti-parallel relative to each other.

12. Paint robot (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the application devices (11, 12) are angled with respect to each other at a specified angle.

13. Paint robot (1) according to claim 12, **characterized in that** the angle between the application devices (11, 12) is 45°, 90°, 180°.

14. Paint robot (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the application devices (11, 12) comprise an electrostatic external charging or a direct charging.

15. Use of a paint robot (1) according to one of the preceding claims for painting of vehicle body parts.

16. Operating method for a multi-axis paint robot (1) comprising a spatially positionable end effector (10), wherein several application devices (11, 12) are jointly guided at the end effector (10), **characterized in that** the application devices (11, 12) are connected with separate supplies of coating medium, so that a change of coating medium is performed on one of the application devices (11, 12), while a coating medium is applied with the other application device (11, 12).

17. Operating method according to claim 16, **characterized in that** the spray jet width (b) is adjusted for at least one of the application devices (11, 12).

18. Operating method according to claim 17, **characterized in that** the spray jet width (b) is adjusted so that the spray jets of the application devices (11, 12) overlap each other.

19. Operating method according to claim 17 or 18, **characterized by** the following steps:

- Determining the distance between the application device (11, 12) and the workpiece (17, 21, 25) to be coated,
- adjusting the spray jet width (b) for at least one of the application devices (11, 12) depending on the determined distance so that the spray jets of the adjacent application devices (11, 12) overlap each other.

20. Operating method according to claim 19, **characterized in that** the paint robot (1) applies different coating media without interruption.

21. Operating method according to one of claims 16 to 20, **characterized in that** one of the application devices (11) always applies a specific coating medium, while the other one of the application devices (12) applies all other possible coating media.

22. Operating method according to one of claims 16 to 21, **characterized in that** one of the application devices (11) applies a water-based paint, while the other application device (11) applies a solvent-based paint.

23. Operating method according to one of claims 16 to 22, **characterized in that** the end effector (10) is driven to an edge of the workpiece (17, 21, 25) to be coated for purging the application devices (11, 12).

24. Operating method according to one of claims 16 to 23, **characterized in that** during painting a vehicle body the end effector (10) is driven before or behind the vehicle body for purging the application devices (11, 12).

25. Operating method according to one of claims 19 to 24, **characterized in that** the end effector (10) is guided along the surface of the workpiece to be coated in a predetermined pass direction, wherein the end effector (10) with the application devices (11, 12) is aligned essentially at a right angle to the pass direction.

26. Operating method according to one of claims 16 to 25, **characterized in that** the end effector (10) is guided along the surface of the workpiece to be coated in a predetermined pass direction, wherein the end effector (10) with the application devices (11, 12) is aligned essentially in parallel to the pass direction.

27. Operating method according to one of claims 16 to 26, **characterized in that** the workpiece (17, 21, 25) to be coated is transported in a predetermined transport direction, wherein the end effector (10) with the application devices (11, 12) is aligned essentially at a right angle to the transport direction.

28. Operating method according to one of claims 16 to 27, **characterized in that** the workpiece (17, 21, 25) to be coated is transported in a predetermined transport direction, wherein the end effector (10) with the application devices (11, 12) is aligned essentially in parallel to the transport direction.

29. Operating method according to one of claims 16 to 28, **characterized in that** the end effector (10) with the application devices (11, 12) is guided multiple times in parallel or anti-parallel work strokes over the workpiece (17, 21, 25) to be coated, wherein the distance between the individual work strokes is smaller than the spray jet width (b).

30. Operating method according to claim 29, **characterized in that** the end effector (10) is advanced by a predetermined advance distance essentially at a right angle relative to the work strokes after a predetermined number of work strokes.

31. Operating method according to one of claims 16 to 30, **characterized by** the following steps:

- Determining the distance between the individual application devices (11, 12) and the surface of the workpiece to be coated (11, 12) separately for each application device (11, 12),
- adapting at least one operating parameter of the application devices (11, 12) depending on the distance determined for the respective application device (11, 12).

32. Operating method according to claim 31, **characterized in that** the following operating parameter is adapted:

- Shaping air pressure,

- several different shaping air pressures,
- turbine rotation speed,
- coating medium pressure,
- high voltage for charging the coating medium,
- mass flow of the coating medium, and/or
- spray jet width (b).

Revendications

1. Robot de peinture (1) destiné à déposer un produit de revêtement sur des pièces (17, 21, 25), comportant
 - a) plusieurs axes mobiles, et
 - b) un effecteur final (10), propre à être positionné dans l'espace, ainsi que
 - c) plusieurs dispositifs d'application (11, 12), qui sont montés conjointement sur l'effecteur final (10), **caractérisé**
 - d) **en ce que** les dispositifs d'application (11, 12) sont reliés à des systèmes d'alimentation en produit de revêtement, et
 - e) **en ce que** le robot de peinture (1) comporte des conduites de rinçage, pouvant être commandées séparément, pour les différents dispositifs d'application (11, 12), et
 - f) **en ce que** le robot de peinture (1) comporte des conduites de produit de revêtement, pouvant être commandées séparément, pour les différents dispositifs d'application (11, 12),
 - g) de telle sorte que l'un des dispositifs d'application (11) peut être rincé, tandis que l'autre dispositif d'application (12) dépose le produit de revêtement,
 - h) de telle sorte qu'un changement de produit de revêtement est effectué dans l'un des dispositifs d'application (11), tandis qu'un produit de revêtement est déposé avec l'autre dispositif d'application (12).
2. Robot de peinture (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les dispositifs d'application (11, 12) sont disposés l'un à côté de l'autre à une distance définie et projettent chacun dans la même direction un jet de pulvérisation avec une largeur de jet (b) définie.
3. Robot de peinture (1) selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la largeur de jet (b) est au moins aussi grande que la distance entre les dispositifs d'application (11, 12), de telle sorte que les jets de pulvérisation des dispositifs d'application (11, 12) adjacents se chevauchent.
4. Robot de peinture (1) selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la largeur de jet (b) est inférieure à la distance entre les dispositifs d'application (11, 12), de telle sorte que les jets de pulvérisation des dispositifs d'application (11, 12) adjacents ne se chevauchent pas.
5. Robot de peinture (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la largeur de jet (b) est réglable au moins sur un des dispositifs d'application (11, 12).
6. Robot de peinture (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les dispositifs d'application (11, 12) appartiennent à des types différents.
7. Robot de peinture (1) selon la revendication 6, **caractérisé en ce qu'un** dispositif d'application (11) est un pulvérisateur de peinture à l'eau, tandis que l'autre dispositif d'application (12) est un pulvérisateur de solvant.
8. Robot de peinture (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'effecteur final (10) est guidé par un axe (9) d'une main de robot multiaxe et par plusieurs bras de robot.
9. Robot de peinture (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la distance entre les dispositifs d'application (11, 12) est réglable.
10. Robot de peinture (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les dispositifs d'application (11, 12) sont des pulvérisateurs, des pulvérisateurs rotatifs ou des pistolets de pulvérisation.
11. Robot de peinture (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les dispositifs

d'application (11, 12) sont disposés parallèlement ou antiparallèlement entre eux.

12. Robot de peinture (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les dispositifs d'application (11, 12) sont disposés en angle l'un par rapport à l'autre selon un angle défini.

13. Robot de peinture (1) selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** l'angle entre les dispositifs d'application (11, 12) mesure 45°, 90°, 180°.

14. Robot de peinture (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les dispositifs d'application (11, 12) ont une charge électrostatique extérieure ou charge électrostatique directe.

15. Utilisation d'un robot de peinture (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes pour le revêtement de carrosseries de véhicules automobiles.

16. Procédé de fonctionnement pour un robot de peinture (1) multiaxes avec un effecteur final (10) propre à être positionné dans l'espace, plusieurs dispositifs d'application (11, 12) étant montés conjointement sur l'effecteur final (10), **caractérisé en ce que** les dispositifs d'application (11, 12) sont reliés à des systèmes d'alimentation en produit de revêtement séparés, de telle sorte qu'un changement de produit de revêtement est effectué dans l'un des dispositifs d'application (11, 12), tandis qu'un produit de revêtement est déposé au moyen de l'autre dispositif d'application (11, 12).

17. Procédé de fonctionnement selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** la largeur (b) du jet de pulvérisation est réglée sur au moins l'un des dispositifs d'application (11, 12).

18. Procédé de fonctionnement selon la revendication 17, **caractérisé en ce qu'une** largeur (b) du jet de pulvérisation est réglée de telle sorte que les jets de pulvérisation des dispositifs d'application (11, 12) se chevauchent l'un l'autre.

19. Procédé de fonctionnement selon la revendication 17 ou 18, **caractérisé par** les étapes suivantes :

- détermination de la distance entre le dispositif d'application (11, 12) et la pièce (17, 21, 25) à revêtir,
- réglage de la largeur (b) du jet de pulvérisation au moins sur un des dispositifs d'application (11, 12) en fonction de la distance déterminée, de telle sorte que les jets de pulvérisation des dispositifs d'application (11, 12) adjacents se chevauchent l'un l'autre.

20. Procédé de fonctionnement selon la revendication 19, **caractérisé en ce que** le robot de peinture (1) dépose sans interruption des produits de revêtement différents.

21. Procédé de fonctionnement selon l'une quelconque des revendications 16 à 20, **caractérisé en ce que** l'un des dispositifs d'application (11) dépose toujours un produit de revêtement déterminé, tandis que l'autre dispositif d'application (12) dépose tous les autres produits de revêtement possibles.

22. Procédé de fonctionnement selon l'une quelconque des revendications 16 à 21, **caractérisé en ce que** l'un des dispositifs d'application (11) dépose une peinture à l'eau, tandis que l'autre dispositif d'application (11) dépose une peinture au solvant.

23. Procédé de fonctionnement selon l'une quelconque des revendications 16 à 22, **caractérisé en ce que**, pour le rinçage des dispositifs d'application (11, 12), l'effecteur final (10) est déplacé vers un bord de la pièce (17, 21, 25) à revêtir.

24. Procédé de fonctionnement selon l'une quelconque des revendications 16 à 23, **caractérisé en ce que** l'effecteur final (10), pendant le revêtement d'une carrosserie de véhicule automobile, est déplacé devant ou derrière la carrosserie pour le rinçage des dispositifs d'application (11, 12).

25. Procédé de fonctionnement selon l'une quelconque des revendications 19 à 24, **caractérisé en ce que** l'effecteur final (10) est guidé dans une direction de levage définie le long de la surface de la pièce à revêtir, l'effecteur final (10) avec les dispositifs d'application (11, 12) étant orienté sensiblement perpendiculairement à la direction de levage.

26. Procédé de fonctionnement selon l'une quelconque des revendications 16 à 25, **caractérisé en ce que** l'effecteur

final (10) est guidé dans une direction de levage définie le long de la surface de la pièce à revêtir, l'effecteur final (10) avec les dispositifs d'application (11, 12) étant orienté sensiblement parallèlement à la direction de levage.

27. Procédé de fonctionnement selon l'une quelconque des revendications 16 à 26, **caractérisé en ce que** la pièce (17, 21, 25) à revêtir est transportée dans une direction de transport définie, l'effecteur final (10) avec les dispositifs d'application (11, 12) étant orienté sensiblement perpendiculairement à la direction de transport.

28. Procédé de fonctionnement selon l'une quelconque des revendications 16 à 27, **caractérisé en ce que** la pièce (17, 21, 25) à revêtir est transportée dans une direction de transport définie, l'effecteur final (10) avec les dispositifs d'application (11, 12) étant orienté sensiblement parallèlement à la direction de transport.

29. Procédé de fonctionnement selon l'une quelconque des revendications 16 à 28, **caractérisé en ce que** l'effecteur final (10) avec les dispositifs d'application (11, 12) est guidé à plusieurs reprises sur la pièce (17, 21, 25) à revêtir dans des courses de travail parallèles ou antiparallèles, la distance entre les différentes courses de travail étant inférieure à la largeur (b) du jet de pulvérisation.

30. Procédé de fonctionnement selon la revendication 29, **caractérisé en ce que** l'effecteur final (10), après un nombre défini de courses de travail, est déplacé vers l'avant sur une distance d'avance définie perpendiculairement aux courses de travail.

31. Procédé de fonctionnement selon l'une quelconque des revendications 16 à 30, **caractérisé par** les étapes suivantes :

- détermination de la distance entre les différents dispositifs d'application (11, 12) et la surface de la pièce à revêtir, séparément pour chaque dispositif d'application (11, 12),
- adaptation sur les dispositifs d'application (11, 12) d'au moins un paramètre de service en fonction de la distance déterminée pour le dispositif d'application (11, 12) respectif.

32. Procédé de fonctionnement selon la revendication 31, **caractérisé en ce que** l'adaptation concerne les paramètres de service suivants :

- pression de l'air de guidage,
- plusieurs pressions d'air de guidage différentes,
- vitesse de rotation des turbines,
- pression du produit de revêtement,
- haute tension pour la charge du produit de revêtement,
- débit du produit de revêtement et/ou
- largeur (b) du jet de pulvérisation.

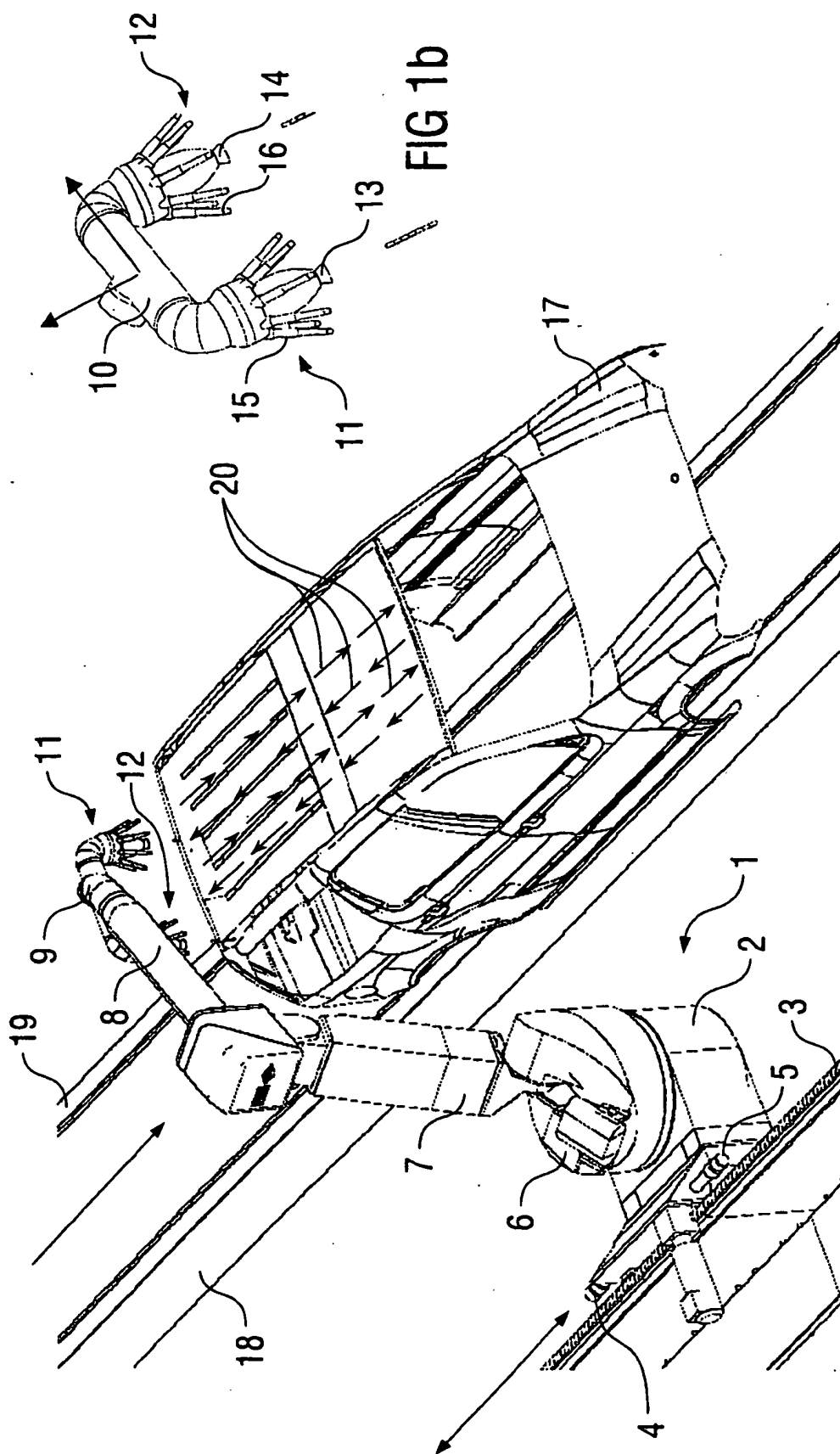


FIG 1a

FIG 1b

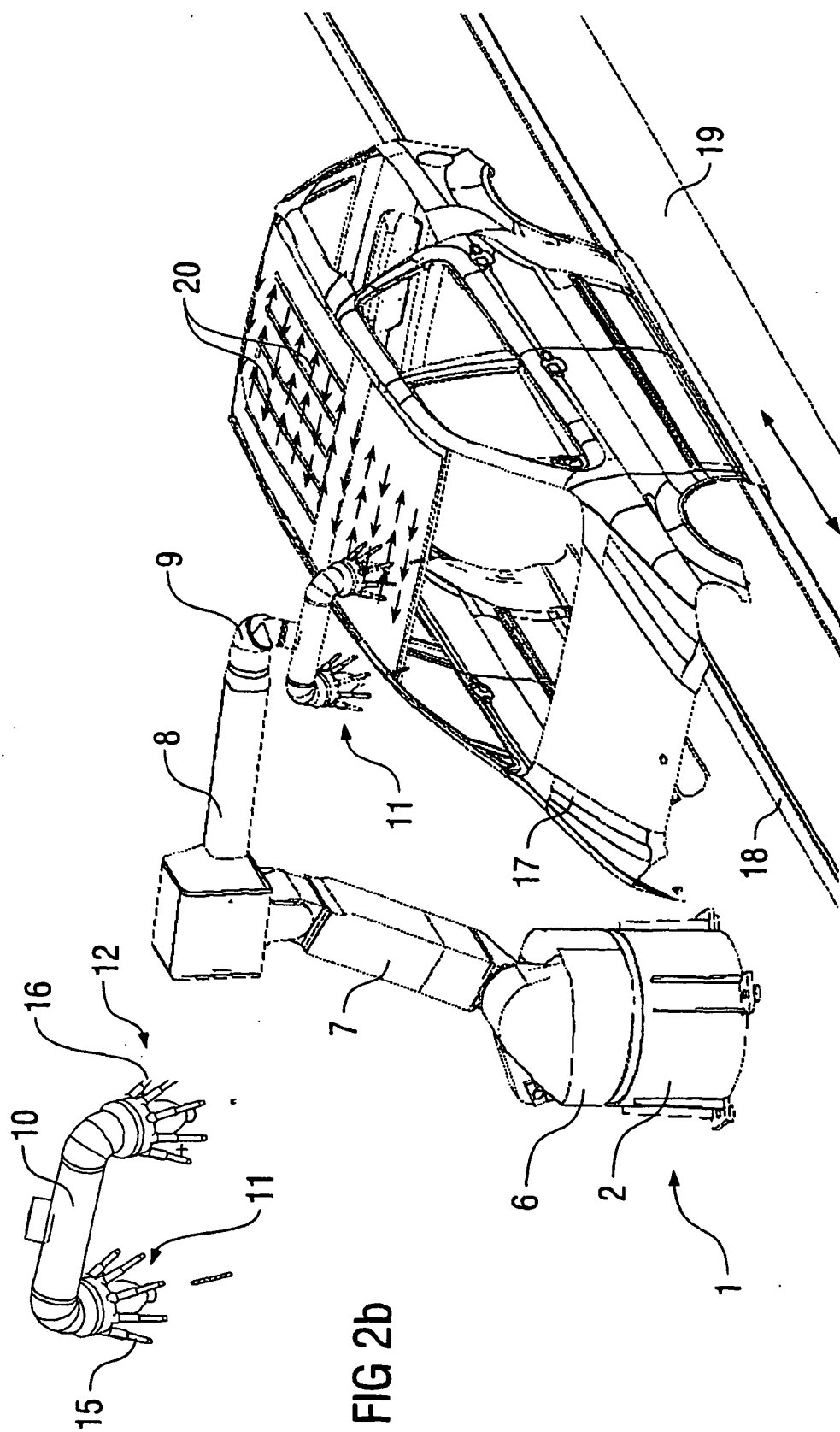
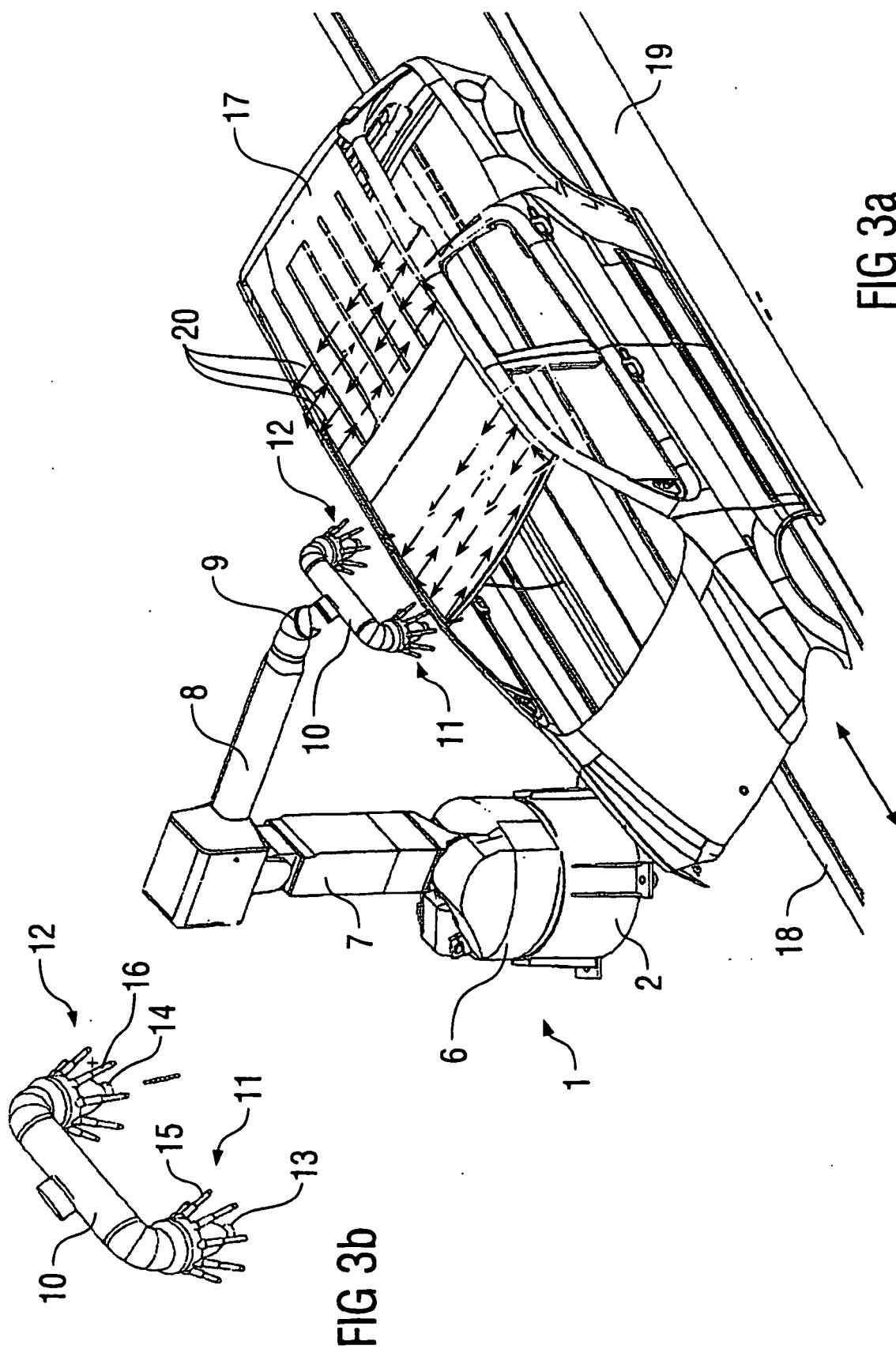
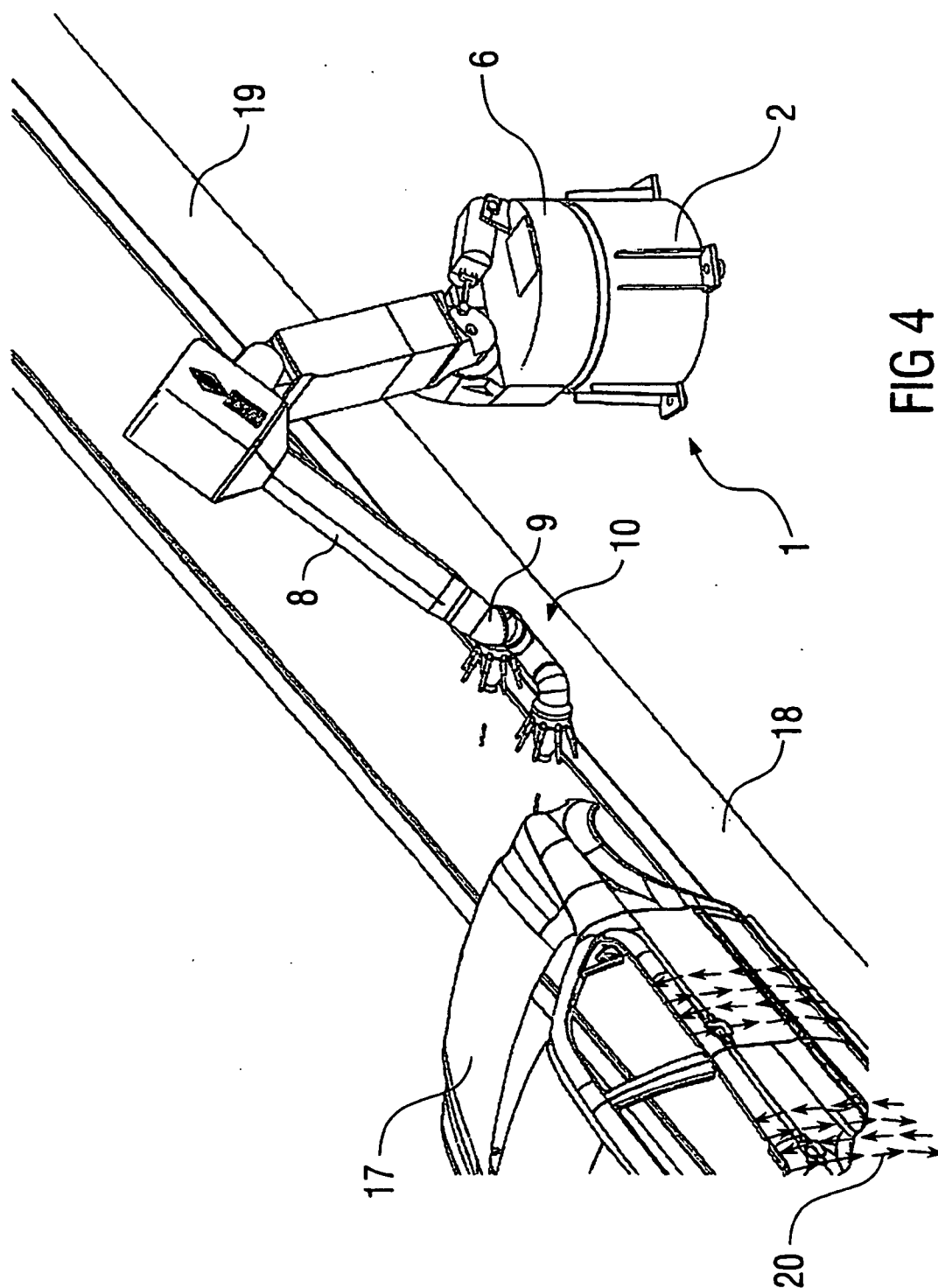


FIG 2a

FIG 2b





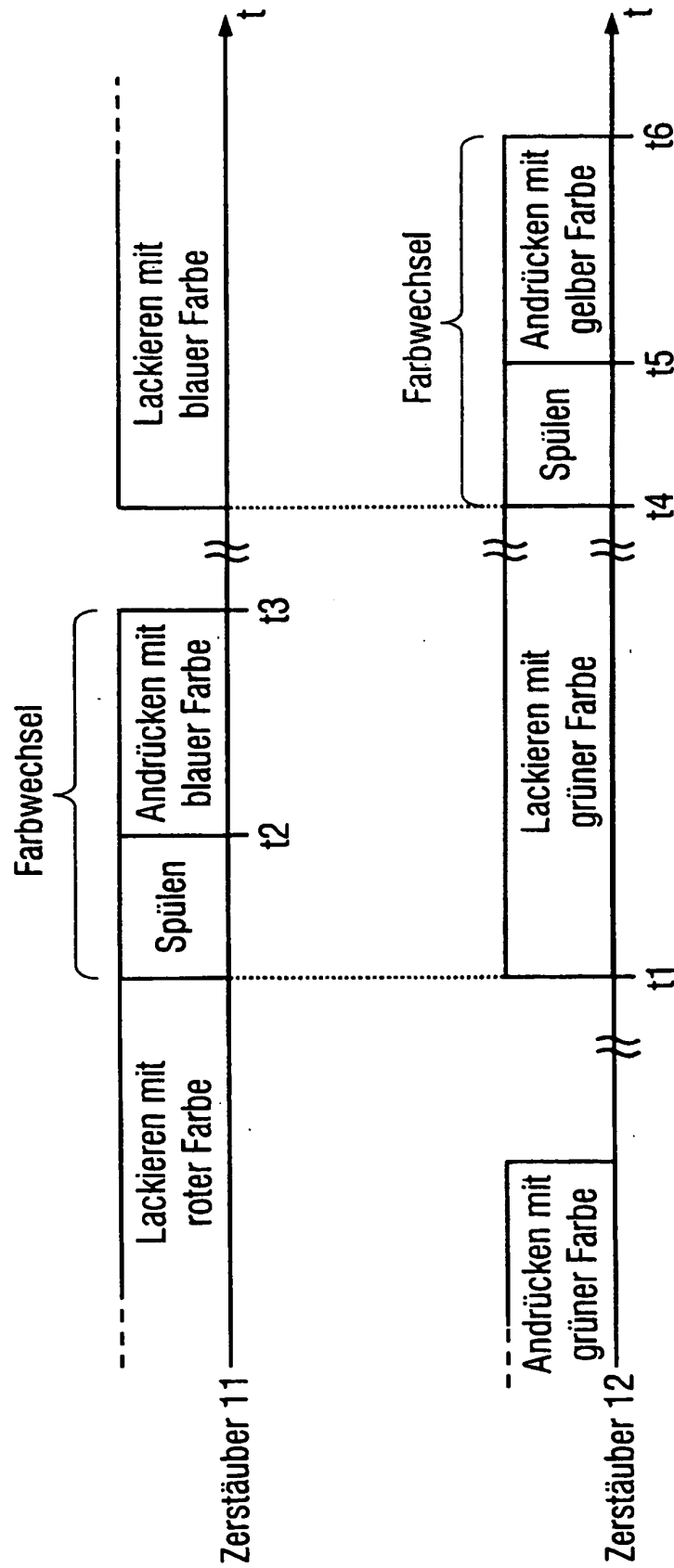


FIG 5

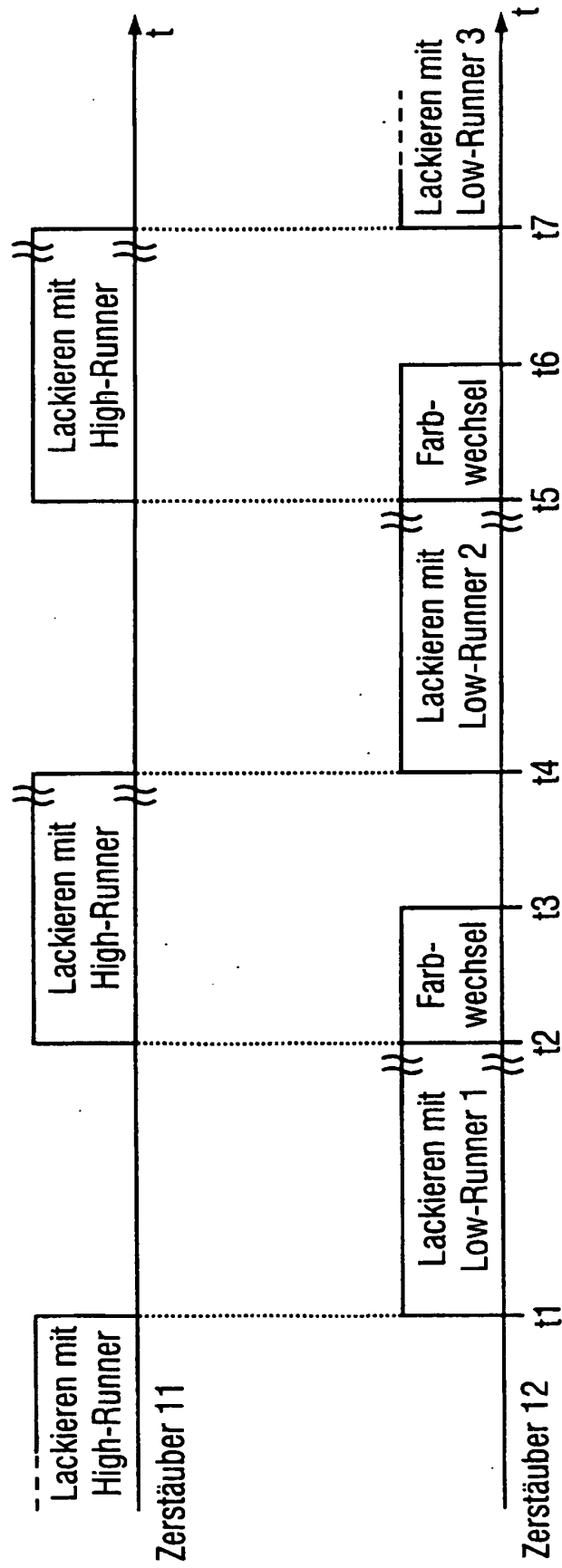


FIG 6

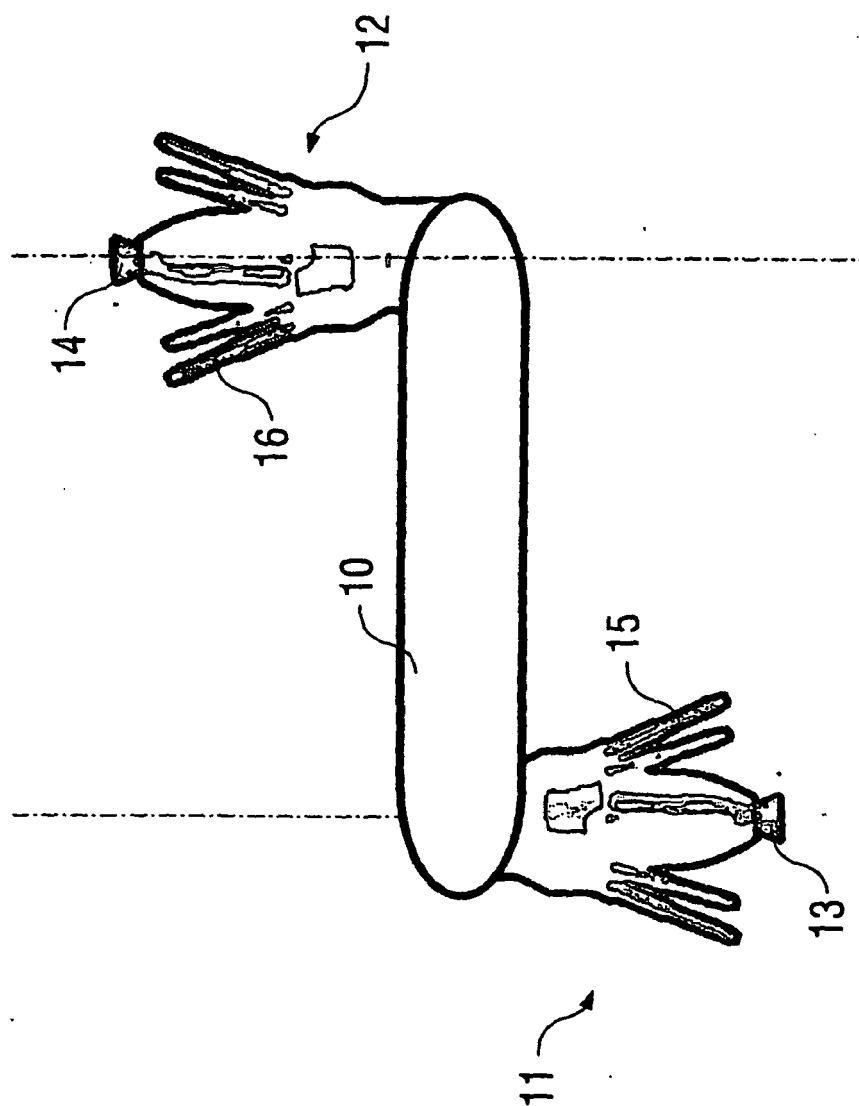


FIG 7

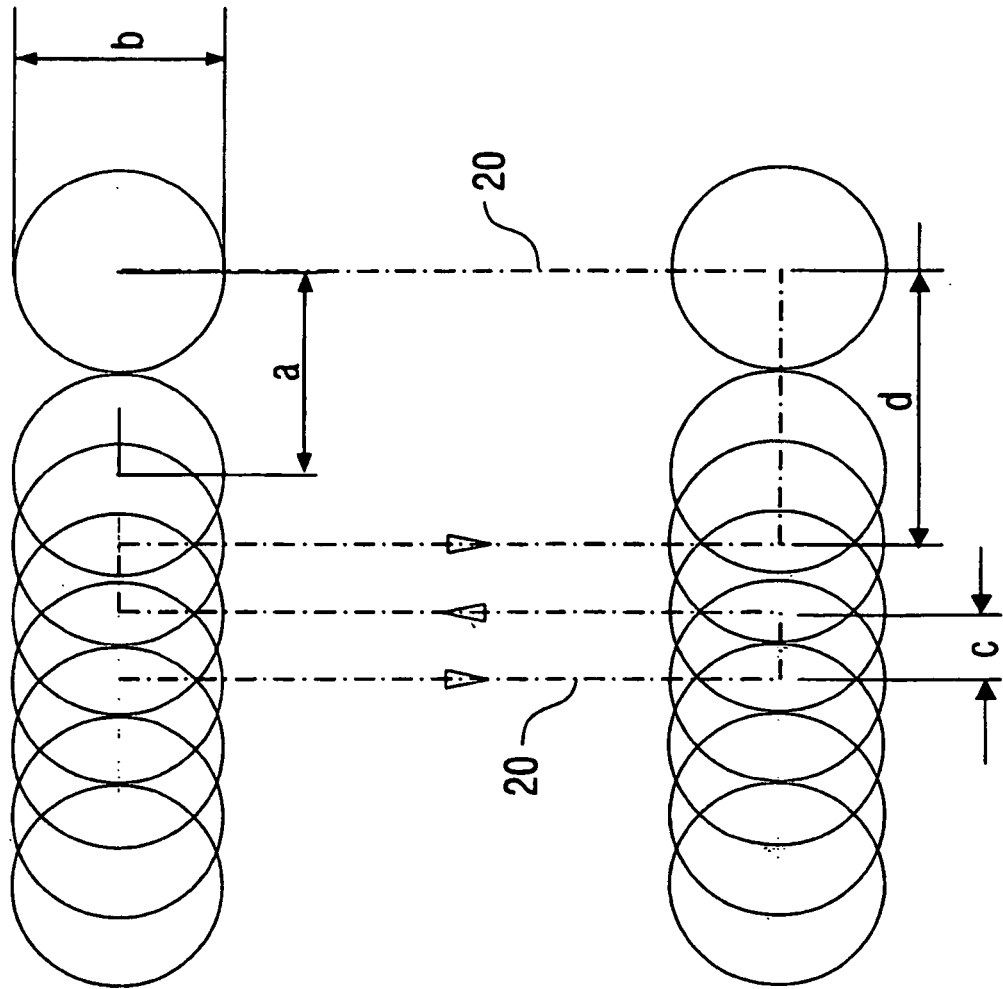


FIG 8

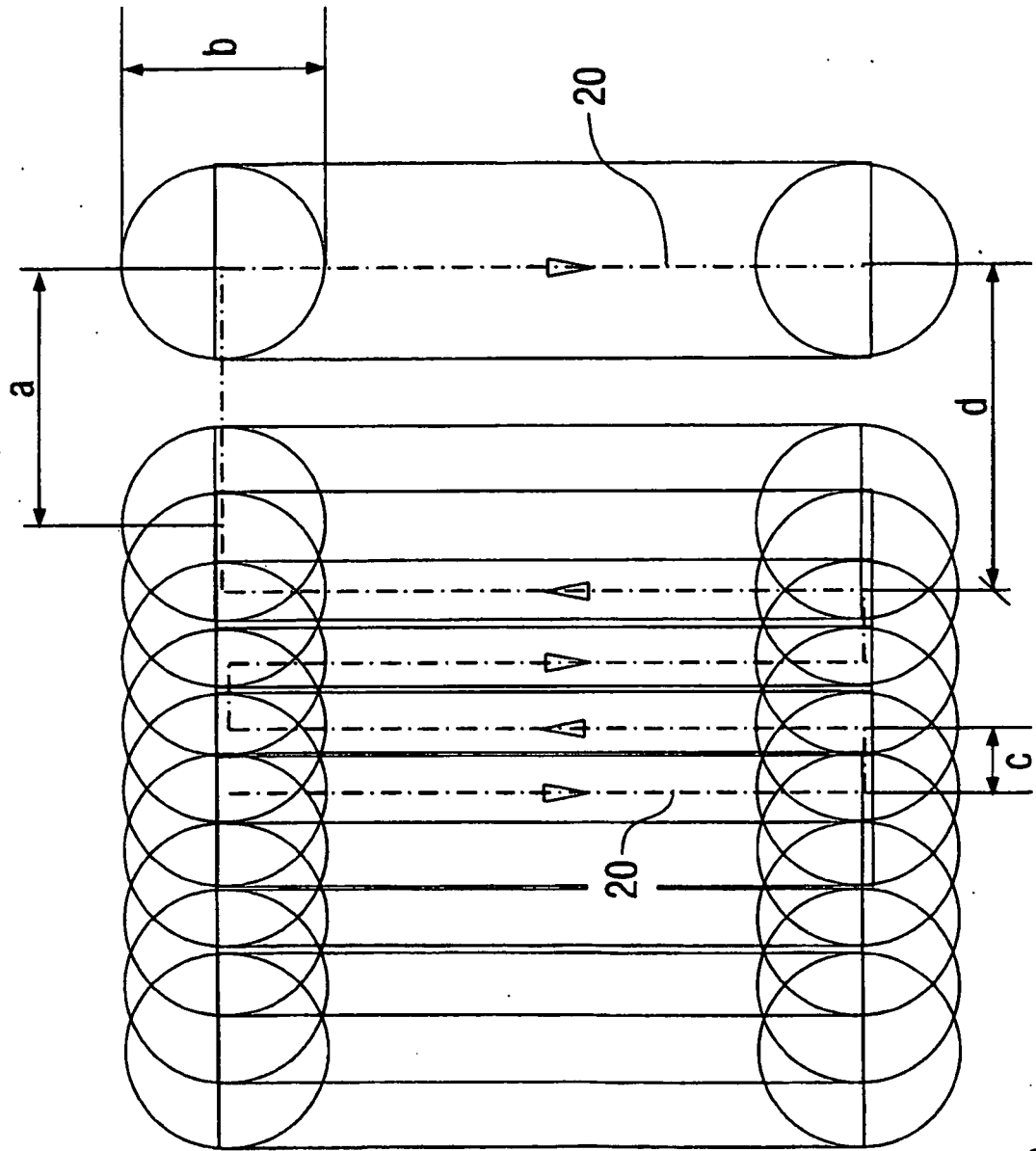


FIG 9

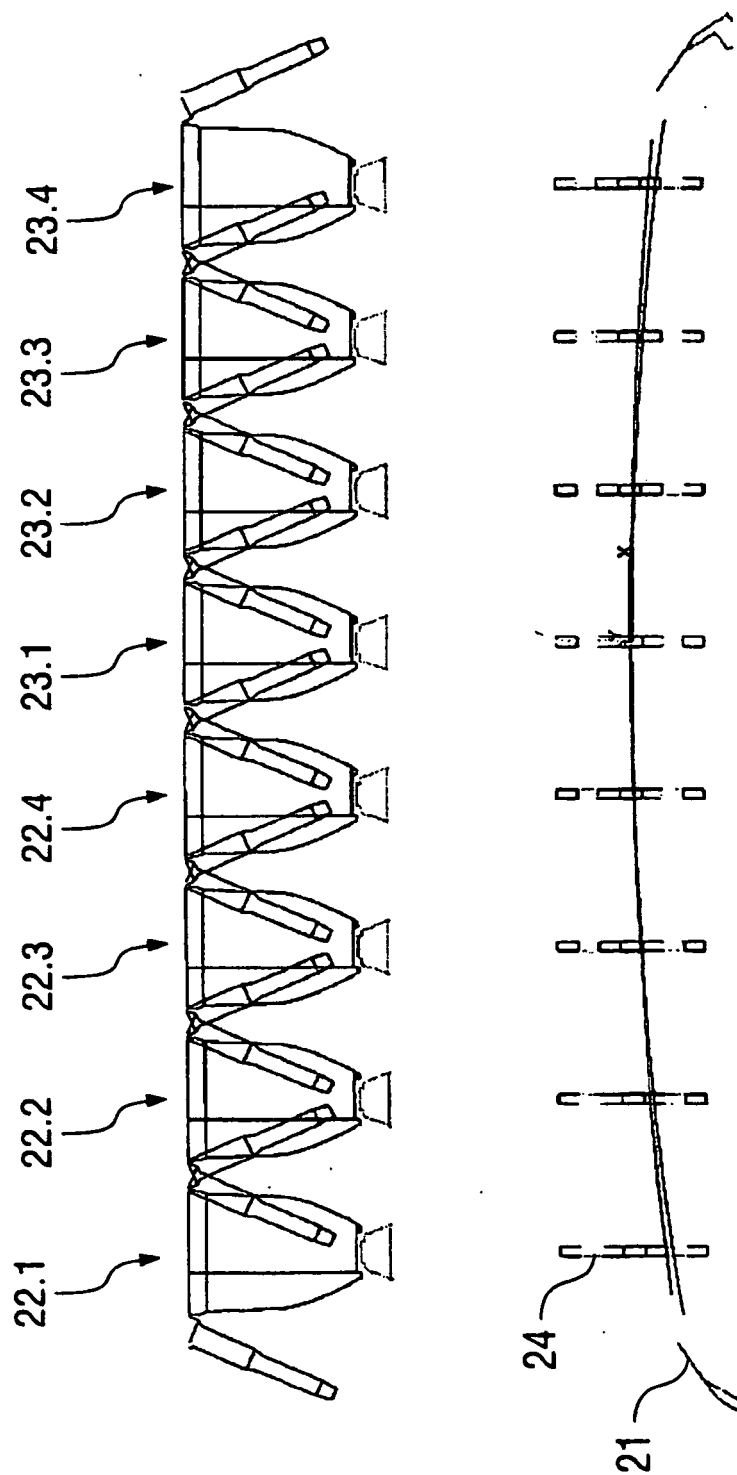


FIG 10

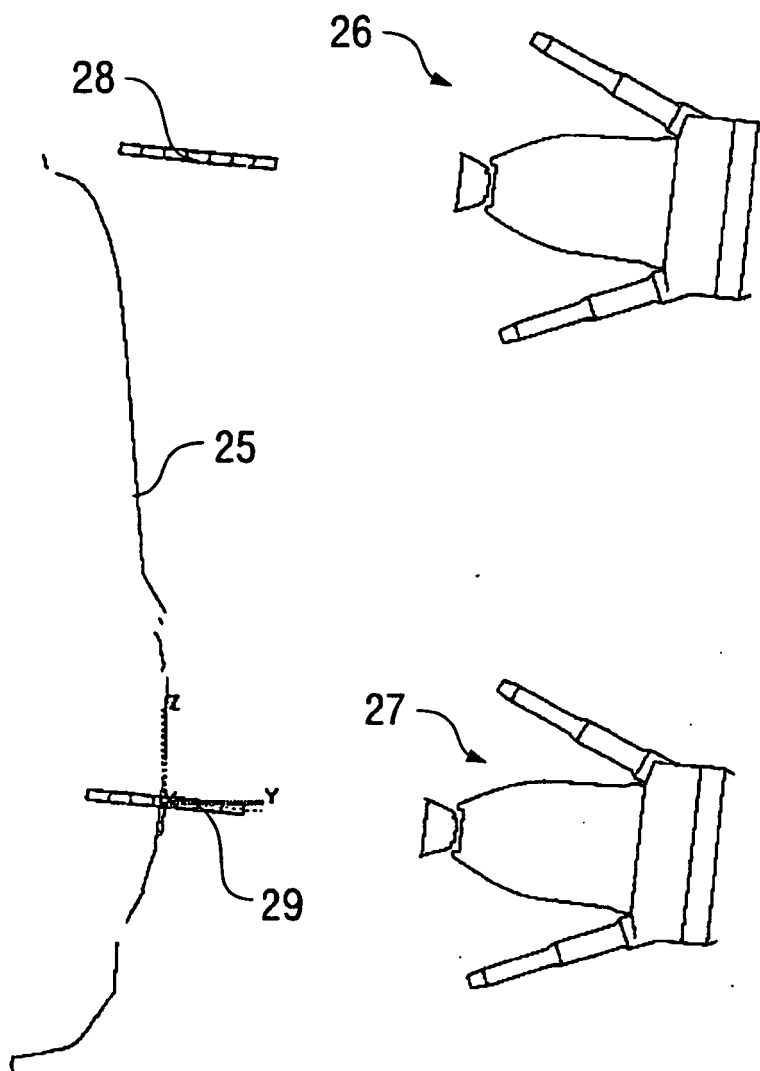


FIG 11

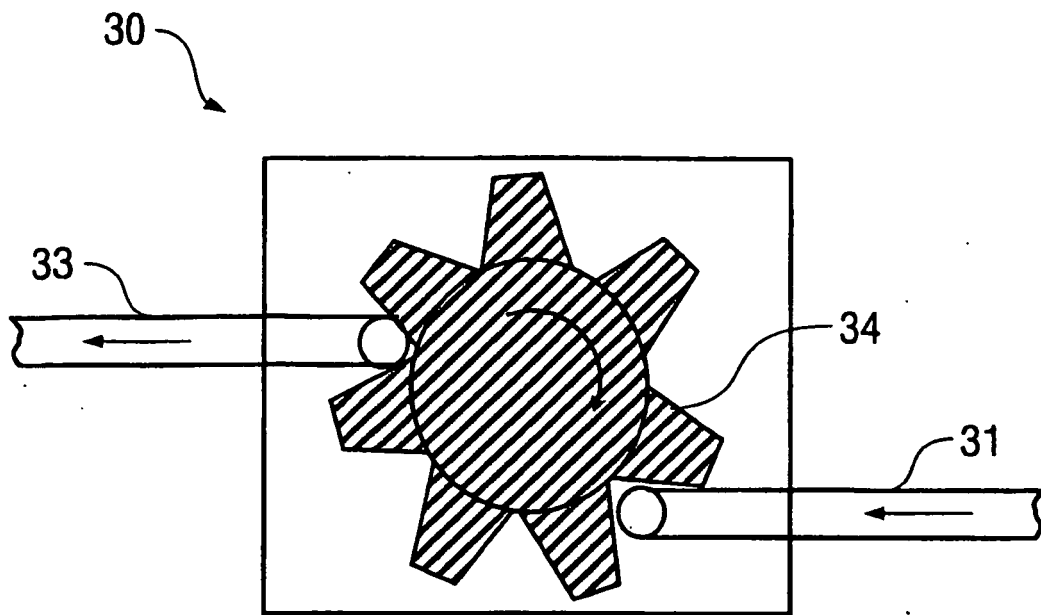


FIG 12a

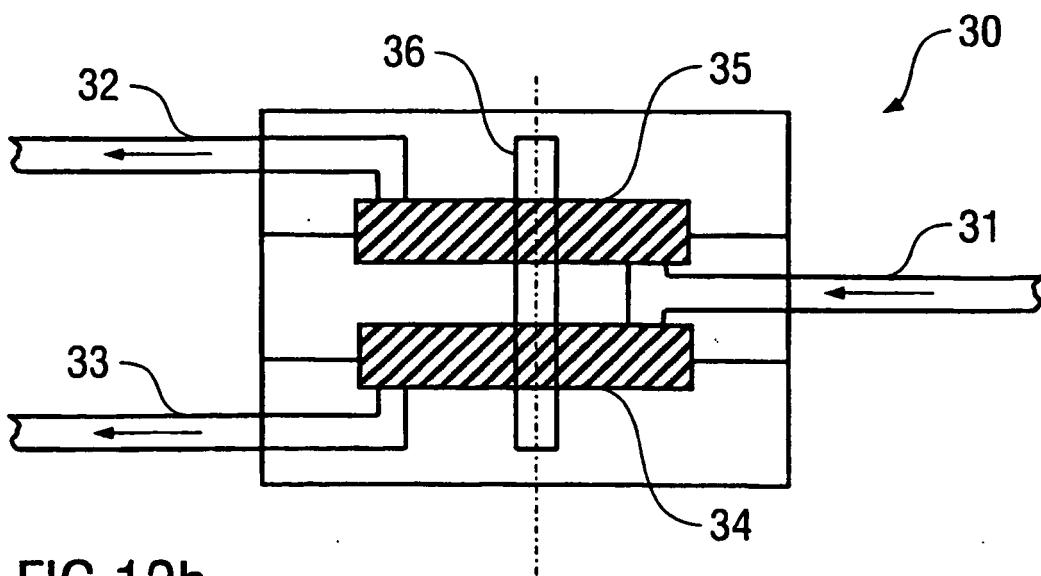


FIG 12b

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 69403485 T2 [0004]
- DE 10149424 A1 [0004]
- DE 8805181 U1 [0004]
- DE 2218756 B2 [0004]
- EP 508130 A1 [0004]
- WO 2009085082 A1 [0004]
- DE 10297271T5 [0004] [0006]
- GB 2190312 A [0004]
- US 6817553 B2 [0004]
- EP 529851 A1 [0004]
- DE 2805072 A1 [0004]
- JP 2000005659 A [0004]
- WO 0187497 A1 [0004]
- EP 579417 A1 [0004]
- DE 19852079 A1 [0004]
- EP 0642840 A [0005]
- US 20040159724 A1 [0005]
- US 4042734 A [0005]
- DE 19726349 A1 [0007]