

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 104 335 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**08.03.2006 Patentblatt 2006/10**

(21) Anmeldenummer: **99931045.1**

(22) Anmeldetag: **09.06.1999**

(51) Int Cl.:  
**B05B 7/14 (2006.01) B05B 12/08 (2006.01)**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP1999/003964**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2000/010725 (02.03.2000 Gazette 2000/09)**

(54) **PULVER-SPRÜHBESCHICHTUNGSVORRICHTUNG**

POWDER SPRAY COATING DEVICE

DISPOSITIF D'APPLICATION DE REVETEMENT EN POWDRE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT CH DE ES FR GB IT LI NL**

(30) Priorität: **22.08.1998 DE 19838279**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**06.06.2001 Patentblatt 2001/23**

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

(72) Erfinder: **HAAS, Gerald**  
**CH-9015 St. Gallen (CH)**

(74) Vertreter: **Vetter, Ewald Otto et al**  
**Meissner, Bolte & Partner**  
**Anwaltssozietät**  
**Postfach 10 26 05**  
**86016 Augsburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 636 420 US-A- 5 131 350**  
**US-A- 5 473 947**

**EP 1 104 335 B1**

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).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung gemäß dem Oberbegriff der Patentansprüche 1 und 2.

**[0002]** Eine solche Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung ist aus der US-A-5 131 350 bekannt.

**[0003]** Ferner ist aus der EP 0 636 420 A3 eine Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung bekannt, welche in einer Förderluftleitung und in einer Zusatzluftleitung je einen Druckregler enthält. In einem Computer sind als Diagramm Pulverförderaten (m) als eine erste Diagrammachse und Förderluftraten (FV) als eine zweite Diagrammachse aufgetragen. Ferner enthält das Diagramm mindestens für eine bestimmte Ausführungsform der Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung eine Kurve, welche für diese Ausführungsform die optimale Gesamtluft rate (GV) bestehend aus der Förderluft und gegebenenfalls hinzugefügter Zusatzluft darstellt. An einem Eingang (52) des Computers kann ein Pulverförderaten-Sollwert (m-Soll) eingestellt werden. Der Computer geht von diesem Pulverförderaten-Sollwert auf der Pulverförderaten-Diagrammachse aus und errechnet sich über die Gesamtluftraten-Kurve den zugehörigen Förderluftraten-Wert (FV). Ferner errechnet der Computer aus der Differenz zwischen der Gesamtluftrate und der Förderluftrate die gegebenenfalls erforderliche Zusatzluftrate (ZV-Soll). Die vom Computer auf diese Weise errechneten Förderluftraten-Sollwerte (FV-Soll) und gegebenenfalls erforderliche Zusatzluftrate-Sollwerte (ZV-Soll) verwendet der Computer zur Ansteuerung des Förderluft-Druckreglers und des Zusatzluft-Druckreglers. Eine solche Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung arbeitet nur dann relativ genau, wenn auch die Förderluft-Istwerte und die Zusatzluft-Istwerte in den Regelvorgang miteinbezogen werden. Die Regler halten in ihrer Luftleitung den Luftdruck konstant. Dies ergibt jedoch nur dann eine konstante Förderluftrate, d.h. pro Zeiteinheit geförderte Luftmenge, wenn der Strömungswiderstand stromabwärts des betreffenden Reglers konstant bleibt. Bei Änderungen dieses Strömungswiderstandes verändert sich auch die pro Zeiteinheit geförderte Luftmenge. Die Werte und Kurven im Diagramm entsprechen Erfahrungswerten oder durch Versuche ermittelten Werten für eine bestimmte Pulverfördevorrichtung. Durch Abbiegen eines Luftschlauches, welcher den Injektor mit einem Steuergerät verbindet, oder durch Verwendung verschiedener Längen solcher Luftschläuche, oder auch durch den Austausch des Injektors gegen andere Injektoren mit anderen Strömungswiderständen, ändert sich aus den genannten Gründen automatisch auch die pro Zeiteinheit geförderte Förderluftmenge, Zusatzluftmenge und/oder Gesamtluftmenge.

**[0004]** Diese Schwankungen der pro Zeiteinheit geförderten Luftmengen treten selbst dann auf, wenn in dem Computer Diagramme für mehrere verschiedene Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtungen gespeichert sind, weil auch dann nicht vermieden werden kann, daß im

täglichen Betrieb Luftschläuche gebogen oder ausgetauscht werden und/oder Injektoren ausgetauscht werden, welche verschiedene Strömungswiderstände haben.

**[0005]** Für einen guten Wirkungsgrad bei der Pulver-sprühbeschichtung und für eine funktionell und optisch gute Pulverbeschichtungsfläche ist es jedoch erforderlich, daß das Pulver mit einer bestimmten konstanten Strömungsgeschwindigkeit gefördert wird. Bei zu geringer Fördergeschwindigkeit besteht die Gefahr von Pulverablagerungen im Pulverschlauch. Bei zu hoher Fördergeschwindigkeit prallen Pulverpartikel von dem zu beschichtenden Objekt ab. Geeignete Fördergeschwindigkeiten für das Pulver liegen im Bereich zwischen etwa 10 m/s und 20 m/s. Für die Konstanzhaltung der Pulverströmungsgeschwindigkeit auf einem bestimmten Sollwert oder innerhalb eines bestimmten Sollwertbereiches ist es jedoch erforderlich, die zur Förderung des Pulvers erforderliche Luftströmungsrate entsprechend konstant zu halten.

**[0006]** Aus der US-A-3 625 404 und der DE-A-44 09 493 sind Luft-Teiler bekannt, welche ein Drosselventil in einer Förderluftleitung und ein Drosselventil in einer Zusatzluftleitung enthalten. Die beiden Drosselventile sind mechanisch miteinander gekuppelt. In gleichem Maße wie das eine weiter geöffnet wird, wird das andere weiter geschlossen. Drosselventile haben gegenüber Druckreglern den Vorteil, daß sie entsprechend ihrem eingestellten Öffnungsquerschnitt und damit ihrem eingestellten Durchflußwiderstand nicht einen Druck konstant halten, sondern die pro Zeiteinheit durch sie hindurchströmende Luftmenge. Zur Einstellung der Drosseln genügt eine einfache Steuervorrichtung. Ein Regelkreis mit Istwert-Messung ist nicht erforderlich. Drosselventile können somit als Volumenstromregler bezeichnet werden. Der Volumenstrom pro Zeiteinheit ist weitgehend unabhängig von Änderungen des Strömungswiderstandes im Strömungsweg stromabwärts der Strömungsdrossel, solange dieser Strömungswiderstand relativ zum Widerstand der Strömungsdrossel relativ klein bleibt. Bei Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtungen sind jedoch die Strömungswiderstände im Injektor und im Pulverschlauch, welcher den Injektor mit einer Sprühvorrichtung verbindet, bereits so groß, daß sich ein Nachteil der Strömungsdrosseln bemerkbar macht. Der Nachteil besteht darin, daß eine Verstellbewegung an der Drossel keine dazu proportionale oder lineare Verstellung des durch die Drosselöffnung pro Zeiteinheit hindurchströmenden Luftvolumens zur Folge hat. Dadurch ergeben sich bei Verwendung der bekannten Tandem-Drosseln nur theoretisch, jedoch nicht tatsächlich die erforderliche, pro Zeiteinheit geförderte Gesamtluftmenge, Förderluftmenge und Zusatzluftmenge. Um genaue Werte zu erreichen, müßten durch sehr komplizierte und zeitaufwendige Versuche gekrümmte Flächen experimentell ermittelt werden, mit welchen die Wände der Drosselöffnung geformt werden müßten, um eine Linearität zwischen der Verstellung des Drosselquerschnitts und den daraus resultierenden Veränderungen der Luftfördermengen pro

Zeiteinheit herzustellen. Solche Formen der Drossel-Öffnungsquerschnitte müssten für jede Variante der Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtungen, die unterschiedliche Strömungswiderstände haben, anhand von Versuchen ermittelt werden, und für jede Variante müssten andere, entsprechend ausgebildete Drosseln verwendet werden.

**[0007]** Durch die Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, eine genau arbeitende, jedoch preisgünstige Vorrichtung zu schaffen, durch welche eine aufwendige und teure Vorrichtung nach der Art der EP -A-0 636 420 und aber auch die Ungenauigkeiten durch Drosseln nach der in der US-A-5 131 350, US-A-3 625 404 und der DE-A-44 09 493 beschriebenen Art vermieden werden.

**[0008]** Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die kennzeichnenden Merkmale von Anspruch 1 gelöst.

**[0009]** Durch die Erfindung werden Drosselventile nicht mechanisch, sondern durch einen Rechner, insbesondere einen Computer, miteinander gekoppelt. In ihm werden auf einfachste Weise die typischen Werte von mindestens einer Ausführungsform einer Sprühbeschichtungsvorrichtung anhand von einfachen Versuchen gespeichert. In dem Rechner oder Computer können die typischen Werte von einer Vielzahl von solchen Vorrichtungen gespeichert werden und auf einfache Weise für den Beschichtungsbetrieb durch Programme abgerufen werden.

**[0010]** Die Erfindung wird im folgenden mit Bezug auf die Zeichnungen anhand einer bevorzugten Ausführungsform als Beispiel beschrieben. In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1 schematisch eine Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung nach der Erfindung,

Fig. 2 ein Detail der Sprühbeschichtungsvorrichtung von Fig. 1,

Fig. 3 ein Diagramm für eine Drossel mit einstellbarer Öffnungsgröße in einer Druckluftleitung, wobei auf der horizontalen Achse der Einstellbereich der Drossel als Drehwinkelgrade  $\alpha$  und auf der vertikalen Diagrammachse die Druckluftströmungsmengen (Volumen) pro Zeiteinheit von 0 Prozent bis 100 Prozent (maximale Menge bei einem konstanten Eingangs-Luftdruck) je linear unterteilt aufgetragen sind, und in diesem Diagramm mehrere, z.B. drei, verschiedene gekrümmte Kurven A, B und C eingezeichnet sind, über welche sich für eine gewünschte Druckluft-Strömungsmenge der dazu erforderliche Einstellwert  $\alpha$  der Drossel ergibt, wobei jede der gekrümmten Kurven A, B und C dem Strömungswiderstand einer anderen Ausführungsform eines sich stromabwärts an die Drossel anschließenden Strömungsweges entspricht und durch Versuche ermittelt wurde, und

Fig. 4 ein Diagramm, in welchem auf einer horizontalen Diagrammachse der Drehwinkel-Einstellbereich der Drossel in 0% bis 100% der Winkelgrade  $\alpha$  linear unterteilt aufgetragen ist, wobei diese Unterteilung der horizontalen Diagrammachse gleichzeitig einem linear unterteilten Einstellbereich eines manuellen Sollwert-Eingabeelements oder linearen elektrischen Einstellwerten eines elektrischen Sollwertestellers entspricht, ferner auf einer vertikalen Diagrammachse Druckluft-Strömungsmengen (Volumen) pro Zeiteinheit in Form eines Prozentbereiches von 0 Prozent bis 100 Prozent aufgetragen sind, und die drei gekrümmten Kurven A, B und C für die drei Strömungswege,

von welchen jeder einen anderen Strömungswiderstand hat, eingetragen sind, und außerdem eine gerade Diagrammlinie eingezeichnet ist, so daß ein Rechner oder Computer von einem Sollwert auf der horizontalen Diagrammachse vertikal nach oben zur geraden Diagrammlinie, dann horizontal zu der betreffenden gekrümmten Kurve A, B oder C, und dann wieder vertikal nach unten zur horizontalen Diagrammachse "gehen" kann und damit dort den Winkel  $\alpha$  in Prozent findet, auf welchen er die Drossel einstellen soll, damit sich eine Druckluft-Strömungsmenge (V) pro Zeiteinheit ergibt, welche auf der vertikalen Diagrammachse auf der Höhe liegt, auf welcher die vertikale Projektionslinie des Sollwertes die gerade Diagrammlinie kreuzt.

**[0011]** Fig. 1 zeigt im Axialschnitt einen Injektor 2 als pneumatische Pulverförderpumpe. Eine Förderluftleitung 4 mit einer durch einen Stellmotor 6 einstellbaren Drossel 8 ist an eine Injektordüse 10 angeschlossen. Ein Luft-Pulver-Kanal 12 ist der Injektordüse 10 axial gegenüberliegend angeordnet. Die Förderluft erzeugt auf ihrem Weg von der Injektordüse 10 zum Luft-Pulver-Kanal 12 in einem Bereich 14 einen Unterdruck, durch welchen Pulver 15 aus einem Pulverbehälter 16 durch ein Saugrohr 18 in die Förderluft gesaugt wird. Die Förderluft fördert das Pulver durch den Luft-Pulver-Kanal 12, einen Pulverschlauch 20 und dann durch eine manuelle oder automatische Sprühpistole 22 auf ein zu beschichtendes Objekt 24. Die Sprühpistole 22 kann in bekannter Weise zur elektrostatischen Aufladung des Beschichtungspulvers eine oder mehrere Hochspannungselektroden 26 aufweisen. Gemäß einer anderen Ausführungsform kann der Pulverschlauch 20 in einen weiteren Pulverbehälter 30 münden und gegebenenfalls durch ein steifes Rohr ersetzt werden.

**[0012]** Eine Zusatzluftleitung 32 enthält ebenfalls eine Drossel 34, deren Öffnungsquerschnitt von einem weiteren Stellmotor 36 einstellbar ist. Die Druckluft der Zusatzluftleitung 32 gelangt an einer stromabwärts der Injektordüse 10 gelegenen Stelle in den Luft-Pulver-Kanal 12. Gemäß einer nicht gezeigten Ausführungsform könnte die Zusatzluftleitung 32 in den Unterdruckbereich 14

münden.

**[0013]** Die vom Injektor 2 geförderte Pulvermenge ist ungefähr direkt proportional zu der pro Zeiteinheit geförderten Förderluftmenge und auch ungefähr proportional zu der Größe des Unterdruckes im Unterdruckbereich 14. Je weniger Pulver pro Zeiteinheit gefördert werden soll, desto kleiner ist die Förderluftmenge pro Zeiteinheit. Bei kleinen Pulvermengen und entsprechend kleinen Förderluftmengen muß Zusatzluft der Zusatzluftleitung 32 hinzugefügt werden, damit sich im Pulverschlauch 20 kein Pulver absetzt. Die Gesamtluftmenge bestehend aus Förderluft und Zusatzluft ist für die bekannten Pulver-Sprühbeschichtungsanlagen vorzugsweise konstant so groß, daß die Strömungsgeschwindigkeit im Pulverschlauch 20 im Bereich zwischen 10-15 m/s liegt. Aus diesem Grunde ist es wichtig, daß die Gesamtluftmenge konstant gehalten wird.

**[0014]** Die stromabwärtigen Enden der Förderluftleitung 4 und der Zusatzluftleitung 32 sind an eine Druckluft-Zufuhrleitung 40 angeschlossen, welche über einen Druckregler 42 von einer Druckluftquelle 44, beispielsweise dem Druckluftnetz einer Firma, mit Druckluft versorgt wird. In der Druckluft-Zufuhrleitung kann stromabwärts des Druckreglers 42 eine einstellbare Drossel 46 angeordnet sein, welche von einem Stellmotor 48 so einstellbar ist, daß die Gesamtluftmenge pro Zeiteinheit konstant gehalten wird.

**[0015]** Die Stellmotoren 6, 36 und 48 werden von einer an sie angeschlossenen elektronischen Steuereinrichtung 50 in Abhängigkeit von Sollwerten gesteuert. Istwerte der verschiedenen Druckluftströme brauchen für die Einstellung der Drosseln 6, 36 und 48 nicht gemessen und nicht berücksichtigt zu werden, da die Drosseln in der nachfolgend beschriebenen Weise zur Erzielung von gewünschten Druckluftströmungsmengen pro Zeiteinheit genau eingestellt werden können, ohne daß eine Regeleinrichtung mit Istwert-Rückkopplung erforderlich ist.

**[0016]** Die elektronische Steuereinrichtung 50 enthält mindestens einen Rechner oder Computer. Ferner enthält sie einen manuellen Sollwertesteller 52. Der Sollwertesteller 52 hat ein manuelles Einstellelement 54 in Form eines Tasters, Schiebers oder eines Drehknopfes, wobei im vorliegenden Fall angenommen wird, daß es sich um einen Drehknopf handelt. Das manuelle Einstellelement 54 ist relativ zu einer linear aufgeteilten Skala 56 über einen Drehwinkel von beispielsweise 180° einstellbar. Diese 180° sind auf der horizontalen Diagrammachse von Fig. 3 linear aufgeteilt oder in Fig. 4 auf der horizontalen Diagrammachse in 0% bis 100% linear aufgeteilt.

**[0017]** Die Skala 56 kann mit Winkelgraden oder Prozentwerten oder Druckluftströmungsmengen pro Zeiteinheit oder Pulvermengen pro Zeiteinheit oder deren Prozentwerte beschriftet sein.

**[0018]** In der elektrischen Steuereinrichtung 50 ist ein Gesamtluft-Sollwert für die pro Zeiteinheit geförderte Gesamtluftmenge bestehend aus Förderluft der Förderluft-

leitung 4 und Zusatzluft der Zusatzluftleitung 32 gespeichert. Zur Steuerung der Drossel 34 der Zusatzluftleitung 32 braucht der Steuereinrichtung 50 lediglich ein Sollwert für die pro Zeiteinheit geförderte Förderluftmenge der Förderluftleitung 4 an dem Sollwertesteller 52 eingegeben zu werden. Die Steuereinrichtung 50 errechnet dann aus dem Gesamtluft-Sollwert minus dem Förderluft-Sollwert den Differenzwert und verwendet diesen als Sollwert für die Einstellung der Zusatzluft-Drossel 34.

**[0019]** Die Steuereinrichtung 50 kann entsprechend der hier dargestellten Ausführungsform für alle drei Drosseln 8, 34 und 46 oder auch nur für eine oder zwei dieser Drosseln verwendet werden. Jede dieser Drosseln 8, 34 und 46 kann von der Steuereinrichtung 50 gemäß dem Diagramm von Fig. 3 oder dem Diagramm von Fig. 4 gesteuert werden, ohne daß eine Istwert-Messung und eine Istwert-Rückkopplung für eine Regelung erforderlich ist. Stellvertretend für alle Drosseln wird im folgenden die Steuerung der Förderluft-Drossel 8 beschrieben.

**[0020]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist für jede Drossel 8, 34 und 46 ein Diagramm gemäß Fig. 3 in der Steuereinrichtung 50 von Fig. 1 gespeichert. Auf der horizontalen Diagrammachse sind linear die Einstell-Drehwinkel der betreffenden Drossel 8 bzw. 34 bzw. 46 aufgetragen. Auf der vertikalen Diagrammachse sind linear in Form von Prozentsätzen von Null Prozent bis 100 Prozent die Druckluft-Strömungsmengen pro Zeiteinheit aufgetragen, welche durch die Drossel hindurch bei einem bestimmten konstanten Eingangs-Luftdruck förderbar sind. Im Diagramm von Fig. 3 sind zu der Kurve A beispielsweise für die Volumen-Prozente 20, 30, 80 und 90 der vertikalen Diagrammachse Projektionslinien 60, 61, 62 und 63 eingetragen, durch welche sich die entsprechenden Einstellwinkel  $\alpha$  für die betreffende Drossel 8, 34 oder 46 ergeben. Die Art und Größe der Krümmung der Kurve A ist vom Strömungswiderstand des Strömungsweges abhängig, welcher sich stromabwärts an die betreffende Drossel 8 bzw. 34 bzw. 46 anschließt. Dies bedeutet, daß für jeden Strömungsweg, der stromabwärts der betreffenden Drossel 8 bzw. 34 bzw. 46 einen anderen Widerstand hat, eine entsprechende Kurve in der Steuereinrichtung 50 gespeichert werden muß. Als Beispiel für zwei weitere Ausführungsformen sind in Fig. 3 die beiden weiteren anders gekrümmten Kurven B und C dargestellt.

**[0021]** Für die Einstellung der Förderluft der Förderluftleitung 4 durch die Drossel 8 ist am Sollwertesteller 52 in linearer Aufteilung entweder ebenfalls in Prozent oder in einer bestimmten Maßeinheit linear die betreffende Förderluft-Strömungsmenge pro Zeiteinheit aufgetragen. Da diese Werte direkt proportional zu der geförderten Pulvermenge pro Zeiteinheit sind, können die Prozentwerte auch als eine entsprechende Pulvermenge angesehen werden oder die Skala mit Pulverfördermengen pro Zeiteinheit beschriftet werden.

**[0022]** Den Sollwert für die Drossel 34 der Zusatzluftleitung 32 errechnet sich die Steuereinrichtung 50, indem sie den Differenzwert aus der Gesamtluft-Fördermenge

pro Zeiteinheit minus der Förderluft-Fördermenge pro Zeiteinheit berechnet. Für das Fig. 3 entsprechende Diagramm der Zusatzluft-Drossel 34 werden ebenfalls gekrümmte Diagrammlinien ähnlich den Kurven A, B und C verwendet, deren Krümmung von dem Strömungswiderstand des Strömungsweges stromabwärts der Zusatzluft-Drossel 34 abhängig ist. Da die Zusatzluft viel weniger Einfluß auf die Beschichtungsqualität hat als die Förderluft, könnte die Zusatzluft der Zusatzluftleitung 32 statt durch eine Drossel 34 durch einen Druckregler geregelt werden, was aber teurer wäre. Auch in der Zufuhrleitung 40, deren Drossel 46 in der gleichen Weise gemäß einem Diagramm nach Fig. 3 gesteuert werden kann, könnte diese Drossel 46 weggelassen werden, da die Steuereinrichtung 50 aus der Summe von Förderluft und Zusatzluft die Gesamtluftmenge errechnen und dadurch durch die Drosseln 8 und 34 der Förderluftleitung 4 und der Zusatzluftleitung 32 die Gesamtluftfrate konstant halten kann.

**[0023]** Wie die Projektionslinien 60, 61, 62 und 63 von Fig. 3 zeigen, sind die Drosseleinstell-Änderungswerte  $\alpha$  nicht proportional zu den Druckluftmengen-Änderungswerten. Beispielsweise ist für 10% Änderung der Druckluftmenge im Bereich von 20% auf 30% eine viel kleinere Änderung des Einstellwinkels  $\alpha$  der Drossel erforderlich als im oberen Prozentbereich beispielsweise zwischen 80% und 90%, was durch schraffierte Felder 64 und 65 markiert ist.

**[0024]** Bei der weiteren Ausführungsform nach der Erfindung gemäß dem Diagramm von Fig. 4 ist zusätzlich zu den gekrümmten Diagrammlinien A, B und C eine gerade Diagrammlinie D eingetragen, welche ebenso wie die gekrümmten Diagrammkennlinien A, B und C durch Versuche ermittelt wurde und in der Steuereinrichtung 50 in der Hardware oder in Software gespeichert ist. Die gerade Diagrammlinie D stellt praktisch eine "Linearisierung" der nicht-linearen Abhängigkeit der Luftströmungsmenge pro Zeiteinheit von der Einstellung der Drossel dar. Auf der horizontalen Diagrammachse ist der Einstellbereich des manuellen Sollwert-Einstellelements 54 linear unterteilt aufgetragen von 0% bis 100% von Einstell-Winkelgraden  $\alpha$ . Diese Aufteilung gilt auch für den Einstellbereich der betreffenden Drossel. Wenn anstelle eines manuellen Einstellelementes 54 elektrische Einstellwerte von einer übergeordneten Steuereinrichtung verwendet werden, dann ergibt sich für die horizontale Diagrammachse eine gleiche Aufteilung, beispielsweise für Taktsignale oder für andere elektrische Strom- und/oder Spannungsformen. Bei Verwendung von elektrischen Schrittmotoren als Stellmotoren 6 bzw. 36 bzw. 48 ist es zweckmäßig, Taktpulse zu verwenden. Diese elektrischen Varianten sind auch bei einem Diagramm gemäß Fig. 3 anwendbar. Auf der vertikalen Diagrammachse von Fig. 4 ist für die betreffende Luftart die Luftströmungsmenge pro Zeiteinheit in 0% bis 100% oder in tatsächlichen Werteinheiten aufgetragen. Das Diagramm von Fig. 4 wird hier als Beispiel für die Förderluft-Drossel 8 beschrieben, jedoch sind ähnliche Dia-

gramme auch für die gegebenenfalls vorhandene Zusatzluft-Drossel 34 und gegebenenfalls vorhandene Zufuhrluft-Drossel 46 in der Steuereinrichtung 50 gespeichert. Ihre auf der horizontalen Diagrammachse angeordneten Sollwerte ergeben sich in gleicher Weise wie vorstehend beschrieben wurde.

**[0025]** Wie in Fig. 4 gestrichelte Projektionslinien 66, 67 und 68 für die gekrümmte Diagrammlinie A zeigen, kann am Sollwertesteller 52 manuell oder elektrisch ein linearer Wert eingestellt werden, welcher zu einem Wert der vertikalen Diagrammachse proportional ist. Von diesem Wert der horizontalen Diagrammachse gelangt die Steuereinrichtung 50 entsprechend der Projektionslinie 66 vertikal nach oben zu der geraden Diagrammlinie D, dann entsprechend der Projektionslinie 67 horizontal zu der gekrümmten Diagrammlinie A, und dann entsprechend der Projektionslinie 68 wieder vertikal nach unten zurück auf die horizontale Diagrammachse zu dem dort angegebenen Wert, welches der Wert ist, auf welchen die Drossel 8 durch ihren Stellmotor 6 von der Steuereinrichtung 50 eingestellt werden muß, damit sich eine Förderluftmenge pro Zeiteinheit ergibt, die am Sollwertesteller 52 eingestellt ist.

## Patentansprüche

1. Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung enthaltend einen Injektor (2) als pneumatische Förderpumpe; mindestens eine Druckluftleitung zur Zufuhr von Druckluft zu dem Injektor; eine Drossel (8,34,36) in mindestens einer der mindestens einen Druckluftleitungen; eine elektronische Steuereinrichtung (50) mit einem Rechner zur Einstellung des Öffnungsquerschnittes der Drossel (8,34,36) in Abhängigkeit von vorgegebenen Daten, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der Steuereinrichtung (50) mindestens für den Strömungswiderstand von einer Ausführungsform des sich an die Drossel stromabwärts anschließenden Strömungsweges in einem Diagramm die Abhängigkeit der Einstellung der Drosselöffnung von Sollwerten für den durch diese Drossel gesteuerten Druckluftstrom gespeichert ist und die Steuereinrichtung (50) in Abhängigkeit von diesem Diagramm einen Stellmotor (6,36,48) der Drossel (8,34,46) steuert und **dadurch** bei Änderungen des eingestellten Sollwertes eine dazu proportionale Änderung der Druckluft-Strömungsmenge pro Zeiteinheit bewirkt, daß in der Steuereinrichtung (50) die Druckluft-Strömungsmengen pro Zeiteinheit auf einer Diagrammachse und die dazu erforderlichen Sollwert-Einstellwerte eines Sollwert-Einstellers (52) auf einer anderen Diagrammachse des Diagrammes aufgetragen sind, und daß im Diagramm der Steuereinrichtung für jede Ausführungsform des sich stromabwärts an die Drossel (8, 34, 46) anschließenden Strömungsweges eine von dessen

- Strömungswiderstand abhängige spezifische gekrümmte Kennlinie gespeichert ist, über welche die Steuereinrichtung für jeden eingestellten Sollwert der Druckluft-Strömungsmenge die Drossel (8, 34, 46) an ihrem Stellmotor (6,36,48) nicht-linear einstellt und dabei einen vom eingestellten Sollwert proportional abhängigen Istwert der Strömungsmenge pro Zeiteinheit erzeugt.
2. Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung enthaltend einen Injektor (2) als pneumatische Förderpumpe; mindestens eine Druckluftleitung zur Zufuhr von Druckluft zu dem Injektor; eine Drossel (8,34,36) in mindestens einer der mindestens einen Druckluftleitungen; eine elektronische Steuereinrichtung (50) mit einem Rechner zur Einstellung des Öffnungsquerschnittes der Drossel (8,34,36) in Abhängigkeit von vorgegebenen Daten,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** in der Steuereinrichtung (50) mindestens für den Strömungswiderstand von einer Ausführungsform des sich an die Drossel stromabwärts anschließenden Strömungsweges in einem Diagramm die Abhängigkeit der Einstellung der Drosselöffnung von Sollwerten für den durch diese Drossel gesteuerten Druckluftstrom gespeichert ist und die Steuereinrichtung (50) in Abhängigkeit von diesem Diagramm einen Stellmotor (6,36,48) der Drossel (8,34,46) steuert und **dadurch** bei Änderungen des eingestellten Sollwertes eine dazu proportionale Änderung der Druckluft-Strömungsmenge pro Zeiteinheit bewirkt, daß in dem Diagramm der Steuereinrichtung (50) auf einer Diagrammachse Druckluft-Strömungsmengen pro Zeiteinheit linear aufgetragen sind und auf einer anderen Diagrammachse Blendenöffnungsquerschnitte linear aufgetragen sind; daß für mindestens eine Ausführungsform eines sich an die Drossel (8, 34, 46) stromabwärts anschließenden Strömungsweges eine gekrümmte Kennlinie (A, B, C) im Diagramm eingetragen ist, welche die tatsächliche Abhängigkeit der Druckluft-Strömungsmenge von den Blendenöffnungsquerschnitten wiedergibt, wobei sich über die gekrümmte Kennlinie für jede geforderte Durchfluß-Strömungsmenge der dazu erforderliche Einstellwert des Blendenöffnungsquerschnittes ergibt; daß eine gerade Kennlinie (D) im Diagramm eingetragen ist, welche einer theoretischen, in Wirklichkeit nicht gegebenen linearen Abhängigkeit der Druckluft-Strömungsmenge pro Zeiteinheit von den Einstellwerten des Blendenöffnungsquerschnittes entspricht; daß die Steuereinrichtung (50) einen Sollwert-Eingang (52) zur Eingabe von linear variablen Sollwerten aufweist und ausgebildet ist, um jeweils auf der Blendenöffnungsquerschnitt-Diagrammachse einen dem Sollwert entsprechenden Öffnungsquerschnitt zu nehmen und ihn über die gerade Kennlinie (D) und die gekrümmte Kennlinie (A, B, C)
- auf die Blendenöffnungsquerschnitts-Diagrammachse zurückzereflektieren und dann entsprechend dem so ermittelten neuen Blendenöffnungs-Querschnittswert den Blendenquerschnitt durch Ansteuerung des Stellmotors (6,36,48) einzustellen.
3. Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** in der Steuereinrichtung (50) für mindestens zwei Ausführungsformen eines sich stromabwärts an die Drossel anschließenden Strömungsweges, die je einen anderen Strömungswiderstand haben, in dem Diagramm die Werte für die genannte Abhängigkeit gespeichert sind.
4. Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die mindestens eine Druckluftleitung (4), welche die Drossel (8) enthält, an eine Injektordüse (10) des Injektors (2) angeschlossen ist, und daß die Drossel (8) derart angeordnet ist, daß durch sie nur die Druckluft als sogenannte Förderluft strömen kann, welche durch die Injektordüse (10) geleitet wird.
5. Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die mindestens eine Druckluftleitung (4), welche die Drossel (34) enthält, an einen Luft-Pulver-Kanal (12) des Injektors (2) angeschlossen ist, welcher sich von der Injektordüse (10) stromabwärts erstreckt, und daß die Drossel (34) so angeordnet ist, daß durch sie nur die Druckluft als sogenannte Zusatzluft strömen kann, welche in den Luft-Pulver-Kanal (12) eingeleitet wird, ohne durch die Injektordüse (10) zu strömen.
6. Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** eine andere (32) der Druckluftleitungen als Zusatzluftleitung an einen Luft-Pulver-Kanal (12) des Injektors (2) angeschlossen ist, welcher sich von der Injektordüse (10) stromabwärts erstreckt, daß diese Zusatzluftleitung (32) eine Drossel (34) aufweist, daß in der Steuereinrichtung (50) mindestens ein Gesamtluft-Sollwert für die Summe aus Förderluft (8) und Zusatzluft (32) gespeichert ist oder speicherbar ist, und daß die Steuereinrichtung (50) Mittel aufweist, welche den Differenzwert von Gesamtluft-Sollwert minus einem Förderluft-Sollwert bilden und entsprechend diesem Differenzwert, als Sollwert für die Zusatzluft, die Zusatzluft an der Drossel (34) der Zusatzluftleitung (32) einstellen.

7. Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** in der Steuereinrichtung (50) für mindestens eine Ausführungsform des sich an die Drossel (34) der Zusatzluftleitung (32) anschließenden, einen bestimmten Strömungswiderstand aufweisenden, Strömungsweges Werte für Zusatzluft-Strömungsmengen pro Zeiteinheit und dafür erforderliche Einstellwerte für diese Drossel (34) gespeichert sind, welche durch Versuche ermittelt wurden, und daß die Drossel (34) durch die Steuereinrichtung (50) auf den Wert einstellbar ist, dessen zugehöriger Zusatzluft-Strömungsmengenwert dem genannten Differenzwert entspricht, wobei der genannte Differenzwert der Sollwert für die Zusatzluft-Strömungsmenge ist.
8. Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 6 und 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Steuereinrichtung (50) einen Sollwertgeber-Eingang (52) aufweist, an welchem Förderluft-Sollwerte eingegbar sind.
9. Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der Sollwertgeber-Eingang ein manuelles Einstellelement aufweist.
10. Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** an dem Sollwertgeber-Eingang (52) der Sollwert durch elektrische Signale eingegbar ist.

## Claims

1. Powder spray-coating device comprising an injector (2) in the form of a pneumatic feed pump, at least one compressed air line for supplying compressed air to the injector, a flow restrictor (8, 34, 36) in at least one of the compressed air lines of which there is at least one, an electronic control installation (50) having a computer for adjusting the aperture cross-section of the flow restrictor (8, 34, 36) as a function of specified data, **characterised in that** in the control installation (50), at least for the flow resistance of one embodiment of the flow path adjoining downstream from the flow restrictor, the relationship between the setting of the flow restrictor aperture and desired values for the stream of compressed air controlled by this flow restrictor is stored in a diagram and the control installation (50) controls a servomotor (6, 36, 48) of the flow restrictor (8, 34, 46) as a function of this diagram and by this means,

in the event of changes to the set desired value, brings about a change in the compressed air flow rate per unit time proportional thereto, that in the control installation (50) the compressed air flow rates per unit time are plotted on one axis of the diagram and the desired value settings of a desired value setter (52) required for this purpose are plotted on another axis of the diagram, and that in the diagram of the control installation, for each embodiment of the flow path adjoining downstream from the flow restrictor (8, 34, 46) a specific curved characteristic curve which is a function of the flow resistance of this flow path is stored, by means of which the control installation sets non-linearly the servomotor (6, 36, 48) of the flow restrictor (8, 34, 46) for each set desired value of the compressed air flow rate and in doing so generates an actual value of the flow rate per unit time which is proportionately dependent on the set desired value.

2. Powder spray-coating device comprising an injector (2) in the form of a pneumatic feed pump, at least one compressed air line for supplying compressed air to the injector, a flow restrictor (8, 34, 36) in at least one of the compressed air lines of which there is at least one, an electronic control installation (50) having a computer for adjusting the aperture cross-section of the flow restrictor (8, 34, 36) as a function of specified data, **characterised in that** in the control installation (50), at least for the flow resistance of one embodiment of the flow path adjoining downstream from the flow restrictor, the relationship between the setting of the flow restrictor aperture and desired values for the stream of compressed air controlled by this flow restrictor is stored in a diagram and the control installation (50) controls a servomotor (6, 36, 48) of the flow restrictor (8, 34, 46) as a function of this diagram and by this means in the event of changes to the set desired value brings about a change in the compressed air flow rate per unit time proportional thereto, that in the diagram of the control installation (50) compressed air flow rates per unit time are plotted linearly on one axis of the diagram and diaphragm opening cross-sections are plotted linearly on another axis of the diagram; that for at least one embodiment of a flow path adjoining downstream from the flow restrictor (8, 34, 46) a curved characteristic curve (A, B, C) is plotted in the diagram, which curve reproduces the actual relationship between, the compressed air flow rate and the diaphragm opening cross-sections, wherein for each required throughput flow rate the setting of the diaphragm opening cross-section needed therefor is obtained from the curved characteristic curve; that a straight characteristic line (D) is plotted in the diagram, which line corresponds to a theoretical, in reality non-existent linear relationship between the compressed air flow rate per unit time

- and the settings of the diaphragm opening cross-section; that the control installation (50) has a desired value input (52) for the input of linearly variable desired values and is constructed to take in each case an opening cross-section on the axis of the diaphragm opening cross-section diagram corresponding to the desired value and to reflect it back onto the axis of the diaphragm opening cross-section diagram via the straight characteristic line (D) and the curved characteristic curve (A, B, C) and then to set the diaphragm cross-section by controlling the servomotor (6, 36, 48) in accordance with the new diaphragm opening cross-sectional value so determined.
3. Powder spray-coating device according to claim 1 or 2, **characterised in that** in the control installation (50), for at least two embodiments of a flow path adjoining downstream from the flow restrictor, which each have a different flow resistance, the values for said relationship are stored in the diagram.
  4. Powder spray-coating device according to any of claims 1 to 3, **characterised in that** the at least single compressed air line (4) containing the flow restrictor (8) is connected to an injector nozzle (10) of the injector (2) and that the flow restrictor (8) is arranged in such a way that through it can flow only the compressed air conveyed as so-called transport air through the injector nozzle (10).
  5. Powder spray-coating device according to any of claims 1 to 4, **characterised in that** the at least single compressed air line (4) containing the flow restrictor (34) is connected to an air-powder channel (12) of the injector (2) extending downstream from the injector nozzle (10) and that the flow restrictor (34) is arranged in such a way that through it can flow only the compressed air conveyed as so-called secondary air into the air-powder channel (12) without flowing through the injector nozzle (10).
  6. Powder spray-coating device according to claim 4, **characterised in that** another (32) of the compressed air lines is connected as the secondary air line to an air-powder channel (12) of the injector (2) which extends downstream from the injector nozzle (10), that this secondary air line (32) has a flow restrictor (34), that in the control installation (50) at least one total air desired value for the sum of the transport air (8) and secondary air (32) is stored or is storable, and that the control installation (50) has means for arriving at the difference value of the total air desired value minus a transport air desired value and for setting the secondary air on the flow restrictor (34) of the secondary air line (32) in accordance with this difference value as the desired value for the secondary air.
  7. Powder spray-coating device according to claim 6, **characterised in that** in the control installation (50), for at least one embodiment of the flow path adjoining the flow restrictor (34) of the secondary line (32) and exhibiting a certain flow resistance, values, for the secondary air flow rates per unit time and experimentally determined settings of this flow restrictor (34) needed for this purpose are stored, and that the flow restrictor (34) is settable by the control installation (50) to the value whose associated secondary air flow rate corresponds to said difference value, wherein said difference value is the desired value for the secondary air flow rate.
  8. Powder spray-coating device according to any of claims 6 and 7, **characterised in that** the control installation (50) has a desired value transmitter input (52) on which transport air desired values are inputtable.
  9. Powder spray-coating device according to claim 8, **characterised in that** the desired value transmitter input has a manual setting element.
  10. Powder spray-coating device according to claim 8, **characterised in that** on the desired value transmitter input (52) the desired value is inputtable by means of electric signals.

### Revendications

1. Dispositif d'application de revêtement en poudre comprenant un injecteur (2) comme pompe d'alimentation pneumatique; au moins une conduite d'air comprimé pour la fourniture d'air comprimé à l'injecteur; un étranglement (8, 34, 36) dans au moins une desdites au moins une conduites d'air comprimé; un dispositif de commande électronique (50) avec un ordinateur pour régler la section d'ouverture de l'étranglement (8, 34, 36) en fonction de données prédéterminées, **caractérisé en ce que** la relation de dépendance du réglage de l'ouverture de l'étranglement en fonction de valeurs de consigne pour le courant d'air comprimé commandé par cet étranglement est mémorisée dans un diagramme dans le dispositif de commande (50) au moins pour la résistance à l'écoulement d'une forme de réalisation du chemin d'écoulement se raccordant en aval de l'étranglement et le dispositif de commande (50) commande un moteur de réglage (6, 36, 48) de l'étranglement (8, 34, 46) en fonction de ce diagramme et provoque ainsi, lors de variations de la valeur de consigne réglée, une variation proportionnelle à celle-ci du débit d'écoulement d'air comprimé par unité de temps, **en ce que** les débits d'écoulement d'air comprimé par unité de temps sont portés sur un axe de diagramme et les valeurs de réglage de

la valeur de consigne d'un régulateur de valeur de consigne (52) nécessaires à cet effet sont portées sur un autre axe de diagramme du diagramme dans le dispositif de commande (50), et **en ce que**, pour chaque forme de réalisation du chemin d'écoulement se raccordant en aval de l'étranglement (8, 34, 46), une courbe caractéristique spécifique dépendant de la résistance à l'écoulement de celui-ci est mémorisée dans le diagramme du dispositif de commande, au moyen de laquelle le dispositif de commande règle de façon non linéaire, pour chaque valeur de consigne réglée du débit d'écoulement d'air comprimé, l'étranglement (8, 34, 46) par son moteur de réglage (6, 36, 48) et produit ainsi une valeur réelle du débit d'écoulement par unité de temps, qui dépend proportionnellement de la valeur de consigne réglée.

2. Dispositif d'application de revêtement en poudre comprenant un injecteur (2) comme pompe d'alimentation pneumatique; au moins une conduite d'air comprimé pour la fourniture d'air comprimé à l'injecteur; un étranglement (8, 34, 36) dans au moins une desdites au moins une conduites d'air comprimé; un dispositif de commande électronique (50) avec un ordinateur pour régler la section d'ouverture de l'étranglement (8, 34, 36) en fonction de données prédéterminées, **caractérisé en ce que** la relation de dépendance du réglage de l'ouverture de l'étranglement en fonction de valeurs de consigne pour le courant d'air comprimé commandé par cet étranglement est mémorisée dans un diagramme dans le dispositif de commande (50) au moins pour la résistance à l'écoulement d'une forme de réalisation du chemin d'écoulement se raccordant en aval de l'étranglement et le dispositif de commande (50) commande un moteur de réglage (6, 36, 48) de l'étranglement (8, 34, 46) en fonction de ce diagramme et provoque ainsi, lors de variations de la valeur de consigne réglée, une variation proportionnelle à celle-ci du débit d'écoulement d'air comprimé par unité de temps, **en ce que** dans le diagramme du dispositif de commande (50) les débits d'écoulement d'air comprimé par unité de temps sont portés linéairement sur un axe du diagramme et les sections d'ouverture du diaphragme sont portées linéairement sur un autre axe du diagramme; **en ce que**, pour au moins une forme de réalisation d'un chemin d'écoulement se raccordant en aval de l'étranglement (8, 34, 46), on a porté dans le diagramme une courbe caractéristique (A, B, C) qui reproduit la relation de dépendance réelle du débit d'écoulement d'air comprimé en fonction des sections d'ouverture du diaphragme, dans lequel la valeur de réglage de la section d'ouverture du diaphragme nécessaire à cet effet résulte de la courbe caractéristique pour chaque débit d'écoulement d'air comprimé requis; **en ce que** l'on a porté dans le diagramme une droite

caractéristique (D) qui correspond à une relation de dépendance linéaire théorique, n'existant pas dans la réalité, du débit d'écoulement d'air comprimé par unité de temps en fonction des valeurs de réglage de la section d'ouverture du diaphragme; **en ce que** le dispositif de commande (50) comprend une entrée de valeur de consigne (52) pour l'entrée de valeurs de consigne variables linéairement et est configurée pour prendre, sur l'axe du diagramme portant les sections d'ouverture du diaphragme, une section d'ouverture correspondant à la valeur de consigne et la reporter par la droite caractéristique (D) et la courbe caractéristique (A, B, C) sur l'axe du diagramme portant les sections d'ouverture du diaphragme, et ensuite régler la section du diaphragme en commandant le moteur de réglage (6, 36, 48) en fonction de la nouvelle valeur de la section d'ouverture du diaphragme ainsi déterminée.

3. Dispositif d'application de revêtement en poudre selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les valeurs pour la dépendance précitée sont mémorisées dans le diagramme dans le dispositif de commande (50) pour au moins deux formes de réalisation d'un chemin d'écoulement se raccordant en aval de l'étranglement, qui présentent chacune une autre résistance à l'écoulement.
4. Dispositif d'application de revêtement en poudre selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ladite au moins une conduite d'air comprimé (4), qui contient l'étranglement (8), est raccordée à une tuyère d'injection (10) de l'injecteur (2), et **en ce que** l'étranglement (8) est disposé de telle façon qu'il ne puisse s'écouler à travers lui que l'air comprimé, dit air d'alimentation, qui est conduit à travers la tuyère d'injection (10).
5. Dispositif d'application de revêtement en poudre selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** ladite au moins une conduite d'air comprimé (4), qui contient l'étranglement (34), est raccordée à un canal à air-poudre (12) de l'injecteur (2), qui s'étend en aval de la tuyère d'injection (10), et **en ce que** l'étranglement (34) est disposé de telle façon qu'il ne puisse s'écouler à travers lui que l'air comprimé, dit air d'appoint, qui est introduit dans le canal à air-poudre (12), sans circuler à travers la tuyère d'injection (10).
6. Dispositif d'application de revêtement en poudre selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** une autre (32) des conduites d'air comprimé est raccordée comme conduite d'air d'appoint à un canal à air-poudre (12) de l'injecteur (2), qui s'étend en aval de la tuyère d'injection (10), **en ce que** cette conduite d'air d'appoint (32) comprend un étranglement (34), **en ce que** au moins une valeur de consigne de l'air

total représentant la somme de l'air d'alimentation (8) et de l'air d'appoint (32) est ou peut être mémorisée dans le dispositif de commande (50), et **en ce que** le dispositif de commande (50) présente des moyens qui forment la valeur de différence de la valeur de consigne de l'air total moins une valeur de consigne de l'air d'alimentation et règlent l'air d'appoint à l'étranglement (34) de la conduite d'air d'appoint (32) en fonction de cette valeur de différence comme valeur de consigne pour l'air d'appoint.

- 5  
10
7. Dispositif d'application de revêtement en poudre selon la revendication 6, **caractérisé en ce que**, pour au moins une forme de réalisation du chemin d'écoulement se raccordant à l'étranglement (34) de la conduite d'air d'appoint (32) et présentant une résistance à l'écoulement déterminée, on a mémorisé dans le dispositif de commande (50) des valeurs pour des débits d'écoulement d'air d'appoint par unité de temps et des valeurs de réglage de cet étranglement (34) nécessaires à cet effet, qui ont été déterminées par des essais, et **en ce que** l'étranglement (34) peut être réglé par le dispositif de commande (50) à la valeur dont la valeur de débit d'écoulement d'air d'appoint associée correspond à la valeur de différence précitée, dans lequel ladite valeur de différence est la valeur de consigne pour le débit d'écoulement d'air d'appoint.
- 15  
20  
25
8. Dispositif d'application de revêtement en poudre selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (50) présente une entrée d'émetteur de valeur de consigne (52), à laquelle des valeurs de consigne de l'air d'alimentation peuvent être entrées.
- 30  
35
9. Dispositif d'application de revêtement en poudre selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** l'entrée d'émetteur de valeur de consigne comprend un élément de réglage manuel.
- 40
10. Dispositif d'application de revêtement en poudre selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la valeur de consigne peut être entrée dans l'entrée d'émetteur de valeur de consigne (52) par des signaux électriques.
- 45

50

55

FIG. 1

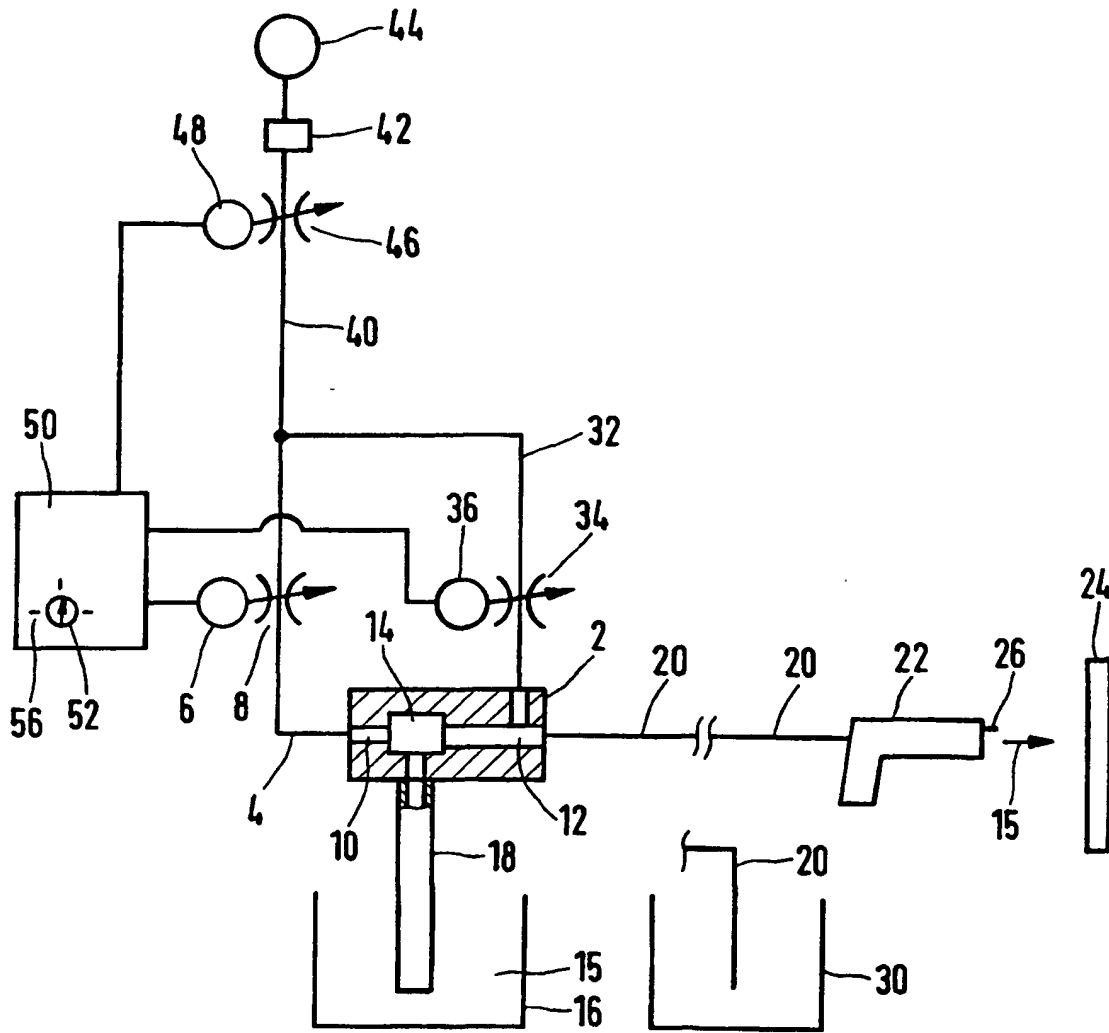


FIG. 2

