



<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>B05B 7/14, 12/08</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/10726</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 2. März 2000 (02.03.00)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/03967</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 9. Juni 1999 (09.06.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 38 276.6 22. August 1998 (22.08.98) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ITW GEMA AG [CH/CH]; Mövenstrasse 17, CH-9015 St. Gallen (CH).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MAUCHLE, Felix [CH/CH]; Moosstrasse 10a, CH-9030 Abtwil (CH). HAAS, Gerald [CH/CH]; Sonnmattstrasse 33, CH-9015 St. Gallen (CH). MICHAEL, Hans, Peter [CH/CH]; Sturzeneggstrasse 29, CH-9015 St. Gallen (CH).</p> <p>(74) Anwälte: VETTER, Ewald, O. usw.; Meissner, Bolte &amp; Partner, Postfach 10 26 05, D-86016 Augsburg (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.</p>	

(54) Title: POWDER SPRAY COATING DEVICE

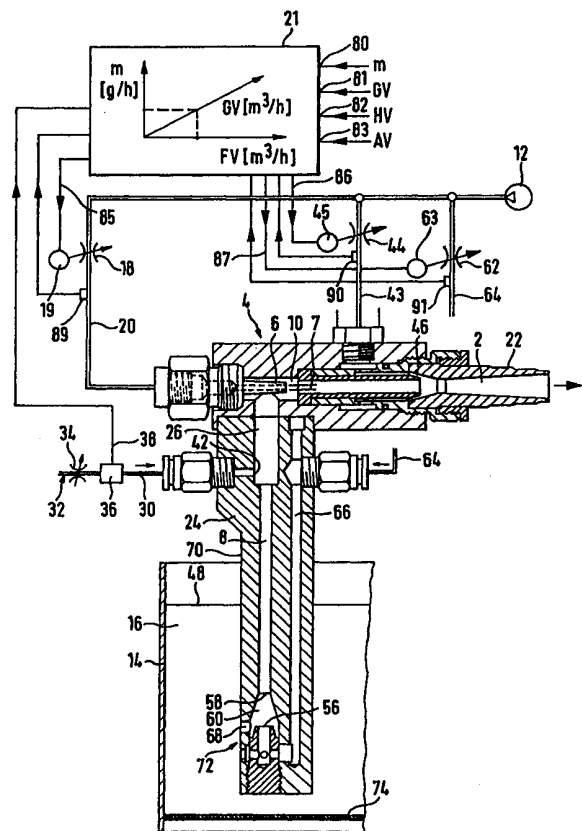
(54) Bezeichnung: PULVER-SPRÜHBESCHICHTUNGSVORRICHTUNG

(57) Abstract

The invention relates to a powder spray coating device having an electronic regulating device (21) for regulating air flows (20, 43) into an injector (4) by means of throttles (18, 19, 44, 45) that can be regulated by a motor, depending on set values (m) for the amount of powder to be supplied per time unit and a set value (GV) for the overall amount of air flowing through the injector, preferably also depending on real values (89, 90) of the regulated air flows (20, 43).

(57) Zusammenfassung

Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung mit einer elektronischen Regelvorrichtung (21) zur Regelung von Luftströmen (20, 43) zu einem Injektor (4) in Abhängigkeit von Sollwerten (m) für die pro Zeiteinheit zu fördernde Pulvermenge und in Abhängigkeit von einem Sollwert (GV) für die Gesamtluftmenge, welche durch den Injektor strömt, durch motorisch einstellbare Drosseln (18, 19, 44, 45), vorzugsweise auch in Abhängigkeit von Ist-Werten (89, 90) der geregelten Luftströme (20, 43).



**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

PULVER-SPRÜHBESCHICHTUNGSVORRICHTUNG

Die Erfindung betrifft eine Pulver-Sprühbeschichtungs-  
vorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Eine solche Pulver-Sprühbeschichtungs-  
vorrichtung ist aus der  
EP-A-0 686 430 bekannt.

Aus der EP-A-0 636 420 ist eine Pulverförder-  
Vorrichtung mit  
einer elektronischen Regelvorrichtung  
bekannt, welche in  
Abhängigkeit von einem Sollwert für die  
pro Zeiteinheit zu fördernde Pulvermenge  
und einem Sollwert für die pro  
Zeiteinheit zu fördernde Gesamtluftmenge,  
welche für die Förderung des Pulvers  
erforderlich ist, Stellwert-Signale für

Druckregler erzeugt, welche in Abhängigkeit hiervon die Zufuhr von Förderluft und von Zusatzluft zu einem Injektor regeln. Die Stellwert-Signale der Regelvorrichtung werden von den Reglern als Sollwerte betrachtet und in Abhängigkeit von einem Istwert der Förderluft bzw. der Zusatzluft zur Regelung dieser Förderluft bzw. der Zusatzluft verwendet. Anstelle von Druckreglern können Volumenstromregler verwendet werden.

Aus der US-A-4 747 731 (korrespondiert zu EP-A-0 239 331 und 0 423 850) ist eine pneumatische Pulver-Fördervorrichtung bekannt, bei welcher 2 Injektoren vorgesehen sind, von welchen sich der Haupt-Injektor am stromabwärtigen Ende und ein Hilfs-Injektor am stromaufwärtigen Ende eines Pulveransaugrohres befindet.

Aus der US-A-5 186 388 ist es bekannt, den Unterdruck in dem Unterdruckbereich eines Injektors zu messen und als Maß für die pro Zeiteinheit geförderte Pulvermenge zu verwenden. Aus der US-A-4 544 306 ist es bekannt, ein Meßrohr vorzusehen, welches ein zur Atmosphäre offenes Ende und ein in einem Pulver-Luft-Kanal offenes Ende zur Messung des darin herrschenden Druckes aufweist. In Abhängigkeit von dem Druck, welcher von der Pulver-Luft-Strömung erzeugt wird, relativ zum Atmosphärendruck, wird ein Ventil am Pulverabgabe-Auslaß geöffnet oder geschlossen, welches sich am trichterförmigen unteren Ende eines Pulver-Tankwagens befindet.

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, welche mechanisch miteinander

gekoppelt sind. In gleichem Maße, wie das eine geöffnet wird, wird das andere geschlossen.

Durch die Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, in Abhängigkeit von einem manuell oder automatisch vorgebbaren Sollwert für die pro Zeiteinheit zu fördernde Pulvermenge eine genaue und stabile Regelung des pneumatisch geförderten Pulverstromes zu erzielen, ohne daß dafür teure Druckregler oder Volumenstromregler erforderlich sind.

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

Durch die Erfindung wird eine konstruktiv einfache und preiswerte Einrichtung geschaffen, welche eine automatische und genaue Regelung eines Pulver-Luft-Stromes ermöglicht, welcher vom Start bis zum Abschalten eine stabile, pulsationsfreie Pulver-Luft-Strömung ermöglicht.

Im Rahmen der Beschreibung verwendete Werte-Begriffe wie Sollwert, Istwert und/oder Stellwert haben je nach dem gewünschten Design der Vorrichtung die Bedeutung eines Wertepunktes oder eines Wertebereiches. Aber auch bei einem Werte-Punkt liegen toleranzabhängige Werteschwankungen noch innerhalb der Erfindung.

Die Erfindung wird im folgenden mit Bezug auf die Zeichnung anhand einer bevorzugten Ausführungsform als Beispiel beschrieben. Die Zeichnung zeigt in

Fig. 1 eine Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung nach der

Erfindung mit einem Injektor im Axialschnitt und einem Pulveransaugrohr im Vertikalschnitt.

Die in Fig. 1 dargestellte Pulver-Sprühbeschichtungs-Vorrichtung nach der Erfindung enthält einen Pulver-Luft-Kanal 2, einen Injektor 4 als Fluidförderer, welcher eine im wesentlichen axial in den Pulver-Luft-Kanal 2 gerichtete Injektordüse 6 aufweist, und einen Pulveransaugkanal 8, welcher an eine Unterdruckkammer 10 des Injektors 4 strömungsmäßig angeschlossen ist. Die Unterdruckkammer 10 befindet sich zwischen der Injektordüse 6 und dem Pulver-Luft-Kanal 2. Ein von der Injektordüse 6 in den Pulver-Luft-Kanal 2 getriebener Förderluftstrahl 7 einer Druckluftquelle 12 saugt aus einem Pulverbehälter 14 Pulver 16 durch den Pulveransaugkanal 8 in die Unterdruckkammer 10, in welcher sich das Pulver mit dem Förderluftstrahl vermischt und dann zusammen mit ihm durch den Pulver-Luft-Kanal 2 strömt. Die Druckluftquelle 12 ist über eine Druckluftleitung 20 strömungsmäßig an die Injektordüse 6 angeschlossen. Die Druckluftleitung 20 enthält eine variable Drossel 18, deren Strömungswiderstand (z.B. Strömungsquerschnitt) durch einen antriebsmäßig mit ihr verbundenen Stellmotor 19 in Abhängigkeit von einem Sollwert für das pro Zeiteinheit geförderte Volumen an Förderluft und/oder von einem Sollwert für die pro Zeiteinheit geförderte Menge Pulver von einer elektronischen Regelvorrichtung 21 regelbar ist.

Der in Fig. 1 dargestellte stromabwärtige Endteil 22 des Pulver-Luft-Kanals 2 kann als Zerstäuberdüse ausgebildet oder über einen Schlauch mit einer Sprühvorrichtung zum Sprühen

des Pulvers auf einen zu beschichtenden Gegenstand versehen sein.

Der Pulveransaugkanal 8 erstreckt sich durch ein Tauchrohr 24, welches vertikal in das Pulver 16 des Pulverbehälters 14 eingetaucht ist. Ein oberer Endabschnitt 26 des Pulveransaugkanals 8 hat relativ zum stromaufwärtigen Kanalabschnitt einen erweiterten Strömungsquerschnitt, welcher an die Unterdruckkammer 10 angeschlossen ist und zusammen mit diesem einen Unterdruckbereich bildet, in welchem der Förderluftstrahl 7 der Injektordüse 6 einen im wesentlichen homogenen Unterdruck oder Vakuum erzeugt. Der vom Förderluftstrahl 7 erzeugte Unterdruck erstreckt sich jedoch mit unterschiedlicher Stärke durch den gesamten Pulveransaugkanal hindurch. Der Unterdruckbereich 10, 26 ist mit der Außenatmosphäre 32 durch einen Meßkanal 30 strömungsmäßig verbunden oder verbindbar, welcher mit einer einstellbaren Strömungsdrossel 34 versehen ist. Der im Unterdruckbereich 10, 26 herrschende Unterdruck oder Vakuum saugt über den Meßkanal 30 stark gedrosselt durch die Strömungsdrossel 34 Luft aus der Außenatmosphäre 32 an. Der Meßkanal 30 ist mit einer Meßvorrichtung 36 versehen, welche in Abhängigkeit von der durch den Meßkanal 30 von der Außenatmosphäre 32 in den Unterdruckbereich 10, 26 strömenden Luft auf einer Signalleitung 38 ein Meßsignal erzeugt, welches ein Maß für die durch den Meßkanal 30 pro Zeiteinheit strömende Luft und damit auch ein Maß für die durch den Pulver-Luft-Kanal 2 pro Zeiteinheit geförderte Pulvermenge ist. Das Meßsignal kann ein elektrisches, pneumatisches oder hydraulisches Signal sein und entsprechend kann auch seine Signalleitung 38 eine elektrische, pneumatische oder

hydraulische Leitung sein, welche mit der Regeleinrichtung 21 funktionsmäßig verbunden ist. Das stromabwärtige Ende 42 des Meßkanals 30 ist vorzugsweise an die Unterdruckkammer 10 strömungsmäßig angeschlossen. Bei der Ausführungsform nach Fig. 1 ist es an den stromabwärtigen Endabschnitt 26 des Pulveransaugkanals 8 strömungsmäßig angeschlossen, wobei dieser Endabschnitt einen so großen Querschnitt hat, daß in ihm im wesentlichen der gleiche Unterdruck oder das gleiche Vakuum herrscht wie in der Unterdruckkammer 10, so daß dieser Endabschnitt 26 als Teil der Unterdruckkammer 10 angesehen werden kann.

Die Meßvorrichtung 36 ist vorzugsweise ein Strömungsmeßgerät, welches in Abhängigkeit von der pro Zeiteinheit durch den Meßkanal 30 strömenden Außenluftmenge das Meßsignal erzeugt. Gemäß einer anderen Ausführungsform ist die Meßvorrichtung 36 eine Druckabfall-Meßvorrichtung, welche in Abhängigkeit von einem Druckabfall der durch den Meßkanal 30 strömenden Außenluft das Meßsignal auf der Signalleitung 38 erzeugt. Zur Messung des Druckabfalles braucht nur an einer Meßstelle stromabwärts der Strömungsdrossel 34 der Luftdruck im Meßkanal 30 gemessen zu werden, da dieser mit dem Druck der Außenluft an einem Außenatmosphären-Einlaß 32 in Relation gesetzt werden kann. Wenn der Meßkanal 30 einen kapillarartig engen Querschnitt hat, wird keine zusätzliche Strömungsdrossel 34 benötigt. In diesem Falle kann in gleicher Weise im Meßkanal 30 stromabwärts seines Außenatmosphären-Einlasses 32 ein Druckabfall relativ zum Druck der Außenatmosphäre gemessen werden. Für die Funktion des Meßkanals 30 ist es lediglich erforderlich, daß die Außenatmosphäre gedrosselt mit der Unterdruckkammer 10 in

Strömungsverbindung steht, damit der Unterdruck in der Unterdruckkammer 10 durch die Außenatmosphäre nicht nachteilig reduziert oder beeinflusst wird.

Die pro Zeiteinheit geförderte Pulvermenge ist im wesentlichen von der Förderluftrate abhängig. Ein weiteres Kriterium ist die pro Zeiteinheit geförderte Gesamtluftmenge, welche zusammen mit dem Pulver durch die Pulver-Luft-Leitung 2 gefördert wird. Wenn diese Gesamtluftmenge kleiner ist als die Luftmenge, welche erforderlich ist, um das Pulver durch den Pulver-Luft-Kanal 2 zu fördern, ohne daß in ihm Pulverablagerungen entstehen, dann muß zusätzlich Luft hinzugefügt werden, um die Strömungsgeschwindigkeit im Pulver-Luft-Kanal 2 zu erhöhen. Die zusätzliche Luft kann bei Bedarf von der Druckluftquelle 12 über eine Zusatzluftleitung 43 an einem Zusatzlufteinlaß 46 stromabwärts der Unterdruckkammer 10 in den Pulver-Luft-Kanal 2 geleitet werden. In der Zusatzluftleitung 43 befindet sich eine zweite variable Drossel 44, deren Strömungswiderstand (z.B. Strömungsquerschnitt) durch einen antriebsmäßig mit ihr verbundenen Stellmotor 45 von der elektronischen Regelvorrichtung 21 geregelt wird in Abhängigkeit von einem Sollwert für das pro Zeiteinheit geförderte Volumen an Zusatzluft, welcher seinerseits abhängig ist von dem Sollwert für die Pulverrate und/oder von dem Sollwert für die Förderluftrate.

Gemäß einer nicht gezeigten Ausführungsform kann Zusatzdruckluft in den Unterdruckbereich 10, 26 geleitet werden zur Beeinflussung des Unterdruckes.

Das in der Unterdruckkammer 10 herrschende Vakuum oder Unterdruck ist nicht absolut konstant und schwankt selbst dann, wenn die Förderluftrate der Injektordüse 6 und die Zusatzluftrate in dem Zusatzlufteinlaß 46 sowie das Pulverniveau 48 im Pulverbehälter 14 konstant gehalten werden. Solche unkontrollierten Schwankungen des Unterdruckes in der Unterdruckkammer 10 führen in unerwünschterweise auch zu Schwankungen der pro Zeiteinheit geförderten Pulvermenge im Pulver-Luft-Kanal 2.

Diese Schwankungen beeinträchtigen das Meßergebnis des Meßkanals 30 und damit auch die Regelung der Zufuhr von Fördergas und Zusatzgas. Zur Reduzierung dieses Nachteils ist am stromaufwärtigen Anfang ein Ausgleichsluft-Einlaß 56, z.B. in Form einer zweiten Injektordüse, angeordnet, welche mit kleinem Abstand gegenüber dem stromaufwärtigen Anfang 58 des Pulverauslaßkanals 8 axial angeordnet ist und durch eine dazwischen gebildete zweite Unterdruckkammer 60 Ausgleichsluft axial in den Pulveransaugkanal 8 bläst. Die Ausgleichsluft wird der zweiten Zerstäuberdüse von der Druckluftquelle 12 über eine dritte variable Strömungsdrossel 62 in einer Druckluftleitung 64 und über einen Ausgleichsluftkanal 66 zugeführt. Der Pulveransaugkanal 8 und der Ausgleichsluftkanal 66 befinden sich achsparallel in dem Tauchrohr 24, in dessen unterem Endabschnitt auch die zweite Injektordüse 56 angeordnet ist. Der Pulvereinlaß für den Pulveransaugkanal 8 ist durch eine oder mehrere Pulvereinlaßöffnungen 68 gebildet, welche quer durch das Tauchrohr 24 hindurch die Tauchrohräußenfläche 70 und damit das im Pulverbehälter 14 befindliche Pulver 16 mit der zweiten Unterdruckkammer 60 des zweiten Injektors 72

strömungsmäßig verbinden. Der Strömungswiderstand (z.B. der Strömungsquerschnitt) der dritten variablen Drossel 62 kann fest eingestellt oder manuell oder vorzugsweise durch einen antriebsmäßig mit ihr verbundenen Stellmotor 63 von der Regelvorrichtung 21 in Abhängigkeit von anderen Kriterien (Pulverrate, Förderluftrate und/oder Zusatzluftrate) automatisch eingestellt bzw. geregelt werden.

Die Regelvorrichtung 21 regelt in Abhängigkeit von dem Meßsignal der Meßleitung 38 und in Abhängigkeit von dem Sollwert oder den Sollwerten der verschiedenen Druckluftarten über die Drosseln 18, 44 und 62 die Zufuhr der Förderluft, der Zusatzluft und/oder der Ausgleichsluft.

Der Pulverbehälter 14 ist vorzugsweise so ausgebildet, daß das in ihm enthaltene Pulver 16 in einem Luftstrom schwebt, dessen Luft durch einen perforierten Behälterboden 74 in das Behälterinnere strömt. Von dem Ausgleichsluft-Einlaß 56 wird eine viel kleinere Menge Luft pro Zeiteinheit in den Pulverstrom eingebracht als mit der ersten Injektordüse 6. Die Ausgleichsluft des Ausgleichseinlasses 56 kann zwar, braucht jedoch nicht in der zweiten Unterdruckkammer 60 Pulver aus dem Pulverbehälter 14 ansaugen. Die Ausgleichsluft wird durch diesen Einlaß 56 mit einer kleinen konstanten Menge pro Zeiteinheit zugeführt und hat dadurch eine stabilisierende Wirkung auf die vorstehend beschriebenen Druckschwankungen im Pulveransaugkanal 8. Die Ausgleichsluft des Ausgleichsluft-Einlasses 56 macht die genannten Schwankungen hochfrequenter (kürzer und schneller) und bezüglich ihrer Amplitude kleiner. Dadurch werden die Reglereinstellzeiten der Regelvorrichtung 21, welche versucht

die genannten Schwankungen auszugleichen, wesentlich kürzer. Bei Versuchen konnten die Regeleinsteilzeiten auf ein Drittel verkürzt werden.

Die elektronische Regelvorrichtung 21 enthält vorzugsweise einen oder mehrere Mikrocomputer mit Computerprogrammen in der Hardware oder Software zur Ausführung der beschriebenen Verfahren.

Die Regelvorrichtung 21 hat einen Pulver-Sollwert-Eingang 80 zur manuellen oder automatischen Eingabe eines festen oder variablen Sollwertes für die pro Zeiteinheit zu fördernde Pulvermenge „m“, beispielsweise in Gramm/Stunde (g/h); einen Gesamtluft-Sollwert-Eingang 81 zur manuellen oder automatischen Eingabe eines festen oder variablen Sollwertes für die Gesamtluft „GV“ der durch den Pulver-Luft-Kanal 2 zu strömenden Gesamtluftmenge (Luftvolumenstrom) bestehend aus Förderluft der Förderluftleitung 20, der Zusatzluft der Zusatzluftleitung 43 und der Ausgleichsluft der Ausgleichsluftleitung 64; einen Hochspannungs-Sollwert-Eingang 82 zur manuellen oder automatischen Eingabe eines Hochspannungswertes für eine Hochspannung zur elektrostatischen Aufladung des zu versprühenden Pulvers; und gegebenenfalls einen Sollwert-Eingang 83 für das pro Zeiteinheit zugeführte Ausgleichsluftvolumen „AV“ des Ausgleichsluft-Einlasses 56. Das zu versprühende Pulver kann in bekannter Weise durch Elektroden elektrostatisch aufgeladen werden. Die Menge der Ausgleichsluft des Ausgleichslufteinlasses 56 kann, braucht jedoch häufig nicht, bei der Funktion der Regelvorrichtung 21 berücksichtigt zu werden, da ihre Menge sehr viel kleiner ist als die Menge Förderluft. Die Ausgleichsluft des Ausgleichslufteinlasses 56

kann auf einen festen Wert eingestellt werden oder gemäß der Erfindung über eine einstellbare Drossel 62 von einem eigenen Stellmotor 63 von der Regelvorrichtung 21 geregelt werden in Abhängigkeit von anderen Werten, beispielsweise dem Pulver-Sollwert „m“ und/oder einem der Luft-Sollwerte.

In der Regelvorrichtung 21 ist in Form von gespeicherten Daten oder Datenprogrammen gespeichert, wieviel Förderluft und wieviel Zusatzluft über die Förderluftleitung 20 und über die Zusatzluftleitung 43 dem Injektor bei der Einstellung eines bestimmten Pulver-Sollwertes „m“ zuzuführen sind, unter Einhaltung des Sollwertes für das Gesamtluftvolumen „GV“. Zum Verständnis ist als Beispiel in Fig. 1 in die Regelvorrichtung 21 ein Diagramm eingezeichnet, welches zeigt, daß sich für einen beliebigen eingestellten Pulver-Sollwert „m“ in Abhängigkeit von dem vorgegebenen Gesamtluftvolumen-Sollwert „GV“ ein bestimmter Sollwert für die Förderluft „FV“ ergibt. Aus der rechnerischen Differenz, welche sich aus dem Gesamtluftvolumen „GV“ minus dem Förderluft-Volumen „FV“ ergibt, bestimmt die Regelvorrichtung einen Differenzbetrag, welcher der Sollwert für die Zusatzluft der Zusatzluftleitung 43 ist. Genauer werden die Werte dann, wenn auch die Ausgleichsluft der Ausgleichsluftleitung 64 bei der Gesamtluftmenge „GV“ von der Regelvorrichtung 21 berücksichtigt wird, wie dies bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel der Fall ist. In Abhängigkeit von den variablen Werten erzeugt die Regelvorrichtung 21 Stellwerte auf elektrischen Leitungen 85, 86 und 87 für die Stellmotoren 19, 45 und/oder 63. Jeder variablen Drossel ist ein eigener Stellmotor zugeordnet.

Gemäß der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind stromabwärts der Drosseln 18, 44 und/oder 62 Sensoren 89, 90 und/oder 91 angeordnet, welche die Istwerte der betreffenden Förderluft, Zusatzluft und/oder Ausgleichsluft in Form von Drücken, Geschwindigkeit und/oder Volumen messen und ein entsprechendes Istwert-Signal der Regelvorrichtung 21 zuführen. Die Regelvorrichtung 21 erzeugt in Abhängigkeit von den ihr vorgegebenen Sollwerten und diesen Istwerten Stellsignale auf den elektrischen Leitungen 85, 86 und/oder 87 der Stellmotoren 19, 45 und/oder 63.

Die geförderte Pulvermenge pro Zeiteinheit (Pulverrate) ist ungefähr proportional zur pro Zeiteinheit geförderten Förderluftmenge der Förderluftleitung 20. Deshalb braucht lediglich die Förderluft eingestellt zu werden, um eine gewünschte Pulvermenge einzustellen. Die Regelvorrichtung 21 stellt dann automatisch die Zusatzluftrate durch den Stellmotor 45 und die Drossel 44 so ein, daß trotz geänderter Förderluftrate der Gesamtluft-Volumenstrom (Gesamtluftrate) auf dem eingestellten Sollwert bleibt.

Die Förderluftrate und die Zusatzluftrate verändern sich, bei konstantem Luftdruck der Druckluftquelle 12, nur dann proportional zu einer Veränderung des Strömungsquerschnittes ihrer Drosseln 18 und 44, wenn der Strömungswiderstand stromabwärts von ihnen sehr klein ist. Bei einer Vorrichtung der vorliegenden Art mit einem Injektor und einer an ihn angeschlossenen Pulverleitung ist jedoch der Strömungswiderstand so groß, daß die Förderluftrate und die Zusatzluftrate sich nicht linear zu Änderungen der

Strömungsquerschnitte der Drosseln 18 und 44 ändern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist in der Regelvorrichtung 21 die nicht-lineare Abhängigkeit für mindestens einen oder mehrere Strömungswiderstände (verschiedene Injektoren 4 und/oder Pulverleitungen) diagrammartig derart gespeichert, daß die Regelvorrichtung 21 die Drosseln 18 und 44 durch die Stellmotore 19 und 45 in Abhängigkeit von Sollwertvorgaben nicht-linear so ansteuert, daß sich eine zur Sollwertänderung lineare Veränderung der Förderluftrate und/oder der Zusatzluftrate ergibt.

### Patentansprüche

1. Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung enthaltend einen Injektor (4), der zwischen einer Injektordüse (6) und einem ihm axial gegenüberliegenden Pulver-Luft-Kanal (2) einen Unterdruckbereich (10) zum Ansaugen von Pulver aus einer Pulverquelle aufweist; eine Förderluftleitung (20), welche an die Injektordüse angeschlossen ist, um ihr Druckluft als Förderluft zuzuführen; eine elektronische Regelvorrichtung (21) zur Regelung der Förderluft in Abhängigkeit von einem Pulver-Sollwert und einem Pulver-Istwert für die pro Zeiteinheit zu fördernde Pulvermenge; eine Meßvorrichtung (30, 36, 38), welche an den Unterdruckbereich (10) des Injektors (4) angeschlossen ist und der Regelvorrichtung (21) ein dem jeweiligen Unterdruck entsprechendes Istwert-Signal liefert, welches von der Regelvorrichtung (21) als Pulver-Istwert für die pro Zeiteinheit geförderte Pulvermenge interpretiert wird; ein Stellglied (18) in der Förderluftleitung (20) zur Einstellung der Förderluft durch die Regelvorrichtung (21) in

- Abhängigkeit von dem Pulver-Sollwert und dem Pulver-Istwert;  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das Stellglied (18) eine variable Drossel (18) ist, deren Strömungswiderstand motorisch verstellbar ist, daß die Drossel (18) mit einem Stellmotor (19) antriebsmäßig verbunden ist, welcher von der Regelvorrichtung (21) durch Stellsignale aktivierbar ist.
2. Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß eine Zusatzluftleitung (43) an einen Zusatzlufteinlaß (46) des Injektors (4) angeschlossen ist, welcher stromabwärts des Unterdruckbereiches (10) in den Pulver-Luft-Kanal (2) mündet für die Zufuhr von Druckluft als Zusatzluft, daß in der Zusatzluftleitung (43) eine variable Drossel (44) angeordnet ist, deren Strömungswiderstand motorisch verstellbar ist, und daß die Drossel (44) mit einem Stellmotor (45) antriebsmäßig verbunden ist, welcher von der Regelvorrichtung (21) durch Stellwertsignale aktivierbar ist in Abhängigkeit von dem Pulver-Sollwert (m), und in Abhängigkeit von einem Sollwert für die pro Zeiteinheit durch den Pulver-Luft-Kanal (2) zu strömende Gesamtluftmenge.
3. Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß an den Unterdruckbereich (10) ein Pulveransaugkanal (8)

- angeschlossen ist, daß an dem vom Unterdruckbereich (10) entfernten Ende des Pulveransaugkanals (8) ein Ausgleichslufteinlaß (56) für die Zufuhr von Ausgleichsluft in den Pulveransaugkanal (8) zum Ausgleich von möglichen Strömungspulsationen vorgesehen ist, wobei die pro Zeiteinheit zugeführte Menge Ausgleichsluft wesentlich kleiner ist als die pro Zeiteinheit zugeführte Menge Förderluft.
4. Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in der Ausgleichsluftleitung (64) eine variable Drossel (62) angeordnet ist, deren Strömungswiderstand motorisch verstellbar ist, und daß die Drossel (62) mit einem Stellmotor (63) antriebsmäßig verbunden ist, welcher von der Regelvorrichtung (21) aktivierbar und regelbar ist.
5. Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der Förderluftleitung (20) stromabwärts ihrer Drossel (18) ein Meßmittel (89) vorgesehen ist, welches in Abhängigkeit von den Strömungsverhältnissen in der Förderluftleitung ein Istwert-Signal an die Regelvorrichtung (21) liefert, daß die Regelvorrichtung (21) derart ausgebildet ist, daß sie die Erzeugung der Stellsignale für diese Drossel (18) auch in Abhängigkeit von diesen Förderluft-Istwert-Signalen ausführt.
6. Pulver-Sprühbeschichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß in der Zusatzluftleitung (43) stromabwärts ihrer Drossel (44) ein Meßmittel (90) vorgesehen ist, welches in Abhängigkeit von der Strömungssituation in der Zusatzluftleitung (43) ein Istwert-Signal an die Regelvorrichtung (21) liefert, daß die Regelvorrichtung (21) derart ausgebildet ist, daß sie die Bildung der Stellsignale für diese Drossel (44) auch in Abhängigkeit von diesen Zusatzluft-Istwert-Signalen ausführt.

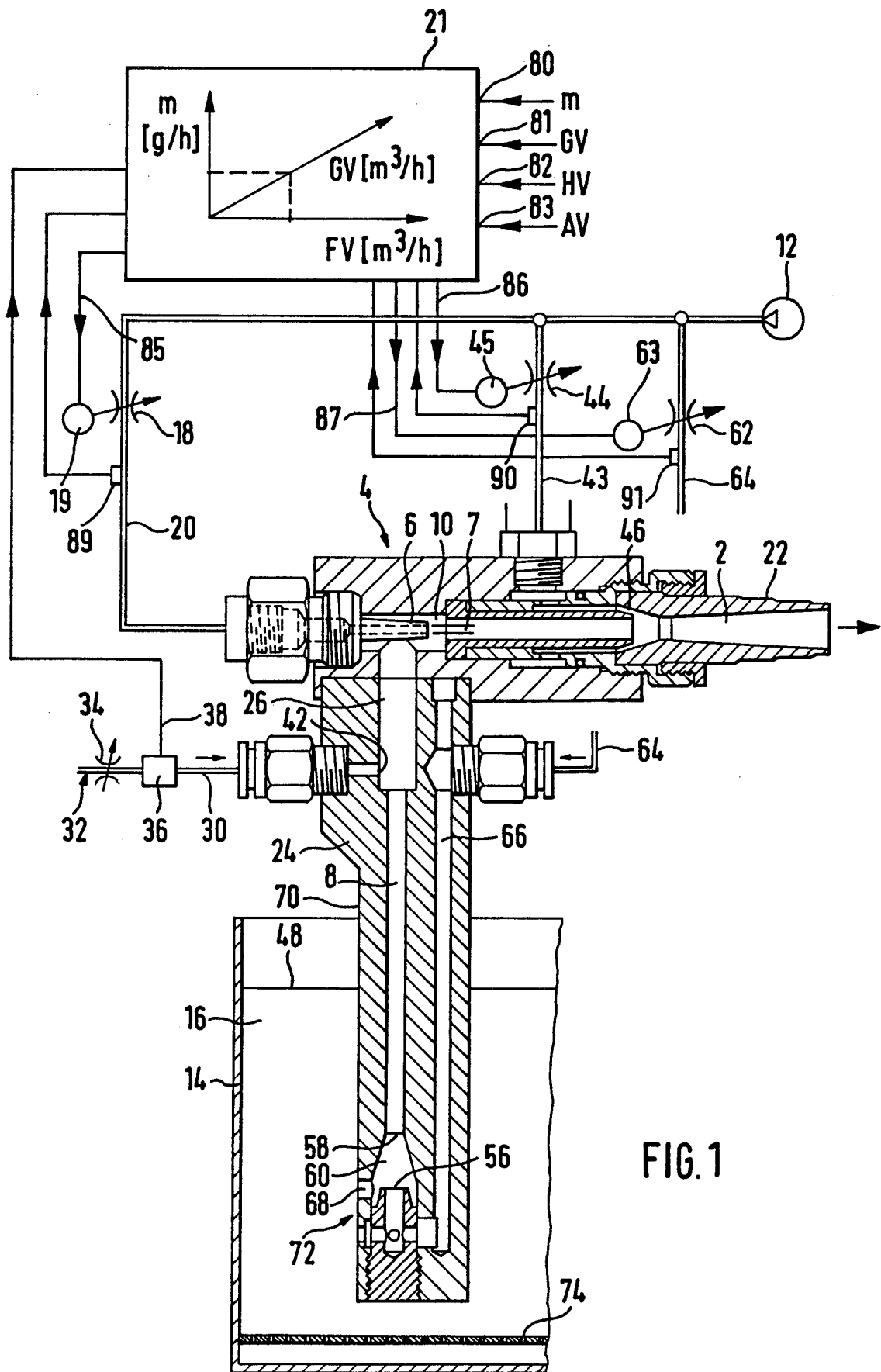


FIG. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/EP 99/03967

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
**IPC6: B05B 7/14, B05B 12/08**  
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
**IPC6: B05B**

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
**EPODOC, WPI**

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0686430 A2 (GEMA VOLSTATIC AG), 13 December 1995 (13.12.95) --	1-6
A	EP 0636420 A2 (GEMA VOLSTATIC AG), 1 February 1995 (01.02.95) -- -----	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed  
 "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 9 September 1999 (09.09.99)	Date of mailing of the international search report 25 October 1999 (25.10.99)
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office Facsimile No.	Authorized officer  Telephone No.
---	---

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

02/08/99

International application No.

PCT/EP 99/03967

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0686430 A2	13/12/95	DE 4419987 A	29/02/96
		DE 59505354 D	00/00/00
		ES 2129693 T	16/06/99
		US 5615980 A	01/04/97
-----			
EP 0636420 A2	01/02/95	DE 4325044 A	02/02/95
		DE 59407168 D	00/00/00
		ES 2123077 T	01/01/99
		US 5702209 A	30/12/97
-----			

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/03967

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b>		
IPC6: B05B 7/14, B05B 12/08 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
IPC6: B05B		
Recherte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPODOC, WPI		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0686430 A2 (GEMA VOLSTATIC AG), 13 Dezember 1995 (13.12.95) --	1-6
A	EP 0636420 A2 (GEMA VOLSTATIC AG), 1 Februar 1995 (01.02.95) -- -----	1-6
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen. <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie.		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen: "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachman naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
9 September 1999		25 OCT 1999
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk Tel(+31-70)340-2040, Tx 31 651 epo nl, Fax(+31-70)340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Bertil Dahl/MP

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**  
 Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören  
 02/08/99

Internationales Aktenzeichen  
 PCT/EP 99/03967

Im Recherchenbericht angefurtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0686430 A2	13/12/95	DE 4419987 A	29/02/96
		DE 59505354 D	00/00/00
		ES 2129693 T	16/06/99
		US 5615980 A	01/04/97
EP 0636420 A2	01/02/95	DE 4325044 A	02/02/95
		DE 59407168 D	00/00/00
		ES 2123077 T	01/01/99
		US 5702209 A	30/12/97