

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 899 019 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
11.02.2004 Patentblatt 2004/07

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

(21) Anmeldenummer: **98113511.4**

(22) Anmeldetag: **20.07.1998**

(54) **Verfahren zum werkstückabhängigen Steuern eines elektrostatischen Beschichtungsgerätes und elektrostatische Beschichtungsanlage**

Workpiece related method for controlling an electrostatic coating installation and electrostatic coating installation

Méthode de commande d'une installation de revêtement électrostatique dépendante de pièces et installation de revêtement électrostatique

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

(30) Priorität: **01.09.1997 DE 19738144**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.03.1999 Patentblatt 1999/09

(73) Patentinhaber: **WAGNER INTERNATIONAL AG**
9450 Altstätten (CH)

(72) Erfinder:
• **Seitz, Kurt**
9443 Widnau (CH)

• **Hasler, Markus**
9462 Montlingen (CH)
• **Adams, Horst Dr.**
9016 St. Gallen (CH)

(74) Vertreter: **Liesegang, Roland, Dr.-Ing. et al**
FORRESTER & BOEHMERT
Pettenkoferstrasse 20-22
80336 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 529 851 **WO-A-94/22589**
GB-A- 2 078 402 **US-A- 4 324 812**
US-A- 4 357 900

EP 0 899 019 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 ein Verfahren zum Steuern eines elektrostatischen Beschichtungsgerätes, das ein Beschichtungsmedium wie Pulver oder Naßlack auf ein Werkstück sprüht, sowie eine elektrostatische Beschichtungsanlage, die gemäß diesem Verfahren arbeiten kann.

[0002] Bei den üblichen elektrostatischen Pulver-Beschichtungsanlagen läuft ein Werkstück in horizontaler Richtung durch eine Beschichtungskabine, in deren Seitenwand vertikale Schlitze vorgesehen sind. Durch diese Schlitze sprühen Beschichtungspistolen das Beschichtungsmedium auf das Werkstück.

[0003] Die zu beschichtenden Werkstücke können verschiedene Größen und Formen haben, mit schmalen Stegen, großen geschlossenen Flächen, Hohlräumen, Hinterschneidungen etc. Um den Wirkungsgrad beim Auftragen des Beschichtungsmediums zu optimieren, d.h. um möglichst wenig Beschichtungspulver oder -lack an dem Werkstück vorbeizusprühen und das Eindringen in Hohlräume sicherzustellen, kann die Form der Wolke des von einer Beschichtungspistole abgegebenen Beschichtungsmediums variiert werden. Dies geschieht in der Regel durch die Auswahl einer geeigneten Düse, z.B. einer Schlitzdüse, die Verwendung eines Prallkörpers oder dergleichen. Die Düsen werden im Stand der Technik von Hand ausgewechselt. Zum Austauschen der Düsen muß der Betrieb der Beschichtungsanlage unterbrochen werden. Dies ist verständlicherweise zeit- und personalaufwendig.

[0004] Das U.S. Patent 4,324,812 offenbart eine elektrostatische Pulverbeschichtungsanlage, in welcher der Pulvermassenstrom, welcher an einen zu beschichtenden Gegenstand abgegeben wird, abhängig von dem elektrischen Strom zwischen der Beschichtungseinrichtung und dem zu beschichtenden Gegenstand gesteuert wird.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Steuern eines elektrostatischen Beschichtungsgerätes und eine neue elektrostatische Pulver-Beschichtungsanlage anzugeben, bei denen die Wolkenform des abgegebenen Beschichtungspulvers mit geringst möglichem Aufwand verändert und an die Gestalt des Werkstücks angepaßt werden kann.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1 sowie eine Beschichtungsanlage mit den Merkmalen von Anspruch 4 gelöst.

[0007] Die Erfindung nutzt die Tatsache aus, daß die Pulver-Wolkenform durch Verändern der Menge oder der Geschwindigkeit oder des Massenstroms des ausgebrachten Beschichtungsmedium beeinflusst werden kann, so daß eine automatische Anpassung der Wolkenform ohne Wechseln der Sprühdüse möglich ist. Die Wolkenform kann ferner durch Einstellen von speziellen Formlüften (air coat) beeinflusst werden.

[0008] Dazu wird vorzugsweise die Geschwindigkeit und/oder die Menge und/oder der Massenstrom des abgegebenen Beschichtungsmediums bzw. der Formluft-Volumenstrom gemessen. Die Wolkenform kann anhand der Menge und Geschwindigkeit oder des Massenstroms des Beschichtungsmediums in Verbindung mit der Düse und gegebenenfalls der Formluft charakterisiert werden. Vorzugsweise wird auch das zu beschichtende Werkstück automatisch erfaßt und identifiziert.

[0009] Die Beschichtungsanlage gemäß der Erfindung weist vorzugsweise eine Meßeinrichtung und eine Stelleinrichtung für das Beschichtungsmedium oder den Formluft-Volumenstrom sowie eine Teileerkennungs- und Identifikationseinrichtung am Eingang der Beschichtungskabine auf.

[0010] Die Teileerkennungs- und Identifikationseinrichtung erkennt die Annäherung eines zu beschichtenden Werkstückes sowie dessen Form und Beschaffenheit. Dabei handelt es sich z.B. um eine optische Erkennungseinrichtung.

[0011] Die Meßeinrichtung und die Stelleinrichtung sind vorzugsweise in das Beschichtungsgerät integriert oder nahe bei diesem angeordnet. Einrichtungen zum Messen eines Pulver-Masse-Stroms, die sich für die Zwecke der vorliegenden Erfindung eignen, sind in der DE-A-4 406 046 und der DE-A-195 50 112 beschrieben, auf die Bezug genommen wird.

[0012] Die Erfindung ist im folgenden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die Zeichnungen näher erläutert. In den Figuren zeigt:

- | | |
|-------------------|--|
| Figur 1 | eine elektrostatische Pulverbeschichtungsanlage gemäß der Erfindung; |
| Figur 2 | zeigt ein Beschichtungsgerät mit integriertem Mengensensor und Geschwindigkeitssensor für die Pulverbeschichtungsanlage der Figur 1; |
| Figuren 3a und 3b | zeigen eine Außenansicht bzw. eine schematische Teilschnittdarstellung eines Mikrowellenresonators des Mengensensors der Figur 2; |
| Figur 4 | zeigt eine detailliertere Darstellung des Geschwindigkeitssensors der Figur 2; |
| Figur 5 | zeigt eine Stelleinrichtung zur Einstellung der Pulverwolkenform gemäß der Erfindung; und |
| Figuren 6a bis 6d | zeigen verschiedene Pulverwolkenformen, die mit unterschiedlichen Düsenformen und Pulvermassenströmen erhalten werden. |

[0013] Figur 1 zeigt eine elektrostatische Pulverbeschichtungsanlage, bei der das erfindungsgemäße Verfahren zum

Steuern der Beschichtungsgeräte angewendet werden kann. Diese Pulverbeschichtungsanlage ist ausführlicher in der deutschen Patentanmeldung "Steuersystem einer Beschichtungsanlage" derselben Anmelderin mit demselben Anmeldetag beschrieben. Auf die Offenbarung dieser Patentanmeldung und insbesondere die Erläuterung der Netzwerkstruktur wird Bezug genommen.

[0014] In Fig. 1 sind mehrere (fünf) Beschichtungsmodule aus jeweils einem digitalen Steuergerät 60, einer Injektor-Stelleinrichtung 64 und einer Sprühpistole 66 dargestellt, die über einen Pistolenbus 62 verbunden sind. Diese Beschichtungsmodule bilden selbstregelnde Funktionseinheiten, welche ihre jeweiligen Steuersignale von dem digitalen Steuergerät 60 erhalten. Für die Regelung notwendige Informationen über den Betriebszustand der Beschichtungsanlage erhält das Steuergerät 60 über einen internen Bus 80.

[0015] Über den internen Bus 80 sind die mehreren Beschichtungsmodule miteinander, mit einer zentralen Steuereinheit 82 sowie mit weiteren Komponenten des Systems verbunden. Zusätzliche, an den internen Bus anschließbaren Module sind z.B. ein Lückensteuermodul 86, ein Pulverpegelsteuermodul 88, ein Positionssteuermodul 90 und ein Bewegungssteuermodul 92.

[0016] Der Bus 80 ist ebenso wie der Pistolenbus 62 vorzugsweise ein LON-Bus, die digitale Steuereinheiten 62 und die Module sind als LON-Netzwerkknoten konfiguriert und besitzen eine LON-Schnittstelle für die Verbindung mit dem LON-Bus (LON = local area network).

[0017] Die zentrale Steuereinheit 82 versorgt die Pulverbeschichtungsanlage mit elektrischer Leistung und Druckluft. Ferner läßt sich über diese Steuereinheit die gesamte Anlage im Störfalle notabschalten.

[0018] Das Lückensteuermodul 86 dient zum Ausschalten der Sprühpistolen in den Lücken zwischen Werkstücken 200 oder Werkstückteilen. Das Pulverpegelsteuermodul 88 überwacht den Pegelstand in einem Pulvervorratsbehälter. Das Positionssteuermodul 90 steuert die Position der Sprühpistolen in z-Richtung, d.h. den Abstand von Sprühpistole 66 zu Werkstück 200. Das Bewegungssteuermodul 92 steuert Vertikalhub und Geschwindigkeit der Auf- und Abwärtsbewegung der Sprühpistolen 66 abhängig von der Höhe und Geschwindigkeit des zu beschichtenden Werkstücks 200.

[0019] Es können weitere Baugruppen über einen externen Bus 100 mit der zentralen Steuereinheit 82 verbunden werden; diese umfassen z.B. ein Pulverzentrum 102 mit einem Pulvervorratsbehälter 104, eine Schichtdickenmeß- und Regeleinrichtung 107, 108 und eine Luftmengenregeleinrichtung 109 für ein Pulverrückgewinnungssystem 110, eine Teileerkennung- und Identifikationseinrichtung 111, ein Fördertaktgeber 112, eine Steuereinrichtung 106 für die Kabinenreinigung und eine zugehörige Reinigungseinrichtung 116 u.a.

[0020] Die einzelnen Komponenten, die als LON-Knoten konfiguriert sind, können sich im System selbst anmelden, andere Systemkomponenten erkennen, sich auf diese einstellen und mit diesen kommunizieren. Sie können die Information über die jeweiligen Betriebszustände der Beschichtungsanlage, die sie über den Bus 80 oder 100 erhalten, selbsttätig auswerten und nutzen.

[0021] Figur 2 zeigt schematisch eine Ausführungsform eines Beschichtungsgerätes 66 mit integriertem Mengensensor 50, integriertem Geschwindigkeitssensor 52 und integrierter Hochspannungskaskade 58. Über eine Förderleitung 10 wird dem Beschichtungsgerät 66 ein eingestellter, dosierter Pulver-Luft-Strom zugeführt, der bei einer Düse 46 mit einem Prallkörper 48 ausgegeben wird. In einem Hochspannungserzeuger, der schematisch als Hochspannungskaskade 58 dargestellt ist, wird eine Hochspannung erzeugt und über eine Leitung 56 und eine Elektrode (nicht gezeigt) in den Pulver-Luft-Strom geführt, um die Pulverteilchen elektrisch aufzuladen. Ebenfalls in Figur 2 ist eine Masseleitung 54 für die Erdung des Beschichtungsgerätes 66 gezeigt.

[0022] Der Mengensensor 50 und der Geschwindigkeitssensor 52 dienen zur Bestimmung der Pulverdichte bzw. der Pulvergeschwindigkeit in der Förderleitung 10. Sie sind unten mit Bezug auf die Figuren 3 und 4 näher erläutert.

[0023] Die Figuren 3a und 3b zeigen eine Ausführungsform eines Mikrowellenresonators 36 des Pulvermengensensors zur Bestimmung der Pulvermenge pro Volumeneinheit in der Förderleitung 10. Die Förderleitung ist elektrisch nicht leitend, sie wird von dem Pulver-Luft-Strom in Richtung der Pfeile in Figur 3a durchströmt.

[0024] Der Resonator 36 hat für die Abschirmung gegen Störfelder einen Metallzylinder 38, an dem ein HF-Eingang 40 und ein HF-Ausgang 42 zur Einkopplung von Mikrowellen bzw. zum Abnehmen der Resonatorspannung vorgesehen sind. Im Inneren des Abschirmzylinders 38 liegt der Resonator 44 in Form einer Helix oder Spule, welche um die Förderleitung 10 gewickelt ist. Dieser Resonator hat einen sehr geringen Platzbedarf, so daß er direkt in die Sprühpistole 66 integriert werden kann. Mit dem helixförmigen Resonator läßt sich eine sehr genau abgegrenzte Resonanz und somit eine hohe Güte erzielen. Der Helix-Resonator kann z.B. als Dünnschicht-Metallschicht 44 auf die Förderleitung 10 aufgedampft werden, oder es kann eine Drahthelix verwendet werden.

[0025] Ein Teil des vom Resonator erzeugten Mikrowellenfeldes dringt durch die Wand der Förderleitung 10 in das Pulver-Luft-Gemisch. Gemessen werden die Resonanzfrequenz des Resonators und seine Güte. Diese Größen sind von der Dielektrizitätskonstante und der Absorption (dem Verlustfaktor) im Resonanzbereich abhängig. Die Änderungen der Dielektrizitätskonstante und der Absorption sind proportional zur Änderung der Pulvermenge im Resonanzbereich oder Resonanzvolumen. Daraus ergibt sich, daß eine Änderung der Pulvermenge im Resonanzvolumen zur einer Verschiebung der Resonanzfrequenz und zu einer Veränderung der Güte führt. Durch Messen der Resonanzfrequenz bzw. der Güte, kann somit direkt auf die Pulvermenge im Resonanzvolumen zurückgeschlossen werden. Das Verfahren

zum Bestimmen der Pulvermasse im Resonanzvolumen ist mit weiteren Einzelheiten in der DE-A-44 06 046 und der DE-A-196 50 112 beschrieben.

[0026] Figur 4 zeigt schematisch den Aufbau der Geschwindigkeitsmeßvorrichtung. An der Förderleitung 10 sind mit einem Abstand D zwei Meßelektroden 12, 14 angebracht, welche über Signalleitungen 16, 18 und einen Verstärker 20 verbunden sind. Die Ausgänge 22, 24 des Verstärkers 20 sind mit einer Meßwert-Auswertungsvorrichtung 26 verbunden. Die Meßelektroden bestehen 12, 14 aus Kupferringen, die um die Förderleitung 10 herumgelegt sind. Ferner ist im Meßbereich eine geerdete Abschirmung 48 um die Förderleitung 10 gelegt. Auch die Signalleitung 16, 18 und der Verstärker 20 weisen geerdete Abschirmungen 30, 32 bzw. 34 auf.

[0027] Die Pulverpartikel des durch die Kunststoffleitung 10 transportierten Pulver-Luft-Stromes laden sich durch die Reibung mit dem Kunststoff-Schlauchmaterial elektrostatisch auf.

[0028] Diese Ladungen influenzieren, oder induzieren, in den Meßelektroden 12, 14 Spannungen, die an den Meßverstärker 20 geleitet werden. Der Verstärker mißt und verstärkt die bei den beiden Elektroden 12, 14 erzeugten Influenzspannungen. Der Verlauf dieser zwei Signale stimmt weitgehend überein (Korrelation). Da die Signalverläufe weitgehend übereinstimmen, ist eine eindeutige Bestimmung der Zeitspannen zwischen zwei entsprechenden Signalspitzen möglich, so daß aus der zeitlichen Verzögerung Δt zwischen zwei Signalspitzen und dem Abstand D zwischen den Meßelektroden die Geschwindigkeit v der Pulverpartikel in der Förderleitung 10 berechenbar ist: $v = D/\Delta t$.

[0029] Das Geschwindigkeitsmeßverfahren ist mit weiteren Einzelheiten in der DE-A-44 06 046 beschrieben.

[0030] Mit Hilfe des oben beschriebenen Mengensensors 50 und des Geschwindigkeitssensors 52 können somit die Pulvermenge und die Pulvergeschwindigkeit bestimmt werden, um die Wolkenform des ausgegebenen Beschichtungspulvers zu charakterisieren. Aus der gemessenen Geschwindigkeit und der gemessenen Pulvermenge sowie den bekannten Abmessungen der Förderleitung 10 kann ferner der Pulver-Masse-Strom des Beschichtungspulvers berechnet werden, der ebenfalls zur Charakterisierung der Pulverwolke herangezogen werden kann.

[0031] Die Meßsignale werden zu dem digitalen Steuergerät 60 zurückgeführt und mit Sollwerten für die Pulvermenge und Geschwindigkeit für ein zu beschichtendes Werkstück verglichen. Über die in Figur 5 gezeigte Stelleinrichtung kann der Pulver-Luft-Strom und somit die gewünschte Pulverwolkenform eingestellt werden.

[0032] Figur 5 zeigt die Stelleinrichtung 64 zur Einstellung des Pulver-Luft-Stromes mit einem Injektor 120, einer Pulveransaugleitung 122, einer Luftzuführleitung 124, einem Proportionalventil (Nr. 1) 126 für Förderluft, das über eine Förderluftleitung 132 mit dem Injektor 120 verbunden, einem Proportionalventil (Nr. 2) 128 für Dosierluft, das über eine Dosierluftleitung 134 mit dem Injektor verbunden ist, und einem Proportionalventil (Nr. 3) 130 für Formluft, das über eine Formluftleitung 136 direkt mit der Sprühpistole 66 (Fig. 1) verbunden ist. Der Förderluftleitung 132, der Dosierluftleitung 134 und der Formluftleitung 136 sind ein Förderluftsensor 138, ein Dosierluftsensor 140 bzw. ein Formluftsensor 142 zugeordnet, um die jeweiligen Luftvolumenströme zu messen. Signalkückführungsleitungen 144 von den Sensoren 138, 140 bzw. 142 führen zu einer Schnittstellenschaltung 146, die über eine Adapter 138 mit einer Signal-Meßleitung 62, wie dem Pistolenbus, verbindbar ist. Steuerleitungen 150 führen von der Schnittstellenschaltung 146 zu den Proportionalventilen 126, 128, 130.

[0033] Die Sensorsignale werden über den Pistolenbus 62 zu dem digitalen Steuergerät 60 geführt und mit den Sollwerten für die Einstellung der Proportionalventile 126, 128 und 130 verglichen, und entsprechende Stellsignale werden über den Pistolenbus 62 und die Schnittstellenschaltung 146 zu den Ventilen geführt, um einen gewünschten Pulver-Luft-Strom einzustellen. Wenn die Wolkenform zusätzlich oder ausschließlich durch Regelung der Formluft beeinflusst wird, wird das Signal vom Formluftsensor 142 im Steuergerät 60 ausgewertet, und abhängig von der aktuellen Werkstückform wird ein entsprechendes Stellsignal an das Proportionalventil Nr. 3 130 geschickt.

[0034] Der Ausgang 152 des Injektors 120 ist über die Förderleitung 10 mit dem Beschichtungsgerät 66 verbunden. In dem Beschichtungsgerät 66 werden, wie erläutert, die Geschwindigkeit und die Dichte des Pulver-Masse-Stroms erfaßt. Auch diese Signale werden über den Pistolenbus 62 zum digitalen Steuergerät zurückgeführt und für die Regelung des Pulver-Luft-Stroms verwendet.

[0035] Die Figuren 6a bis 6d zeigen unterschiedliche Pulverwolkenformen, die mit verschiedenen Düsen sowie mit unterschiedlichen Pulver-Luft-Strömen erhalten werden.

[0036] Mit der in Figur 6a angezeigten Schlitzdüse erhält man einen relativ schmalen ellipsenförmigen Pulver-Luft-Strahl, der bei hoher Pulverdichte und geringer Pulvergeschwindigkeit schmaler und gerichteter und bei geringerer Pulverdichte und höherer Geschwindigkeit des Pulver-Luft-Stromes breiter ist, siehe Figuren 6a und 6b. Bei Verwendung eines Prallkörpers erhält man grundsätzlich eine rundere Pulverwolke, die bei großer Pulverdichte und geringer Pulvergeschwindigkeit schmaler, d.h. gerichteter, und bei geringerer Pulverdichte und größerer Geschwindigkeit des Pulver-Luft-Stromes breiter ist, siehe Figuren 6c und 6d.

[0037] Bei einer gegebenen Düsenform kann gemäß der vorliegenden Erfindung somit die Pulverwolke automatisch durch Verändern der Pulvermenge und/oder der Pulvergeschwindigkeit eingestellt werden. Zusätzlich oder alternativ kann die Wolkenform über die getrennt geregelte Formluft beeinflusst werden.

[0038] Die in der vorstehenden Beschreibung, den Ansprüchen und der Zeichnung offenbarten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Realisierung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausge-

staltungen von Bedeutung sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern eines elektrostatischen Beschichtungsgerätes (66), das ein elektrostatisches geladenes Beschichtungspulver an ein Werkstück (200) abgibt, **dadurch gekennzeichnet, dass** abhängig von der Gestalt des Werkstücks die Wolkenform des abgegebenen Beschichtungsmediums automatisch durch Messen und Regeln der Geschwindigkeit und/oder der Menge und/oder des Massestroms des abgegebenen Beschichtungsmediums und/oder durch Regeln eines Formluftstromes eingestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Formluft-Volumenstrom gemessen wird.
3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gestalt des Werkstücks (200) automatisch erfaßt wird.
4. Elektrostatische Beschichtungsanlage mit mindestens einem Beschichtungsgerät zum Abgeben eines elektrostatisch geladenen Beschichtungspulvers **dadurch gekennzeichnet, daß** jedem Beschichtungsgerät eine Meßeinrichtung (36, 142) zur Bestimmung der Geschwindigkeit und/oder der Menge und/oder des Massestroms des dem Beschichtungsgerät zugeführten Beschichtungsmediums und/oder eines Formluft-Volumenstromes, eine Stelleinrichtung (38, 130) zur Einstellung der Geschwindigkeit und/oder der Menge und/oder des Massestroms des von dem Beschichtungsgerät abzugebenden Beschichtungsmediums und/oder des Formluft-Volumenstromes, um abhängig von der Gestalt eines Werkstücks die Wolkenform des abgegebenen Beschichtungsmediums automatisch einzustellen, und ein digitales Steuergerät (60) zugeordnet sind.
5. Beschichtungsanlage nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Steuergerät (60), die Meßeinrichtung (36) und die Stelleinrichtung (38) über eine Busstruktur (62; 80) verbunden sind.
6. Beschichtungsanlage nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** mehrere Beschichtungsgeräte (66) vorhanden sind, die jeweils über einen Pistolenbus (62) mit ihrem zugeordneten digitalen Steuergerät (60) verbunden sind und einen Netzwerk-Knoten bilden, und daß die digitalen Steuergeräte (60) über einen Beschichtungsbus (80) mit weiteren Komponenten der Beschichtungsanlage verbunden sind.
7. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **gekennzeichnet durch** eine Werkstückerkennungseinrichtung, die als ein Netzwerk-Knoten konfiguriert ist.
8. Beschichtungsanlage nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Netzwerk-Knoten LON-Knoten sind.
9. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Meßeinrichtung eine Geschwindigkeitsmeßvorrichtung (12-26) aufweist, mit zwei mit Abstand zueinander an einer Pulverförderleitung angebrachten Meßelektroden (12, 14), die von dem geförderten Pulver-Luft-Gemisch erzeugte Ladungsschwankungen an der Pulverförderleitung (10) erfassen und entsprechende Spannungssignale (A, B) bilden und an eine Meßwertverarbeitungsvorrichtung (26) ausgeben, welche aus dem zeitlichen Abstand (Δt) der Spannungssignale und dem vorgegebenen Abstand (D) zwischen den Meßelektroden (12, 14) die Geschwindigkeit des Pulver-Luft-Gemisches ermittelt.
10. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Meßeinrichtung eine Massenmeßvorrichtung (12-26) aufweist, mit einem Mikrowellenresonator (36; 38) in oder an der Pulverförderleitung (10), der von der in einem Resonanzvolumen vorhandenen Pulvermenge abhängige Änderungen der Dielektrizitätskonstante und/oder der Mikrowellenabsorption in der Förderleitung als eine Verschiebung der Resonanzfrequenz bzw. eine Änderung der Mikrowellenamplitude im Mikrowellenresonator (36; 38) erfaßt, und aus der Änderung der Dielektrizitätskonstante und/oder der Mikrowellenabsorption die Pulverdichte in dem Resonanzvolumen ableitet.
11. Beschichtungsanlage nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Mikrowellenresonator (36; 38) eine Spule (44) aufweist, die außen auf die Pulverförderleitung (10) aufgebracht ist.

12. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 4 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Meßeinrichtung einen Formluftsensor (142) zum Erfassen eines dem oder jedem Beschichtungsgerät (66) zugeführten Formluft-Volumenstrom aufweist, und daß die Stelleinrichtung eine Proportionalventileinheit (130) zum Einstellen des Formluft-Volumenstroms aufweist.

Claims

1. A method of controlling an electrostatic coating device (66), which discharges an electrostatically charged coating powder to a workpiece (200), characterized in that in dependency of the shape of the workpiece the shape of the cloud of the coating medium discharged is automatically adjusted by measuring and controlling at least one of the speed, and the quantity, and the mass flow of the coating medium discharged and the form air flow.
2. A method according to claim 1, **characterized in that** the form air volume flow is measured.
3. A method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the shape of the workpiece (200) is detected automatically.
4. An electrostatic coating system comprising at least one coating device for discharging an electrostatically charged coating powder, **characterized in that** each coating device has assigned a measuring means (36, 142) for determining at least one of the velocity, and the quantity, and the mass flow of the coating medium supplied to the coating device, and a form air volume flow, an actuator means (38, 130) for adjusting at least one of the velocity, and the quantity, and the mass flow of the coating medium discharged by the coating device, and the form air volume flow to automatically adjust the shape of the cloud of coating powder discharged in accordance with the shape of a workpiece, and a digital control device (60).
5. A coating system according to claim 4, **characterized in that** the control device (60), the measuring means (36) and the actuator means (38) are connected to one another via a bus structure (62; 80).
6. A coating system according to claim 4 or 5, **characterized in that** a plurality of coating devices (66) exist, each connected via a gun bus (62) to their associated digital control device (60), each of the coating devices forming a network node, and that the digital control devices (60) are connected to further components of the coating installation via a coating bus (80).
7. A coating system according to one of claims 4 to 6, **characterized by** a workpiece detection means which is configured as a network node.
8. A coating system according to claim 6 or 7, **characterized in that** the network nodes are LON nodes.
9. A coating system according to one of claims 4 to 8, **characterized in that** the measuring means comprises a velocity measuring device (12-26), having two measuring electrodes (12, 14) attached at a powder supply line at a spacing to one another, said measuring electrodes detecting charge fluctuations at the powder supply line (10) generated by the supplied powder-air mixture and said measuring electrodes generating appropriate voltage signals (A, B) and supplying them to a measuring value processing device (26), which detects the velocity of the powder-air mixture from the interval (Δt) of the voltage signals and the predetermined distance (D) between the measuring electrodes (12, 14).
10. A coating system according to one of claims 4 to 9, **characterized in that** the measuring means comprises a mass measuring device (12-26), comprising a microwave resonator (36; 38) in or at the powder supply line (10), which detects fluctuations of the dielectric constant depending on the powder quantity existing in a resonance volume and/or which detects the microwave absorption in the supply line as a shift of the resonance frequency or a change of the microwave amplitude in the microwave resonator (36; 38) and which derives the powder density in the resonance volume from the change of the dielectricity constant and/or the microwave absorption.
11. A coating system according to claim 10, **characterized in that** the microwave resonator (36; 38) comprises a coil (44) which is attached to the outer side of the powder supply line (10).
12. A coating system according to one of claims 4 to 11, **characterized in that** the measuring means comprises a

form air sensor (142) for detecting a form air volume flow supplied to each coating device (66) and that the actuator means comprises a proportional valve unit (130) for adjusting the form air volume flow.

5 Revendications

1. Procédé de commande d'un appareil de revêtement électrostatique (66) qui envoie une poudre de revêtement chargée électrostatiquement sur une pièce à peindre (200), **caractérisé en ce que**, en fonction de la forme de la pièce à peindre, la forme du nuage de produit de revêtement émis est automatiquement réglée par mesure et régulation de la vitesse et/ou de la quantité et/ou du flux massique du produit de revêtement émis et/ou par régulation d'un flux d'air formé.
2. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce qu'on** mesure le débit volumique d'air formé.
3. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la forme de la pièce à peindre (200) est automatiquement détectée.
4. Installation de revêtement électrostatique avec au moins un appareil de revêtement pour émettre une poudre de revêtement chargée électrostatiquement, **caractérisée en ce qu'à** chaque appareil de revêtement correspondent un dispositif de mesure (36, 142) pour la détermination de la vitesse et/ou de la quantité et/ou du flux massique du produit de revêtement envoyé à l'appareil de revêtement et/ou d'un débit volumique d'air formé, un dispositif de réglage (38, 130) pour le réglage de la vitesse et/ou de la quantité et/ou du flux massique du produit de revêtement à émettre par l'appareil de revêtement et/ou du débit volumique d'air formé, afin de régler automatiquement la forme du nuage du produit de revêtement à émettre en fonction de la forme d'une pièce à peindre, et un appareil de commande (60).
5. Installation de revêtement suivant la revendication 4, **caractérisée en ce que** l'appareil de commande (60), le dispositif de mesure (36) et le dispositif de réglage (38) sont reliés via une structure de bus (62; 80).
6. Installation de revêtement suivant la revendication 4 ou 5, **caractérisée en ce que** plusieurs appareils de revêtement (66) sont présents, lesquels sont respectivement reliés via un bus de pistolet (62) à l'appareil de commande numérique (60) qui leur est attribué et forment un noeud de réseau et **en ce que** les appareils de commande numériques (60) sont reliés via un bus de revêtement (80) à d'autres composants de l'installation de revêtement.
7. Installation de revêtement suivant l'une des revendications 4 à 6, **caractérisée par** un dispositif de reconnaissance de pièce qui est configuré comme un noeud de réseau.
8. Installation de revêtement suivant la revendication 6 ou 7, **caractérisée en ce que** les noeuds de réseau sont des noeuds LON.
9. Installation de revêtement suivant l'une des revendications 4 à 8, **caractérisée en ce que** le dispositif de mesure présente un dispositif de mesure de vitesse (12-26), avec deux électrodes de mesure (12, 14) montées à distance l'une de l'autre sur une tuyauterie de transport de poudre, qui mesurent les variations de charge générées dans la tuyauterie de transport de poudre (10) par le mélange de poudre et d'air transporté et forment des signaux de tension correspondants (A, B) et les envoient à un dispositif de traitement des valeurs de mesure (26), lequel détermine à partir de l'intervalle de temps (Δt) entre les signaux de tension et de la distance prédéfinie (D) entre les électrodes de mesure (12, 14) la vitesse du mélange de poudre et d'air.
10. Installation de revêtement suivant l'une des revendications 4 à 9, **caractérisée en ce que** le dispositif de mesure présente un dispositif de mesure de masse (12-26), avec un résonateur à micro-ondes (36; 38) dans ou sur la tuyauterie de transport de poudre (10), qui détecte les modifications de la constante diélectrique et/ou de l'absorption des micro-ondes dans la tuyauterie de transport en fonction de la quantité de poudre présente dans un volume de résonance en tant que déplacement de la fréquence de résonance ou une modification de l'amplitude des micro-ondes dans le résonateur à micro-ondes (36; 38) et dérive de la modification de la constante diélectrique et/ou de l'absorption des micro-ondes la densité de poudre dans le volume de résonance.
11. Installation de revêtement suivant la revendication 10, **caractérisée en ce que** le résonateur à micro-ondes (36; 38) présente une bobine (44) qui est fixée à l'extérieur sur la tuyauterie de transport de poudre (10).

12. Installation de revêtement suivant l'une des revendications 4 à 11, **caractérisée en ce que** le dispositif de mesure présente un capteur d'air formé (142) pour mesurer le débit volumique d'air formé envoyé à un des appareils de revêtement ou à chaque appareil de revêtement (66) et **en ce que** dispositif de réglage présente une unité à vanne proportionnelle (130) pour le réglage du débit volumique d'air formé.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

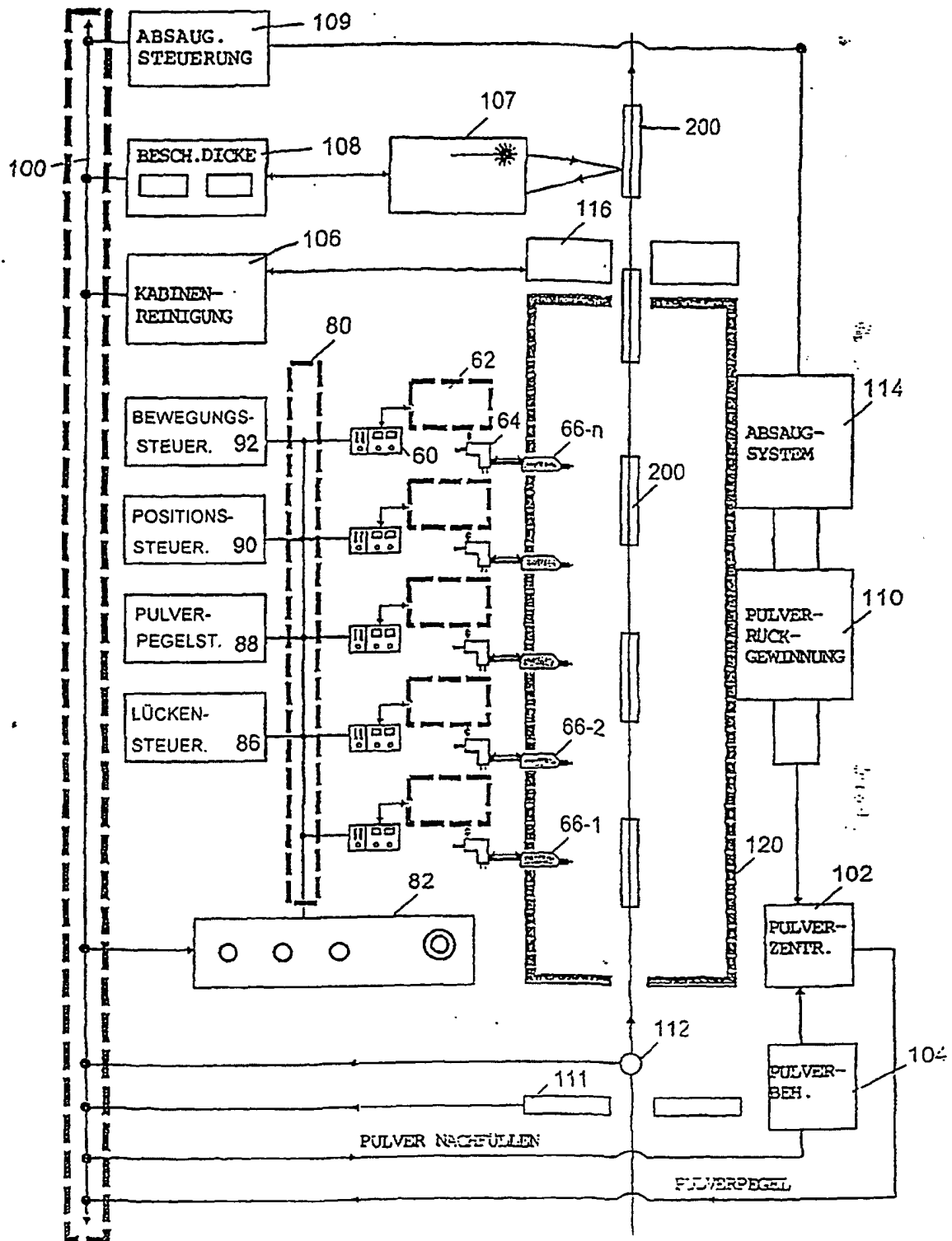


Fig. 1

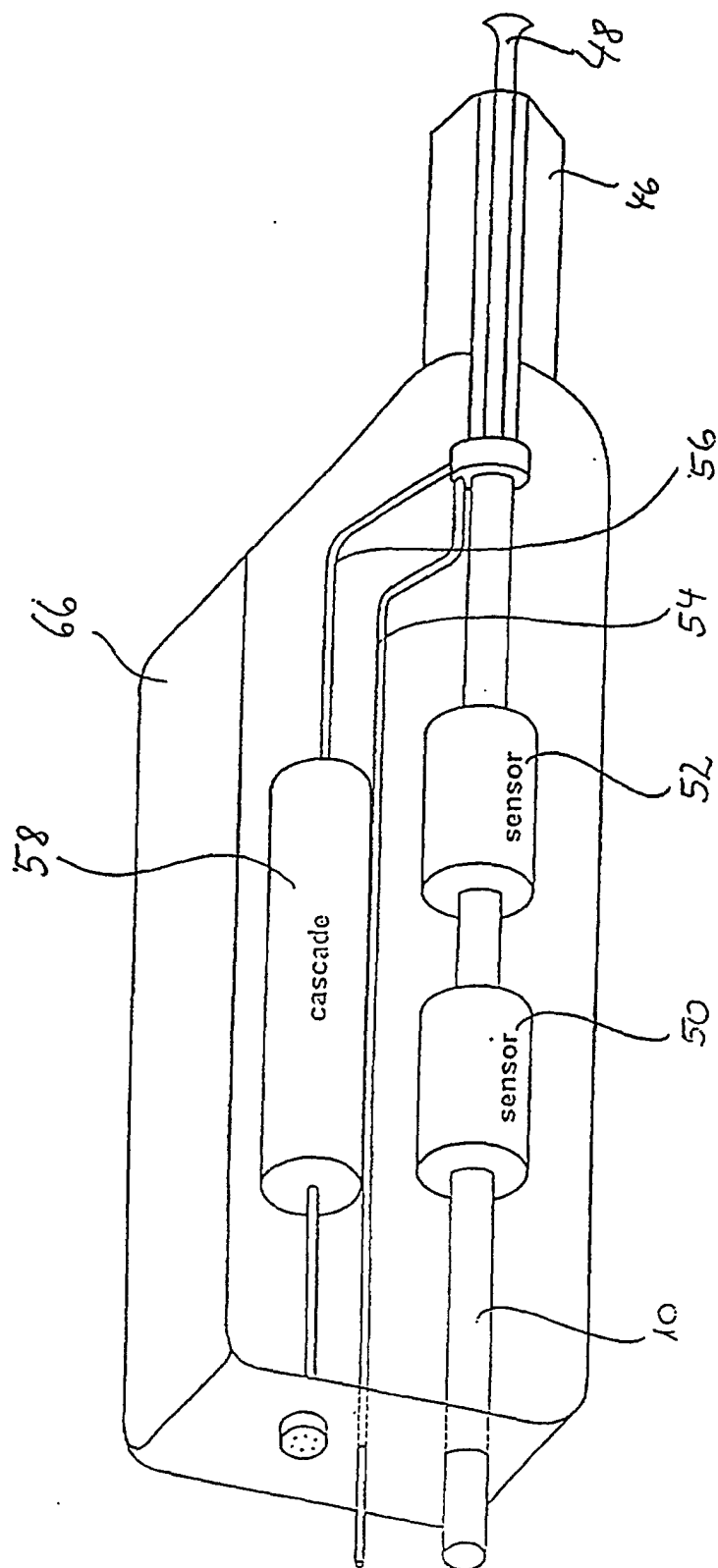


Fig. 2

Fig. 3a

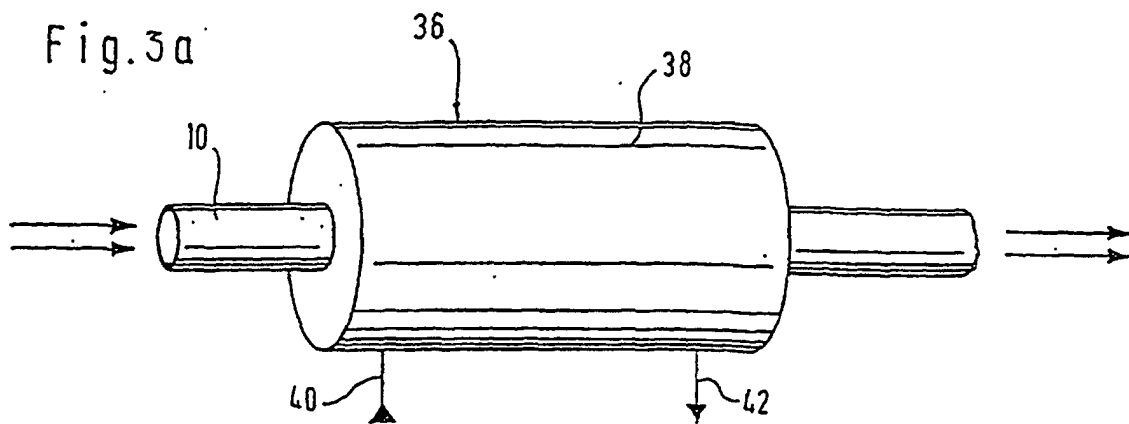


Fig. 3b

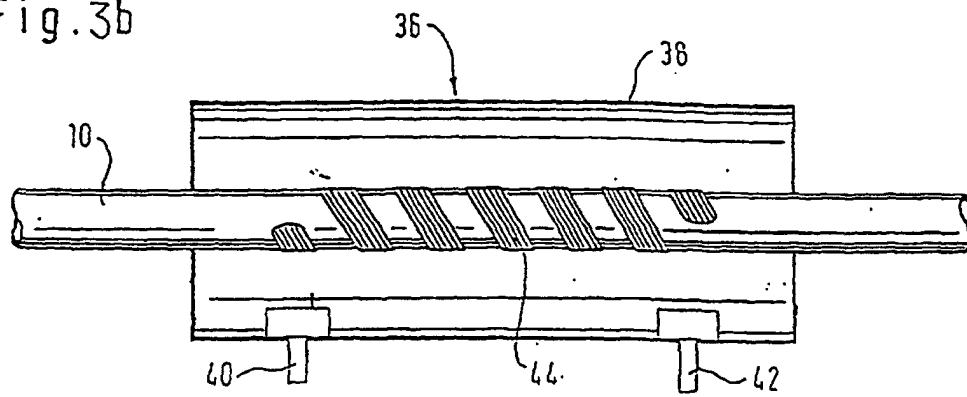
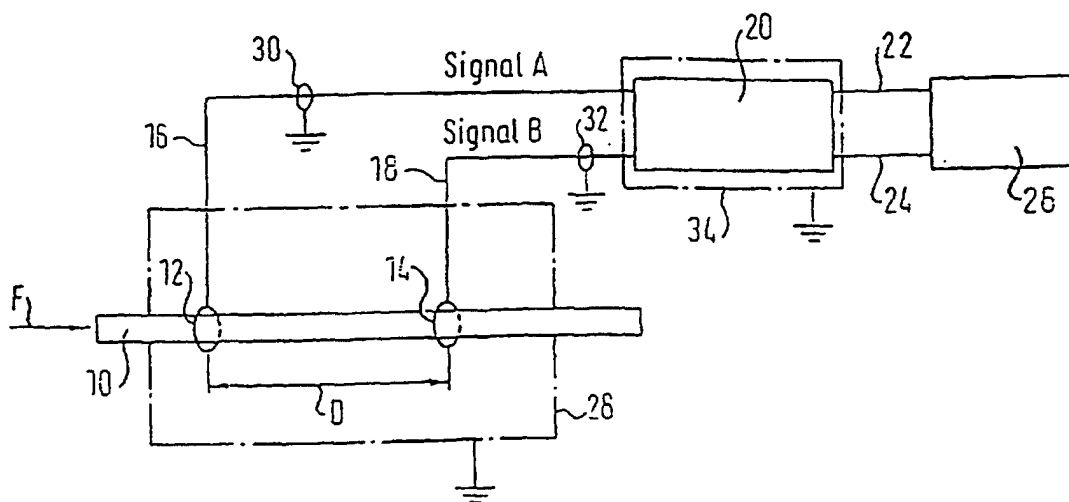
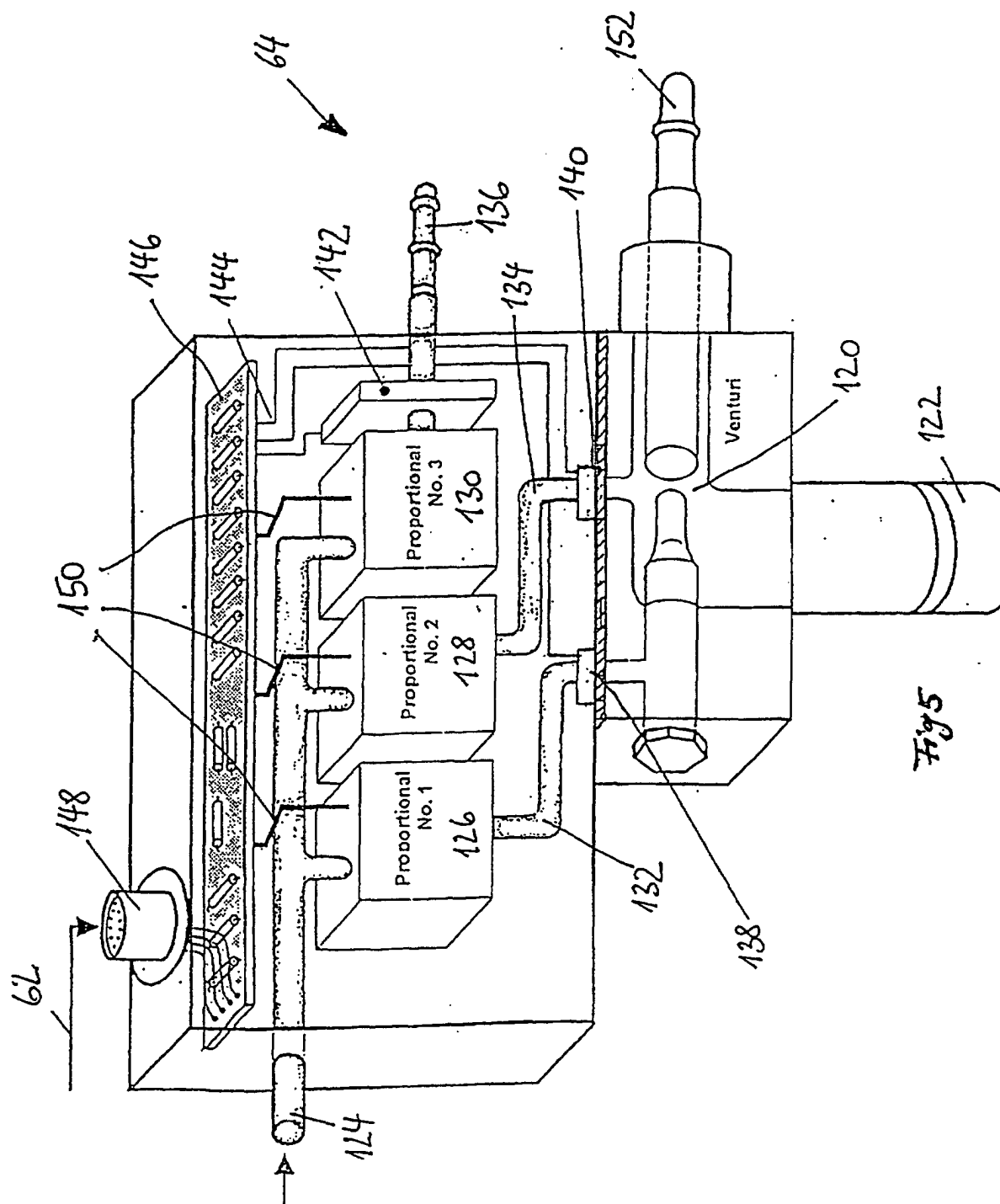


Fig. 4





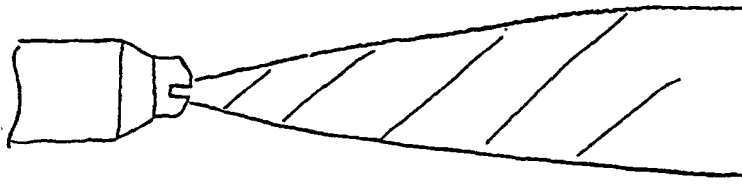


Fig. 6a

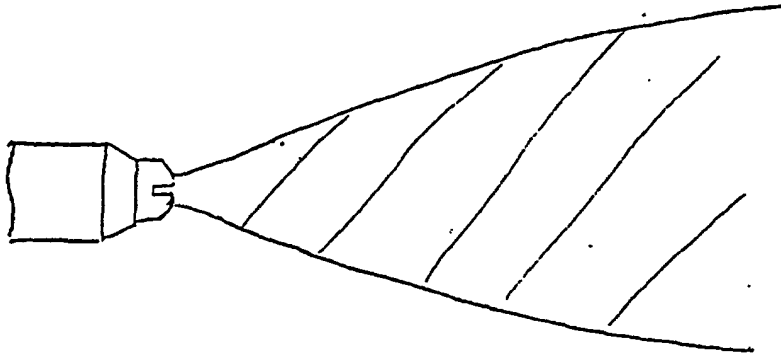


Fig. 6b

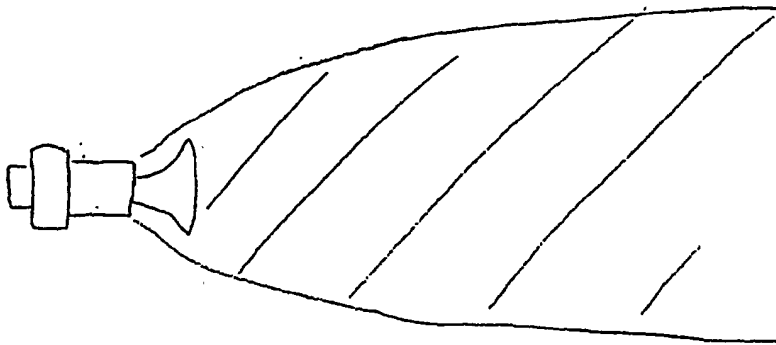


Fig. 6c

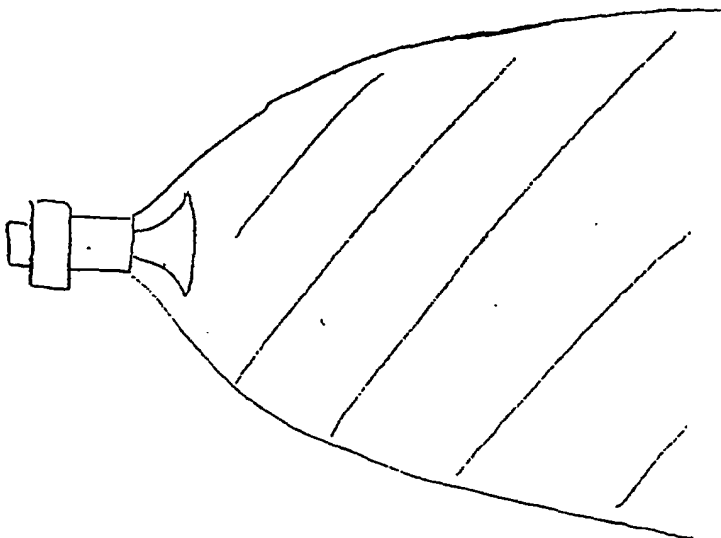


Fig 6d.