



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.06.2006 Patentblatt 2006/23

(51) Int Cl.:
B05B 12/14^(2006.01) B05B 5/16^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05111274.6**

(22) Anmeldetag: **24.11.2005**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **01.12.2004 DE 102004058054**

(71) Anmelder: **Dürr Systems GmbH
70435 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Herre, Frank
71739 Oberriexingen (DE)**
• **Haas, Jürgen
75438 Knittlingen (DE)**
• **Baumann, Michael
74223 Flein (DE)**

- **Vetters, Hans
74397 Pfaffenhofen (DE)**
- **Hezel, Thomas
71679 Asperg (DE)**
- **Maxharraj, Bekim
74321 Bietigheim-Bissingen (DE)**
- **Frey, Marcus
71263 Weil der Stadt (DE)**
- **Grigoleit, Jan
74321 Bietigheim-Bissingen (DE)**
- **Martin, Herbert
71384 Weinstadt (DE)**

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

(54) **Automatisch gesteuerte Beschichtungsmaschine mit einem Behälter für das Beschichtungsmaterial**

(57) Der Kolbendosierer für die dosierte Materialversorgung des Zerstäubers (Z) eines Lackierroboters ist in dem Handgelenk (13) des Roboters angeordnet. Es wer-

den verschiedene zweckmäßige Ausführungsformen des Dosierzylinders (23) dieses Kolbendosierers beschrieben.

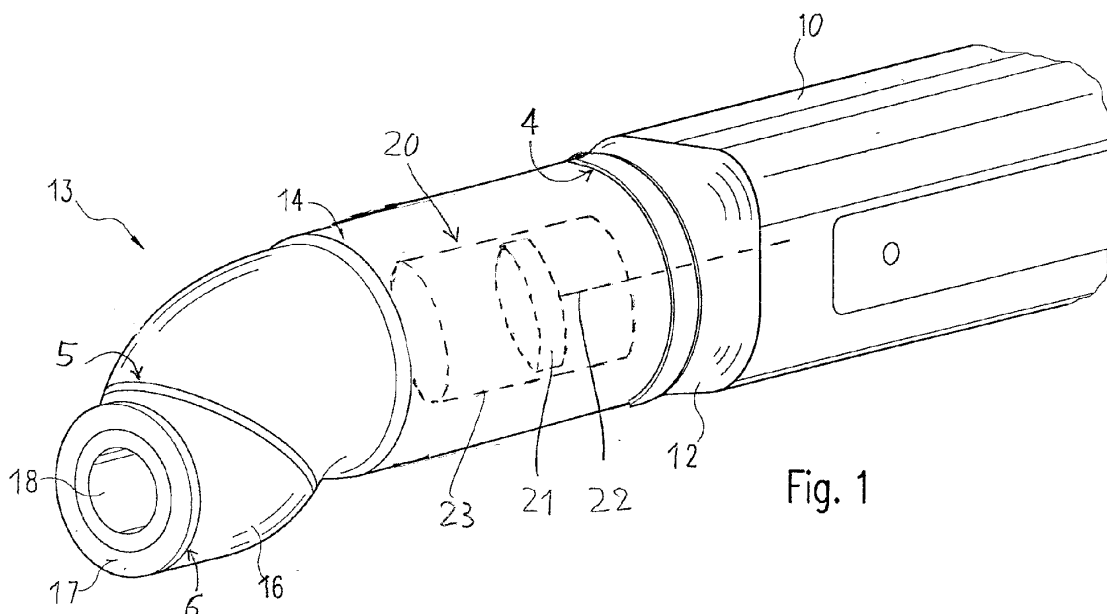


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine automatisch gesteuerte Beschichtungsmaschine für die Serienbeschichtung von Werkstücken gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Insbesondere kann es sich um einen Lackierroboter für die Lackierung von Werkstücken wie z.B. Fahrzeugkarossen mit einem elektrostatischen oder sonstigen Zerstäuber handeln.

[0002] Vor allem bei der elektrostatischen Beschichtung mit Direktaufladung eines elektrisch leitfähigen Beschichtungsmaterials unterschiedlicher Farbe ist es seit langem bekannt, für die dann notwendige Potenzialtrennung zwischen dem aus einer Ventilanordnung bestehenden geerdeten Farbwechsler und dem auf Hochspannung liegenden Zerstäuber einen Zwischenbehälter einzusetzen. Der Behälter kann von dem Farbwechsler befüllt werden, wenn zuvor entweder die Hochspannung am Zerstäuber abgeschaltet oder die Verbindungsleitung zum Zerstäuber entleert worden ist, während vor der Versorgung des auf Hochspannung gelegten Zerstäubers zunächst eine Isolierstrecke zwischen dem Behälter und dem Farbwechsler gebildet werden muss, beispielsweise durch Entleeren der Versorgungsleitung des Behälters (EP 0 292 778, US 4 932 589, DE 199 37 426, EP 1 314 483 usw.). Besonders zweckmäßig ist es, wenn dieser Zwischenbehälter als Dosierzylinder für die genau dosierte Versorgung des Zerstäubers ausgebildet ist.

[0003] Bei einem aus der WO 2004/037436 bekannten Lackierroboter befindet sich der Zwischenbehälter gemeinsam mit dem Farbwechsler in dem aus Isolierwerkstoff bestehenden Vorderarm des Roboters. Stattdessen ist es auch bekannt, Dosierzylinder oder einen Behälter beispielsweise in Form einer Schlauchspirale in Verbindung mit einer Dosierpumpe im Zerstäuber selbst anzuordnen, wobei im Fall von Dosierzylindern der Zerstäuber und/oder der Dosierzylinder wechselbar montiert ist (EP 0 693 319, EP 0 967 016, EP 1 279 440, EP 1 245 294). Andererseits können Dosierzylinder bekanntlich auch außerhalb der Beschichtungsmaschine platziert werden, beispielsweise an deren Außenseite oder an einer Außenwand der Sprühkabine (EP 1 362 642, EP 1 360 996).

[0004] Aus EP 0 796 664 ist es ferner zur Farbversorgung von Lackierrobotern bekannt, in den Roboterarm als Dosierzylinder ausgebildete kartuschenartige Behälter einzusetzen, die nicht im Roboter befüllt werden, sondern nach Gebrauch automatisch gegen extern befüllte neue Kartuschen ausgewechselt werden. Die Kartuschen können beispielsweise gemäß EP 0 796 665 an der externen Befüllstelle an einen Farbwechsler angeschlossen werden.

[0005] Wenn der Behälter herausnehmbar in einem bewegbaren Teil der Beschichtungsmaschine angeordnet werden soll, ist es zweckmäßig, wenn er automatisch von der Maschine selbst zu einer Entnahmestelle gebracht wird. Das Herausnehmen eines Behälters kann nicht nur aus den Gründen gemäß der erwähnten EP 0 796 664 und 0 796 665 erforderlich sein, sondern bei-

spielsweise auch zu Wartungszwecken oder zum Ersatz eines schadhaften Behälters. Ferner kann es zweckmäßig sein, den Behälter im Normalfall und insbesondere für häufig benötigte Farben an seinem Betriebsort innerhalb der Maschine zu befüllen und nur in Sonderfällen, beispielsweise für Sonderfarben, gegen einen bereits gefüllten anderen Behälter auszuwechseln. In diesen Fällen musste man sich bisher bei Anordnung des Behälters im Roboterarm mit dessen Bewegungsmöglichkeiten begnügen. Wesentlich mehr Freiheitsgrade (Achsen) der Bewegung hatte man zwar bei Anordnung des Behälters im Zerstäuber, doch wird der Zerstäuber dadurch schwer und sperrig, was sich nachteilig auf die Bewegungsdynamik, auf die Belastung der Handgelenkachsen und außerdem auf die Erreichbarkeit enger oder schwer zugänglicher Werkstückbereiche wie z.B. Innenbereiche von Fahrzeugkarossen auswirkt.

[0006] Ein anderes Problem bei allen Lackiermaschinen der betrachteten Art sind Farb- und Spülmittelverluste, die sich hauptsächlich beim Farbwechsel in der von dem Behälter zum Zerstäuber führenden Verbindungsleitung ergeben können und von dessen Länge abhängig sind.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Beschichtungsmaschine anzugeben, die sich durch möglichst geringe Materialverluste und durch optimierte Bewegungsmöglichkeiten für den Behälter auszeichnet.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche gelöst.

[0009] Durch die Erfindung lassen sich Nachteile der Anordnung von Dosierzylindern und anderen Behältern für Lack oder sonstiges Material im Zerstäuber oder stattdessen in oder außerhalb der Beschichtungsmaschine durch seine Anordnung in dem Handgelenk, an dem der Zerstäuber montiert wird, vermeiden.

[0010] Der erfindungsgemäß bevorzugte Ort des Behälters ist in einem an sich üblichen Lackierroboter das drehbar am Ende des Vorderarms gelagerte erste Achsenglied des Handgelenks. Die drei Freiheitsgrade eines dreiachsigen Roboterhandgelenks, auch als Handachse bezeichnet, werden üblicherweise als Achse 4, Achse 5 und Achse 6 bezeichnet, diejenigen einer vierachsigen Handachse als Achsen 4, 51, 52 und 6. Der Behälter soll sich also vorzugsweise zwischen den Achsen 4 und 5 bzw. 51 des Handgelenks befinden. Im Rahmen der Erfindung kann es sich aber auch um ein Handgelenk mit nur zwei Achsen handeln, also nur mit einem drehbar an dem Roboterarm gelagerten, den Behälter enthaltenden Achsenglied, an dessen Endflansch der Zerstäuber drehbar gelagert ist.

[0011] Gegenüber der bekannten Anordnung des Behälters im Roboterarm hat die Erfindung den Vorteil, dass durch die wesentlich kürzere Leitung vom Behälter zum Zerstäuber die Farbwechselverluste deutlich herabgesetzt werden und zugleich mit der Achse 4 ein zusätzlicher Freiheitsgrad für die Behälterbewegung zur Verfügung steht, wenn die Maschine den Behälter aus einem der genannten Gründe zu einer Wartungs- oder Entnah-

mestelle bringen soll. Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass für diese Vorteile keine Änderungen erwünscht kleiner und leichter Zerstäuber erforderlich sind. Beispielsweise im Fall eines Behälters in Form eines Kolbendosierzylinders lässt sich dessen Einbau in das Handgelenk auch praktisch realisieren, obwohl der Behälter im Betrieb durch die Bewegung der Achse 4 relativ zu dem Roboterarm gedreht wird, der den Dosierantrieb und in der Regel die Farbversorgungsleitung von dem Farbwechsler oder (bei dessen Einbau in das Handgelenk) zumindest die zu dem Farbwechsler führenden Versorgungsleitungen enthält.

[0012] Der Einbau auch des Farbwechslers in das Handgelenk verkürzt die Verbindungsleitung zum Behälter und trägt somit auch hier zur Reduzierung der Farbwechslerverluste bei.

[0013] Wenn nicht nur ein, sondern zwei Behälter in dem Handgelenk angeordnet werden, ermöglichen sie den aus dem oben angegebenen Stand der Technik bekannten wechselweisen Betrieb der beiden Behälter (A/B-Betrieb), bei dem zur Vermeidung einer Unterbrechung der Beschichtung wegen Entleerung des Behälters der eine Behälter nachgefüllt wird, während der Zerstäuber aus dem jeweils anderen Behälter versorgt wird. Die beiden Behälter können voneinander getrennt sinnvoll zu beiden Seiten der durch den Innenraum des Handgelenks zu dem Applikator verlaufenden Leitungen angeordnet sein, insbesondere also der üblichen Schläuche für flüssige, pulverförmige und gasförmige Medien, elektrische Signal- und Hochspannungskabel sowie Lichtwellenleiter. Gemäß einem zusätzlichen Merkmal der Erfindung kann aber auch ein einziger Behälter verwendet werden, der platzsparend als A/B-Kolbendosierer ausgebildet ist.

[0014] Der oder die in dem Handgelenk angeordneten Behälter können im Rahmen der Erfindung statt als Kolbendosierzylinder mit mechanischem, pneumatischem oder hydraulischem Antrieb auch andersartig ausgebildet sein. Beispielsweise ist es möglich, den Behälter platzsparend in an sich bekannter Weise (EP 1 245 294) als Schlauchwicklung oder Rohrspirale auszubilden, im Fall von zwei Behältern beispielsweise für A/B-Betrieb vorzugsweise als Doppelspirale, deren Windungen ineinander verschachtelt und/oder in mindestens zwei Lagen gewickelt sein können. Die Wicklung kann in ebenfalls an sich bekannter Weise gemolcht werden, wobei der durch die spiralförmige Leitung geschobene Molch zum Reinigen der Leitung dienen kann und/oder auch als Dosierkolben zum dosierten Entleeren dieses spiralförmigen Behälters, wenn er seinerseits von einer Dosierflüssigkeit angetrieben wird. Ferner lässt sich bei der elektrostatischen Beschichtung mit leitfähigen Lacken mit einer aus Isolierwerkstoff bestehenden Schlauch- oder Rohrspirale auch auf geringstmöglichem Raum die erforderliche Potenzialtrennung zwischen dem Zerstäuber und dem geerdeten Farbversorgungssystem realisieren.

[0015] An dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungs-

beispiel wird die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 das Ende des Lackierarms eines Lackierroboters und dessen Handgelenk;
- Fig. 2 die aufgebrochene Darstellung eines Achsenglieds des Handgelenks, in dem ein Dosierzylinder sichtbar ist;
- Fig. 3 einen Querschnitt durch das Achsenglied des Handgelenks mit dem Dosierzylinder gemäß einer möglichen Ausführungsform;
- Fig. 4 einen Querschnitt durch das Achsenglied gemäß einer Ausführungsform mit zwei Dosierzylindern;
- Fig. 5 ein Versorgungssystem für einen Zerstäuber mit einer ersten Ausführungsform eines für den Einbau in das Handgelenk eines Lackierroboters geeigneten Kolbendosierers;
- Fig. 6 eine zweite Ausführungsform des Kolbendosierers des im übrigen Fig. 5 entsprechenden Versorgungssystems; und
- Fig. 7 eine weitere Ausführungsform des Kolbendosierers.

[0016] Der in Fig. 1 dargestellte vordere Teil des Armes 10 eines Lackierroboters hat an seinem Ende einen Flansch 12, an dem das oft auch als Handachse bezeichnete, bei diesem Beispiel dreiachsige Handgelenk 13 befestigt ist. Das Handgelenk 13 besteht aus dem drehbar an dem Flansch 12 des Arms 10 gelagerten ersten Achsenglied 14 und dem relativ zu dem Achsenglied 14 drehbaren zweiten Achsenglied 16. Das Handgelenk oder wenigstens dessen Achsenglieder sind wie üblich als in sich untrennbare Einheiten ausgebildet. Die drei Freiheitsgrade des Handgelenks 13 sind wie bei Robotern üblich als Achsen 4, 5 und 6 bezeichnet. An dem Flansch 17 des zweiten Achsenglieds 16 wird relativ zu diesem drehbar der (nicht dargestellte) Zerstäuber des Lackierroboters an dem Handgelenk 13 montiert, üblicherweise lösbar und in manchen Fällen automatisch gegen einen anderen Zerstäuber auswechselbar. Bei 18 ist die Leitungsdurchführung für die innen durch das Handgelenk zu und von dem Zerstäuber verlaufenden üblichen Kabel, Schläuche und sonstigen Leitungen erkennbar. Der Roboterarm 10 und das Handgelenk 13 können aus Isolierwerkstoff hergestellt oder mit einer Isolierhülle versehen sein. Soweit bisher beschrieben, kann die dargestellte Anordnung bekannten Konstruktionen entsprechen (EP 1 334 775).

[0017] Ebenfalls in an sich bekannter Weise ist für die Materialversorgung des Zerstäubers mit kontinuierlich in Abhängigkeit von dem jeweils zu beschichtenden Werkstückbereich gesteuerter Dosierung ein Kolbendosierer 20 vorgesehen, dessen Kolben 21 zu diesem Zweck von einem programmgesteuerten Dosierantrieb angetrieben werden kann. Der elektrische Motor dieses Dosierantriebs kann sich vorzugsweise gemeinsam mit den Achsenantriebsmotoren des Handgelenks 13 in einer durch

Druckbelüftung explosionsgeschützten Kammer an dem zu dem Handgelenk entgegengesetzten, in Fig. 1 nicht sichtbaren Ende des Roboterarms 10 befinden und über eine sich durch den Arm erstreckende Gewindespindel, starre oder flexible Welle oder sonstige Verbindungseinrichtung die Kolbenstange 22 des Kolbendosierers 20 antreiben. An den Ausgang des Kolbendosierers 20 ist eine Leitung angeschlossen, die durch die Leitungsdurchführung 18 zu dem Zerstäuber führt.

[0018] Von bekannten Lackierrobotern unterscheidet sich die Erfindung gemäß Fig. 1 hauptsächlich dadurch, dass der Dosierzylinder 23 des Kolbendosierers 20 sich in dem ersten Achsenglied 14 des Handgelenks 13 befindet und der Kolben 21 von einem sich durch die Ebene der Achse 4 erstreckenden Antriebselement angetrieben wird.

[0019] Die Kolbenstange 22 erstreckt sich bei dem dargestellten Beispiel zentral achsgleich mit der Drehachse des Achsenglieds 14 aus dem Handgelenk 13 in den Roboterarm 10. In Hinblick auf die Relativdrehungen zwischen dem Arm 10 und dem Achsenglied 14 kann hierbei an der Achse 4 eine Drehlagerung für die Kolbenstange vorgesehen sein. Eine Drehlagerung kann auch sinnvoll sein, wenn eine drehbare Gewindespindel oder Welle durch die Achse 4 hindurchgeführt ist. Andererseits besteht die Möglichkeit, dass bei Drehung der Gewindespindel oder Welle durch den Kolben-Dosierantrieb und gleichzeitiger Drehung des den Dosierzylinder enthaltenden Achsenglieds relativ zu dem Maschinenarm die automatische Maschinensteuerung die Drehung des Achsenglieds durch entsprechende Steuerung des Dosierantriebs kompensiert. Bei dieser Kompensation handelt es sich also um eine elektrische oder steuerungstechnische Entkopplung von zwei mechanisch gekoppelten Drehelementen durch Übersteuerung der Drehbewegung des Kolbenantriebselements in Abhängigkeit von den Drehbewegungen des Achsenglieds.

[0020] Eine mögliche Form und Lage des in Fig. 1 nur schematisch angedeuteten Dosierzylinders 23 in dem Achsenglied 14 des Handgelenks 13 ist etwas genauer in Fig. 2 dargestellt. An seinem einen Ende kann eine von dem Steuerprogramm des Beschichtungssystems automatisch gesteuerte Ventilanordnung 25 für die Ein- und/oder Ausgänge des Dosierzylinders vorgesehen sein. Die an dem anderen Ende dargestellte Einheit 26 kann beispielsweise ein von dem Dosierantrieb angetriebenes Vorgelege zum Antrieb des Dosierkolbens 21 enthalten. Ferner oder stattdessen kann die Einheit 26 aber auch Bestandteile der Farbversorgung des Zerstäubers und insbesondere die an sich übliche Farbwechselventilanordnung (Farbwechsler) enthalten, die sich bei diesem Ausführungsbeispiel somit ebenfalls in dem Handgelenk befindet. Bei 28 sind übliche Kuppel Elemente für die Antriebswellen der Handgelenkachsen dargestellt. Der Dosierzylinder 23 kann in an sich bekannter Weise (EP 1 384 885) aus Keramik bestehen.

[0021] Die Eingangsleitungen des Farbwechslers und die sonstigen aus dem Roboterarm 10 in das Handgelenk

13 und zu dem Zerstäuber verlaufenden Leitungen wie elektrische und optische Signalleiter, Schläuche für flüssige und gasförmige Medien, Hochspannungskabel usw. werden zweckmäßig zentral, also möglichst nahe an der Drehachse des Achsenglieds 14 (Achse 4) angeordnet. Innerhalb des Achsenglieds 14 können die Leitungen dann von der Mittelachse radial nach außen verlaufen und axial längs der Außenseite des Dosierzylinders 23 weitergeführt werden, wenn dieser zentral in dem Achsenglied 14 angeordnet ist. Eine derartige Anordnung der Leitungen L zwischen dem Dosierzylinder 23 und der koaxialen zylindrischen Innenwand des Achsenglieds 14 ist in Fig. 3 dargestellt.

[0022] Für die Eingangsleitungen des Farbwechslers in dem Achsenglied 14 können ebenso wie für die übrigen Leitungen an sich bekannte Maßnahmen zur Drehentkopplung und/oder sonstige Maßnahmen zur Vermeidung unerwünschter Torsionsbelastungen angewendet werden (EP 1 285 733 und DE 10 2004 043 014).

[0023] Der Dosierzylinder könnte auch bei zentrischer Leitungsführung exzentrisch neben den Leitungen in dem Achsenglied 14 angeordnet werden, beispielsweise unmittelbar an dessen Innenwand. In diesem Fall könnte seine Kolbenstange von einem zentralen Eingangsantriebselement über ein radiales Kuppelglied angetrieben werden.

[0024] Statt der in Fig. 3 dargestellten Anordnung besteht aber auch die Möglichkeit, den koaxial zur Drehachse des Achsenglieds 14 angeordneten Dosierzylinder im Querschnitt ringförmig auszubilden und die Leitungsanordnung zentral durch den z. B. zylindrischen Innenraum dieses Ringkörpers hindurchzuführen. Eine Weiterbildung dieses Ausführungsbeispiels, bei dem sich nicht nur ein Dosierzylinder, sondern zwei voneinander getrennte Behälter A und B in dem Achsenglied 14 befinden, ist in Fig. 4 dargestellt. Demgemäß können die beiden Behälter im Querschnitt annähernd teilkreisringförmig oder nierenförmig ausgebildet sein und einander zu beiden Seiten der Mittelachse des Achsenglieds 14 gegenüberliegen, so dass zwischen ihnen der Durchgangskanal 29 für zu dem Zerstäuber verlaufende Leitungen L gebildet ist.

[0025] Wie eingangs schon erwähnt wurde, ermöglichen zwei parallel zwischen den Farbwechsler und den Zerstäuber geschaltete Dosierzylinder den an sich üblichen A/B-Betrieb, bei dem der Zerstäuber kontinuierlich oder quasi kontinuierlich ohne Unterbrechung des Beschichtungsbetriebs durch das notwendige Nachfüllen der Behälter versorgt werden kann.

[0026] In den Fig. 5 und 6 sind zwei Ausführungsformen eines für den Einbau in das Handgelenk 13 besonders gut geeigneten, weil Platz sparenden Kolbendosierers für A/B-Betrieb dargestellt. Die Platzeinsparung wird dadurch erreicht, dass bei Verwendung eines einzigen Dosierzylinders nicht wie bisher nur ein Eingang und ein Ausgang vorgesehen sind, sondern zwei Eingänge zur Verbindung mit dem Farbwechsler und zwei Ausgänge zu dem Zerstäuber. Anders gesagt wird anstelle des be-

kannten einfach wirkenden Kolbendosierers erfindungsgemäß ein zweifach wirkender Kolbendosierer eingesetzt, dessen Kolben bei jeder seiner beiden entgegengesetzten Bewegungen Material zu dem Zerstäuber fördert. Für elektrostatische Systeme enthält der Kolbendosierer zwei Kolbenelemente, zwischen denen sich ein hochspannungsfestes Isolierelement oder Isoliermedium befindet.

[0027] Bei der in Fig. 1 dargestellten einfacheren Ausführungsform genügt für die Kolbenanordnung des Dosierzylinders ein einziger Dosierantrieb, so dass im Vergleich mit den bekannten A/B-Systemen nicht nur der Platzbedarf, sondern auch der Antriebsaufwand halbiert wird.

[0028] Der in Fig. 5 dargestellte Kolbendosierer 110 des Beschichtungssystems, z. B. eines Lackierroboters, ist zwischen einen aus der üblichen (doppelten) Ventilanordnung bestehenden Farbwechsler FW und einen ebenfalls üblichen Zerstäuber Z geschaltet. Der Zerstäuber kann beispielsweise ein Rotationszerstäuber oder Luftzerstäuber sein und elektrostatisch oder ohne Hochspannung arbeiten. Der Farbwechsler ist in elektrostatischen Beschichtungssystemen geerdet.

[0029] Der Kolbendosierer 110 besteht im Wesentlichen aus dem Dosierzylinder 111 mit einer in dem Dosierzylinder verschiebbaren Kolbenanordnung 112, die bei der hier betrachteten Ausführungsform durch zwei fest miteinander und mit einer Kolbenstange 113 verbundenen Kolbenelemente 114 bzw. 115 gebildet ist. Der Dosierzylinder 111 kann aus Keramik bestehen und beispielsweise einen kreisförmigen oder ovalen Querschnitt haben. Die beiden Kolbenelemente 114 und 115 haben eine diesem Querschnitt entsprechende Form und liegen an ihrem Umfang mit Dichtlippen an den Innenwänden des Dosierzylinders 111 an. Zum Antrieb der Kolbenanordnung 112 ist ein außerhalb des Dosierzylinders angeordneter Dosierantrieb 116 vorgesehen, der beispielsweise aus einem von der Programmsteuerung der Beschichtungsanlage gesteuerten elektrischen Schrittmotor M mit zugehörigem Getriebe und einer Gewindespindel 117 bestehen kann. Stattdessen können auch andere für den betrachteten Zweck an sich bekannte Antriebsmechanismen vorgesehen sein.

[0030] Erfindungsgemäß befindet sich in dem zwischen den beiden Kolbenelementen 114 und 115 freigelassenen, durch deren Dichtlippen nach außen abgedichteten Zwischenraum 118 ein vorzugsweise flüssiges und vorzugsweise lackverträgliches Isoliermedium. Das Volumen des Isoliermediums ist so groß, dass zwischen den auf den beiden Seiten der Kolbenanordnung 112 gebildeten Bereichen 1 und 2 des Dosierzylinders 111, von denen der eine auf Hochspannung in der Größenordnung von 100 kV gelegtes Beschichtungsmaterial und der andere auf Erdpotential gelegtes Beschichtungsmaterial enthalten kann, die erforderliche elektrische Isolation gewährleistet wird. Bei entsprechend großem Abstand zwischen den Kolbenelementen 114 und 115 könnte die gewünschte Hochspannungsisolierstrecke

auch durch Luft oder ein anderes isolierendes Gas gebildet werden.

[0031] Jeder der beiden Bereiche 1 und 2 ist über je einen Eingang 1a bzw. 2a und eine angeschlossene Eingangsleitung L1a bzw. L2a mit dem Farbwechsler und über je einen Ausgang 1b bzw. 2b und eine angeschlossene Ausgangsleitung L1b bzw. L2b mit dem Zerstäuber verbunden. Der Eingang 1a und der Ausgang 1b befinden sich an dem einen Stirnende des Dosierzylinders 111 oder in dessen Nähe, während sich die Ein- und Ausgänge 2a und 2b an dem entgegengesetzten Stirnende des Dosierzylinders oder in dessen Nähe befinden können. Die Ein- und Ausgänge können beispielsweise in der zylindrischen Seitenwand oder in den Stirnwänden des Dosierzylinders angeordnet sein und durch (nicht dargestellte) programmgesteuerte Ventile geöffnet und geschlossen werden.

[0032] Die Eingangsleitungen L1a bzw. L2a und/oder die Ausgangsleitungen L1b bzw. L2b können in an sich bekannter Weise zur Potenzialtrennung zwischen dem Zerstäuber und dem Farbwechsler dienen und in besonderen Fällen platzsparend mindestens zum Teil als vorzugsweise gemolchte Schlauch- oder Rohrspirale ausgebildet sein, ähnlich der eingangs erwähnten Möglichkeit, mindestens einen Behälter selbst als Schlauch- oder Rohrspirale auszubilden.

[0033] Das Beschichtungssystem nach Fig. 6 entspricht demjenigen nach Fig. 5 mit Ausnahme des Kolbendosierers 120, der sich von dem Kolbendosierer 10 hinsichtlich der Kolbenanordnung 122 und des Dosierantriebs 126 unterscheidet. Die Kolbenanordnung 122 wird bei dieser Ausführungsform durch zwei Kolbenelemente 124 und 125 gebildet, die sowohl gemeinsam als auch relativ zueinander verschiebbar jeweils in beiden Richtungen in dem Dosierzylinder 121 bewegt werden können und zu diesem Zweck an jeweils einer eigenen Kolbenstange 123 bzw. 123' befestigt sind. Jedes Kolbenelement 124 und 125 hat seinen eigenen programmgesteuerten Motor M bzw. M', der die zugehörige Kolbenstange z. B. ähnlich wie gemäß Fig. 5 antreiben kann.

[0034] Auch bei dieser Ausführungsform befindet sich zwischen den beiden Kolbenelementen 124 und 125 ein vorzugsweise flüssiges Isoliermedium 128, dessen Volumen sich hier aber mit jeder Verschiebung der Kolbenelemente relativ zueinander ändern soll. Beispielsweise kann das Isoliermedium 128 zu diesem Zweck unter Steuerung einer (nicht dargestellten) eigenen Dosiereinrichtung, die die Kolbenelemente zusammen- oder auseinanderfährt, periodisch oder kontinuierlich in oder durch den sich ändernden Zwischenraum zwischen den Kolbenelementen 124 und 125 geleitet werden und sein Volumen hierbei entsprechend der Kolbenbewegungen vergrößern und verkleinern. Durch die gezielte Änderung des Volumens des Isoliermediums 128 kann u. a. auch das Füllvolumen der Bereiche 1 und 2 des Dosierzylinders beispielsweise in Abhängigkeit von dem zu lackierenden Werkstück oder Werkstückbereich eingestellt werden, wobei auch im Bereich 2 (anders als in Fig. 5)

die Verkleinerung des Füllvolumens im Bereich 1 durch das Volumen der Kolbenstangen 123, 123' kompensiert werden kann.

[0035] Die Ausführungsform nach Fig. 6 lässt sich hinsichtlich des Orts von zumindest zwei der vier Ein- und Ausgangsleitungen gemäß Fig. 7 abwandeln. Auch hier sind zwei von je einem Dosiermotor angetriebene und in jeder Richtung sowie relativ zueinander bewegbare Kolbenelemente 134 und 135 vorgesehen. Beispielsweise der Eingang 2a und der Ausgang 2b können sich bei dieser Abwandlung aber wie dargestellt an einer mittleren axialen Position des Dosierzylinders 131 befinden, während sich die Ein- und Ausgänge 1a bzw. 1b des anderen Bereichs des Dosierzylinders entweder an dem entsprechenden Stirnende oder stattdessen, wie durch den Eingang 1a' und den Ausgang 1b' angedeutet ist, ebenfalls an einer mittleren axialen Position des Dosierzylinders 131 befinden können. In beiden Fällen ist dieselbe Betriebsweise wie bei der Ausführungsform nach Fig. 6 möglich, wenn die beiden Zylinderbereiche 1 und 2 durch ein Isolierelement 138 voneinander getrennt sind. Das Isolierelement 138 kann eine Isolierflüssigkeit enthalten und feststehend angeordnet sein, doch ist auch eine von außen gesteuerte Anordnung mit veränderbarem Volumen des Isolierelements denkbar. Die Eine der beiden Kolbenstangen 133 und 133' könnte unter Abdichtung durch das Isolierelement 138 hindurchgeführt werden und sich dann in dieselbe Richtung erstrecken wie die andere Kolbenstange.

[0036] Die Betriebsweise und Vorteile dieser doppelt wirkenden Dosierzylinder sind in der gleichzeitigen deutschen Patentanmeldung DE 10 2004 058053.7 beschrieben, deren Offenbarung hier in vollem Umfang einbezogen wird.

Patentansprüche

1. Automatisch gesteuerte Beschichtungsmaschine für die Serienbeschichtung von Werkstücken mit einem bewegbaren Maschinenarm (10), einem an dem Maschinenarm (10) montierten zwei- oder mehrachsigen Handgelenk (13), das ein an dem Maschinenarm (10) drehbar gelagertes Achsenglied (14) hat, einem an dem Handgelenk (13) montierten Applikator (Z) für das Beschichtungsmaterial, und mindestens einem über eine Verbindungsleitung (L1b, L2b) zur Versorgung des Applikators (Z) mit diesem verbundenen oder verbindbaren Behälter (23) für das Beschichtungsmaterial, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Behälter (23) in dem Handgelenk (13) angeordnet ist.
2. Beschichtungsmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Behälter (23) an die Ausgangsleitung (L1a, L2a) einer Materialwechselventilanordnung (FW) angeschlossen oder an-

schließend ist, deren Ventile an Leitungen für unterschiedliches Beschichtungsmaterial angeschlossen sind.

3. Beschichtungsmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Behälter (23) sich in dem an dem Maschinenarm drehbar gelagerten Achsenglied (14) befindet.
4. Beschichtungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Behälter (23) einen bewegbaren Zylinderkolben (21) enthält, und dass ein mit dem Zylinderkolben (21) verbundener oder verbindbarer Dosierantrieb (M) zur dosierten Materialversorgung des Applikators (Z) durch die Verbindungsleitung (L1b, L2b) vorgesehen ist.
5. Beschichtungsmaschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zylinderkolben (21) in dem Behälter (23) von einer Dosierantriebseinrichtung (M) verschiebbar ist, die sich in einem Raum des Maschinenarms (10) befindet.
6. Beschichtungsmaschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich zum Antrieb des Kolbens (21) eine Stange (22) oder eine Gewindespindel oder eine starre oder flexible Welle aus dem Maschinenarm (10) in das Handgelenk (13) erstreckt.
7. Beschichtungsmaschine nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die sich aus dem Maschinenarm (10) in das Handgelenk (13) erstreckende Stange (22) oder Gewindespindel oder Welle in der Nähe der Drehachse des an dem Maschinenarm gelagerten Achsengliedes (14) angeordnet ist.
8. Beschichtungsmaschine nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stange (22), Gewindespindel oder flexible Welle und der Behälter (23) relativ zueinander drehbar sind und eine Drehlagerung für die Stange (22), Spindel oder Welle vorgesehen ist.
9. Beschichtungsmaschine nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Drehung der Gewindespindel oder Welle durch den Kolbenantrieb und gleichzeitige Drehung des den Behälter (23) enthaltenden Achsenglieds (14) relativ zu dem Maschinenarm (10) die automatische Maschinensteuerung die Drehung des Achsenglieds durch Steuerung des Dosierantriebs kompensiert.
10. Beschichtungsmaschine nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich ein elektrischer Motor (M) des Dosierantriebs in einer durch Überdruck explosionsgeschützten Kammer des Maschinenarms (10) befindet.

11. Beschichtungsmaschine nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der explosionsgeschützten Kammer auch elektrische Antriebsmotoren der Handgelenkachsen (4, 5, 6) angeordnet sind.
12. Beschichtungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Behälter durch eine spiralförmige Schlauchwicklung oder eine Rohrschleife gebildet ist.
13. Beschichtungsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das Handgelenk (13) zu dem Applikator (Z) verlaufende Leitungen (L) durch den Behälter (23) hindurchgeführt sind.
14. Beschichtungsmaschine nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Behälter (23) eine Längsachse hat und quer zu der Längsachse im Querschnitt ringförmig ausgebildet ist.
15. Beschichtungsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Handgelenk (13) zwei Behälter (A,B) enthält, aus denen der Applikator wechselweise im A/B-Betrieb versorgt werden kann.
16. Beschichtungsmaschine nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Behälter (A,B) im Querschnitt quer zu einer Längsachse annähernd teilkreisringförmig oder nierenförmig ausgebildet sind und einander zu beiden Seiten des Achsengliedes (14) gegenüber liegen, so dass zwischen ihnen ein Durchgangskanal des Achsengliedes für zu dem Applikator verlaufende Leitungen gebildet ist.
17. Beschichtungsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Behälter ein Dosierzylinder (111, 121) ist mit Ein- und Ausgängen (1a, 2a, 1b, 2b) zum automatisch steuerbaren Anschluss an Ein- und Ausgangsleitungen (L1a, L2a, L1b, L2b), mit einer in dem Dosierzylinder (111, 121) verschiebbaren Kolbenanordnung (112, 122) und mit mindestens einem Antriebselement (113, 123), durch das die Kolbenanordnung (112, 122) mit einem automatisch gesteuerten Dosierantrieb (116, 126) verbunden oder verbindbar ist, und dass der Dosierzylinder (111, 121) zwei Eingänge (1a, 2a) und zwei Ausgänge (1b, 2b) hat, mit denen er gesteuert an die Ein- und Ausgangsleitungen (L1a, L2a, L1b, L2b) angeschlossen oder anschließbar ist, und ein Eingang (1a) und ein Ausgang (1b) sich an einer axialen Position des Dosierzylinders (111, 121) befinden, die einen axialen Abstand von dem anderen Eingang (2a) und von dem anderen Ausgang (2b) hat.
18. Beschichtungsmaschine nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die einen Ein- und Ausgänge (1a, 1b) an dem einen Stirnende des Dosierzylinders (111, 121) oder in dessen Nähe und die anderen Ein- und Ausgänge (2a, 2b) sich an dem entgegengesetzten Stirnende des Dosierzylinders oder in dessen Nähe befinden.
19. Beschichtungsmaschine nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Dosierzylinder (111, 121) zwei Bereiche (1, 2) gebildet werden, die durch je einen Eingang (1a, 2a) mit der Eingangsleitungsanordnung (L1a, L2a) und durch je einen Ausgang (1b, 2b) mit der Ausgangsleitungsanordnung (L1b, L2b) gesteuert verbunden werden, und dass abwechselnd aus jeweils einem der beiden Bereiche (1, 2) durch dessen Ausgang (1b, 2b) das Beschichtungsmaterial zu der Beschichtungsvorrichtung (Z) gefördert wird, während gleichzeitig der jeweils andere Bereich durch seinen Eingang (1a, 2a) befüllt wird.
20. Beschichtungsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder jeder Behälter (23) automatisch gegen einen anderen Behälter auswechselbar in dem Handgelenk angeordnet ist.
21. Beschichtungsmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** auch die Materialwechselventilanordnung (FW) in dem Handgelenk (13) angeordnet ist.
22. Beschichtungsmaschine nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Eingangsleitungen der Materialwechselventilanordnung (FW) zwischen dem Maschinenarm (10) und dem die Materialwechselventilanordnung enthaltenden Achsenglied (14) eine Drehentkopplung vorgesehen ist.
23. Beschichtungsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Behälter aus Isolierwerkstoff gebildet ist.
24. Beschichtungsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Handgelenk (13) aus Isolierwerkstoff gebildet oder mit einer isolierenden Hülle versehen ist.
25. Beschichtungsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Maschinenarm (10) aus Isolierwerkstoff gebildet ist.
26. Handgelenk (13) für eine Beschichtungsmaschine

nach einem der vorangehenden Ansprüche, in das ein Behälter (23) für Beschichtungsmaterial eingebaut oder einbaubar ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

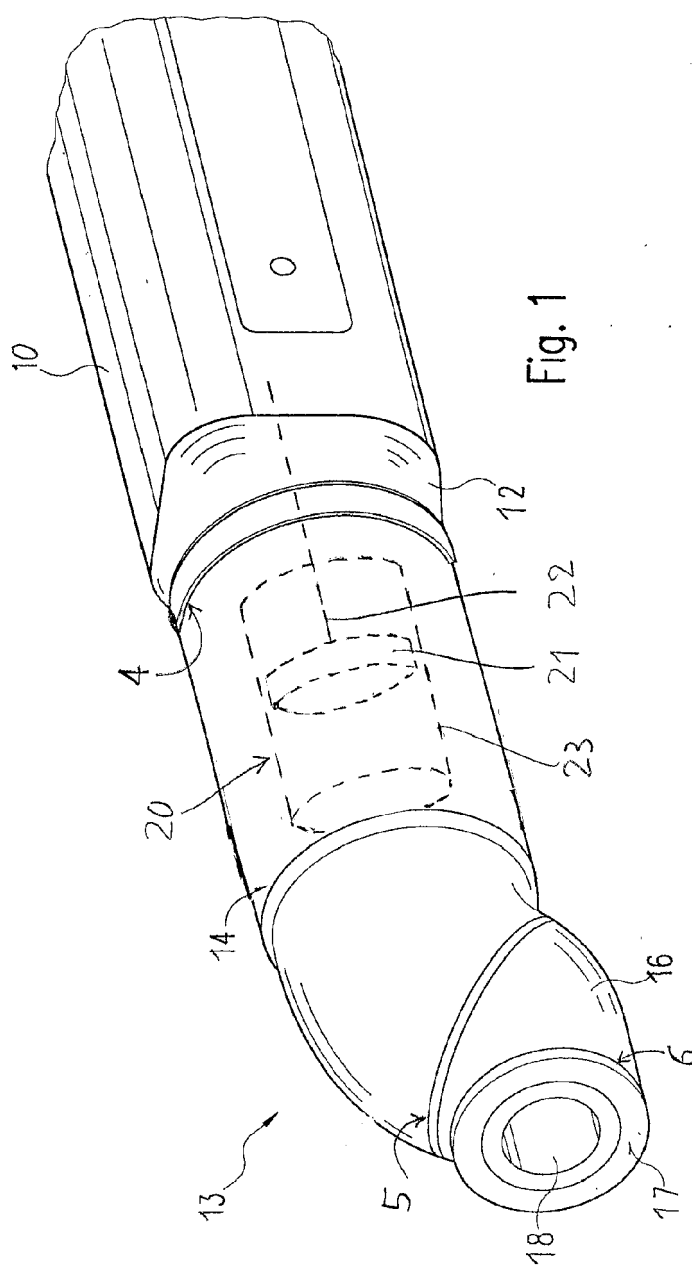


Fig. 1

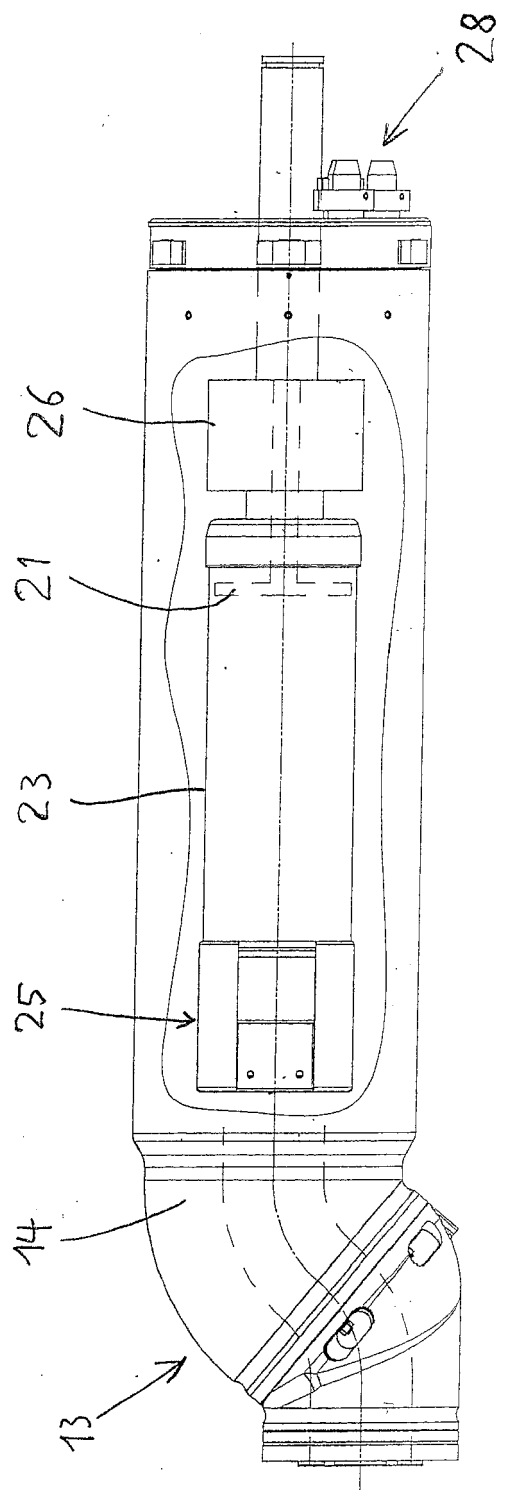


Fig. 2

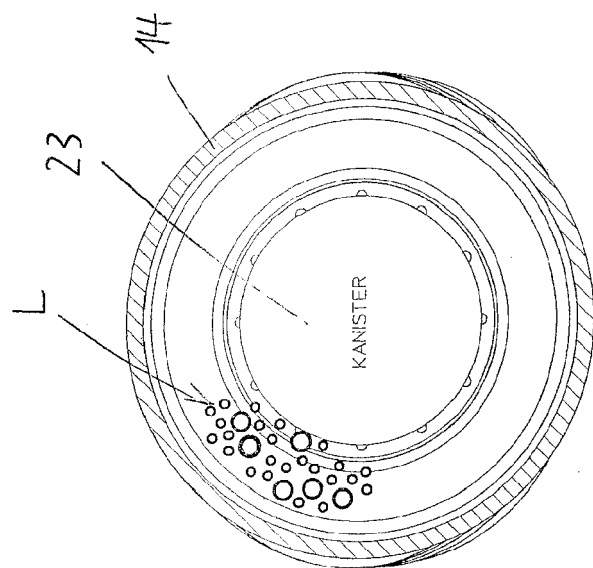


Fig. 3

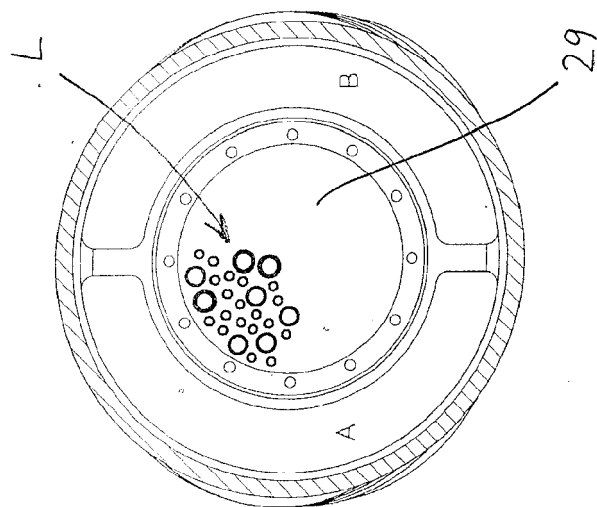


Fig. 4

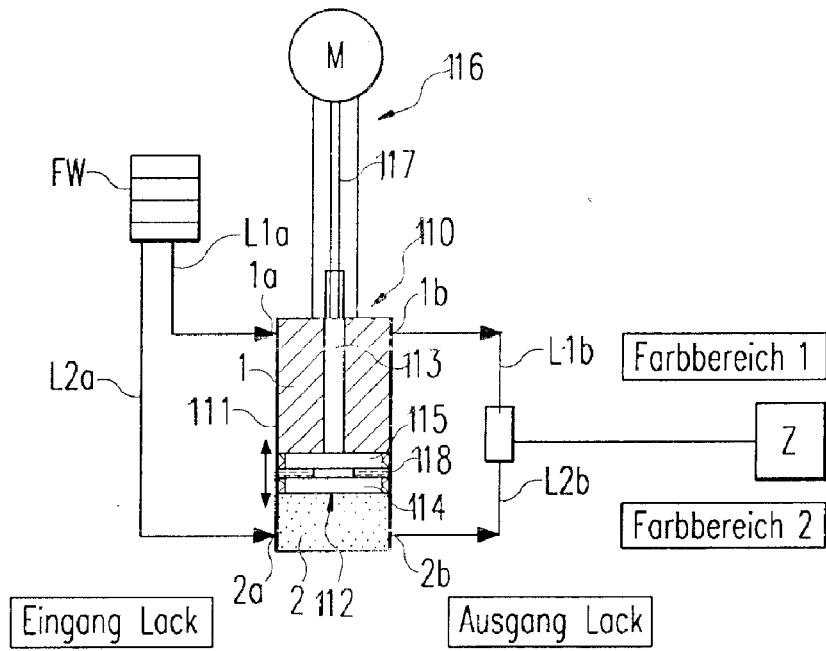


Fig. 5

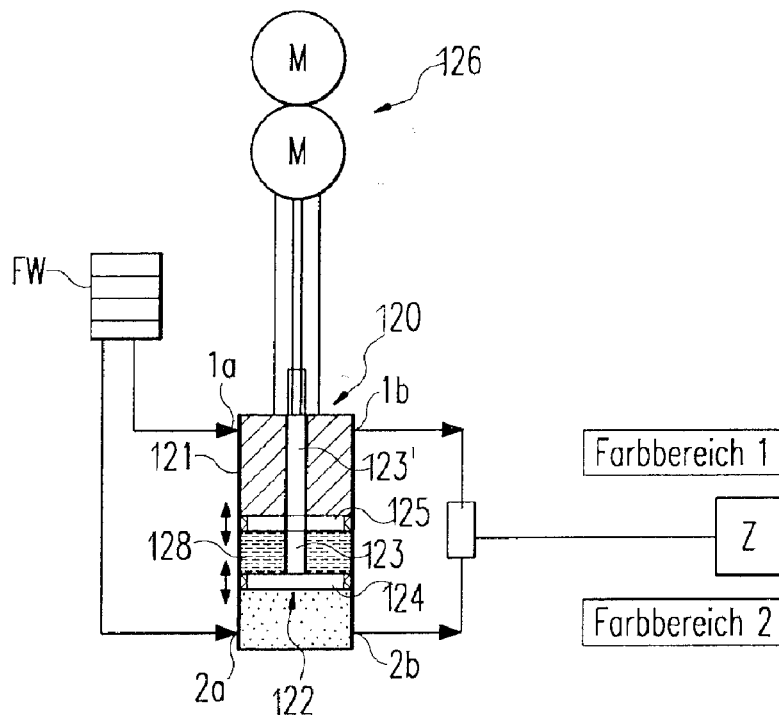


Fig. 6

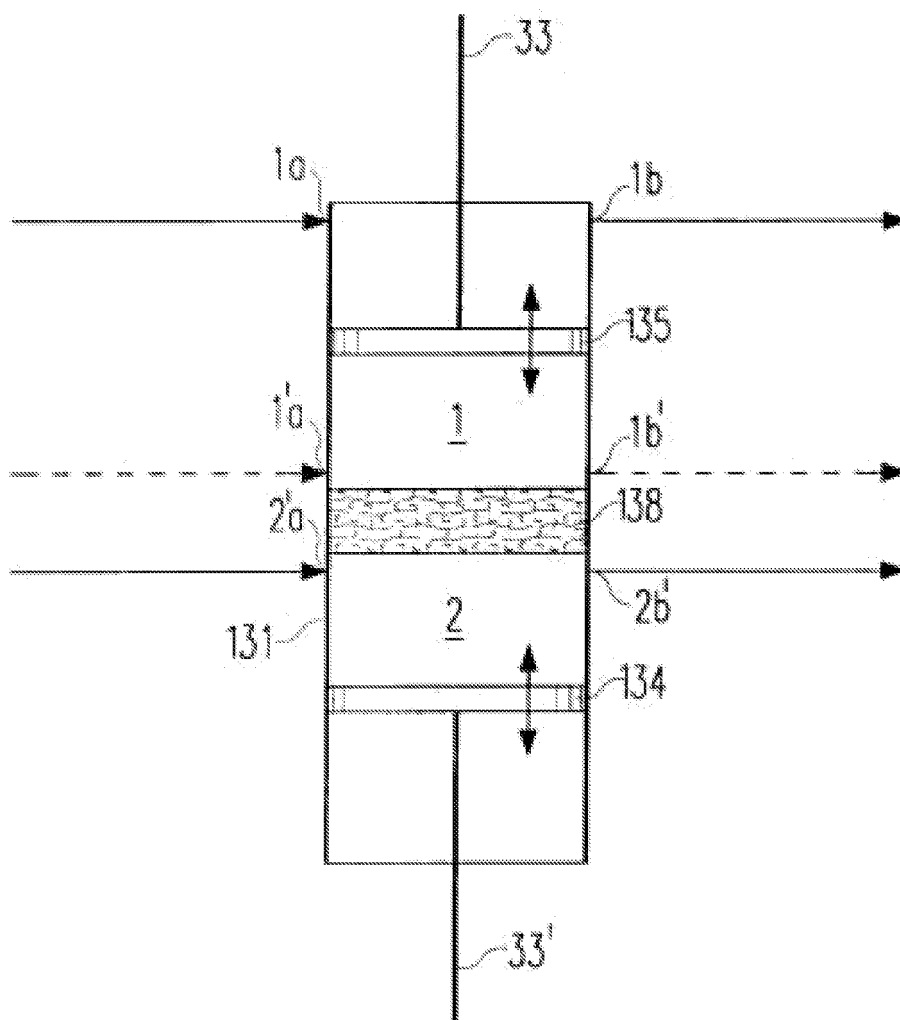


Fig. 7