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

(11) **EP 1 854 548 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.11.2007 Patentblatt 2007/46

(51) Int Cl.:
B05B 12/00 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **07009228.3**

(22) Anmeldetag: **08.05.2007**

(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 MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **09.05.2006 DE 102006021623**

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

(72) Erfinder:
- **Rademacher, Lothar**
  74321 Bietigheim-Bissingen (DE)
- **Schmid, Wolfgang**
  74251 Lehrensteinsfeld (DE)

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

(54) Dosiersystem für eine Beschichtungsanlage

(57) Ein Dosiersystem für eine Beschichtungsanlage zur Beschichtung von Bauteilen wie beispielsweise Fahrzeugkarosserieteilen enthält einen Applikator (10), der das ihm zugeführte Beschichtungsmaterial mit bedarfsabhängig dosierter Ausflussmenge appliziert, eine geregelte erste Dosiereinrichtung (20), die den Druck oder den Volumenstrom des von dem Applikator (10) zu applizierenden Beschichtungsmaterials in Abhängigkeit von Sollwerten einstellt, die ihr von einer automatischen Anlagensteuerung vorgegeben werden, einen Messwertgeber (23,37) zur Erzeugung eines Messwerts, der den Druck oder den Volumenstrom des zu dem Applikator (10) fließenden Beschichtungsmaterials entspricht, und eine Regeleinrichtung (40) zur Steuerung der Dosiereinrichtung in Abhängigkeit von den vorgegebenen Sollwerten und von dem Messwert des Messwertgebers. An den Ausgang der geregelten ersten Dosiereinrichtung für das zu dem Applikator fließende Beschichtungsmaterial ist eine zweite Dosiereinrichtung (30) angeschlossen, die zur Feindosierung des applizierten Beschichtungsmaterials dessen Druck oder Volumenstrom in Abhängigkeit von den vorgegebenen Sollwerten steuert.

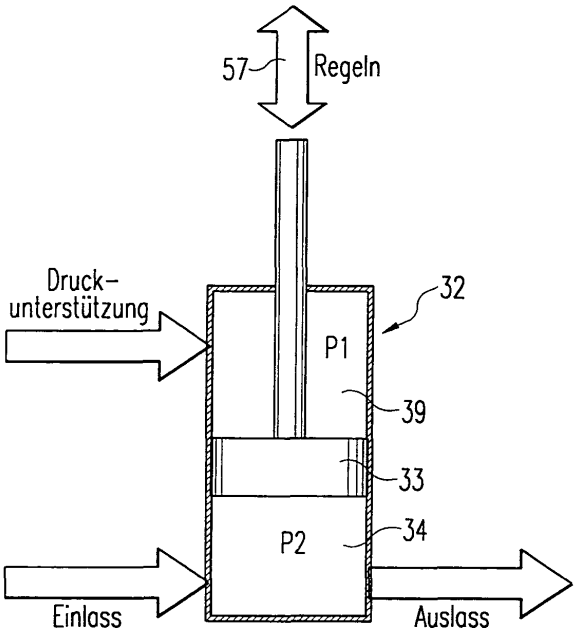

Fig. 2

EP 1 854 548 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Dosiersystem für eine Beschichtungsanlage zur insbesondere serienweisen Beschichtung von Werkstücken gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Bei der Beschichtung von Werkstücken wie z.B. Fahrzeugkarossen oder deren Teilen mit Lack oder anderen Beschichtungsmitteln wie Dicht- oder Klebstoffen ist bekanntlich eine möglichst genaue Dosierung des dem Applikator zugeführten Beschichtungsmaterials erforderlich. Die Dosierung erfolgt bedarfsabhängig, d.h. während der Beschichtung muss der Volumenstrom (Durchflussmenge pro Zeiteinheit) des dem Applikator zugeführten Beschichtungsmaterials in Abhängigkeit von den jeweiligen Teilbereichen des Werkstücks mit hoher Präzision und kurzen Ansprechzeiten änderbar sein, wobei die jeweiligen Sollwerte in der übergeordneten Anlagensteuerung gespeichert sind und von ihr vorgegeben werden.

[0003] An Dosiersysteme für Beschichtungsanlagen werden in der Praxis erhebliche und zum Teil schwierig realisierbare Anforderungen gestellt, vor allem an die Genauigkeit, die in vielen Fällen absolut und hinsichtlich Dosierschwankungen mindestens $\pm$ 1 % vom Sollwert betragen soll, und zwar mit hoher Wiederholgenauigkeit bei Temperatur-, Viskositäts- und Druckschwankungen. Wegen der erforderlichen Genauigkeit wird vorzugsweise stufenlose Volumenregelung verlangt. Die Bestandteile des Dosiersystems müssen u.a. zur Vermeidung von Aushärtungen möglichst totraumfrei sein. Besondere Anforderungen ergeben sich bei der Dosierung von speziellen Beschichtungsstoffen wie beispielsweise NAD-Material (Nichtwässrige Polymerdispersion), für die u.a. spezielle Messeinrichtungen erforderlich sind, oder bei Materialien, bei deren Applikation hoher Dosierdruck erreicht wird, z.B. im Fall von PUR bis 400 bar. Unterschiedliche Bedingungen ergeben sich hinsichtlich des Volumenstroms, also der Durchflussmenge, die in typischen Fällen z.B. zwischen 2 und 50 ccm/sec betragen kann. Weitere Anforderungen betreffen die zulässigen Einschwing- und Reaktionszeiten des Systems (< 40 ms bis zum Erreichen von $\pm$ 5 % des Sollwerts), frei programmierbare Einstellbarkeit des Vordrucks mit geringer Reaktionszeit (< 100 ms) und automatische dynamische Anpassung des Vordrucks bei Viskositätsänderungen des Beschichtungsmaterials, die Möglichkeit der automatischen Kalibrierung bei Materialänderungen sowie geringe Verzögerungszeiten bei Betriebsbeginn. Generell sollen nicht nur der Anlagen- und Wartungsaufwand, sondern insbesondere in Hinblick auf die Montage in oder an Applikationsrobotern auch Gewicht und Abmessungen der Systembestandteile möglichst gering sein.

[0004] Für Beschichtungsanlagen sind unterschiedliche Dosiersysteme mit kontinuierlicher oder diskontinuierlicher Dosierung des Beschichtungsmaterials bekannt. Kontinuierliche Dosiersysteme haben prinzipielle Vorteile wie relativ geringen Aufwand (niedrige Kosten), kontinuierlichen Materialfluss, großen Dosierbereich, kurze Zykluszeiten ohne Nachfüllzeiten und kompakte Abmessungen. Bekannte kontinuierliche Dosiersysteme sind aber für manche Anwendungsfälle zu ungenau. Sie können Druckregler mit einfachen Regelkreisen enthalten, mit denen lediglich eine Druckregelung oder unter Verwendung einer Durchflussmesszelle eine Mengenregelung durchgeführt wird, oder auch Durchflussregler, in deren Regelkreisen z.B. Regelventile als Stellglied und Durchflussmesszellen als Istwertgeber verwendet werden können. Abgesehen von ihrer relativ geringen Dosiergenauigkeit reagieren diese Dosiersysteme an sich auch relativ langsam auf Sollwertänderungen, was beispielsweise die Beschichtungsqualität beim Applizieren von Kleberbahnen oder beim Nahtabdichten bemerkbar herabsetzt, wegen der Ein- und Ausschaltsprünge insbesondere am Anfang und Ende der Bahnen, aber auch bei Mengenänderungen auf der applizierten Bahn. Bekannt und üblich sind ferner kontinuierliche Dosiersysteme, die volumetrisch mit Zahnraddosierpumpen dosieren. Diskontinuierliche Dosiersysteme enthalten dagegen typisch Kolbendosierer, die in Ausführung als Einzel- oder Doppeldosierer mit elektrischem Servodosierantrieb bekannt sind und ohne geschlossenen Regelkreis arbeiten können, zweckmäßig aber druckabhängig gesteuert werden. Dem Dosiersystem kann zweckmäßig ein Druckregler zur Gewährleistung eines möglichst konstanten Eingangsdrucks vorgeschaltet werden.

[0005] Zum Stand der Technik ist u.a. zu verweisen auf Dürr/Behr Technisches Handbuch 02/1994 "Farbmengenregelung"; DE 38 22 835; DE 691 03 218 T2; DE 100 65 608; EP 1 287 900; EP 1 314 483; EP 1 346 775; EP 1 475 161; sowie Patentanmeldungen EP 05 111 273.8 vom 24.11.2005 und DE 10 2005 042 336.1 vom 06.09.2005.

[0006] Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, auf einfache Weise kontinuierliche Dosierung mit hoher Dosiergenauigkeit und geringen Reaktionsverzögerungen zu ermöglichen.

[0007] Dies wird durch die Merkmale der Patentansprüche erreicht.

[0008] Das hier beschriebene zwei- oder mehrstufige Dosiersystem kann mit geringem Bau-, Steuerungs- und Instandhaltungsaufwand als reines Durchflusssystem mit der Möglichkeit kontinuierlicher Endlosdosierung realisiert werden, das im Gegensatz zu bekannten kontinuierlichen Systemen den Vorteil größtmöglicher Dosiergenauigkeit (in der Regel weniger als 1 % Abweichung vom Sollwert) hat. Eine vergleichbare Genauigkeit war bisher nur mit diskontinuierlichen Kolbendosierern erreichbar.

[0009] Das System arbeitet nach dem Master-Slave-Prinzip mit der ersten Dosierstufe als Master und der zweiten Dosierstufe als Slave. Für die erste Dosierstufe kann zweckmäßig eine vorteilhaft einfache, kompakte, kosten- und wartungsgünstige Dosiereinrichtung an sich bekannter Art verwendet werden wie beispielsweise ein

verschleiß- und wartungsarmer Durchflussregler mit einem Dosierventil als Stellglied oder auch ein noch einfacherer dosierender Druckregler. Für die zur Feindosierung erforderliche zweite Dosierstufe kann dagegen beispielsweise eine Kolbendosiereinrichtung verwendet werden, die konventionellen Kolbendosierern ähnlich sein kann, im Gegensatz zu diesen aber nicht mit periodischem Füllen und Entleeren diskontinuierlich fördert, sondern lediglich das von der ersten Dosierstufe kommende, kontinuierlich hindurchflie-βende Beschichtungsmaterial zur Vergrößerung oder Verkleinerung der Durchflussmenge beaufschlagen muss. Wegen dieses prinzipiellen Unterschieds kann der Feindosierer kleiner, kompakter und leichter sein als diskontinuierliche Kolbendosierer, wodurch er besonders gut für die Montage in oder an einem Roboterarm (z.B. auf Achse 3) oder mitfahrend (auf Achse 7) geeignet ist, was wiederum wegen der kurzen Entfernung des Dosiersystems vom Applikator zur Erhöhung der Dosiergenauigkeit beiträgt. Da der Feindosierer mechanisch weniger beansprucht wird, ist er auch weniger verschleißanfällig und wartungsaufwändig als übliche Kolbendosierer.

[0010] Die erste Dosiervorrichtung arbeitet vorzugsweise im geschlossenen Regelkreis. Die Feindosierung muss dagegen nicht in allen Fällen in einem eigenen geschlossenen Regelkreis erfolgen. Ähnliche Vorteile ergeben sich auch dann, wenn als Feindosierer andere Einrichtungen einschließlich kontinuierlich fördernder bzw. mit kontinuierlichem Durchfluss arbeitender Dosierpumpen an sich bekannter Art verwendet werden, deren Förderwirkung umsteuerbar ist, so dass sie den Druck oder Volumenstrom des Beschichtungsmaterials sowohl erhöhen als auch herabsetzen können, und deren Antriebsmotor zur Korrektur des von der ersten Dosiereinrichtung eingestellten Druck- oder Volumenstromwerts steuerbar ist. Hierfür kommen z.B. einfache Zahnraddosierpumpen, ventillose Drehkolbenpumpen (EP 1 348 487) oder doppelt wirkende Kolbenpumpen (etwa gemäß Patentanmeldung EP 05 111 273.8 oder 4-Ventil-Hochdruckpumpen z.B. der Firma Rexson) in Betracht. Auch ebenfalls für andere Zwecke an sich bekannte, mit rotierenden Spindeln arbeitende Schraubenpumpen können zweckmäßig verwendet werden.

[0011] Eine weitere Möglichkeit ist eine Feindosierung unter Verwendung einer sollwertabhängig gesteuerten Applikatordüse als zweite Dosiereinrichtung, beispielsweise im geschlossenen Regelkreis in der aus der EP 1 346 775 A1 an sich bekannten Weise, wonach als Stellglied das Hauptnadelventil eines Zerstäubers dient, der auch den elektrischen oder pneumatischen Antrieb dieses Dosierventils und/oder eine zugehörige Durchflussmesseinrichtung enthalten kann.

[0012] Bei dem hier beschriebenen System greift der Feindosierer in der Regel nur ein, wenn die von der vorgeschalteten Dosierstufe eingestellte Ausflussrate nicht genau den vorgegebenen Sollwerten entspricht, also korrigiert werden muss. Je nach Anwendungsfall kann der Feindosierer Druck oder Volumen des Beschichtungsmaterials justieren. Besonders vorteilhaft kann der Feindosierer bei plötzlichen Änderungen des Sollwerts für Druck oder Ausflussrate die dann notwendige Druckanpassung extrem kurzfristig realisieren. Entsprechendes gilt beispielsweise auch für die erforderliche Übersteuerung bei der aus der EP 1 481 736 bekannten Schlauchatmungskompensation. Dadurch wird z.B. beim Nahtabdichten die Applikationsqualität wesentlich verbessert, insbesondere auch am Anfang und Ende der applizierten Naht.

[0013] Neben dem Vorteil geringer Reaktionszeiten bei schnellen Volumen- oder Druckänderungen während des laufenden Applikationsvorgangs hat die Erfindung weitere Vorteile wie u.a. die Möglichkeit der präzise dosierten Applikation sowohl sehr kleiner als auch großer Volumenströme sowie universelle Verwendbarkeit für unterschiedliche Beschichtungsaufgaben und Materialien. Zu den erfindungsgemäß dosierbaren Materialien gehören beispielsweise thixotropes Material, NAD-Material und PUR.

[0014] Die Erfindung eignet sich zwar für beliebige Beschichtungsstoffe einschließlich Lack, vor allem aber für hochviskoses Beschichtungsmaterial, wie es z.B. bei Klebeapplikationen (wie Türfalzkleben bei Fahrzeugkarossen), zum Unterbodenschutz oder bei der Dichtstoffapplikation benötigt wird. Beispielsweise beim Nahtabdichten (Sealing) mit Airless-Zerstäubung, bei der das Beschichtungsmaterial bekanntlich im Gegensatz zu Rotations- oder Luftzerstäubung allein durch den Eingangsdruck der Applikationsdüse zerstäubt und die Applikationsmenge demgemäß direkt durch den Druck an der Düse bestimmt wird, erweist sich die Erfindung als besonders vorteilhaft. Ähnliche Vorteile ergeben sich bei ebenfalls durch Luftzerstäubung appliziertem Material für den Unterbodenschutz von Karossen. Allgemein ist die Erfindung immer dann vorteilhaft, wenn vor dem Öffnen des Hauptventils (z.B. der Hauptnadel) des Applikators ein definierter Vordruck eingestellt werden muss.

[0015] Wie schon erwähnt wurde, kann mit dem hier beschriebenen System der Druck oder der Volumenstrom des dem Applikator zugeführten Beschichtungsmaterials geregelt werden, in beiden Fällen jeweils mit dem Ziel einer genauen und bedarfsabhängig steuerbaren Dosierung des applizierten Beschichtungsmaterials. Bei der Druckregelung kann vorausgesetzt werden, dass jedem Druckwert am Eingang des Applikators ein bekannter, genau bestimmter Ausflussmengenwert des applizierten Materials entspricht, der in kompensierbarer Abhängigkeit von sonstigen Faktoren wie Temperatur und/oder Viskosität beispielsweise durch die geometrische Form und Größe einer Applikationsdüse gegeben ist. Bei Druckregelung ist also für die gewünschte Dosierung eine zu dem geregelten Druck passende Düse zu verwenden oder für eine gegebene Düse der ihr entsprechende Druck an der Düse zu erzeugen. Ob Druck oder Volumenstrom geregelt wird, hängt von praktischen Erfordernissen des jeweiligen Anwendungsfalls ab. Beispielsweise kann hierbei das jeweilige Beschichtungs-

material eine Rolle spielen, doch kann auch für dasselbe Material ein Druckregelsystem wegen seines geringeren Aufwands oder ein Volumenstromregelsystem wegen dessen höherer Genauigkeit bevorzugt werden.

[0016] An dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein mehrstufiges Dosiersystem gemäß der Erfindung;

Fig. 2 die schematische Darstellung eines für den Regelkreis eines Feindosierers des Systems nach Fig. 1 verwendbaren Stellglieds; und

Fig. 3 ein vereinfachtes Ersatzmodell des Regelsystems nach Fig. 1 in seiner Ausbildung als Druckregler mit Feindosierung.

[0017] Das in Fig. 1 dargestellte Dosiersystem ist so konzipiert, dass es wahlweise sowohl zur Druckregelung als auch zur Volumenstromregelung verwendet werden kann. Nicht alle Bestandteile sind also für den jeweiligen Fall erforderlich.

[0018] Das von einem Applikator 10 zu applizierende Beschichtungsmaterial, beispielsweise für Fahrzeugkarossen oder deren Teile benötigtes Sealingmaterial, wird von einer Materialversorgungseinrichtung 12 durch eine Eingangsleitung 13 und einen Materialdruckregler 14 einer ersten Dosiereinrichtung 20 und von dort durch eine Verbindungsleitung 21 einer zweiten Dosiereinrichtung 30 zugeführt. Vom Ausgang der zweiten Dosiereinrichtung 30 fließt das Beschichtungsmaterial durch eine Leitung 31, beispielsweise eine Schlauchleitung, zu dem Eingang des Applikators 10. Die Materialförderung wird durch den in den Leitungen 13, 21 und 31 herrschenden Druck bewirkt. Die gestrichelten Linien stellen z.B. elektrische oder pneumatische Signalsteuerleitungen dar.

[0019] Der Materialdruckregler 14 dient zur Einregelung des Vordrucks des Dosiersystems am Materialeingang der ersten Dosiereinrichtung 20 und enthält zu diesem Zweck ein in die Eingangsleitung 13 geschaltetes Stellventil 22 und einen zugehörigen Drucksensor 23. Das Stellventil 22 kann in an sich bekannter Weise von einer in der Applikationssteuerung 40 enthaltenen zugehörigen Regeleinrichtung (nicht dargestellt) im geschlossenen Regelkreis in Abhängigkeit von dem Druck-Istwert, der von dem Drucksensor 23 am Materialausgang des Stellventils 22 gemessen wird, und einem vorgegebenen gewünschten Vordruck-Sollwert gesteuert werden. Der Materialdruckregler 14 wird hierbei auf einen konstanten Materialdruck eingestellt, der größer ist als der im Applikationsbetrieb erforderliche Maximaldruck im System.

[0020] Die erste Dosiereinrichtung 20 enthält ein in die Verbindungsleitung 21 geschaltetes Dosierventil 22, das in an sich bekannter Weise als Stellglied eines geschlossenen Regelkreises dient und von einem beispielsweise elektrischen umsteuerbaren Motor M20 mit zugehörigem Getriebe G betätigt wird, sowie einen eigenen Drucksensor 23, der den Druck am Materialausgang des Dosierventils 22 misst. Eine ebenfalls in der Applikationssteuerung 40 enthaltene zugehörige Regeleinrichtung (nicht dargestellt) kann den Motor M20 in Abhängigkeit von dem Druck-Istwert des Drucksensors 23 und/oder in Abhängigkeit von einem Istwertgeber am Ausgang der zweiten Dosiereinrichtung 30 und von den in der üblichen Weise mit dem Istwert verglichenen Sollwerten steuern. Die Sollwerte sind für die gewünschte Dosierung des Beschichtungsmaterials während der Applikation bedarfsabhängig veränderlich und werden dem Regelkreis von der übergeordneten automatischen Anlagensteuerung (nicht dargestellt) vorgegeben.

[0021] Die zweite Dosiereinrichtung 30 dient zur Feindosierung des Beschichtungsmaterials und enthält bei dem dargestellten Beispiel eine Zylindereinheit 32, in der ein Kolben 33 von einem umsteuerbaren Motor M30 über ein Getriebe G in beiden Richtungen verschiebbar ist. Der Kolben begrenzt die erste Zylinderkammer 34, die einen an die Verbindungsleitung 21 angeschlossenen Materialeingang und einen an die Leitung 31 angeschlossenen Materialausgang hat und im Übrigen druckdicht geschlossen ist. Konstruktiv kann die Zylindereinheit 32 den aus Beschichtungsanlagen an sich bekannten Kolbendosierern (beispielsweise EP 1 252 936, EP 1 314 483, EP 1 384 885 usw.) oder auch ebenfalls an sich bekannten Kolbenpumpen entsprechen, von denen sie sich aber durch ihre im Folgenden erläuterte prinzipiell andersartige Funktion und Betriebsweise als Stellglied eines geschlossenen Regelkreises unterscheidet. Die Verbindungsleitung 21 enthält zwischen dem Materialausgang der ersten Dosiereinrichtung 20 und dem Materialeingang der ersten Zylinderkammer 34 ein Rückschlagventil 35, um bei zusätzlichem Druckaufbau durch den Feindosierer einen Druckrückschlag zu dem Dosierventil 22 zu verhindern.

[0022] An den über die Leitung 31 mit dem Applikator 10 verbundenen Materialausgang der ersten Zylinderkammer 34 des Feindosierers ist ein weiterer Drucksensor 36 angeschlossen, der den von ihm gemessenen Druck-Istwert einer weiteren (nicht dargestellten) Regeleinrichtung in der Applikationssteuerung 40 zuführt, die bei einer möglichen Funktionsweise des Systems den Istwert mit von der übergeordneten Anlagensteuerung vorgegebenen (der gewünschten Ausflussmenge beim Applizieren entsprechenden) Drucksollwerten vergleichen und entsprechende Steuersignale dem Motor M30 des Feindosierers zuführen kann. Ist der Druck des Beschichtungsmaterials zu niedrig, wird er durch den Antrieb des Kolbens 33 in Richtung in die Zylinderkammer 34 erhöht, während zu hoher Druck durch entsprechendes Vergrößern der Zylinderkammer 34 durch den Motor M30 herabgesetzt wird. Der Motor M30 wird nur zur Korrektur von Abweichungen der Istwerte von den Sollwerten betätigt. Meistens steht der Kolben 33 dagegen während der dosierten Applikation des Beschichtungsmateri-

als still.

[0023] Wenn in Applikationspausen die Düse des Applikators 10 durch das übliche Hauptnadelventil oder dergleichen geschlossen ist, kann es zweckmäßig sein, den Messwert des bei der oben beschriebenen Funktionsweise direkt auf den Feindosierer wirkenden Drucksensors 36 gemäß einer anderen Funktion auch zur Einstellung des statischen Drucks im System, also am Materialeingang des Feindosierers zu verwenden. Dieser statische Druck kann von einer in der Applikationssteuerung 40 enthaltenen Regeleinrichtung eingestellt werden, eventuell unter Verwendung der Zylindereinheit 32.

[0024] Darstellungsgemäß ist zusätzlich zu dem Drucksensor 36 am Materialausgang der Zylindereinheit 32 eine Durchflussmesszelle 37 in die Leitung 31 geschaltet, die bei einer ebenfalls möglichen Funktionsweise des Systems den Volumenstrom des zu dem Applikator 10 fließenden Beschichtungsmaterials misst und diesen Istwert der zugehörigen Regeleinrichtung in der Applikationssteuerung 40 zuführt. Die Regeleinrichtung kann somit durch Vergleich dieses Istwerts mit Sollwerten für den momentan erforderlichen Volumenstrom oder mit entsprechend umgerechneten Drucksollwerten die als Stellglied dienende Zylindereinheit 32 der zweiten Dosiereinrichtung 30 zur direkten Volumenstromregelung ansteuern.

[0025] Da die Durchflussmesszelle 37 den Volumenstrom des zu dem Applikator 10 fließenden Beschichtungsmaterials misst, der sich als Ergebnis beider Dosiereinrichtungen 20 und 30 ergibt, kann es ferner zweckmäßig sein, mit dem Messwert der Durchflussmesszelle 37 zusätzlich auch den Regelkreis der ersten Dosiereinrichtung anzusteuern. Bei Kenntnis des jeweiligen Drucks an beiden Dosiereinrichtungen lassen sich beide Regelkreise separat steuern. Die Messwerte der Durchflussmesszelle 37 können in der Applikationssteuerung 40 in entsprechende Druckwerte umgerechnet werden.

[0026] Wenn kein durch den Volumenstrom gesteuertes Regelsystem, sondern ein ausschließlich druckgesteuertes Dosiersystem realisiert werden soll, könnte die Durchflussmesszelle 37 auch entfallen. Gemäß einer nicht dargestellten weiteren Ausführungsform der Erfindung ist es aber andererseits möglich, auch die dem Feindosierer vorgeschaltete erste Dosiereinrichtung in direkter Abhängigkeit von dem beispielsweise in der Verbindungsleitung 21 gemessenen Volumenstrom anzusteuern.

[0027] Bei den oben beschriebenen Funktionen kann vorausgesetzt werden, dass die Druck- bzw. Volumenstrommesswerte am Ausgang der zweiten Dosiereinrichtung 30 in genau definierbarer Relation zu den entsprechenden Werten unmittelbar am Applikator 10 stehen. Diese Relation kann bei der Installation oder Kalibrierung der Beschichtungsanlage ermittelt werden und bleibt dann unverändert, wobei Störeinflüsse wie z.B. Schlauchatmung in an sich bekannter Weise (vgl. etwa EP 1 481 736 und EP 1 298 504) kompensiert werden können. Auch an sich variable Faktoren wie Temperaturänderungen und die Viskosität des verwendeten Beschichtungsmaterials können in der Applikationssteuerung 40 durch bekannte Relationen rechnerisch berücksichtigt werden. In ähnlicher Weise können in der Applikationssteuerung bei der Kalibrierung des Systems feste Relationen zwischen Druck und Volumenstrom und/oder Ausflussmenge gespeichert werden.

[0028] Es kann allerdings auch zweckmäßig sein, einen zusätzlichen Drucksensor 42 direkt an den Materialeingang des Applikators 10 anzuschließen. Der Messwert dieses Drucksensors 42 ist für die eigentliche Dosierregelung gemäß den obigen Erläuterungen nicht notwendig, doch kann er z.B. in der Applikationssteuerung 40 bei der Adaption des Systems dazu dienen, die Einflüsse von Temperatur und/oder Viskosität zu eliminieren. In anderen Fällen kann es dagegen zweckmäßig sein, beispielsweise für besonders schnelle Regelung das Dosiersystem mit Hilfe eines Drucksensors am Applikator zu regeln.

[0029] Wenn bei geschlossener Applikationsdüse kein Material appliziert wird, ist es in vielen Fällen zweckmäßig, den Materialfluss aus der Leitung 31 zu dem Applikator 10 nicht zu unterbrechen, sondern das Beschichtungsmaterial in einem Zirkulationskreis kontinuierlich zu der Materialversorgung vor der Einrichtung 12 zurückzuleiten, beispielsweise um Materialänderungen oder Absetzen des Materials zu vermeiden. Der Zirkulationskreis kann durch den Applikator 10 hindurchführen, wie es bei Beschichtungsanlagen an sich bekannt ist. Zu diesem Zweck ist die zu dem Applikator 10 führende Leitung 31 mit einer Rückführleitung 51 über ein Umschaltventil 50 verbunden, das während der Applikation geschlossen ist und bei geschlossener Applikationsdüse des Applikators 10 geöffnet wird.

[0030] Der Zirkulationskreis muss jedoch nicht bis zu dem Applikator 10 oder sogar - wie in diesem Ausführungsbeispiel - bis durch den Applikator 10 hindurch gehen. Alternativ besteht bei einem Applikationsroboter auch die Möglichkeit, dass der Zirkulationskreis nur bis zu einem der Roboterarme reicht, beispielsweise bis zum Vorderarm (Roboterachse 3).

[0031] Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel kann der Zirkulationskreis darstellungsgemäß durch die Zylindereinheit 32 hindurchführen. Die Rückführleitung 51 mündet hierbei in einen Materialeinlass der zweiten Zylinderkammer 39, die sich auf der zu der ersten Zylinderkammer 34 entgegengesetzten Seite des Kolbens 33 befindet, und eine an einen Materialauslass der zweiten Zylinderkammer 39 angeschlossene Ausgangsleitung 51' bildet dann die Fortsetzung des Zirkulationskreises. Die Ausgangsleitung 51' ist an das dargestellte Wegeumschaltventil 53 angeschlossen, von dem aus der Zirkulationskreis weiter zurück bis zu dem Zirkulationsanschluss 52 vor dem Eingang der Materialversorgungseinrichtung 12 führt.

[0032] Die Funktion des Umschaltventils 53 besteht darin, die Zylinderkammer 39 über die Ausgangsleitung 51' des Zirkulationskreises selektiv entweder mit dem

Zirkulationsanschluss 52 oder über die Gegendruckleitung 55 mit der Eingangsleitung 13 des Dosiersystems zu verbinden. Da die zweite Zylinderkammer 39 bis auf die Ein- und Ausgänge des Zirkulationskreises druckdicht geschlossen ist, ergibt sich durch diese Ausgestaltung auf einfache Weise die Möglichkeit, dass während der Applikation bei geschlossenem Umschaltventil 50 die zweite Zylinderkammer 39 über das Wegeumschaltventil 53 mit dem Materialversorgungsdruck des Dosiersystems beaufschlagt werden kann. Die Druckbeaufschlagung hat den Vorteil, dass der Dosierantrieb mit dem Motor M30 für zur Feindosierung erforderlichen Stellbewegungen des Kolbens 33 nur relativ geringe Kräfte aufbringen muss, die zur Überwindung einer Druckdifferenz zwischen den beiden Zylinderkammern 34 und 39 erforderlich sind. Der Aufbau des Gegendrucks ermöglicht vorteilhaft eine kleinere und kompaktere Bauweise des Feindosierers bezüglich des Antriebs, was wiederum eine Verbesserung der Genauigkeit und der Reaktionszeit ermöglicht. Wenn der Zirkulationskreis nicht durch die Zylindereinheit 32 führt, kann das Umschaltventil 53 entfallen und der Gegendruck in der zweiten Zylinderkammer 39 durch die Leitung 55 direkt aus der Materialversorgung hergeleitet werden.

[0033] Der Gegendruck in der zweiten Zylinderkammer 39 könnte auch von einer von der Materialversorgung getrennten Druckquelle (z.B. einer Pneumatik) erzeugt werden. Ferner könnte der die Kolbenbewegung unterstützende Druckwert in der zweiten Zylinderkammer 39 entsprechend den gewünschten Bewegungen des Kolbens 33 änderbar sein, wobei sich Überdruck oder Unterdruck bezüglich der ersten Zylinderkammer 34 ergeben kann.

[0034] Das Prinzip der Verwendung einer Zylindereinheit wie z.B. der Einheit 32 in Fig. 1 als Stellglied eines Druck- oder Volumenstrom-Regelkreises mit Druckunterstützung in der zweiten Zylinderkammer 39 ist in Fig. 2 dargestellt. Der gemäß dem Doppelpfeil 57 regelnde Dosierantrieb des Kolbens 33 muss jeweils nur die Differenz zwischen dem Druck P2 in der ersten Zylinderkammer 34, durch die das Material mit geregeltem Druck oder Volumenstrom kontinuierlich hindurchfließen kann, und dem unterstützenden Druck P1 in der zweiten Zylinderkammer 39 überwinden. Ein derartiges Stellglied kann über das Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 hinaus auch für beliebige andere Regelkreise sinnvoll sein, eventuell auch ohne die Druckunterstützung.

[0035] In Fig. 3 ist ein Ersatzmodell der Regelkreise des Dosiersystems gemäß Fig. 1 in seiner Ausbildung als Druckregler mit Feindosierung dargestellt. Es kann zur Simulierung des Regelverhaltens und zur Durchführung von Berechnungen dienen, die für die Realisierung der verschiedenen Funktionen und für die gegenseitige regelungstechnische Abstimmung der beiden Dosiereinrichtungen in Bezug aufeinander erforderlich sein können.

[0036] In Übereinstimmung mit Fig. 1 ist die erste Dosiereinrichtung 20 über die Verbindungsleitung 21 mit der als Feindosierer dienenden zweiten Dosiereinrichtung 30 verbunden, von der die Schlauchleitung 31 zu dem Applikator führt. Die zugehörigen, in der Applikationssteuerung 40 (Fig. 1) befindlichen elektronischen Regeleinrichtungen 60 bzw. 61 für die erste Dosiereinrichtung 20 bzw. für die zweite Dosiereinrichtung 30 können übliche Universal-PID-Regler sein, die zur Durchführung des Soll-Ist-Abgleichs die Messwerte der Druck- oder Durchflusssensoren beispielsweise mit einer Abtastperiode in der Größenordnung von 50 ms abtasten. Darstellungsgemäß sind beide Regler 60 und 61 von den bei 64 dargestellten Sollwerten gesteuert. Bei der anfänglichen Kalibrierung des Systems kann die Relation zwischen Volumenstrom und Druck erfasst und als "Basiskurve" gespeichert werden, die später bei zu großer Differenz im laufenden Betrieb korrigiert werden kann. Die verschiedenen Funktionen des Regelsystems einschließlich des durch Drehzahl und Hub gekennzeichneten Dosierantriebs M30 des Feindosierers können auf Monitoren 62, 63 bzw. 64 angezeigt werden. Bei 65 und 66 können selektiv Störgrößen wie z.B. wellige Druckschwankungen oder ein Ausfall der Materialversorgung manuell simuliert werden.

[0037] Das beschriebene Ausführungsbeispiel lässt sich im Rahmen der Erfindung in verschiedener Hinsicht abwandeln und insbesondere vereinfachen. Beispielsweise kann ein System vorgesehen sein, das nur aus der Kombination eines sollwertgesteuerten Materialdruckregelkreises oder eines Dosierventils mit einer Feindosierung besteht. Auch der etwaige Druckschwankungen der Materialversorgung ausgleichende Materialdruckregler 14 ist nicht immer notwendig. Ferner sind Ausführungsbeispiele denkbar, bei denen nur die zur Feindosierung dienende zweite Dosiereinrichtung im geschlossenen Regelkreis gesteuert wird, nicht aber die vorgeschaltete erste Dosiereinrichtung, die in diesem Fall nur von den Sollwerten gesteuert würde.

Patentansprüche

1. Dosiersystem für eine Beschichtungsanlage zur Beschichtung von Bauteilen wie beispielsweise Fahrzeugkarosserieteilen, mit

   - einem Applikator (10), der das ihm zugeführte Beschichtungsmaterial mit bedarfsabhängig dosierter Ausflussmenge appliziert,
   - einer geregelten Dosiereinrichtung (20), die den Druck oder den Volumenstrom des von dem Applikator (10) zu applizierenden Beschichtungsmaterials in Abhängigkeit von Sollwerten einstellt, die ihr von einer automatischen Anlagensteuerung vorgegeben werden,
   - einem Messwertgeber (23, 37) zur Erzeugung eines Messwerts, der dem Druck oder dem Volumenstrom des zu dem Applikator (10) fließenden Beschichtungsmaterials entspricht, und

- einer Regeleinrichtung (40) zur Steuerung der Dosiereinrichtung (20) in Abhängigkeit von den vorgegebenen Sollwerten und von dem Messwert des Messwertgebers (23, 37),
- **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Ausgang einer ersten Dosiereinrichtung (20) für das zu dem Applikator (10) fließende Beschichtungsmaterial eine zweite Dosiereinrichtung (30) angeschlossen ist, die zur Feindosierung des applizierten Beschichtungsmaterials dessen Druck oder Volumenstrom in Abhängigkeit von den vorgegebenen Sollwerten steuert.

2. Dosiersystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Dosiereinrichtung (20) und/oder die zur Feindosierung dienende zweite Dosiereinrichtung (30) von einem eigenen Regelkreis gesteuert wird, der einen dem Druck oder dem Volumenstrom des zu dem Applikator (10) fließenden Beschichtungsmaterials entsprechenden Messwert mit den vorgegebenen Sollwerten vergleicht.

3. Dosiersystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Dosiereinrichtung (20) durch einen von den vorgegebenen Sollwerten gesteuerten Druckregler gebildet ist.

4. Dosiersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Dosiereinrichtung (20) durch einen von den vorgegebenen Sollwerten gesteuerten Durchflussregler mit einem Dosierventil (22) als Stellglied und einem gesteuerten, vorzugsweise elektromotorischen Ventilantrieb (M20) gebildet wird.

5. Dosiersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Messwertgeber der ersten und/oder der Messwertgeber der zweiten Dosiereinrichtung ein Drucksensor (23, 36) oder eine Durchflussmesszelle (37) ist.

6. Dosiersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Messwertgeber ein an dem Materialausgang der ersten Dosiereinrichtung (20) und/oder ein an dem Materialausgang der zweiten Dosiereinrichtung (30) angeordneter Drucksensor (23, 36) ist.

7. Dosiersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Messwertgeber eine Durchflussmesszelle (37) an dem Materialausgang der ersten Dosiereinrichtung (20) und/oder an dem Materialausgang der zweiten Dosiereinrichtung (30) angeordnet ist.

8. Dosiersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein den Materialdruck am Materialeingang des Applikators (10) messender Drucksensor (42) vorgesehen ist.

9. Dosiersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Materialeingang der ersten Dosiereinrichtung (20) ein Materialdruckregler (14) zur vorzugsweise automatischen Einstellung eines gewünschten Vordrucks des Beschichtungsmaterials vorgeschaltet ist.

10. Dosiersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche oder nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dosiereinrichtung (30) durch eine einen bewegbaren Kolben (33) enthaltende Zylindereinheit (32) gebildet ist, durch deren an den Kolben (33) angrenzende Zylinderkammer (34) das dem Applikator (10) zugeführte Beschichtungsmaterial fließt, und dass der Kolben (33) von einem von der Regeleinrichtung (40) gesteuerten, vorzugsweise elektromotorischen Antrieb (M30) zur Korrektur des eingestellten Druck- oder Volumenstromwerts bei Abweichungen von den Sollwerten bewegbar ist.

11. Dosiersystem nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zylindereinheit (32) zwei durch den Kolben (33) getrennte Zylinderkammern (34, 39) enthält, in denen der Kolben (33) bewegbar ist, wobei durch die erste Zylinderkammer (34) das Beschichtungsmaterial in Richtung zu dem Applikator (10) fließt, und dass in der zweiten Zylinderkammer (39), die sich auf der zu dem Beschichtungsmaterial entgegengesetzten Seite des Kolbens (33) befindet, ein die Kolbenbewegung unterstützender Druckwert erzeugt wird.

12. Dosiersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Beschichtungspausen, in denen kein Material appliziert wird, das dem Applikator (10) zugeführte Beschichtungsmaterial durch einen Zirkulationskreis (51, 52) zurück zu einer Materialversorgungseinrichtung (12) geleitet wird.

13. Dosiersystem nach den Ansprüchen 11 und 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das durch den Zirkulationskreis (51, 52) zurückfließende Beschichtungsmaterial durch die zweite Zylinderkammer (39) geleitet wird.

14. Dosiersystem nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der unterstützende Druckwert in der zweiten Zylinderkammer (39) wenigstens während der Applikation durch den Materialversorgungsdruck in einer zu der ersten Dosiereinrichtung (20) führenden Eingangsleitung (13) erzeugt wird.

15. Dosiersystem nach den Ansprüchen 13 und 14, **da-**

durch gekennzeichnet, dass zwischen die Eingangsleitung (13) und den Zirkulationskreis (51, 52) ein Umschaltventil (53) geschaltet ist, mit dem die Eingangsleitung (13) selektiv mit der zweiten Zylinderkammer (39) verbunden werden kann.

16. Dosiersystem nach einem der Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck in der zweiten Zylinderkammer entsprechend der gewünschten Bewegungsrichtung des Kolbens (33) änderbar ist.

17. Dosiersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Dosiereinrichtung durch eine Pumpe mit kontinuierlichem Durchfluss gebildet ist, wobei die Förderwirkung der Pumpe umsteuerbar ist und ihr Antriebsmotor zur Korrektur des von der ersten Dosiereinrichtung (20) eingestellten Druck- oder Volumenstromwerts steuerbar ist.

18. Dosiersystem nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pumpe eine Zahnradpumpe oder eine Drehkolbenpumpe oder eine Schraubenpumpe oder eine Kolbenpumpe mit in beiden Kolbenrichtungen förderndem Kolben ist.

19. Applikationsroboter mit einem Dosiersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens die zweite Dosiereinrichtung (30) an oder in einem der bewegbaren Roboterglieder angeordnet ist.

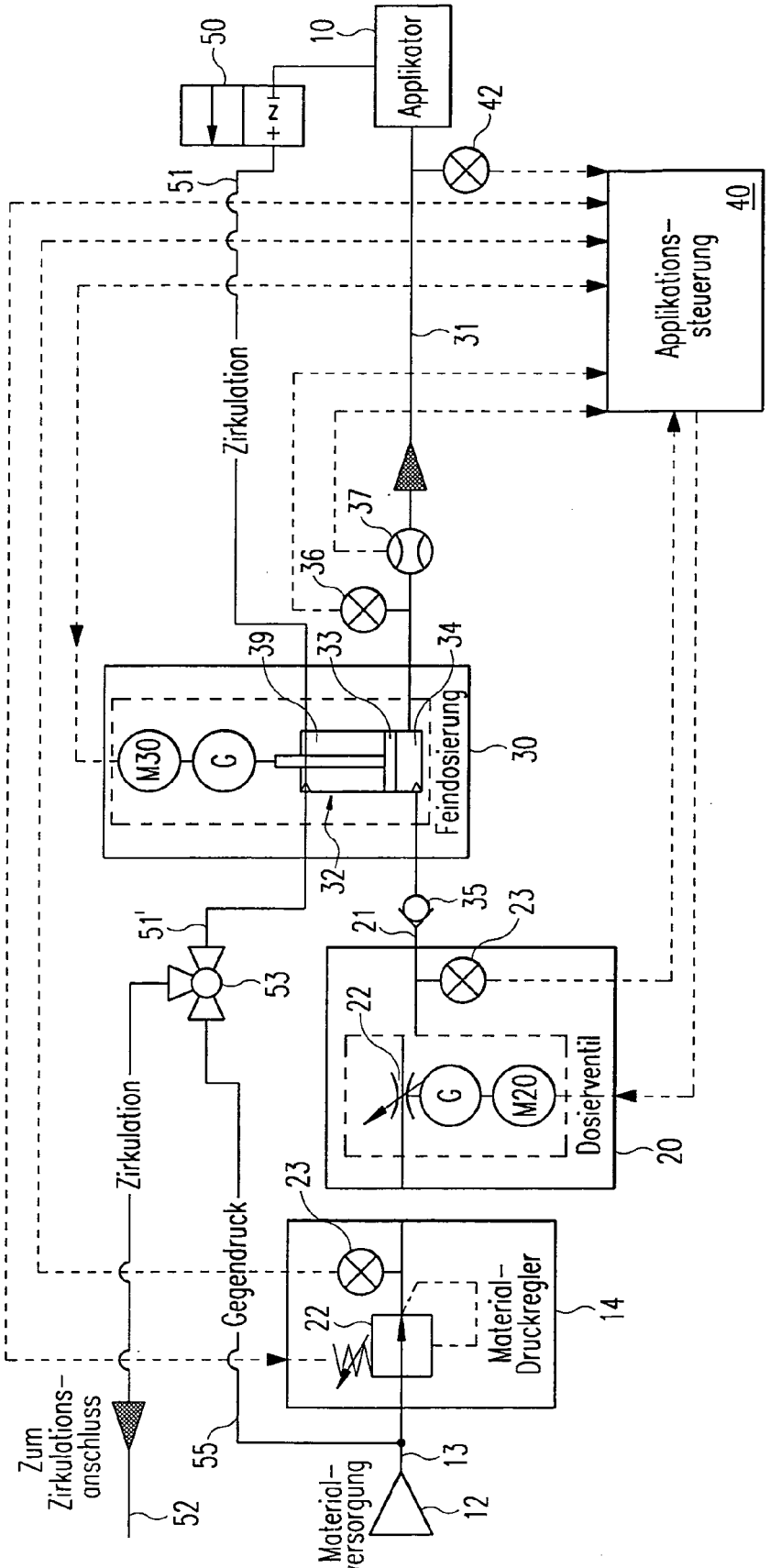
50
10
Applikator
42
51
Applikations-
steuerung
40
Zirkulation
31
37
36
39
33
34
M30
G
Feindosierung
30
32
35
51'
21
23
53
22
G
M20
Dosierventil
20
Zirkulation
23
Gegendruck
22
Material-
Druckregler
14
Zum
Zirkulations-
anschluss
55
13
Material-
versorgung
12
52

Fig. 1

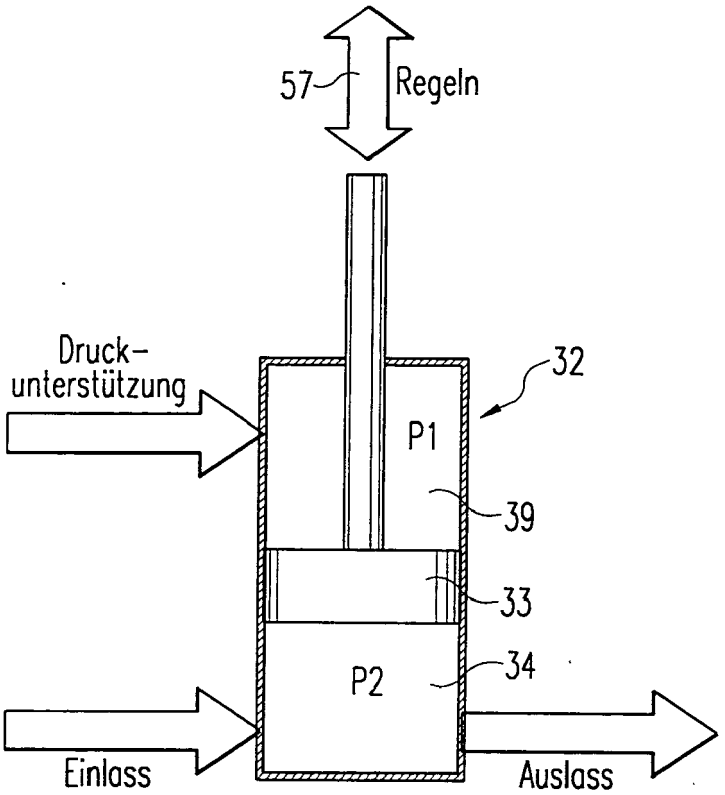
57
Regeln
Druck-
unterstützung
32
P1
39
33
P2
34
Einlass
Auslass

Fig. 2

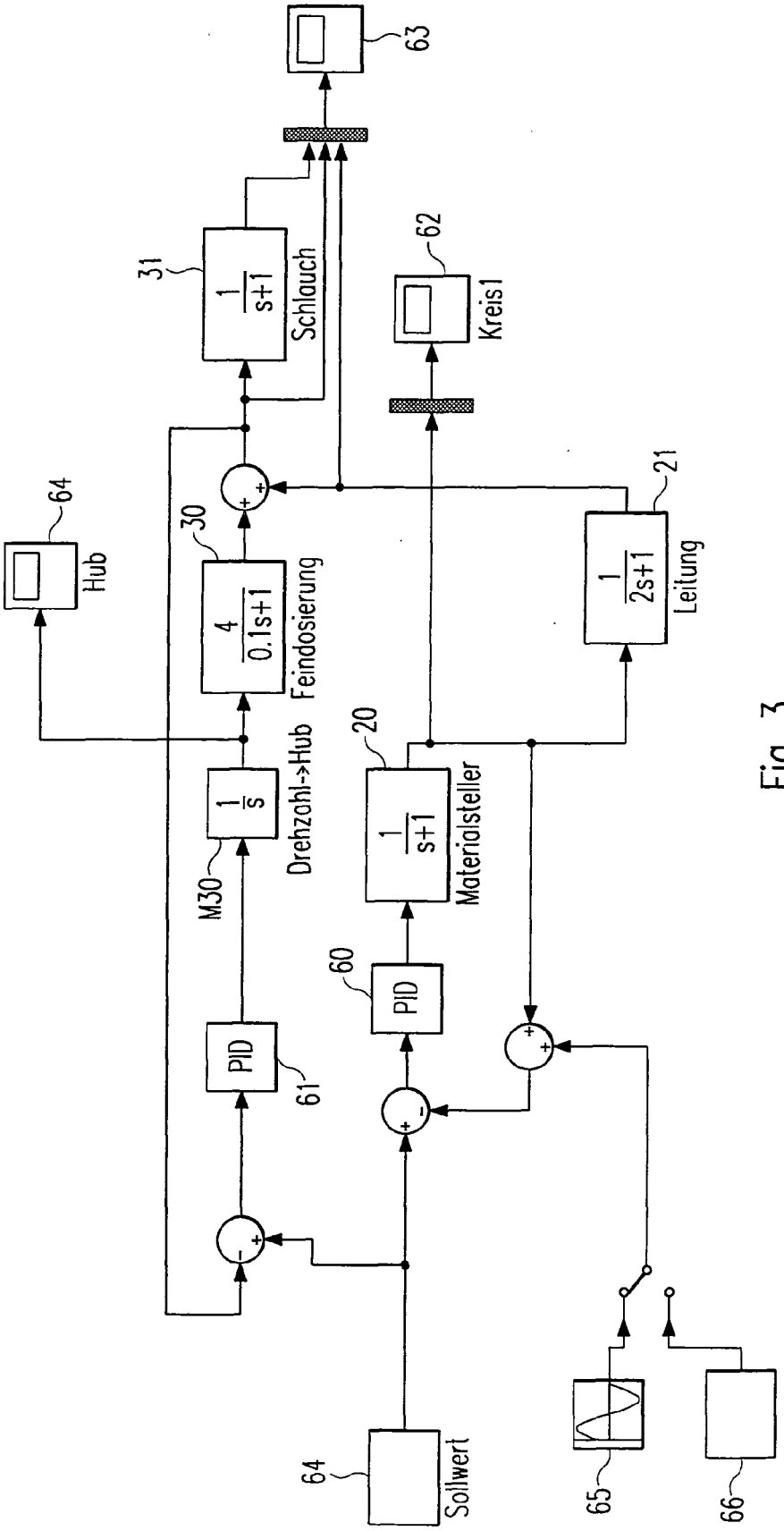
63
62
Kreis1
31
1/(s+1)
Schlauch
64
Hub
30
4/(0.1s+1)
Feindosierung
21
1/(2s+1)
Leitung
20
1/(s+1)
Materialsteller
1/s
M30
Drehzahl->Hub
PID
61
PID
60
64
Sollwert
65
66

Fig. 3

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 00 9228

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
P,X	DE 10 2005 044796 A1 (HILGER & KERN GMBH [DE]) 29. März 2007 (2007-03-29) * das ganze Dokument * -----	1-3	INV. B05B12/00
X	JP 09 029147 A (TRINITY IND CORP) 4. Februar 1997 (1997-02-04) * das ganze Dokument * -----	1	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

B05B

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	11. Juli 2007	Eberwein, Michael

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 07 00 9228

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-07-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102005044796 A1	29-03-2007	WO 2007033808 A2	29-03-2007
JP 9029147 A	04-02-1997	JP 3583196 B2	27-10-2004

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 3822835 **[0005]**
- DE 69103218 T2 **[0005]**
- DE 10065608 **[0005]**
- EP 1287900 A **[0005]**
- EP 1314483 A **[0005] [0021]**
- EP 1346775 A **[0005]**
- EP 1475161 A **[0005]**
- EP 05111273 A **[0005] [0010]**
- DE 102005042336 **[0005]**
- EP 1348487 A **[0010]**
- EP 1346775 A1 **[0011]**
- EP 1481736 A **[0012] [0027]**
- EP 1252936 A **[0021]**
- EP 1384885 A **[0021]**
- EP 1298504 A **[0027]**