

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 636 420 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.10.1998 Patentblatt 1998/44

(51) Int. Cl.⁶: **B05B 7/14**, B05B 12/08

(21) Anmeldenummer: **94108909.6**

(22) Anmeldetag: **10.06.1994**

(54) **Pulverfördevorrichtung, insbesondere für Beschichtungspulver**

Powder conveying device, in particular for coating powder

Dispositif pour transporter de la poudre, en particulier de la poudre de revêtement

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE ES FR GB IT LI SE

(30) Priorität: **26.07.1993 DE 4325044**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.02.1995 Patentblatt 1995/05

(73) Patentinhaber: **Gema Volstatic AG**
9015 St. Gallen (CH)

(72) Erfinder: **Mauchle, Felix**
CH-9030 Abtwil (CH)

(74) Vertreter:
Vetter, Ewald Otto, Dipl.-Ing.
Patentanwaltsbüro
Allgeier & Vetter,
Burgwalderstrasse 4A,
Postfach 10 26 05
86016 Augsburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 297 309	EP-A- 0 297 463
DE-A- 2 026 498	DE-A- 3 926 624
FR-A- 2 441 565	US-A- 4 483 646
US-A- 4 607 987	

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 0 636 420 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Pulverfördervorrichtung, insbesondere für Beschichtungspulver, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Nach dem Venturirohr-Prinzip arbeitende Injektoren als Jetpumpen zur pneumatischen Förderung von Beschichtungspulver sind aus der DE-PS 1 266 685 (US-PS 3 504 945) bekannt. Sprühvorrichtungen in Form von Sprühpistolen zur elektrostatischen Sprühbeschichtung von Gegenständen mit Beschichtungspulver sind aus der US-PS 4 196 465 bekannt. Aus der DE-OS 39 26 624 A1 ist es bekannt, einen Injektorförderluftstrom und einen Zusatzluftstrom einem Injektor zuzuführen. Der Förderluftstrom dient zur Erzeugung eines Vakuums, welches Pulver in den Injektor saugt, und zum Transport des angesaugten Pulvers zu einer Sprühhvorrichtung, mit welcher das Pulver auf einen zu beschichtenden Gegenstand gesprüht wird. Die Zusatzluft dient zur Einstellung der Stärke des Unterdruckes oder zur Aufrechterhaltung einer bestimmten Gesamtluftmenge, wenn die Förderluftmenge unter einen bestimmten Wert abfällt. Damit die Gesamtluftmenge auf einem gewünschten Wert gehalten werden kann, wird die Förderluft und die Zusatzluft getrennt derart geregelt, daß die Gesamtluftmenge unabhängig von den Anteilen von Förderluft und Zusatzluft einen gewünschten konstanten Wert hat. Die Luft ist zum Fördern des Pulvers erforderlich. Der Gesamtluftstrom muß eine bestimmte Mindestgeschwindigkeit haben, weil bei einer Geschwindigkeit des Pulver-Luft-Gemisches von weniger als 10-15 m/sek Pulsationen des Pulver-Luft-Gemischstromes in den Fluidleitungen auftreten. Zuviel oder zu schnell strömende Luft ist jedoch unerwünscht, weil sie die Wolke des versprühten Pulvers und die Beschichtungsqualität unerwünscht beeinflusst. Ein zu starker Luftstrom kann von der zu beschichtenden Oberfläche Pulver wegblasen. Je nach den Erfordernissen der zu erzeugenden Pulverschicht auf dem zu beschichtenden Gegenstand wird die der Sprühhvorrichtung zugeführte Pulverstromrate (geförderte Pulvermenge pro Zeiteinheit) erhöht oder erniedrigt. Ein Praxiswert für die Pulverrate ist 300 g/min. Je nach erforderlicher Beschichtungsdicke auf dem zu beschichtenden Gegenstand und abhängig von anderen Kriterien wie beispielsweise Pulversorte oder Oberflächenform des zu beschichtenden Gegenstandes ist es erwünscht, die Pulverförderrate zu erhöhen oder zu erniedrigen. Bei solchen Veränderung der Pulverförderrate muß jeweils die Förderlufrate und die Zusatzlufrate so eingestellt werden, daß die gewünschte Pulverförderrate erzeugt wird, jedoch die Gesamtlufförderrate bestehend aus Förderluft und Zusatzluft konstant bleibt oder einen gewünschten Wert annimmt. Die hierfür erforderlichen Einstellungen der Förderlufrate und der Zusatzlufrate werden bei der DE-OS 39 26 624 A1 von Hand vorgenommen. Die Förderlufraten und Zusatzlufraten werden an Druckreglern eingestellt. Ein

bestimmter Druck ergibt für das Leitungssystem der betreffenden Anlage eine bestimmte Menge geförderte Luft pro Zeiteinheit. Durch viele unbekannte Druckabfälle und sich ändernde Strömungsquerschnitte in der Pulverfördervorrichtung ist die "Druckregelung" nicht sehr genau. Genauer wäre eine "Volumenregelung", durch welche das "Volumen der pro Zeiteinheit geförderten Förderluft" und das "Volumen der pro Zeiteinheit geförderten Zusatzluft" geregelt wird. Volumenregler und Sensoren zur Ermittlung des geförderten Luftvolumens sind bekannt, jedoch nicht zur Förderung von Pulver.

Durch die Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, eine Vorrichtung zu schaffen, bei welcher mit weniger Zeitaufwand und weniger Personalaufwand die erforderliche Einstellung der Förderluftmenge pro Zeiteinheit und der Zusatzluftmenge pro Zeiteinheit möglich ist, wenn eine gewünschte Pulverförderrate pro Zeiteinheit für eine gewünschte geförderte Gesamtluftmenge pro Zeiteinheit eingestellt oder verändert wird.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die kennzeichnenden Merkmale von Anspruch 1 gelöst.

Weitere Merkmale der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten.

Die Erfindung hat insbesondere folgende Vorteile: Nach Speicherung eines Eichdiagrammes für eine bestimmte Pulveranlage, insbesondere elektrostatische Pulversprühbeschichtungsanlage, kann die gewünschte, pro Zeiteinheit geförderte Pulvermenge auf einfache Weise geändert werden und bei dieser Änderung ergibt sich völlig automatisch unter Beibehaltung der gewünschten Gesamtluftmenge die dafür erforderliche neue Menge an pro Zeiteinheit geförderter Förderluft und an pro Zeiteinheit geförderter Zusatzluft. Im Diagramm können mehrere Diagrammlinien gespeichert sein, von welchen jede Diagrammlinie eine bestimmte pro Zeiteinheit geförderte Gesamtluftmenge darstellt, über welche von einer Diagrammachse mit den Pulvermengen auf eine andere Diagrammachse für Förderluftmengen die für eine bestimmte Pulvermenge erforderliche Förderluftmenge "gespiegelt" werden kann. Dieses "Spiegeln" bedeutet "ablesen" oder "berechnen" durch den Computer. Der Computer bildet ferner die Differenz zwischen der Gesamtluftmenge und der sich daraus ergebenden Förderluftmenge. Diese Differenz ist der Wert für die Zusatzluftmenge, die bei der gewählten Pulvermenge benötigt wird und im Extremfall "Null" sein kann. Die Erfindung ermöglicht eine Fernsteuerung in der Weise, daß der Computer und seine Signaleingänge an einer von den Fluidleitungen der Förderluft und der Zusatzluft entfernten Stelle angeordnet werden können. Im Gegensatz dazu müssen beim Stand der Technik direkt an den Leitungen der Zusatzluft und der Förderluft Druckregler von Hand eingestellt werden. Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist die Möglichkeit, ohne komplizierte Steuerschaltungen Volumenstromregler für die Regelung der Förderluft und der Zusatzluft zu verwenden. Den Volumenstromreglern

kann ein Druckregler nachgeordnet werden, um eine noch bessere Regelgenauigkeit zu erzielen.

Die Erfindung wird im folgenden mit Bezug auf die Zeichnungen anhand von bevorzugten Ausführungsformen als Beispiele beschrieben. In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1 schematisch eine Pulverfördervorrichtung für Beschichtungspulver gemäß der Erfindung,

Fig. 2 einen Längsschnitt durch einen Injektor von Fig. 1,

Fig. 3 schematisch eine weitere Ausführungsform einer Pulverfördervorrichtung für Beschichtungspulver gemäß der Erfindung als Teil einer Pulverbeschichtungsanlage, welche mehrere solcher Pulverfördervorrichtungen enthält, welche alle von einer gemeinsamen zentralen Steueranlage gesteuert werden.

Die in Fig. 1 dargestellte Pulverfördervorrichtung nach der Erfindung für Beschichtungspulver enthält einen Injektor 2, in welchem nach dem Prinzip eines Venturirohres ein Förderluftstrom einer Förderluftleitung 4 in einem Unterdruckbereich 6 einen Unterdruck erzeugt, durch welchen Pulver 8 aus einem Pulverbehälter 10 angesaugt und dann vom Förderluftstrom durch eine Pulver-Luft-Leitung 12 zu einer elektrostatischen Pulversprühvorrichtung 16 weitertransportiert wird, welche das Pulver elektrostatisch auflädt und längs eines Pfeiles 18 auf einen zu beschichtenden Gegenstand 20 sprüht. Die Sprühvorrichtung 16 kann zur Aufladung des Pulvers einen Hochspannungserzeuger enthalten oder an eine externe Hochspannungsquelle angeschlossen sein. Die Zeichnungen zeigen eine Ausführungsform, bei welcher der Hochspannungserzeuger in die Sprühvorrichtung 16 integriert ist und die gewünschte Hochspannung über eine elektrische Leitung 22 und einen Computer 24 eingestellt werden kann. Die Hochspannung zur elektrostatischen Aufladung des Pulvers kann im Bereich zwischen 0 und 140 000 Volt liegen und wahlweise eingestellt werden. Durch eine Zusatzluftleitung 26 kann ein Zusatzluftstrom dem Förderluftstrom im Unterdruckbereich 6 hinzugefügt werden. In abgewandelter Ausführungsform kann der Zusatzluftstrom der Zusatzluftleitung 26 an einer stromabwärts des Unterdruckbereiches 6 gelegenen Stelle in den Förderluftstrom eingebracht werden, entweder noch innerhalb des Injektors 2 oder an einer stromabwärts von ihm in der Pulver-Luft-Leitung 12 gelegenen Stelle. Die Förderluft gelangt von einer Druckluftquelle 30 über einen Förderluftregler 32 in die Förderluftleitung 4. Die Zusatzluft gelangt von der Druckluftquelle 30 über einen Zusatzluftregler 34 in die Zusatzluftleitung 26. Die beiden Regler 32 und 34 können Druckluftregler sein, sind jedoch bei der dargestell-

ten bevorzugten Ausführungsform Volumenstromregler, welche das pro Zeiteinheit durch sie hindurchströmende Luftvolumen regeln. Der Förderluft-Volumenstromregler 32 erhält vom Computer 24 über eine elektrische Förderluftvolumen-Sollwert-Leitung 36 ein Förderluftvolumen-Sollwert-Signal FV-Soll und von einem Förderluftvolumen-Sensor 38 in der Förderluftleitung 4 über eine elektrische Förderluftvolumen-Istwert-Leitung 40 ein elektrisches Förderluftvolumen-Istwert-Signal FV-Ist. Der Förderluftvolumenstromregler 32 regelt in Abhängigkeit von diesem Sollwert-Signal und diesem Istwert-Signal der Leitungen 36 und 40 das pro Zeiteinheit durch ihn hindurchströmende Fördergasvolumen. Der Zusatzluftvolumenstromregler 34 erhält vom Computer 24 über eine elektrische Zusatzluftvolumen-Sollwert-Leitung 42 ein elektrisches Zusatzluftvolumen-Sollwert-Signal ZV-Soll und von einem Zusatzluftvolumen-Istwert-Sensor 44 in der Zusatzluftleitung 26 über eine elektrische Zusatzluftvolumen-Istwert-Leitung 46 ein elektrisches Zusatzluftvolumen-Istwert-Signal ZV-Ist. Der Zusatzluftvolumenstromregler 34 regelt in Abhängigkeit von diesem Sollwert-Signal ZV-Soll der Leitung 42 und diesem Istwert-Signal ZV-Ist der Leitung 46 die pro Zeiteinheit durch ihn hindurchströmende Zusatzluftmenge. Da Luft je nach Druck und Temperatur ein anderes Volumen hat, sind die beiden Volumendruckregler 32 und 34 so geeicht, daß sie bei einem Atmosphärendruck und einer Temperatur von 0°C der Luft einen sogenannten Normkubikmeter "Nm³" pro Stunde fördern.

Im Computer 24 ist in Form eines Eichdiagrammes 50 auf einer Diagrammachse eine Vielzahl von vorbestimmten Pulverförderraten (geförderte Pulvermenge pro Zeiteinheit "m" beispielsweise in g/min) und auf einer zu ihr rechtwinkelig verlaufenden zweiten Diagrammachse eine Vielzahl von Förderluftdaten (geförderte Förderluft pro Zeiteinheit "FV" beispielsweise in Nm³/h) gespeichert, welche bei einer vorbestimmten Gesamtluftrate GV (pro Zeiteinheit geförderte Gesamtluft bestehend aus Förderluft und gegebenenfalls aus hinzugefügter Zusatzluft) zur Erzeugung der Pulverförderraten "m" erforderlich sind und durch Versuche ermittelt wurden. Für eine bestimmte Gesamtluftvolumenrate GV1, beispielsweise in m³/h, ist in das Eichdiagramm eine gerade Linie eingezeichnet. Für eine gewünschte Pulvermasse m1 oder m2 erhält man für den gewünschten Gesamtluftvolumenwert GV1 den zugehörigen Förderluftvolumenwert FV1 oder FV2, indem man vom Wert m1 oder m2 parallel zur Förderluftvolumenachse FV zur Gesamtluftvolumengeraden GV1 geht, und dann parallel zur Pulvermassenachse m zur Förderluftvolumenachse FV geht. Auf der Förderluftvolumenachse FV sind die Förderluftvolumenwerte beispielsweise in Nm³/h aufgetragen. Jede Pulversprühvorrichtung 16 einer Pulverbeschichtungsanlage kann unterschiedlich lange und im Querschnitt unterschiedlich große Förderluftleitungen, Zusatzluftleitungen und Pulver-Luft-Leitungen haben. Für jede dieser

verschiedenen Ausführungsformen kann im Computer 24 ein Eichdiagramm entsprechend dem Eichdiagramm 50 gespeichert sein. Im Eichdiagramm 50 können für mehrere Gesamtluftvolumen-Werte je eine Linie gespeichert sein, über welche für einen bestimmten Pulvermassenwert wie beispielsweise m1 oder m2 ein entsprechender Förderluftvolumenwert FV1 oder FV2 ermittelt werden kann. Bei dem in Fig. 1 dargestellten Beispiel ist im Diagramm 50 eine gerade Linie für einen Gesamtluftvolumenwert GV1 und gestrichelt eine andere gerade Linie für einen Gesamtluftvolumenwert GV2 gespeichert. Bei einem gewünschten Gesamtluftvolumen GV2 ist für eine gewünschte Pulvermasse pro Zeiteinheit m1 ein Förderluftvolumen FV1' erforderlich. Der Computer 24 errechnet aus dem Gesamtluftvolumen GV2 und dem errechneten Förderluftvolumen FV1' den Zusatzluftvolumenwert ZV, welcher nicht im Diagramm 50 enthalten ist, sondern vom Computer 24 als Zusatzluftvolumen-Sollwert-Signal ZV-Soll auf der elektrischen Leitung 42 an den Zusatzluftvolumenstromregler 34 gegeben wird. Der aus dem Diagramm entnehmbare Förderluftvolumenwert FV, beispielsweise FV1' oder FV1 oder FV2 wird vom Computer 24 als elektrisches Förderluftvolumen-Sollwert-Signal FV-Soll auf der elektrischen Leitung 36 an den Förderluftvolumenstromregler 32 gegeben. Der gewünschte Pulvermasse-Sollwert "m-Soll" kann dem Computer 24 an einem Eingang 52 variabel eingegeben werden. Der Gesamtluftvolumen-Sollwert "GV-Soll" kann dem Computer 24 an einem Eingang 54 variabel eingegeben werden. Ein Pulvermasse-Sensor 56, welcher im Injektor 2 untergebracht oder stromabwärts von ihm an der Pulver-Luft-Leitung 12 angeordnet sein kann, erzeugt in Abhängigkeit von der vom Gesamtluftstrom (Förderluft plus gegebenenfalls hinzugefügte Zusatzluft) pro Zeiteinheit geförderten Pulvermasse "m" ein elektrisches Pulvermasse-Istwert-Signal m-Ist und überträgt dieses auf einer elektrischen Leitung 58 auf einen Pulvermasse-Istwert-Eingang 60 des Computers 24. Der Computer 24 berechnet aus dem Pulvermasse-Sollwert-Signal m-Soll an seinem Eingang 52 und dem Pulvermasse-Istwert-Signal m-Ist an seinem Eingang 60 ein Pulvermasse-Soll-Ist-Vergleichssignal und benutzt dieses als Pulvermasse-Signal m1, m2 usw. auf der Pulvermasse-Diagrammachse m zur Berechnung des bei einem vorgegebenen Gesamtluftvolumen GV1 oder GV2 usw. erforderlichen Förderluftvolumens FV1, FV2 usw. und dann daraus den zugehörigen Zusatzluft-Volumen-Sollwert ZV-Soll. Der Zusatzluft-Volumen-Sollwert ZV-Soll ist der Differenzbetrag zwischen dem Gesamtluftvolumen GV und dem Förderluftvolumen FV-Soll. Dadurch ist der auf der Pulvermasse-Diagrammachse m für die Berechnung ausgewählte Pulvermassewert "m" nur dann gleich groß wie der am Eingang 52 eingegebene Pulvermasse-Sollwert m-Soll, wenn der Pulvermasse-Istwert m-Ist des Pulvermassensensors 56 gleich dem Pulvermassen-Sollwert m-Soll ist. Für die Berechnung der verschiedenen vorgenannten Werte enthält der

Computer in üblicher Weise mindestens einen Prozessor und einen Datenspeicher.

Eine pro Zeiteinheit geförderte Menge kann auch als "Rate" bezeichnet werden. Deshalb werden nachfolgend auch die Ausdrücke Pulvermassenrate, Förderlufrate und Zusatzlufrate verwendet.

Der Computer 24 ist ferner mit einem Eingang 62 zur Einstellung eines Hochspannungs-Sollwertes HS-Soll versehen, in Abhängigkeit von welchem der Computer 24 über die elektrische Leitung 22 der Sprühvorrückung 16 ein Signal zur Einstellung der Hochspannung sendet. Dadurch kann die gesamte Pulverfördevorrichtung vom Computer 24 aus entfernt von der Sprühvorrückung 16 und entfernt von den Volumenstromreglern 32 und 34 gesteuert und geregelt werden.

In Fig. 3 sind Teile, welche Teilen von Fig. 1 entsprechen, mit gleichen Bezugszahlen versehen. Die Ausführungsform von Fig. 3 ist funktionsmäßig im wesentlichen gleich wie die von Fig. 1. Unterschiede bestehen jedoch darin, daß in Fig. 3 der Förderluftvolumenstromregler 32 den Förderluftvolumenstrom der Druckluftquelle 30 nicht direkt in der Förderluftleitung 4 beeinflußt, sondern indirekt, indem der Förderluftvolumenstromregler 32 kein elektrisches Förderluftvolumen-Sollwert-Signal FV-Soll von Fig. 1, sondern ein ihm entsprechendes Förderluftdruck-Sollwert-Signal FP-Soll erzeugt und über eine elektrische Sollwert-Signalleitung 136 an einen Förderluftdruckregler 132 gibt, welcher im Druckluftweg zwischen der Druckluftquelle 30 und der Förderluftleitung 4 liegt, wohingegen an dieser Stelle in Fig. 1 der Förderluftvolumenstromregler 32 angeordnet ist; als weiterer Unterschied zu Fig. 1 ist in ähnlicher Weise ein Zusatzluftdruckregler 134 anstelle des Zusatzluftvolumenstromreglers 34 im Zusatzluftweg zwischen der Druckluftquelle 30 und der Zusatzluftleitung 26 angeordnet und der weiterhin vorhandene Zusatzluftvolumenregler 34 erzeugt ein zu dem elektrischen Zusatzluftvolumen-Sollwert-Signal ZV-Soll von Fig. 1 korrespondierendes elektrisches Zusatzluftdruck-Sollwert-Signal ZP-Soll, welches über eine elektrische Sollwertsignalleitung 142 dem Zusatzluftdruckregler 134 zugeführt wird.

Der Förderluftdruckregler 132 erhält von einem Druckluftsensor 138 in der Förderluftleitung 4 über eine elektrische Förderluftdruck-Istwert-Leitung 140 elektrische Förderluftdruck-Istwert-Signale FP-Ist, vergleicht diese Istwertsignale FP-Ist mit den elektrischen Förderluftdruck-Sollwert-Signalen FP-Soll der elektrischen Förderluftdruck-Sollwert-Signalleitung 136 des Förderluftvolumenstromreglers 32 und regelt in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis den Förderluftdruck, mit welchem die Förderluft von der Druckluftquelle 30 über die Förderluftleitung 4 dem Injektor 2 zugeführt wird. Der Förderluftvolumenstromregler 32 erhält von dem Förderluftvolumenstromsensor 38 in der Förderluftleitung 4 über die elektrische Förderluftvolumen-Istwert-Leitung 40 elektrische Förderluftvolumen-Istwert-Signale FV-Ist wie bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführung. Dadurch ist

auch die Förderluftregelung von Fig. 3 eine "Volumenstrom-Regelung".

Der Zusatzluftdruckregler 134 erhält von einem Druckluftsensor 144 in der Zusatzluftleitung 26 über eine elektrische Zusatzluftdruck-Istwert-Leitung 146 elektrische Zusatzluft-Istwert-Signale ZP-Ist, vergleicht sie mit den Zusatzluft-Sollwert-Signalen ZP-Soll der Zusatzluftdruck-Sollwert-Leitung 142 und erzeugt in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis einen Zusatzluftdruck, mit welchem die Zusatzluft von der Druckluftquelle 30 der Zusatzluftleitung 26 zugeführt wird. Der Zusatzluftvolumenstromregler 34 erhält von dem Zusatzluftvolumenstromsensor 44 in der Zusatzluftleitung 26 über die elektrische Zusatzluftvolumen-Istwert-Leitung 46 elektrische Zusatzluftvolumen-Istwert-Signale ZV-Ist wie bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform. Dadurch ist auch in Fig. 3 die Zusatzluftregelung eine "Volumenstrom-Regelung".

Der Förderluftvolumenstromregler 32 und der Zusatzluftvolumenstromregler 34 können entsprechend Fig. 1 außerhalb des Computers 24 als getrennte, an ihn angeschlossene Geräte ausgebildet oder entsprechend Fig. 3 in den Computer integriert und teilweise oder vollständig durch die Software und/oder Hardware des Computers 24 gebildet sein. In Fig. 3 sind als Bestandteil des Computers 24 das in ihm gespeicherte Diagramm 50 und durch ein Viereck 124 schematisch die Hardware und Software des Computers 24 sowie die Abhängigkeit des Diagramms 50, des Förderluftvolumenstromreglers 32 und des Zusatzluftvolumenstromreglers 34 voneinander dargestellt.

Der Ausdruck "Computer" bedeutet hier eine elektrische Regeleinrichtung, welche zusätzlich zu den Grundbestandteilen Prozessor, Speicher, Ein- und Ausgabeeinheiten auch weitere elektronische oder elektrische Elemente enthalten kann.

Eine Anlage zur elektrostatischen Pulverbeschichtung hat normalerweise mehrere Sprühhvorrichtungen 16. Jede Sprühhvorrichtung benötigt die in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Elemente. Jedoch kann der Computer 24 so ausgebildet sein, daß ein einziger Computer 24 die Funktionen für alle Sprühhvorrichtungen 16 erfüllen kann.

Fig. 3 zeigt eine zentrale elektronische Steueranlage 200 für mehrere Sprühhvorrichtungen 16, die jeweils einen eigenen Computer 24 haben. Die Computer sind mit der zentralen Steueranlage 200 in einem bidirektionalen Datenaustausch, was in Fig. 3 schematisch durch einen Doppelpfeil 202 dargestellt ist. Der Computer 24 erhält von der zentralen Steueranlage 200 jeweils den Pulvermassen-Sollwert m-soll, den Gesamtluftvolumen-Sollwert GV-Soll, und, falls gewünscht, auch den Hochspannungs-Sollwert HS-Soll, welches der gewünschte Hochspannungswert ist, mit welchem die Sprühhvorrichtung 16 das Pulver elektrostatisch aufladen soll.

Eine weitere abgewandelte Ausführungsform kann darin bestehen, daß der Computer 24 in der zentralen

Steueranlage enthalten ist.

Patentansprüche

1. Pulverfördevorrichtung, insbesondere für Beschichtungspulver, mit folgenden Merkmalen:

mit einem Injektor (2), in welchem nach dem Prinzip eines Venturirohres ein Förderluftstrom einer Förderluftleitung (4) einen Unterdruck erzeugt, durch welchen Pulver aus einem Pulverbehälter (10) angesaugt und dann vom Förderluftstrom durch eine Pulver-Luft-Leitung (12) weitertransportiert wird; mit einem Zusatzluftstrom einer Zusatzluftleitung (26), welcher im Unterdruckbereich oder an einer stromabwärts davon gelegenen Stelle dem Förderluftstrom hinzugefügt werden kann; mit einem Förderluftregler (32; 32, 132); mit einem Zusatzluftregler (34; 34, 134); mit einem Computer (24);

dadurch gekennzeichnet,

daß im Computer (24) als Eichdiagramm (50) eine Vielzahl vorbestimmter Pulverfördevorraten, geförderte Pulvermasse (m) pro Zeiteinheit, als eine erste Diagrammachse und eine Vielzahl von Förderlufraten, geförderte Förderluft (FV) pro Zeiteinheit, als eine zweite Diagrammachse gespeichert sind, wobei die Förderlufraten (FV) bei einer bestimmten Gesamtluftrate (GV) bestehend aus Förderluft (FV) und gegebenenfalls hinzugefügter Zusatzluft (ZV) zur Erzeugung der Pulverfördevorraten (m) erforderlich sind und durch Versuche ermittelt wurden; daß der Computer (24) einen Pulverraten-Sollwert-Eingang (52) zur Eingabe eines gewählten Pulverraten-Sollwertes (m-Soll) aufweist; daß der Computer (24) dem Diagramm (50) entsprechend programmierte Software und/oder programmierte Hardware enthält, welche für einen eingegebenen Pulverraten-Sollwert (m-Soll) aus dem Diagramm (50) in Abhängigkeit von der vorbestimmten Gesamtluftrate (GV) die dafür erforderliche Förderlufrate (FV) und die dafür erforderliche Zusatzlufrate (geförderte Zusatzluft ZV pro Zeiteinheit) errechnen und in Abhängigkeit von dem Berechnungsergebnis und in Abhängigkeit von einem Pulvermassenstrom-Istwert (m-Ist) einen Förderlufrate-Sollwert (FV-Soll; FV-Soll und FP-Soll) und einen Zusatzlufrate-Sollwert (ZV-Soll; ZV-Soll und ZP-Soll) erzeugen; daß der Förderluftregler (32; 32, 132) die Förderluft in Abhängigkeit vom Förderlufrate-Sollwert (FV-Soll; FP-Soll) und in Abhängigkeit von einem Förderlufrate-Istwert (FV-Ist; FV-Ist, FP-Ist) regelt, welcher von einem Förderlufrate-Istwert-Sensor (38; 38, 138) erzeugt wird;

- daß der Zusatzluftregler (34; 34, 134) die Zusatzlufrate in Abhängigkeit vom Zusatzlufrate-Sollwert (ZV-Soll; ZV-Soll, ZP-Soll) und in Abhängigkeit eines von einem Zusatzluft-Istwert (ZV-Ist; ZV-Ist, ZP-Ist) regelt, welcher von einem Zusatzluft-Istwert-Sensor (44; 44, 144) erzeugt wird.
2. Pulverfördevorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,
daß die gewünschte Gesamtluftrate im Diagramm (50) des Computers (24) als eine gerade oder gekrümmte Linie (GV) gespeichert ist, über welche für jede gespeicherte Pulverfördevorrates (m) die bei dieser vorbestimmten Gesamtluftrate erforderliche Förderluftrate (FV) aus dem Diagramm entnommen werden kann.
 3. Pulverfördevorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**,
daß für mehrere vorbestimmte Gesamtluftraten (GV1, GV2) Diagrammlinien im Diagramm (50) des Computers (24) gespeichert sind, über welche der Computer für eine ausgewählte Pulverfördevorrates (z.B. m1 oder m2) und eine gewählte Gesamtluftrate (z.B. GV1 oder GV2) die dazu erforderliche Förderluftrate (z.B. FV1 oder FV2) berechnet, dann durch die Differenz zwischen Gesamtluftrate und Förderluftrate die gegebenenfalls erforderliche Zusatzlufrate errechnet, und in Abhängigkeit von diesen Berechnungen einen Förderluftrate-Sollwert (FV-Soll; FV-Soll, FP-Soll) und einen Zusatzlufrate-Sollwert (ZV-Soll; ZV-Soll, ZP-Soll) erzeugt, und daß der Computer (24) einen Eingang (52) zur Einstellung eines gewünschten Pulvermasse-Sollwertes (m-Soll) und einen Eingang (54) zur Einstellung eines gewünschten Gesamtluftraten-Sollwertes (GV-Soll) aufweist.
 4. Pulverfördevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
daß der Förderluftregler (32) ein Volumenstromregler ist welcher das pro Zeiteinheit geförderte Förderluftvolumen regelt.
 5. Pulverfördevorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**,
daß ein Förderluft-Druckregler (132) vorgesehen ist, welcher elektrische Förderluft-Druck-Sollwerte erhält, die vom Förderluft-Volumenstromregler (32) in der Weise erzeugt werden, daß sie von ihm erzeugten Förderluftvolumenstrom-Sollwerten entsprechen, und daß der Förderluft-Druckregler (132) in Abhängigkeit von diesen Förderluftdruck-Sollwerten (FP-Soll) den Druck regelt, mit welchem die Förderluft zum Injektor (2) gefördert wird.
 6. Pulverfördevorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**,
daß der Förderluft-Volumenstromregler (32) durch die Hardware oder Software des Computers (24) gebildet ist.
 7. Pulverfördevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
daß der Zusatzluft-Regler ein Zusatzluft-Volumenstromregler (34) ist, welcher das pro Zeiteinheit geförderte Zusatzluftvolumen regelt.
 8. Pulverfördevorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**,
daß ein Zusatzluft-Druck-Regler (134) vorgesehen ist, welchem elektrische Zusatzluftdruck-Sollwerte (ZP-Soll) zugeführt werden, welche vom Zusatzluft-Volumenstromregler (34) derart erzeugt werden, daß sie von ihm erzeugten Zusatzluft-Volumenstrom-Sollwerten entsprechen, und daß der Zusatzluft-Druckregler (134) in Abhängigkeit von diesen Zusatzluftdruck-Sollwerten den Druck regelt, mit welchem die Zusatzluft dem Pulver-Luft-Strom im Injektor oder stromabwärts von ihm hinzugefügt wird.
 9. Pulverfördevorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**,
daß der Zusatzluft-Volumenstromregler (34) durch die Hardware oder Software des Computers (24) gebildet ist.
 10. Pulverfördevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
daß der Computer (24) an eine zentrale Steueranlage (200) angeschlossen ist, von welcher er die Sollwerte für das Pulver und für die Gesamtluftmenge bestehend aus Förderluft und gegebenenfalls hinzugefügter Zusatzluft erhält.
 11. Pulverfördevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
daß ein Pulvermasse-Istwertsensor (56) vorgesehen ist, welcher in Abhängigkeit von der im Pulver-Luft-Strom vorhandenen Pulvermassenrate ein elektrisches Pulvermasse-Istwert-Signal (m-Ist) erzeugt, daß ein dem Pulvermasse-Istwert-Signal (m-Ist) entsprechendes Signal dem Computer zugeführt wird, daß der Computer (24) derart programmiert ist, daß er aus dem Pulvermasse-Istwert-Signal (m-Ist) und dem Pulvermasse-Sollwert (m-Soll) ein Pulvermasse-Soll-Ist-Vergleichssignal als Pulvermasse-Signal (m1, m2) auf der Pulverfördevorrates-Diagrammachse (m) zur Berechnung der Förderluftrate (FV1, FV2) auf der Förderluftraten-

Diagrammachse (FV) verwendet.

Claims

1. A powder conveyor apparatus, in particular for coating powder, having the following features:

an injector (2) in which on the basis of the principle of a venturi tube a conveyor air flow of a conveyor air conduit (4) produces a reduced pressure by which powder is sucked out of a powder container (10) and then further transported by the conveyor air flow through a powder-air conduit (12); an additional air flow of an additional air conduit (26) which can be added to the conveyor air flow in the reduced-pressure region or at a location disposed downstream thereof; a conveyor air regulator (32; 32, 132); an additional air regulator (34; 34, 134); and a computer (24);

characterised in that stored in the computer (24) as a calibration diagram (50) is a plurality of predetermined powder conveyor rates, that is to say conveyed powder mass (m) per unit of time, as a first axis of the diagram, and a plurality of conveyor air rates, that is to say conveyed conveyor air (CV) per unit of time, as a second axis of the diagram, wherein the conveyor air rates (CV) are required with a given total air rate (TV) comprising conveyor air (CV) and possibly added additional air (AV) to produce the powder conveyor rates (m) and were ascertained by tests; that the computer (24) has a powder rate reference value input (52) for the input of a selected powder rate reference value (m-ref); that the computer (24) contains software which is programmed corresponding to the diagram (50) and/or programmed hardware which for an inputted powder rate reference value (m-ref) calculate from the diagram (50) in dependence on the predetermined total air rate (TV) the conveyor air rate (CV) required therefor and the additional air rate required therefor (conveyed additional air (AV) per unit of time) and in dependence on 'a powder mass flow actual value (m-act) produce a conveyor air rate reference value (CV-ref; CV-ref and CP-ref) and an additional air rate reference value (AV-ref; AV-ref and AP-ref); that the conveyor air regulator (32; 32, 132) regulates the conveyor air in dependence on the conveyor air rate reference value (CV-ref; CP-ref) and in dependence on a conveyor air rate actual value (CV-act; CV-act, CP-act) which is produced by a conveyor air rate actual value sensor (38; 38, 138); that the additional air regulator (34; 34, 134) regulates the additional air rate in depend-

ence on the additional air rate reference value (AV-ref; AV-ref, AP-ref) and in dependence on an additional air actual value (AV-act; AV-act, AP-act) which is produced by an additional air actual value sensor (44; 44, 144).

2. A powder conveyor apparatus according to claim 1 characterised in that the desired total air rate in the diagram (50) of the computer (24) is stored as a straight or curved line (TV), by way of which, for each stored powder conveyor rate (m), the conveyor air rate (CV) required at that predetermined total air rate can be taken from the diagram.
3. A powder conveyor apparatus according to claim 2 characterised in that diagram lines are stored in the diagram (50) of the computer (24) for a plurality of predetermined total air rates (TV1, TV2), by way of which lines the computer calculates for a selected powder conveyor rate (for example m1 or m2) and a selected total air rate (for example TV1 or TV2) the conveyor air rate (for example CV1 or CV2) required therefor, then by means of the difference between the total air rate and the conveyor air rate it calculates the additional air rate which is possibly required and in dependence on said calculations produces a conveyor air rate reference value (CV-ref; CV-ref, CP-ref) and an additional air rate reference value (AV-ref; AV-ref, AP-ref), and that the computer (24) has an input (52) for setting a desired powder mass reference value (m-ref) and an input (54) for setting a desired total air rate reference value (TV-ref).
4. A powder conveyor apparatus according to one of the preceding claims characterised in that the conveyor air regulator (32) is a volume flow regulator which regulates the conveyor air volume required per unit of time.
5. A powder conveyor apparatus according to claim 4 characterised in that there is provided a conveyor air pressure regulator (132) which receives electrical conveyor air pressure reference values which are produced by the conveyor air volume flow regulator (32) in such a way that they correspond to conveyor air volume flow reference values produced by it, and that the conveyor air pressure regulator (132) controls, in dependence on said conveyor air pressure reference values (CP-ref), the pressure with which the conveyor air is conveyed to the injector (2).
6. A powder conveyor apparatus according to claim 5 characterised in that the conveyor air volume flow regulator (32) is formed by the hardware or software of the computer (24).

7. A powder conveyor apparatus according to one of the preceding claims characterised in that the additional air regulator is an additional air volume flow regulator (34) which regulates the additional air volume conveyed per unit of time. 5
8. A powder conveyor apparatus according to claim 7 characterised in that there is provided an additional air pressure regulator (134) to which there are fed electrical additional air pressure reference values (AP-ref) which are produced by the additional air volume flow regulator (34) in such a way that they correspond to additional air volume flow reference values produced by it, and that the additional air pressure regulator (134), in dependence on said additional air pressure reference values, regulates the pressure with which the additional air is added to the powder air flow in the injector or downstream thereof. 10 15 20
9. A powder conveyor apparatus according to claim 8 characterised in that the additional air volume flow regulator (34) is formed by the hardware or software of the computer (24). 25
10. A powder conveyor apparatus according to one of the preceding claims characterised in that the computer (24) is connected to a central control installation (200) from which it receives the reference values for the powder and for the total air amount comprising conveyor air and possibly added additional air. 30
11. A powder conveyor apparatus according to one of the preceding claims characterised in that there is provided a powder mass actual value sensor (56) which produces an electrical powder mass actual value signal (m-act) in dependence on the powder mass rate in the powder air flow, that a signal corresponding to the powder mass actual value signal (m-act) is fed to the computer, that the computer (24) is programmed in such a way that from the powder mass actual value signal (m-act) and the powder mass reference value (m-ref) it uses a powder mass reference-actual comparison signal as a powder mass signal (m1, m2) on the powder conveyor rate diagram axis (m) for calculating the conveyor air rate (CV1, CV2) on the conveyor air rate diagram axis (CV). 35 40 45 50

Revendications

1. Dispositif de transport de poudre, notamment de poudre de revêtement, présentant les particularités suivantes : 55

un injecteur (2), dans lequel un courant d'air de transport d'une conduite (4) d'air de transport

génère une dépression selon le principe d'un tube Venturi, par laquelle de la poudre est aspirée d'un réservoir (10) de poudre et transportée ensuite par le courant d'air de transport dans une conduite (12) de poudre et d'air ; un courant d'air d'appoint d'une conduite (26) d'air d'appoint, lequel peut être ajouté au courant d'air de transport dans la zone de dépression ou à un emplacement situé en aval de cette dernière ; un régulateur (32 ; 32, 132) d'air de transport ; un régulateur (34 ; 34, 134) d'air d'appoint ; un ordinateur (24) ;

caractérisé en ce que, en tant que diagramme d'étalonnage (50), il est mémorisé dans l'ordinateur (24) une pluralité de débits prédéfinis de poudre, à savoir de masse de poudre (m) transportée par unité de temps, sous la forme d'un premier axe de diagramme, et une pluralité de débits d'air de transport, à savoir d'air de transport (FV) transporté par unité de temps, sous la forme d'un deuxième axe de diagramme, les débits d'air de transport (FV) étant nécessaires pour un certain débit total d'air (GV) constitué d'air de transport (FV) et d'air d'appoint (ZV) ajouté le cas échéant pour engendrer les débits de transport de poudre (m), et ayant été déterminés par des essais ; en ce que l'ordinateur (24) comporte une entrée (52) de valeur de consigne de débits de poudre pour l'entrée d'une valeur de consigne choisie (m-Soll) de débit de poudre ; en ce que l'ordinateur (24) contient un logiciel et/ou un matériel programmés en fonction du diagramme (50) qui, pour une valeur de consigne (m-Soll) entrée de débits de poudre, calculent à partir du diagramme (50) en fonction du débit total d'air prédéterminé (GV) le débit d'air de transport (FV) nécessaire à cet effet, et le débit d'air d'appoint nécessaire à cet effet (air d'appoint ZV transporté par unité de temps), et qui, en fonction du résultat du calcul et en fonction d'une valeur réelle (m-Ist) de courant de masse de poudre, génèrent une valeur de consigne (FV-Soll ; FV-Soll et FP-Soll) de débit d'air de transport, et une valeur de consigne (ZV-Soll ; ZV-Soll et ZP-Soll) de débit d'air d'appoint ; en ce que le régulateur (32 ; 32, 132) d'air de transport régule l'air de transport en fonction de la valeur de consigne (FV-Soll ; FP-Soll) du débit d'air de transport, et en fonction d'une valeur réelle (FV-Ist ; FV-Ist, FP-Ist) du débit d'air de transport qui est produite par un détecteur (38 ; 38, 138) de valeur réelle du débit d'air de transport ; en ce que le régulateur (34 ; 34, 134) d'air d'appoint régule le débit d'air d'appoint en fonction de la valeur de consigne (ZV-Soll ; ZV-Soll, ZP-Soll) du débit d'air d'appoint, et en fonction d'une valeur réelle

- (ZV-Ist ; ZV-Ist, ZP-Ist) d'air d'appoint qui est produite par un détecteur (44 ; 44, 144) de valeur réelle de l'air d'appoint.
2. Dispositif de transport de poudre selon la revendication 1,
caractérisé en ce que le débit souhaité d'air total est mémorisé dans le diagramme (50) de l'ordinateur (24) en tant que ligne droite ou courbe (GV), par l'intermédiaire de laquelle le débit d'air de transport (FV) nécessaire à ce débit total d'air prédéfini pour chaque débit de transport de poudre (m) mémorisé peut être prélevé du diagramme. 5
 3. Dispositif de transport de poudre selon la revendication 2,
caractérisé en ce que des lignes de diagramme sont mémorisées dans le diagramme (50) de l'ordinateur (24) pour plusieurs débits d'air total (GV1, GV2) prédéfinis, par l'intermédiaire desquelles l'ordinateur calcule pour un débit choisi de transport de poudre (par exemple m1 ou m2), et pour un débit total choisi d'air (par exemple GV1 ou GV2), le débit d'air de transport (par exemple FV1 ou FV2) nécessaire à cet effet, calcule ensuite le débit d'air d'appoint éventuellement nécessaire par la différence entre le débit total d'air et le débit d'air de transport, et génère en fonction de ces calculs une valeur de consigne (FV-Soll ; FV-Soll, FP-Soll) de débit d'air de transport, et une valeur de consigne (ZV-Soll ; ZV-Soll, ZP-Soll) de débit d'air d'appoint, et en ce que l'ordinateur (24) comporte une entrée (52) pour le réglage d'une valeur de consigne (m-Soll) souhaitée de la masse de poudre, et une entrée (54) pour le réglage d'une valeur de consigne (GV-Soll) souhaitée de débit total d'air. 10 20 25 30 35
 4. Dispositif de transport de poudre selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que le régulateur (32) d'air de transport est un régulateur de débit volumétrique, qui régule le volume d'air de transport transporté par unité de temps. 40
 5. Dispositif de transport de poudre selon la revendication 4,
caractérisé en ce qu'il est prévu un régulateur de pression (132) d'air de transport qui reçoit des valeurs de consigne électriques de pression d'air de transport, lesquelles sont produites par le régulateur (32) de débit volumétrique d'air de transport de telle sorte qu'elles correspondent aux valeurs de consigne de débit volumique d'air de transport qu'il génère, et en ce que le régulateur de pression (132) d'air de transport régule la pression à laquelle l'air de transport est amené vers l'injecteur (2) en fonction de ces valeurs de consigne (FP-Soll) de la pression de l'air de transport. 50 55
 6. Dispositif de transport de poudre selon la revendication 5,
caractérisé en ce que le régulateur (32) de débit volumétrique d'air de transport est formé par le matériel ou le logiciel de l'ordinateur (24).
 7. Dispositif de transport de poudre selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que le régulateur d'air d'appoint est un régulateur (34) de débit volumétrique d'air d'appoint, qui régule le volume d'air d'appoint transporté par unité de temps.
 8. Dispositif de transport de poudre selon la revendication 7,
caractérisé en ce qu'il est prévu un régulateur de pression (134) d'air d'appoint auquel sont transmises des valeurs de consigne électriques (ZP-Soll) de pression d'air d'appoint, lesquelles sont produites par le régulateur (34) de débit volumétrique d'air d'appoint de telle sorte qu'elles correspondent aux valeurs de consigne de débit volumique d'air d'appoint qu'il produit, et en ce que le régulateur de pression (134) d'air d'appoint régule la pression à laquelle l'air d'appoint est ajouté au courant de poudre et d'air dans l'injecteur, ou en aval de ce dernier, en fonction de ces valeurs de consigne de la pression de l'air d'appoint.
 9. Dispositif de transport de poudre selon la revendication 8,
caractérisé en ce que le régulateur (34) de débit volumétrique d'air d'appoint est formé par le matériel ou le logiciel de l'ordinateur (24).
 10. Dispositif de transport de poudre selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que l'ordinateur (24) est raccordé à une unité de commande centrale (200), de laquelle il reçoit les valeurs de consigne pour la poudre et pour le débit total d'air constitué d'air de transport, et le cas échéant d'air d'appoint ajouté.
 11. Dispositif de transport de poudre selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'il est prévu un détecteur (56) de valeur réelle de masse de poudre, qui génère un signal électrique (m-Ist) de valeur réelle de la masse de poudre en fonction du débit de masse de poudre présent dans le courant de poudre et d'air, en ce qu'un signal correspondant au signal (m-Ist) de valeur réelle de masse de poudre est transmis à l'ordinateur, en ce que l'ordinateur (24) est programmé de telle sorte que pour le calcul du volume d'air de transport (FV1, FV2) sur l'axe de diagramme des débits d'air de transport (FV), il utilise à partir du signal (m-Ist) de valeur réelle de masse de poudre, et de la valeur de consigne (m-

Soll) de la masse de poudre, un signal de comparaison de valeur de consigne/réelle de la masse de poudre en tant que signal (m_1 , m_2) de masse de poudre sur l'axe (m) du diagramme des débits de poudre.

5

10

15

20

25

30

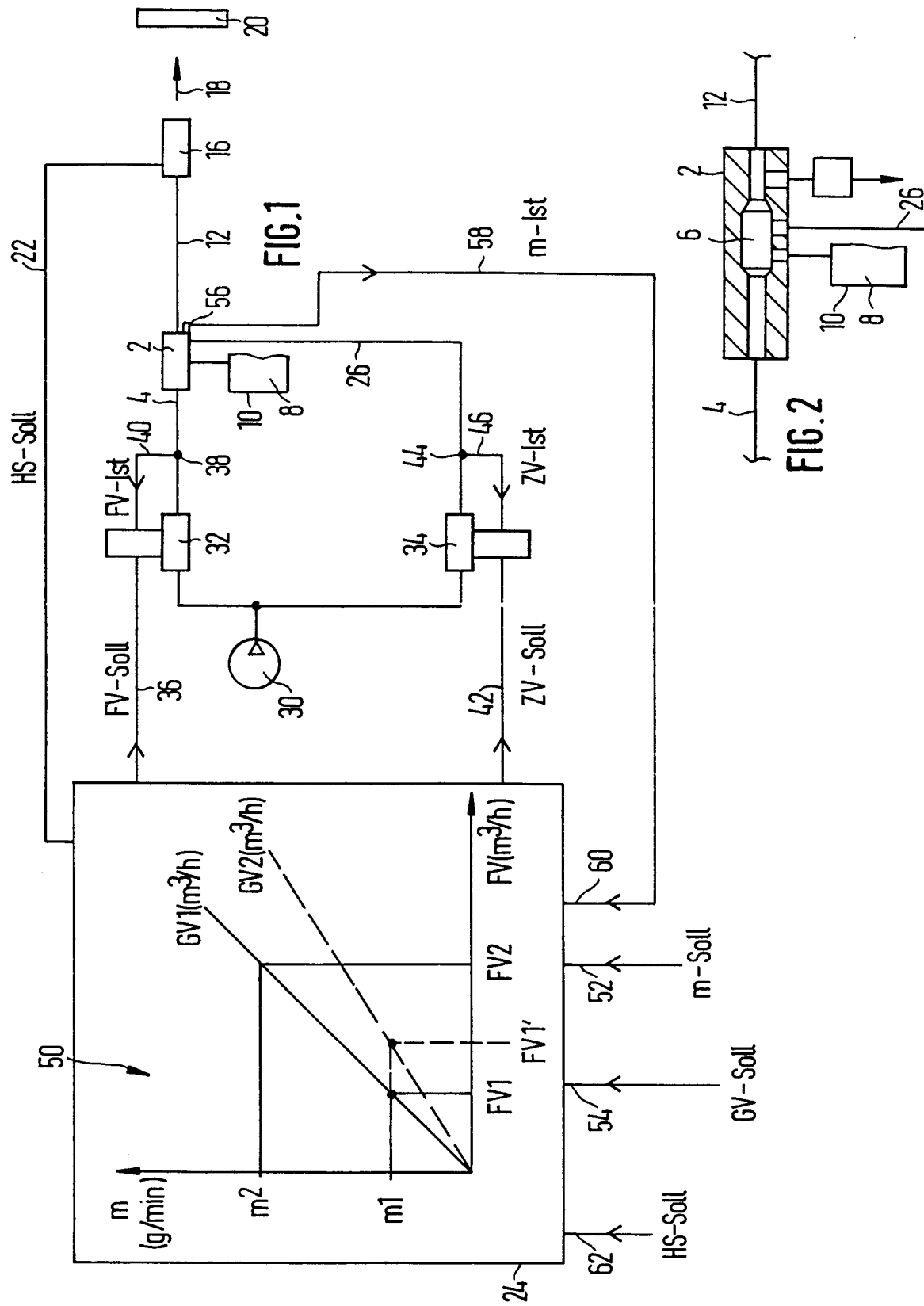
35

40

45

50

55



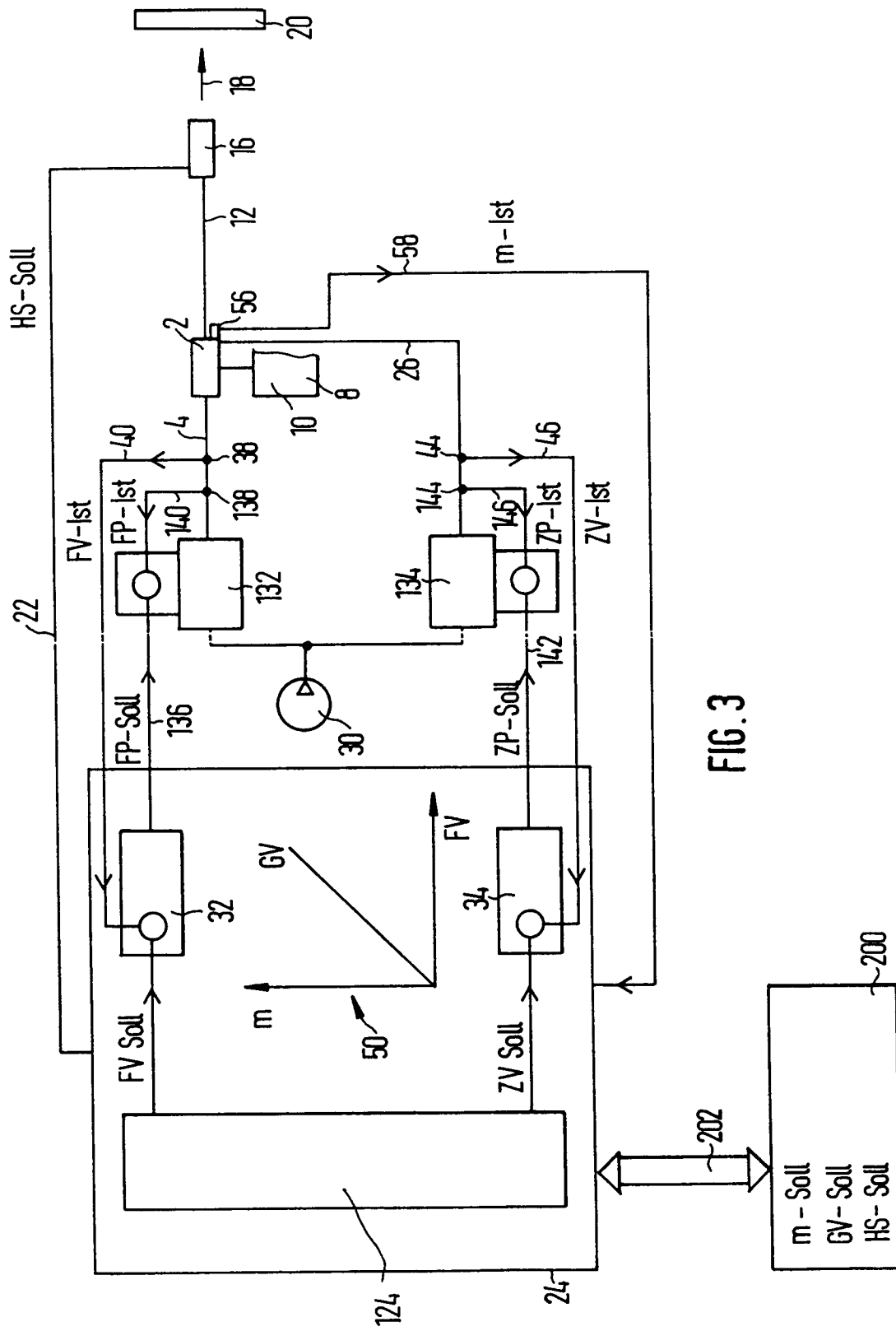


FIG. 3