(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 983 798 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
10.11.2004 Patentblatt 2004/46

(51) Int Cl.[7]: **B05B 12/14**

(21) Anmeldenummer: **99115895.7**

(22) Anmeldetag: **12.08.1999**

(54) **Verfahren und System zur Farbversorgung einer Beschichtungsanlage**

Process and system for supplying paint to a coating installation

Système et procédé d'alimentation en peinture d'une installation de revêtment

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

(30) Priorität: **26.08.1998 DE 19838805**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.03.2000 Patentblatt 2000/10

(73) Patentinhaber: **Dürr Systems GmbH**
70435 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
- **Hezel, Thomas Dipl.-Ing.**
  71679 Asperg (DE)
- **Baumann, Michael, Dipl.-Ing.**
  74223 Flein (DE)

(74) Vertreter: **Heusler, Wolfgang, Dipl.-Ing.**
v. Bezold & Sozien
Patentanwälte
Akademiestrasse 7
80799 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 796 665
EP-A- 0 880 998
DE-A- 19 616 668
US-A- 5 630 552

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 983 798 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Farbversorgungssystem für eine Beschichtungsanlage gemäß dem Oberbegriff der unabhängigen Patentansprüche, die beispielsweise für die Serienbeschichtung von Fahrzeugkarossen geeignet sind.

[0002] Bei einem aus der EP 0 796 665 A2 bekannten System dieser Gattung besteht die Transportvorrichtung, mit der die auswechselbaren Farbbehälter von der Befüllstelle zu der Übergabestelle und nach Gebrauch zurück zu der Befüllstelle gebracht werden, beispielsweise aus einem ortsfesten drehbaren Magazin für eine Vielzahl auswechselbarer Behälter. Der Ort der Übergabestelle kann im Fall einer ebenfalls ortsfesten Beschichtungsmaschine zweckmäßig in deren Nähe gewählt werden, so daß die Übergabevorrichtung, die vorzugsweise aus einer mit einem Greifer für die Behälter versehen Pneumatikzylindereinheit besteht, jederzeit Behälter in die Beschichtungsmaschine einsetzen und nach Gebrauch wieder entnehmen kann. Anders ist es im Fall einer translatorisch verfahrbaren Beschichtungsmaschine wie beispielsweise einer Dachmaschine für die Karossenbeschichtung oder namentlich eines Lackierroboters, der längs der als Mitfahrachse oder "7. Achse" bezeichneten Führungsbahn an den zu beschichtenden Objekten entlangbewegt wird. Hier besteht das Problem, daß die Beschichtungsmaschine erst zu der ortsfesten Übergabestelle fahren muß, bevor dort ein entleerter Behälter entnommen und nachgefüllt oder gegen einen vollen Behälter ausgewechselt werden kann. Dadurch kann unerwünscht viel Zeit verlorengehen. Außerdem ist einiger Aufwand für genaues Positionieren der Beschichtungsmaschine bezüglich der ortsfesten Übergabestelle erforderlich. Unabhängig davon, ob ortsfeste oder verfahrbare Beschichtungsmaschinen zu versorgen sind, sind im übrigen bei dem bekannten System viele mit entsprechendem Aufwand zu steuernde Bewegungen teilweise über relativ große Entfernungen und entsprechend aufwendige und große Baueinheiten erforderlich. Nachteilig können aber vor allem unerwünscht lange Behälterauswechselzeiten sein.

[0003] Aus der EP 0 792 695 A2 ist an sich schon ein Farbversorgungssystem für eine elektrostatische Sprühvorrichtung bekannt, bei dem mit Beschichtungsmaterial gefüllte Behälter auf einer drehbar in der Beschichtungsmaschine gelagerten Transportvorrichtung angeordnet sind und von dieser Transportvorrichtung von einer Befüllstelle zu einer von der Befüllstelle entfernten Entnahmestelle und von dieser zurück zu der Befüllstelle transportierbar sind. Die Behälter werden über bewegbare Farbkupplungen an der Entnahmestelle mit der Sprühvorrichtung und an der Befüllstelle mit einem Farbwechsler verbunden. Während der Materialentnahme bei der Beschichtung sind die Behälter also von den an den Farbwechsler angeschlossenen externen Versorgungsleitungen getrennt, während sie beim Befüllen von der Sprühvorrichtung abgekoppelt sind. Im Gegensatz zu dem System nach der erwähnten EP 0 796 665 A2 befindet sich die drehbare Transportvorrichtung hier aber innerhalb der Beschichtungsmaschine unmittelbar an der Sprühvorrichtung. Außerdem sind während der Materialentnahme aus dem mit der Sprühvorrichtung verbundenen Behälter keine Bewegungen der Transportvorrichtungen möglich, wodurch sich relativ lange Farbwechselzeiten ergeben.

[0004] Aus der nicht vorveröffentlichten EP 0 880 998 A2 ist ein Farbversorgungssystem für eine Beschichtungsanlage zum Beschichten von Werkstücken bekannt, das mit Beschichtungsmaterial unterschiedlicher Farbe füllbare Behälter enthält, die zur Versorgung der Sprühvorrichtung lösbar und auswechselbar an der Sprühvorrichtung montiert und mit ihr verbunden werden und beim Befüllen von der Sprühvorrichtung abgekoppelt und entfernt sind. Die Behälter sind mit einer Transportvorrichtung von einer Versorgungsstelle zu einer von der Versorgungsstelle entfernten übergabestelle transportierbar, von wo sie in Linearbewegungen einer Entnahmestelle der Sprühvorrichtung zuführbar sind. Die Entnahmestelle ist wahlweise von jeder der Übergabestelle der Transportvorrichtung aus durch Linearbewegung des jeweiligen Behälters erreichbar.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und ein System anzugeben, die mit einfach steuerbaren Bewegungen in kürzester Zeit das schnelle Auswechseln von in die Beschichtungsmaschine einsetzbaren und nach Gebrauch aus der Maschine herausnehmbaren Behältern ermöglichen.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche 1 oder 10 gelöst.

[0007] Wenn zur Versorgung einer translatorisch verfahrbaren Beschichtungsmaschine die vorzugsweise drehbar gelagerte Transportvorrichtung für die auswechselbaren Behälter mit der Beschichtungsmaschine mitbewegbar verbunden oder wenigstens ebenfalls längs der Führungsbahn der Maschine verfahrbar ist, muß die Maschine nicht mehr mit entsprechendem Zeitverlust zum Behälterwechsel zu der Transportvorrichtung gefahren werden. Vorteilhaft wird ferner eine fixe definierte Position der Transportvorrichtung relativ zu der Maschine erreicht, entweder durch die mechanische Verbindung oder andernfalls durch einfache Bewegungssteuerung der Transportvorrichtung. Bei der fixen Relativpositionierung genügen einfach steuerbare und kurze Dreh- und Verschiebebewegungen zum Einsetzen und Entnehmen der Behälter in die bzw. aus der Maschine in kürzestmöglicher Zeit. Die hierfür benötigten konstruktiven Bestandteile des Versorgungssystems können einfach und wenig aufwendig sein. Eine frei programmierbare Verfahrbarkeit der Transportvorrichtung unabhängig von der Beschichtungsmaschine hat an sich den Vorteil, daß wahlweise verschiedene, z.B. auf entgegengesetzten Seiten der Bewegungsbahn befindliche Beschichtungsmaschinen frei programmierbar versorgt werden können.

[0008] Aber auch bei einer ortsfest angeordneten Transportvorrichtung der hier beschriebenen Art hat das Farbver-

sorgungssystem den Vorteil einfach steuerbarer und kurzer Dreh- und Verschiebebewegungen zum Hin- und Herbewegen der auswechselbaren Behälter zwischen ihrer Materialentnahmestelle in der Maschine und Füll- und/oder Behälterauswechselstellen außerhalb der Maschine. Abgesehen von einfachen und kompakten Baueinheiten, die wenig Platz beanspruchen, wird hauptsächlich eine extrem kurze Behälterwechselzeit ermöglicht. Wenn nämlich der Beschichtungsmaschine ein leerer Behälter entnommen wird, kann ein bereits an der Übergabestelle wartender voller Behälter sofort und ohne vorherige Bewegung der Transportvorrichtung in die Maschine eingesetzt werden.

[0009] An einem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine teilweise vereinfachte Darstellung eines Farbversorgungssystems für einen Lackierroboter;

Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf das Farbversorgungssystem gemäß Fig. 1 von oben;

Fig. 3 und Fig. 4 Draufsichten entsprechend Fig. 2 nach der Durchführung verschiedener Linear- bzw. Drehbewegungen; und

Fig. 5 das Farbversorgungssystem gemäß Fig. 1 mit einem zusätzlichen Behältermagazin.

[0010] Der in Fig. 1 dargestellte, in üblicher Weise mit einer Sprühvorrichtung 2 bestückte Lackierroboter 1 ist in ebenfalls an sich bekannter Weise translatorisch längs einer als Führungsbahn dienenden Schienenkonstruktion 3 verfahrbar, beispielsweise parallel zu der Förderlinie zu beschichtender Fahrzeugkarossen. Diese Bewegbarkeit wird in der Robotertechnik als 7.Achse bezeichnet. Der Robotor 1 wird in einer Lackierkabine z.B. unmittelbar längs einer Kabinenwand verfahren. In den Arm 5 des Roboters 1 ist in beispielsweise aus den EP 0 796 665 A2 und 0 796 664 A2 bekannter Weise an einer Entnahmestelle 7 ein auswechselbarer Farbbehälter A eingesetzt, eventuell hinter einem selbsttätig zu öffnenden und schließbaren Deckel o.dgl. Der Behälter ist zweckmäßig ein Dosierzylinder, der an der Entnahmestelle 7 an Ventile der Sprühvorrichtung 2 angeschlossen wird und durch Verschieben seines Kolbens entleert wird.

[0011] Zum Einsetzen, Entnehmen und Auswechseln der Farbbehälter dient eine Transportvorrichtung, die bei dem dargestellten Beispiel im wesentlichen durch einen Drehtisch 10 gebildet ist, der um eine vertikale Achse drehbar auf einer fest mit dem verfahrbaren Roboter 1 verbundenen Konsole o.dgl. gelagert ist. Auf dem Drehtisch 10 sind zwei unabhängig voneinander arbeitende Linearbewegungsvorrichtungen 14 und 14' montiert, die jeweils im wesentlichen aus einem längs einer Führungsschiene 17 bzw. 17' horizontal hin- und herbewegbaren Greifer 18 bzw. 18' und einer als Antrieb für diese Linearbewegung dienenden pneumatischen Zylindereinheit 19 bzw. 19' besteht, wie in Fig. 2 dargestellt ist. Die Greifer 18, 18' dienen zum lösbaren Ergreifen der Farbbehälter und sind auf Gleitschuhen 20 bzw. 20' befestigt. Aus konstruktiven und Platzgründen sind darstellungsgemäß die Zylindereinheiten 19, 19' seitlich versetzt zu ihren zugehörigen Führungsschienen 17 bzw. 17' und die mit ihnen kraftschlüssig verbundenen Greifer 18 bzw. 18' entsprechend schräg zur Verschiebungsrichtung oberhalb ihrer Führungsschienen 17, 17' angeordnet.

[0012] Der eine Greifer 18' hat in Fig. 1 und Fig. 2 den in den Roboterarm 5 eingesetzten Behälter A ergriffen, während der andere Greifer 18 einen zweiten, bereits gefüllten Farbbhälter B festhält, der sich an einer Zwischen- oder Übergabestelle 8 (Fig. 2) auf dem Drehtisch 10 befindet und dort auf das Einsetzen in den Roboterarm wartet.

[0013] Die durch den Drehtisch 10 gebildete Transportvorrichtung ist frei programmierbar und hat den Zweck, volle Farbbehälter in den Lackierroboter einzusetzen, ihm den Behälter nach Entleerung wieder zu entnehmen und durch einen neuen, vollen Behälter mit je nach Bedarf gleicher oder anderer Farbe zu ersetzen und den entnommenen leeren Behälter entweder zu einer eventuell vorhandenen (in Fig. 1 nicht dargestellten) Behälterwechselstelle oder einer bei 22 dargestellten Befüll- und Spülstation zu bringen. Die Station 22 ist bei dem dargestellten Beispiel ebenfalls auf der Konsole 12 des Roboters 1 montiert und enthält u.a. einen üblichen Farbwechselventilblock, der über ein flexibles Farb- und Spülmittelleitungsbündel mit externen ortsfesten Versorgungseinrichtungen verbunden ist, die sich außerhalb der Kabine befinden können (nicht dargestellt).

[0014] Fig. 2 zeigt den Drehtisch 10 und die beiden Behälter A und B in derselben bezüglich des Roboterarms 5 genau definierten Lage wie in Fig. 1. Es sei angenommen, daß der Behälter A leer ist und von der bereits an ihm angreifenden Linearbewegungsvorrichtung 14' aus dem Arm 5 des Roboters herausgenommen werden soll, während anschließend als Ersatz der an seiner Übergabestelle 8 wartende, bereits von der Linearbewegungsvorrichtung 14 ergriffenen volle Behälter B eingesetzt werden soll. Die sich nach Vollendung dieser beiden Bewegungen bei unveränderter Drehstellung des Drehtisches 10 ergebenden Behälterpositionen sind in Fig. 3 gezeigt, d.h. der leere Behälter A befindet sich nun an seiner Zwischen- oder Übergabestelle 8', während sich der Behälter B im Roboterarm 5 befindet.

[0015] Wie aus Fig. 2 und Fig. 3 erkennbar ist, unterscheidet sich die Position der Übergabestelle 8' auf dem Drehtisch 10 von derjenigen der anderen Zwischen- oder Übergabestelle 8, so daß die beiden Behälter einander bei ihren jeweiligen Linearbewegungen nicht behindern. Die Wechselbewegungen können steuerungstechnisch gegeneinander verriegelt werden.

[0016] Damit die beiden Linearbewegungen bei der gegebenen, bezüglich des Robotorarms 5 unveränderten Lage des Drehtisches 10 problemlos möglich sind, also nach der Entnahme des Behälters A sofort und fast verzögerungsfrei der volle Behälter B eingesetzt werden kann, sollen die Bewegungsrichtungen der Linearbewegungen der beiden Behälter A, B längs der Führungsschienen 17 bzw. 17' zwischen der jeweiligen Übergabestelle 8' bzw. 8 und der Entnahmestelle 7 miteinander einen Winkel bilden und einander an der Entnahmestelle 7 schneiden. Wie der Vergleich zwischen Fig. 2 und Fig. 3 zeigt, erreichen die Behälter am Ende des Hubes der beiden Linearbewegungsvorrichtungen 14 und 14' jeweils dieselbe Position an der Entnahmestelle 7.

[0017] Die genannte Endposition am Schnittpunkt der beiden Bewegungsrichtungen kann nun durch Drehen des Drehtisches 10 auf der in Fig. 2 angedeuteten Kreisbahn 24 um die Drehtischachse geschwenkt werden, damit der leere Behälter A gegen einen neuen, vollen Behälter ausgetauscht und/oder gemäß Fig. 4 an der Befüll- und Spülstation 22 wieder gefüllt werden kann. Zuvor wird der Greifer 18 wieder aus dem Roboterarm 8 zurückgezogen. Während der Dreh-, Wechsel- oder Füllvorgänge kann der Lackierroboter inzwischen mit dem Behälter B arbeiten.

[0018] Fig. 4 zeigt ein Farbversorgungssystem nach der Verdrehung des Drehtisches 10 in seine nun bezüglich der Station 22 definierten Stellung, bei der die Bewegungsrichtungen der Linearbewegung 14, 14' einander nun an der Versorgungsstelle 23 der Befüll- und Spülstation 22 schneiden, entsprechend der erläuterten Behälterposition an der Entnahmestelle 7. Die beiden Linearbewegungsvorrichtungen sind hier in ihren Stellungen gezeigt, in denen die Vorrichtung 14' den Behälter A in der Station 22 hält, während die Vorrichtung 14 sich mit ihrem zurückgezogenen Greifer 18 ohne Behälter in Warteposition befindet (an der Übergabestelle 8). Nach dem Füllen des Behälters A kann auch dieser von der einen oder anderen Linearbewegungsvorrichtung 14 oder 14' in Warteposition an der einen oder anderen Übergabestelle 8 oder 8' gebracht werden.

[0019] Sodann kann der Drehtisch 10 in die Stellung gemäß Fig. 2 und Fig. 3 zurückgedreht und der beschriebene Wechselvorgang wiederholt werden.

[0020] Es ist auch ein Betrieb denkbar, bei dem die beiden Linearbewegungsvorrichtungen 14 und 14' drei Behälter handhaben. Beispielsweise könnte dann in Fig. 4 die Vorrichtung 14 der Station 22 einen zuvor gefüllten Behälter (nicht dargestellt) entnehmen, bevor der Behälter A von der anderen Vorrichtung 14' in die Station eingesetzt wird.

[0021] Fig. 5 zeigt das beschriebene System nach Fig. 1 bis 4 mit einer zweckmäßigen Ergänzung durch ein zusätzliches Behältermagazin 30, das eine Vielzahl auswechselbarer Farbbehälter 31 enthält und drehbar auf einem Tisch 32 gelagert ist. Das Magazin 30 ist schrittweise zwischen der Anzahl wählbarer Behälter entsprechenden Stellungen verdrehbar, bei denen sich der jeweils gewählte Behälter 31' in einer definierten Position an dem Drehtisch 10 befindet, in der er von jedem der beiden Greifer 18, 18' (Fig. 2) am Schnittpunkt ihrer Bewegungsrichtungen ergreifbar ist. Hierfür kann diese definierte Position der Behälter 31 auf der Kreisbahn 24 des genannten Schnittpunktes liegen. Gemäß der Darstellung der Fig. 5 kann es stattdessen aber zweckmäßiger sein, wenn der ausgewählte Behälter 31' von einer auf dem Tisch 32 montierten Verschiebevorrichtung 34 aus dem Magazin 30 in die bei 31'' angedeutete definierte Position auf der Kreisbahn 24 geschoben wird. Später kann dann derselbe Behälter 31' oder auch ein anderer leerer Behälter wie z.B. A oder B von der Verschiebevorrichtung 34 in das Magazin 30 zurückgeholt werden. Die Verschiebevorrichtung 34 kann einen Greifer für die Behälter haben, die ihrerseits mit entsprechenden Griffelementen auf zwei entgegengesetzten Seiten versehen sein können.

[0022] Die Drehachsen des Magazintisches 32 und des Drehtisches 10 sind zweckmäßig parallel zueinander. Der Magazintisch 32 kann neben dem Drehtisch auf der Konsole 12 des Roboters 1 angeordnet und mit diesem mitfahrbar sein. Stattdessen kann es auch zweckmäßiger sein, das Behältermagazin 30 ortsfest anzuordnen und den Drehtisch 10 jeweils bei Bedarf zu dem Magazin zu fahren. Das Bestücken des Magazins 30 mit vollen Behältern oder das Herausnehmen leerer Behälter kann selbsttätig gesteuert z.B. unter Verwendung der Verschiebevorrichtung 34 und/oder auch manuell erfolgen.

[0023] Zusätzlich oder anstelle des Behältermagazins 30 können auch anders aufgebaute Behälterwechselstationen vorgesehen sein. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, zusätzlich zu der Station 22 mindestens eine weitere, ähnliche Befüll- und Spülstation an dem Drehtisch 10 anzuordnen, deren Versorgungsstelle ebenfalls auf der Kreisbahn 24 liegen kann. Auch Zwischenspeicherplätze für bereits benutzte oder frisch nachgefüllte Behälter können auf der Kreisbahn 24 positioniert sein. Darüber hinaus sind im Rahmen der Erfindung noch weitere Möglichkeiten zum Bereitstellen gefüllter Behälter auf der Transportvorrichtung denkbar.

[0024] Namentlich bei Lackierrobotern kann es nützlich sein, die Behälter wie A, B und 31 beim Befüllen nicht ganz voll zu füllen, sondern dosiert nur mit einer vorbestimmten Materialmenge, die der für einen bestimmten Beschichtungsvorgang, beispielsweise für eine Karosse oder einen Karossenteil benötigten Menge entspricht. Hierfür sind die aus den EP 0 796 664 A2 und 0 796 695 A2 bekannten Dosierzylinder gut geeignet, die durch Verschieben eines Kolbens im Behälter entleert werden. Eine besonders vorteilhafte, in diesem Zusammenhang bisher noch nicht bekannte Maßnahme besteht darin, daß beim Befüllen der Behälter zunächst eine entsprechend dem voraussichtlichen Bedarf bestimmte (vorausberechnete) Materialmenge eingefüllt wird, daß dann bei der Probebeschichtung von einem selbstlernenden Steuersystem festgestellt wird, ob die eingefüllte Menge zu groß oder zu klein ist, und daß bei einem darauffolgenden Füllvorgang die Materialmenge von dem selbstlernenden Steuersystem entsprechend verkleinert

bzw. vergrößert wird. Das den Befüllvorgang steuernde selbstlernende System stellt selbständig die Differenz zwischen eingefüllter und benötigter Materialmenge fest. Die sich tatsächlich ergebenden Entnahmemengen kann das Steuersystem aufgrund der Kolbeneinstellung beim Befüllen und der jeweiligen Einstellung des Kolbens des Dosierzylinders bei der aufgrund anderer Kriterien gesteuerten Beendigung des Beschichtungsvorgangs feststellen. Beispielsweise kann auch ein Behälter zunächst für den ersten Beschichtungsvorgang ganz gefüllt und die Materialmenge dann bei den nächsten Beschichtungsvorgängen schrittweise solange reduziert werden, bis die Füllmenge das erforderliche Maß erreicht.

[0025] Abweichend von der oben beschriebenen Anordnung könnten die beiden Greifer (18, 18') auch so auf dem Drehtisch 10 montiert sein, daß sich ihre Bewegungsrichtungen nicht in der Materialentnahmestelle schneiden. Zur Verringerung des Platzbedarfs könnten sie vielmehr auch eng nebeneinander mit annähernd parallelen (oder mit einem kleinen Winkel gegeneinander geneigten) Bewegungsrichtungen ihrer Greifarme montiert sein, wie in der Patentanmeldung DE 198 58 397.4 beschrieben ist. Bei dieser Anordnung muß der Drehtisch zwischen der Entnahme eines Behälters und dem Einsetzen eines bereitgestellten neuen Behälters in dieselbe Materialentnahmestelle eine kleine Winkelbewegung ausführen, um den neuen Behälter in die zum Einsetzen erforderliche Position zu bringen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Farbversorgung einer Beschichtungsanlage für die Serienbeschichtung von Werkstücken, insbesondere Fahrzeugkarossen, in der eine mit einer Sprühvorrichtung bestückte Beschichtungsmaschine (1) sich längs einer Führungsbahn (3) bewegt,
wobei auswechselbar an der Sprühvorrichtung montierbare oder mit ihr verbindbare Behälter (A, B, 31) mit Beschichtungsmaterial wählbarer Farbe an einer Versorgungsstelle (23, 31") bereitgestellt oder gefüllt werden, während sie von der Sprühvorrichtung abgekoppelt und getrennt sind,
wobei die Behälter von der Versorgungsstelle (23, 31") zu einer davon entfernten Übergabestelle (8, 8') transportiert werden, von wo sie anschließend zu einer Entnahmestelle (7) bewegt werden, wo sie dann mit der Sprühvorrichtung gekoppelt werden,
und wobei die Behälter nach Gebrauch zu der oder einer anderen Übergabestelle (8, 8') zurückgebracht und von dort wieder zu der oder einer anderen Versorgungsstelle (23, 31") transportiert werden,
dadurch gekennzeichnet, daß die von der Entnahmestelle (7) entfernte Übergabestelle (8, 8') zur Versorgung der und/oder einer anderen Beschichtungsmaschine (1) parallel zu der Führungsbahn (3) der Beschichtungsmaschine (1) bewegt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter (A, B) zwischen der Übergabestelle (8, 8') und der Entnahmestelle (7) linear bewegt wird,
daß die übergabestelle (8, 8') mit dem dort befindlichen Behälter (A, B) zwischen einer der Entnahmestelle (7) zugewandten Position und einer der Versorgungsstelle (23, 31") zugewandten Position auf einer Kreisbahn (24) geschwenkt wird,
und **daß** der Behälter (A, B) auch zwischen der Ubergabestelle (8, 8') und der Versorgungsstelle (23, 31") linear bewegt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Behälter (A, B) verwendet werden und sich zwei Übergabestellen (8, 8') voneinander entfernt auf einem gemeinsamen Drehtisch (10) befinden,
daß jeweils nach dem Gebrauch eines Behälters (A) an der Entnahmestelle (7) der gebrauchte Behälter (A) zu der einen Übergabestelle (8') bewegt wird,
daß danach der andere, zuvor gefüllte Behälter (B) aus der anderen Übergabestelle (8) in die Entnahmestelle (7) gebracht wird,
und **daß** der gebrauchte Behälter (A) nach Drehen des Drehtischs (10) aus seiner Übergabestelle (8') in die Versorgungsstelle (23) gebracht wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die Versorgungsstelle (23) mit der Beschichtungsmaschine (1) parallel zu deren Führungsbahn (3) mitbewegt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß der gebrauchte Behälter (A) an der Versorgungsstelle (23) gefüllt und/oder gespült

wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass der gebrauchte Behälter (A) an der mitbewegten oder ortsfesten Versorgungsstelle (31") gegen einen gefüllten Behälter (31') ausgewechselt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass beim Befüllen der Behälter (B) zunächst eine annähernd entsprechend dem voraussichtlichen Bedarf bestimmte Materialmenge eingefüllt wird,
dass dann bei einer Probebeschichtung festgestellt wird, ob die eingefüllte Menge zu groß oder zu klein ist,
und **dass** bei einem darauffolgenden Füllvorgang die Materialmenge entsprechend verkleinert bzw. vergrößert wird, wobei der Befüllvorgang von einem selbstlernenden Steuersystem gesteuert wird, das selbstätig die Differenz zwischen eingefüllter und benötigter Materialmenge feststellt und die Menge bei dem darauffolgenden Füllvorgang korrigiert.

8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass als Behälter Dosierzylinder verwendet werden, die durch Verschieben eines Kolbens im Behälter entleert werden, und dass das Steuersystem zur Feststellung der beim Beschichtungsvorgang entnommenen Materialmenge die Endstellung des Kolbens feststellt.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Behälter an der Versorgungsstelle (23) an einen Farbwechsler angeschlossen wird.

10. Farbversorgungssystem für eine Beschichtungsanlage zum Beschichten von Werkstücken, insbesondere für die Serienbeschichtung von Fahrzeugkarossen,
mit einer längs einer Führungsbahn bewegbaren Beschichtungsmaschine (1), die eine Sprühvorrichtung (2) aufweist,
mit einer Versorgungseinrichtung (22) für Beschichtungsmaterial unterschiedlicher Farbe,
mit mindestens zwei mit dem Beschichtungsmaterial füllbaren Behältern (A, B), die zur Versorgung der Sprühvorrichtung (2) lösbar und auswechselbar an der Sprühvorrichtung montiert und mit ihr verbunden werden können, während der Materialentnahme bei der Beschichtung von der Versorgungseinrichtung (22) getrennt sind und beim Befüllen von der Sprühvorrichtung (2) abgekoppelt und entfernt sind, und mit einer Transportvorrichtung (10), mit der die Behälter (A, B) von einer Versorgungsstelle (23) zu einer von der Versorgungsstelle entfernten Obergabestelle (8, 8') transportierbar sind, von wo sie in Linearbewegungen einer Entnahmestelle (7) der Sprühvorrichtung (2) zuführbar sind,
dadurch gekennzeichnet, dass die von der Entnahmestelle (7) entfernte Übergabestelle (8, 8')zur Versorgung der und/oder einer anderen Beschichtungsmaschine (1) parallel zu der Führungsbahn (3) der Beschichtungsmaschine (1) bewegbar ist.

11. System nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entnahmestelle (7) wahlweise von jeder von zwei Übergabestellen (8, 8') der Transportvorrichtung (10) aus durch Linearbewegung des jeweiligen Behälters (A,B) erreichbar ist.

12. System nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewegungsrichtungen der Linearbewegungen der beiden Behälter (A, B) zwischen der jeweiligen Übergabestelle (8, 8') und der Entnahmestelle (7) miteinander einen Winkel bilden und einander an der Entnahmestelle (7) schneiden.

13. System nach Anspruch 10, 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schnittstelle der linearen Bewegungsrichtungen der Behälter (A, B) programmgesteuert um eine Schwenkachse zwischen mindestens einer Entnahmestelle (7) und einer oder mehreren Versorgungsstellen (23, 31") drehbar ist, welche durch Befüll-, Spül- und/oder Auswechselstellen für die Behälter (A, B) gebildet sind.

14. System nach einem der Ansprüche 10 - 13,
dadurch gekennzeichnet, dass sich zwei voneinander beabstandete Übergabestellen (8, 8') auf einem die Transportvorrichtung bildenden drehbar gelagerten Drehtisch (10) befinden, um dessen Drehachse die Schnittstelle der linearen Bewegungsrichtungen drehbar ist.

15. System nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass der Drehtisch (10) zwischen mindestens zwei definierten Positionen drehbar ist, wobei in der ersten Drehposition Linearbewegungen der Behälter (A, B) zwischen der Übergabestellen (8, 8') und der Entnahmestelle (7) durchführbar sind und in der zweiten Drehposition ebenfalls Linearbewegungen der Behälter (A, B) zwischen den Übergabestellen (8, 8') und der Versorgungsstelle (23, 31") durchführbar sind,
und dass die Richtungen der Linearbewegungen einander an der Versorgungsstelle schneiden, wenn sich der Drehtisch (10) in der zweiten Drehposition befindet.

16. System nach Anspruch 14 oder 15,
dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Drehtisch (10) zwei Pneumatikzylindereinheiten (14, 14') oder sonstige gesteuerte Linearantriebseinheiten montiert sind, die unter Bildung des Bewegungsrichtungswinkels längs jeweils einer der beiden Bewegungsrichtungen arbeiten und jeweils mit einem Greifer (18, 18') zum lösbaren Ergreifen eines Behälters (A, B) versehen sind.

17. System nach einem der Ansprüche 10 bis 16,
dadurch gekennzeichnet, dass die Transportvorrichtung (10) translatorisch längs einer Führungsbahn (3) verfahrbar ist.

18. System nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet, dass die Transportvorrichtung (10) fest mit einer längs der Führungsbahn (3) verfahrbaren, mit der Sprühvorrichtung (2) bestückten Beschichtungsmaschine (1) verbunden und mit ihr mitfahrbar ist.

19. System nach einem der Ansprüche 10 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Behältermagazin (30) für eine Vielzahl auswählbarer Behälter (31) vorgesehen ist, und dass die Transportvorrichtung (10) in eine Position bewegbar ist, bei der ein ausgewählter Behälter (31') des Magazins (30) sich an der Schnittstelle der Linearbewegungsrichtungen befindet oder dorthin bringbar ist.

20. System nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet, dass das Behältermagazin (30) um eine Achse drehbar ist, die zu der Drehachse des Drehtischs (10) parallel ist.

21. System nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass die Transportvorrichtung (10) und die Übergabestelle (8, 8') mit der Beschitungsmaschine (1) verbunden und mit ihr parallel zu der Führungsbahn (3) mitfahrbar sind.

Claims

1. Method of supplying paint to a coating installation for serial coating of workpieces, in particular vehicle bodies, in which a coating machine (1) equipped with a spray device moves along a guideway (3), wherein containers (A, B, 31) which can be replaceably mounted on the spray device or can be connected thereto are provided with coating material of a selectable colour at a supply station (23, 31") or are filled while they are decoupled and separate from the spray device, wherein the containers are transported from the supply station (23, 31") to a transfer station (8, 8') which is remote therefrom, from which they are then moved to a takeoff station (7) where they are then coupled to the spray device, and wherein the containers are returned after use to the or to another transfer station (8, 8') and from there are transported back again to the or to another supply station (23, 31"), **characterised in that** the transfer station (8, 8') which is remote from the takeoff station (7) is moved parallel to the guideway (3) of the coating machine (1) in order to supply the and/or another coating machine (1).

2. Method as claimed in Claim 1, **characterised in that** the container (A, B) is moved in a linear manner between the transfer station (8, 8') and the takeoff station (7), that the transfer station (8, 8') with the container (A, B) located there is pivoted on a circular path (24) between a position facing the takeoff station (7) and a position facing the supply station (23, 31"), and that the container (A, B) is also moved in a linear manner between the transfer station (8, 8') and the supply station (23,31").

3. Method as claimed in Claim 1 or 2, **characterised in that** at least two containers (A, B) are used and two transfer stations (8, 8') are located remote from one another on a common turntable (10), that in each case after use of a container (A) at the takeoff station (7) the used container (A) is moved to a transfer station (8'), that thereafter the

other previously filled container (B) is brought from the other transfer station (8) to the takeoff station (7), and that after turning of the turntable (10) the used container (A) is brought from its transfer station (8') to the supply station (23).

4. Method as claimed in any one of the preceding claims, **characterised in that** the supply station is also moved with the coating machine (1) parallel to the guideway (3) of the latter.

5. Method as claimed in any one of the preceding claims, **characterised in that** the used container (A) is filled and/or rinsed at the supply station (23).

6. Method as claimed in any one of Claims 1 to 4, **characterised in that** the used container (A) is replaced by a filled container (31') at the supply station (31") which moves with it or is stationary.

7. Method as claimed in Claim 1, **characterised in that** when the container (B) is filled first of all a quantity of material determined approximately according to the expected requirement is introduced, that it is then determined with a sample coating whether the quantity introduced is too great or too small, and that in a subsequent filling operation the quantity of material is appropriately reduced or increased, wherein the filling process is controlled by a self-learning system which automatically determines the difference between the quantity of material introduced and required and corrects the quantity at the subsequent filling operation.

8. Method as claimed in Claim 7, **characterised in that** the containers used are metering cylinders which are emptied by pushing of a piston in the container, and that in order to determine the quantity of material removed during the coating operation the control system determines the end position of the piston.

9. Method as claimed in any one of the preceding claims, **characterised in that** the container is connected to the supply station (23) at a paint changer.

10. Paint supply system for a coating installation for coating workpieces, in particular for serial coating of vehicle bodies, with a coating machine (1) which is movable along a guideway and has a spray device (2), with a supply device (22) for coating material of different colour, with at least two containers (A, B) which can be filled with the coating material which for supplying the spray device (2) can be detachably and replaceably mounted on the spray device and connected thereto, are separated from the supply device (22) during removal of material during coating and are decoupled and removed from the spray device (2) during filling, and with a transport device (10) by which the containers (A, B) can be transported from a supply station (23) to a transfer station (8, 8') which is remote from the supply station and from where they can be delivered to a takeoff station (7) of the spray device (2), **characterised in that** for supplying the and/or another coating machine (1) the transfer station (8, 8') which is remote from the takeoff station (7) can be moved parallel to the guideway (3) of the coating machine (1).

11. System as claimed in Claim 10, **characterised in that** the takeoff station (7) can be reached selectively from each of two transfer stations (8, 8') of the transport device (10) by linear movement of the respective container (A, B).

12. System as claimed in Claim 10 or 11, **characterised in that** the directions of the linear movements of the two containers (A, B) between the respective transfer station (8, 8') and the takeoff station (7) form an angle with one another and intersect one another at the takeoff station (7).

13. System as claimed in Claim 10, 11 or 12, **characterised in that** the intersection of the linear directions of movement of the containers (A, B) can be rotated under program control about a pivot axis between at least a takeoff station (7) and one or more supply stations (23, 31") which are formed by filling, rinsing and/or replacing stations for the containers (A, B).

14. System as claimed in any one of Claims 10 to 13, **characterised in that** two transfer stations (8, 8') which are spaced from one another are located on a rotatably mounted turntable which forms a transport device, the intersection of the linear directions of movement being rotatable about the axis of rotation thereof.

15. System as claimed in Claim 14, **characterised in that** the turntable (10) is rotatable between at least two defined positions, wherein in the first rotated position linear movements of the containers (A, B) can be carried out between the transfer stations (8, 8') and the takeoff station (7) and in the second rotated position linear movements of the containers (A, B) can likewise be carried out between the transfer stations (8, 8') and the supply station (23, 31"),

and that the directions of the linear movements intersect one another at the supply station when the turntable (10) is in the second rotated position.

16. System as claimed in Claim 14 or 15, **characterised in that** two pneumatic cylinder units (14, 14') or other controlled linear drive units are mounted on the turntable (10), each operate along one of the two directions of movement thus forming the angle of direction of movement and are each provided with a gripper (18, 18') for releasable gripping of a container (A, B).

17. System as claimed in any one of Claims 10 to 16, **characterised in that** the transport device (10) can be moved in translation along a guideway (3).

18. System as claimed in Claim 17, **characterised in that** the transport device (10) is firmly connected to and movable with a coating machine (1) which is movable along the guideway (3) and is equipped with the spray device (2).

19. System as claimed in any one of Claims 10 to 18, **characterised in that** a container magazine (30) is provided for a plurality of selectable containers (31), and that the transport device (10) can be moved into a position in which a selected container from the magazine (30) is located at the intersection of the directions of linear movement or can be brought to that intersection.

20. System as claimed in Claim 19, characterise din that the container magazine (30) is rotatable about an axis which is parallel to the axis of rotation of the turntable (10).

21. System as claimed in Claim 10, **characterised in that** the transport device (10) and the transfer station (8, 8') are connected to the coating machine (10) and can be moved therewith parallel to the guideway (3).

Revendications

1. Procédé d'alimentation en peinture d'une installation de revêtement pour le revêtement en série de pièces, en particulier de carrosseries de véhicule, dans laquelle une machine de revêtement (1), équipée d'un dispositif de pulvérisation, se déplace le long d'une voie de guidage (3), dans lequel des récipients (A, B, 31) pouvant être montés échangeables sur le dispositif de pulvérisation ou reliés à celui-ci, sont préparés ou remplis d'un matériau de revêtement d'une couleur à choisir, en un point d'alimentation (23, 31''), tandis qu'ils sont désaccouplés et séparés du dispositif de pulvérisation,
dans lequel les récipients sont transportés du point d'alimentation (23, 31") vers un point de transfert (8, 8') éloigné de celui-ci, d'où ils sont ensuite déplacés vers un point de prélèvement (7) où ils sont ensuite accouplés au dispositif de pulvérisation,
et dans lequel, après utilisation, les récipients sont rapportés au point de transfert (8, 8') ou à un autre point de transfert et de là sont à nouveau transportés vers le ou un autre point d'alimentation (23, 31"),
caractérisé en ce que le point de transfert (8, 8'), éloigné du point de prélèvement (7), est déplacé parallèlement à la voie de guidage (3) de la machine de revêtement (1), pour l'alimentation de la et/ou d'une autre machine de revêtement (1).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le récipient (A, B) est déplacé linéairement entre le point de transfert (8, 8') et le point de prélèvement (7), **en ce que** le point de transfert (8, 8') avec le récipient (A, B) s'y trouvant est pivoté entre une position tournée vers le point de prélèvement (7) et une position tournée vers le point d'alimentation (23, 31"), sur une voie circulaire (24), et **en ce que** le récipient (A, B) est déplacé linéairement entre le point de transfert (8, 8') et le point d'alimentation (23, 31").

3. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisé en ce qu'**on utilise au moins deux récipients (A, B) et deux points de transfert (8, 8') se trouvant éloignés l'un de l'autre sur une table rotative (10) commune, **en ce qu'**après l'utilisation d'un récipient (A) au point de prélèvement (7), le récipient (A) utilisé est déplacé vers un point de transfert (8'), **en ce qu'**ensuite l'autre récipient (B), préalablement rempli, est amené depuis l'autre point de transfert (8) au point de prélèvement (7), et **en ce que** le récipient (A) utilisé est amené, après rotation de la table rotative (10), de son point de transfert (8'), au point d'alimentation (23).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le point d'alimentation (23) est déplacé avec la machine de revêtement (1) parallèlement à sa voie de guidage (3).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le récipient (A) utilisé est rempli et/ou lavé au point d'alimentation (23).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le récipient (A) utilisé est échangé contre un récipient (31') rempli au point d'alimentation (31") déplacé en même temps ou fixe.

7. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** pendant le remplissage des récipients (B), on introduit d'abord une quantité de matière déterminée approximativement en fonction de la consommation prévisible, **en ce qu'**ensuite on constate, lors d'un revêtement d'essai, si la quantité introduite est trop grande ou trop petite, et **en ce qu'**au cours d'une opération de remplissage suivante on réduit ou on augmente en conséquence la quantité de matière, l'opération de remplissage étant commandée par un système de commande à auto-apprentissage qui constate automatiquement la différence entre la quantité de matière introduite et la quantité de matière nécessaire et qui corrige la quantité lors de l'opération de remplissage suivante.

8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'**on utilise comme récipients des cylindres de dosage qui sont vidangés par coulissement d'un piston dans le récipient, et **en ce que** le système de commande constate la position de fin de course du piston pour constater la quantité de matière prélevée lors de l'opération de revêtement.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le récipient est raccordé au point d'alimentation (23) à un changeur de couleur.

10. Système d'alimentation en peinture pour une installation de revêtement pour le revêtement de pièces, en particulier pour le revêtement en série de carrosseries de véhicule, comportant une machine de revêtement (1) déplaçable le long d'une voie de guidage qui comporte un dispositif de pulvérisation (2),
comportant un dispositif d'alimentation (22) pour la matière de revêtement de différentes couleurs,
comportant au moins deux récipients (A, B) pouvant être remplis avec la matière de revêtement, qui, pour l'alimentation du dispositif de pulvérisation (2), peuvent être montés sur le dispositif de pulvérisation de manière séparable et échangeable et peuvent être reliés à celui-ci, tandis que le prélèvement de matière lors du revêtement est séparé du dispositif d'alimentation (22) et, lors du remplissage, est désaccouplé et éloigné du dispositif de pulvérisation (2),
et comportant un dispositif de transport (10) au moyen duquel les récipients (A, B) peuvent être transportés depuis un point d'alimentation (23) vers un point de transfert (8, 8'), éloigné du point d'alimentation, d'où ils peuvent être amenés, par des déplacements linéaires, à un point de prélèvement (7) du dispositif de pulvérisation (2),
caractérisé en ce que le point de transfert (8, 8') éloigné du point de prélèvement (7) est déplaçable pour l'alimentation de la et/ou d'une autre machine de revêtement (1), parallèlement à la voie de guidage (3) de la machine de revêtement (1).

11. Système selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le point de prélèvement (7) peut être atteint au choix depuis chacun de des deux points de transfert (8, 8') du dispositif de transport (10), par déplacement linéaire du récipient (A, B) concerné.

12. Système selon la revendication 10 ou la revendication 11, **caractérisé en ce que** les directions de déplacement des mouvements linéaires des deux récipients (A, B) entre le point de transfert (8, 8') respectif et le point de prélèvement (7) forment entre elles un angle et se coupent au point de prélèvement (7).

13. Système selon la revendication 10, la revendication 11 ou la revendication 12, **caractérisé en ce que** le point d'intersection des directions de déplacement linéaire des récipients (A, B) peut tourner, de manière commandée par un programme, autour d'un axe de pivotement, entre au moins un point de prélèvement (7) et un ou plusieurs points d'alimentation (23, 31") qui sont constitués par des points de remplissage, de lavage et/ou d'échange des récipients (A, B).

14. Système selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, **caractérisé en ce que** deux points de transfert (8, 8') espacés l'un de l'autre se trouvent sur une table rotative (10) montée tournante, formant le dispositif de transport, autour de l'axe de rotation duquel le point d'intersection des directions de déplacement linéaire peut tourner.

15. Système selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** la table rotative (10) peut tourner entre au moins deux positions définies, dans la première position de rotation pouvant être exécutés des mouvements linéaires des récipients (A, B) entre les points de transfert (8, 8') et le point de prélèvement (7), et dans la deuxième position

de rotation, pouvant être exécutés également des mouvements linéaires des récipients (A, B) entre les points de transfert (8, 8') et le point d'alimentation (23, 31"), et **en ce que** les directions des mouvements linéaires se coupent l'une l'autre au point d'alimentation, lorsque la table rotative (10) se trouve dans la deuxième position de rotation.

16. Système selon la revendication 14 ou la revendication 15, **caractérisé en ce que** sur la table rotative 10 sont montées deux unités à vérin pneumatique (14, 14') ou d'autres unités d'entraînement linéaire commandées qui, en formant l'angle des directions de déplacement, travaillent chacune le long de l'une des deux directions de déplacement et sont pourvues chacune d'une griffe (18, 18') pour saisir de manière séparable un récipient (A, B).

17. Système selon l'une quelconque des revendications 10 à 16, **caractérisé en ce que** le dispositif de transport (10) est déplaçable en translation le long d'une voie de guidage (3).

18. Système selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** le dispositif de transport (10) est relié de manière fixe à une machine de revêtement (1), déplaçable le long de la voie de guidage (3) et équipée du dispositif de pulvérisation (2), et peut être déplacé avec celle-ci.

19. Système selon l'une quelconque des revendications 10 à 18, **caractérisé en ce qu'**il est prévu un magasin à récipients (30) pour un grand nombre de récipients (31) à sélectionner, et **en ce que** le dispositif de transport (10) est déplaçable dans une position dans laquelle un récipient (31') sélectionné du magasin (30) se trouve au point d'intersection des directions des mouvements linéaires ou peut y être amené.

20. Système selon la revendication 19, **caractérisé en ce que** le magasin à récipients (30) peut tourner autour d'un axe qui est parallèle à l'axe de rotation de la table rotative (10).

21. Système selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le dispositif de transport (10) et le point de transfert (8, 8') sont reliés à la machine de revêtement (1) et sont déplaçables avec celle-ci parallèlement à la voie de guidage (3).

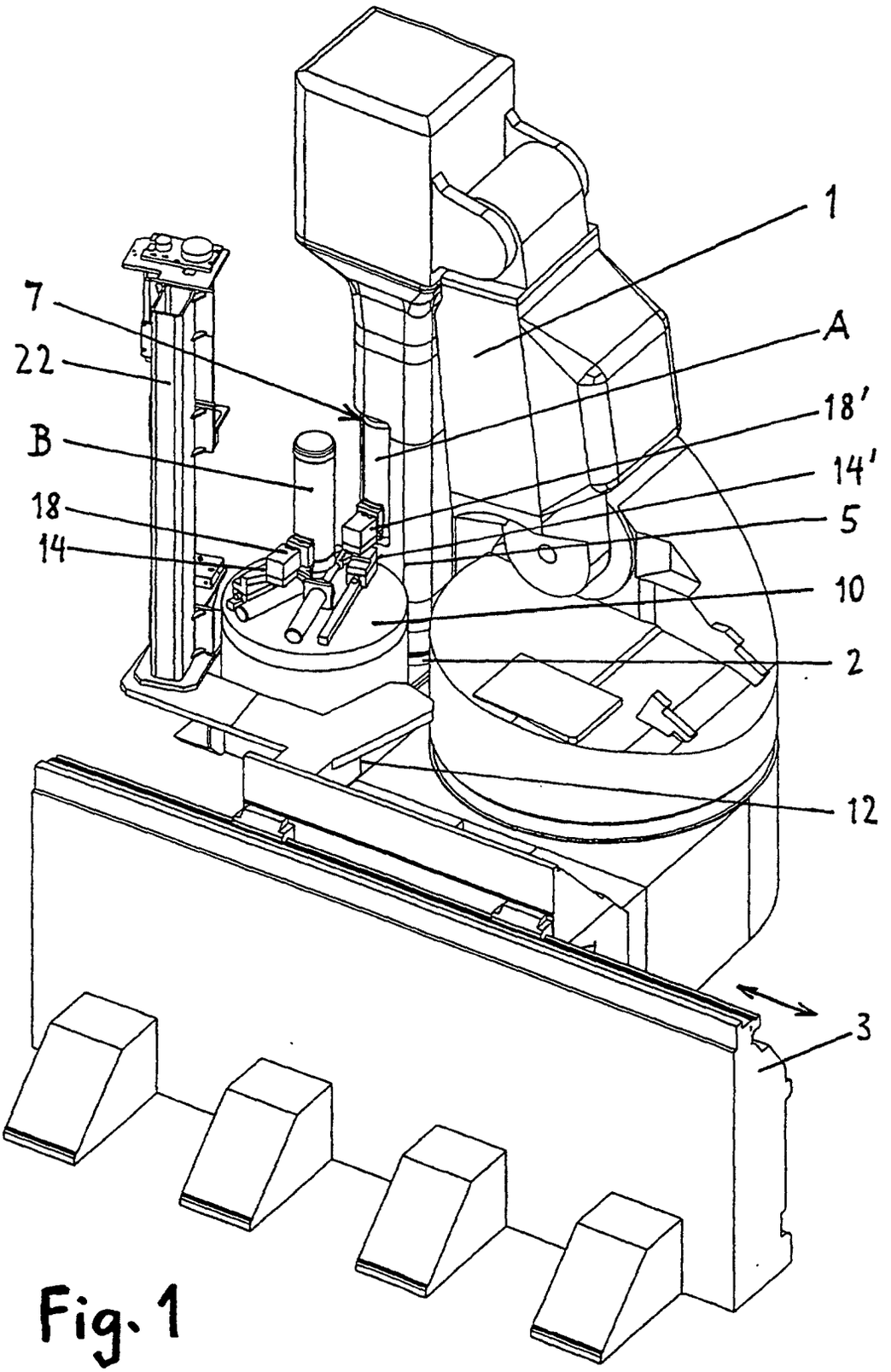


Fig. 1

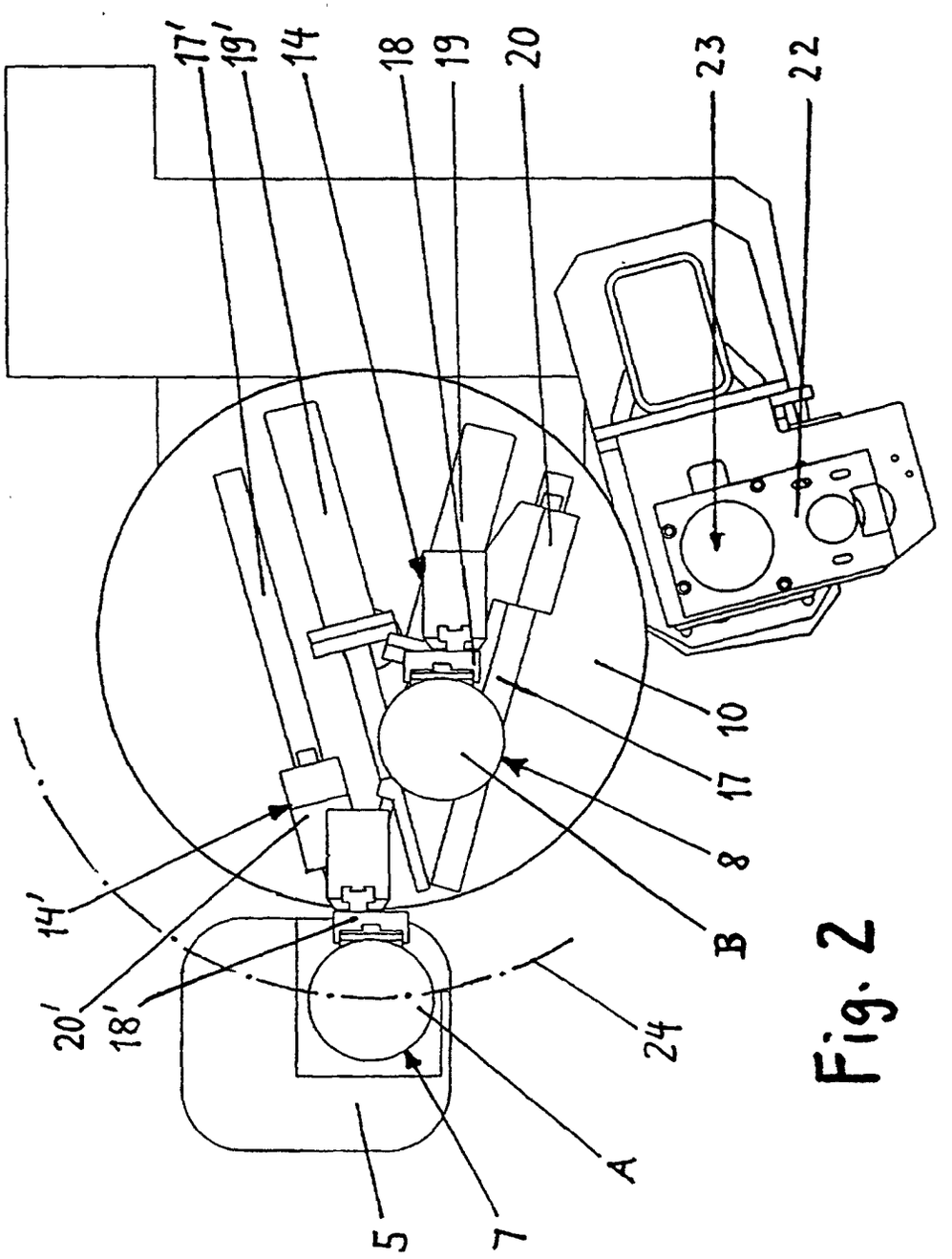


Fig. 2

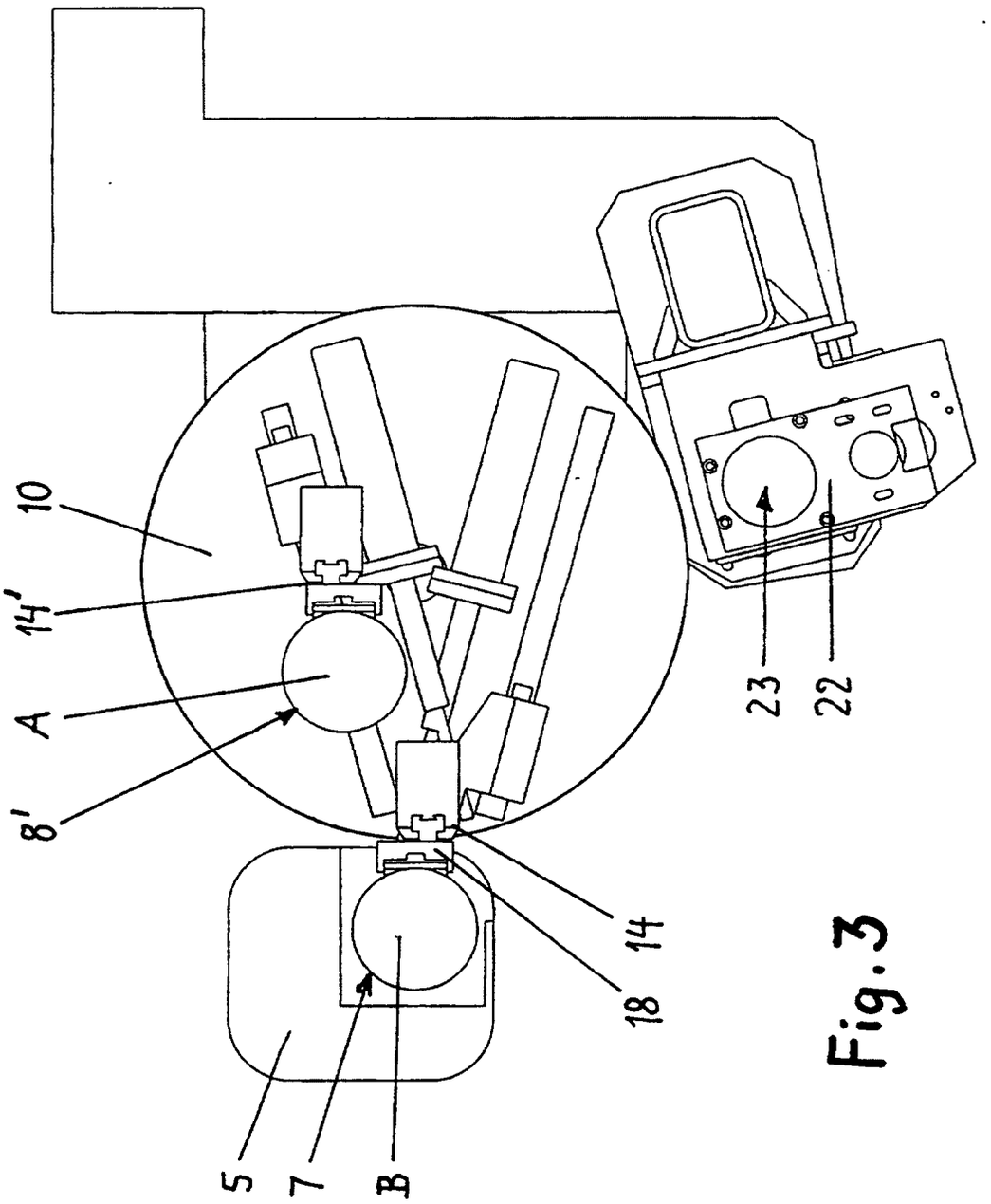


Fig. 3

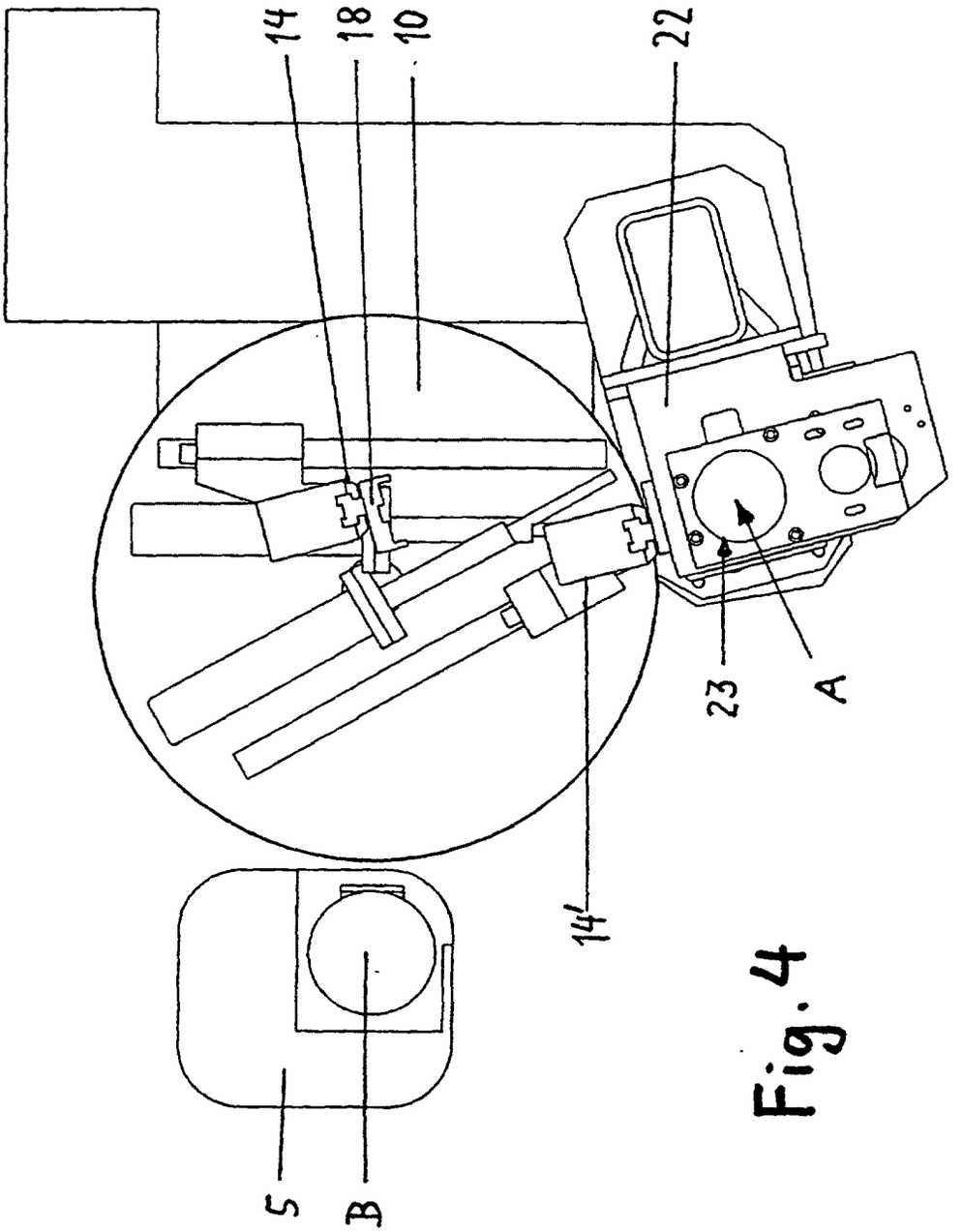


Fig. 4

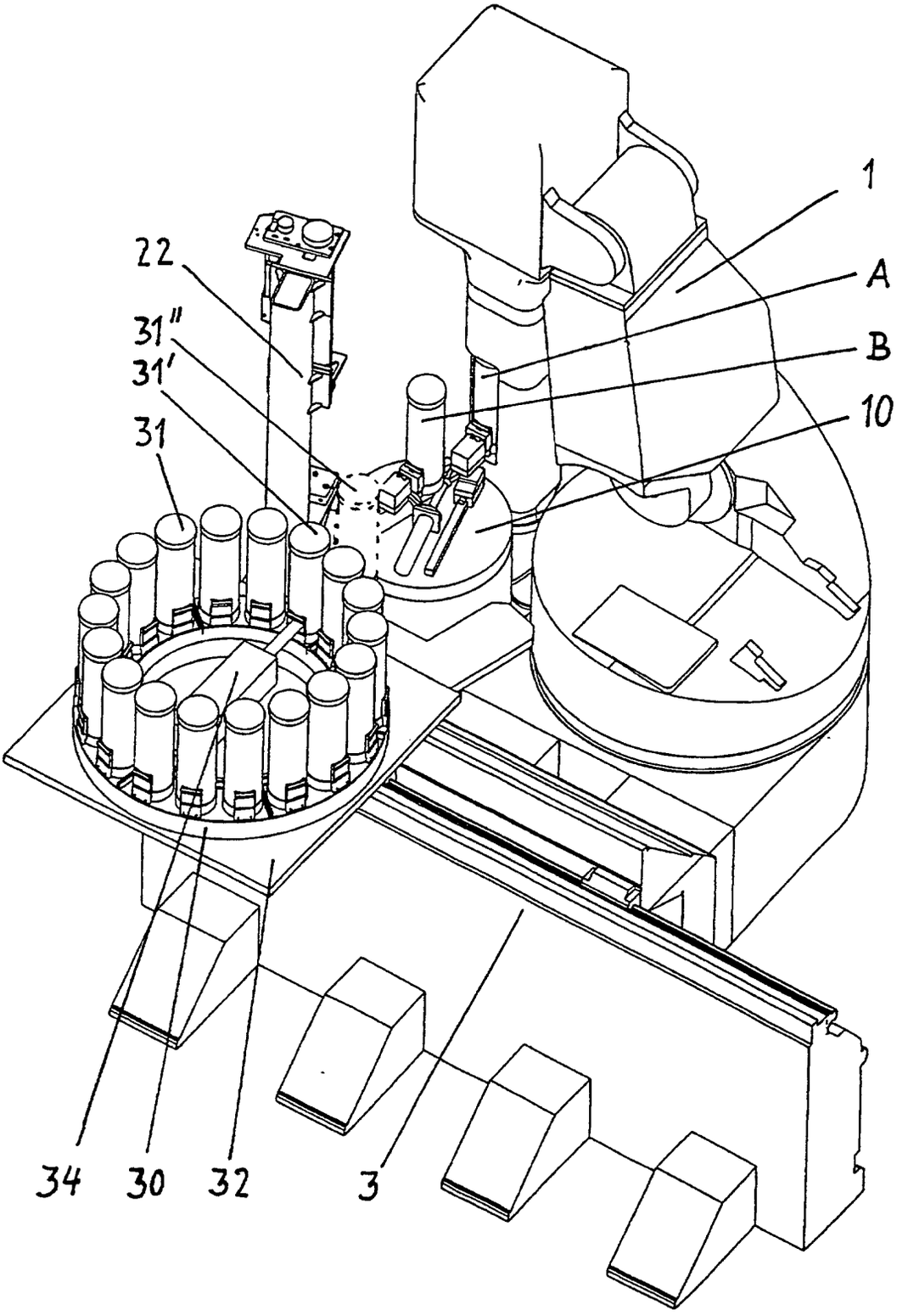


Fig. 5