

(19)



(11)

EP 2 696 989 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.11.2019 Patentblatt 2019/47

(51) Int Cl.:
F04B 43/00 ^(2006.01) **B05B 7/14** ^(2006.01)
B05B 12/08 ^(2006.01) **B65G 53/24** ^(2006.01)
F04B 15/02 ^(2006.01) **F04B 43/02** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12715874.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2012/055613

(22) Anmeldetag: **29.03.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/139898 (18.10.2012 Gazette 2012/42)

(54) **SYSTEM UND VERFAHREN ZUM FÖRDERN VON FEINKÖRNIGEN PULVER MIT HILFE EINER MEMBRANPUMPE**

SYSTEM AND METHOD FOR DELIVERING FINE-GRAIN POWDER WITH THE AID OF A DIAPHRAGM PUMP

SYSTÈME ET PROCÉDÉ DE TRANSPORT DE POUDRE FINE À L'AIDE D'UNE POMPE À MEMBRANE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(72) Erfinder:

- **NETTESHEIM, Stefan**
93051 Regensburg (DE)
- **ALBRECHT, Andreas**
93057 Regensburg (DE)
- **MENATH, Johann**
93138 Lappersdorf (DE)

(30) Priorität: **15.04.2011 DE 102011017277**
03.05.2011 DE 102011100378
05.08.2011 DE 102011052432

(74) Vertreter: **Reichert & Lindner**
Partnerschaft Patentanwälte
Bismarckplatz 8
93047 Regensburg (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.02.2014 Patentblatt 2014/08

(73) Patentinhaber: **Maschinenfabrik Reinhausen GmbH**
93059 Regensburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 437 178 EP-A2- 1 437 178
DE-A1- 10 353 968 US-B1- 6 447 216

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 696 989 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Fördern von feinkörnigen Pulvern mit Hilfe einer Membranpumpe, die einen ein Arbeitsvolumen umschließenden Förderraum, mindestens eine auslenkbare Membran, die in eine Saugstellung und eine Druckstellung bringbar ist, und ein an einer Saugseite der Membranpumpe angeordnetes Einlassventil und ein an der Druckseite der Membranpumpe angeordnetes Auslassventil aufweist.

[0002] Verfahren zum Fördern von feinkörnigen Pulvern sind beispielsweise zur Zuführung dosierter Mengen von feinkörnigen Pulvern für Plasma-Beschichtungsprozesse erforderlich. Pulverablagerungen und Agglomerationen des Pulvers in den Förderwegen und der Pumpe müssen vermieden werden, da andernfalls die Förderung des Pulvers zum Erliegen kommen kann.

[0003] Die Förderung feiner Pulver mit Korngrößen von weniger als 150 μm ist mit bekannten Pumpen kaum möglich. Unterhalb dieser Korngröße nehmen die Adhäsionskräfte zwischen den Pulverpartikeln erheblich zu. Die Oberfläche der Partikel vergrößert sich im Verhältnis zum Volumen erheblich. Ein Würfel mit einer Kantenlänge von 1 cm weist eine Oberfläche von 0,006 m^2 auf. Das gleiche Volumen mit Partikeln von fünf Nanometern Kantenlänge aufgefüllt, weist indes eine Oberfläche von 2.400 m^2 auf. Die starke Zunahme der Oberflächenkräfte behindert die Förderung derart kleiner Partikel. Durch permanente Energieeinkopplung, insbesondere hohe Strömungsgeschwindigkeiten, die mit einem hohen Gas- bzw. Luftverbrauch einhergehen, kann ein Agglomerieren des Pulver-/ Gasgemisches vermieden werden. Hohe Gasvolumenströme sind jedoch in verschiedenen nachgeschalteten Arbeitsprozessen, wie beispielsweise bei Plasma-Beschichtungsprozessen oder Laser-Beschichtungsprozessen, nachteilig. Darüber hinaus bedingen hohe Gasvolumenströme einen höheren Energieeinsatz für die Förderung.

[0004] Die DE 44 23 197 offenbart eine Pulverpumpe für Pulver zum Sprühbeschichten von Gegenständen in einer stabartig länglichen Form. An einer Stirnseite weist die Pulverpumpe eine Pulveransaugöffnung auf, über die Pulver aus einem nach oben offenen Pulverbehälter angesaugt und durch ein inneres Rohr der Pulverpumpe zu einem Verbraucher befördert wird. Die Förderung selbst erfolgt durch Erzeugung eines Vakuums in der Pulverpumpe. Das Vakuum wird mit einer Injektordüse erzeugt, die sich in der Nähe der Pulveransaugöffnung befindet.

[0005] EP 1 437 178 A2 offenbart eine Pumpeinrichtung für Pulver, in der zeitgesteuert mit einer vorbestimmten Verzögerungszeitdauer Druckgas in eine Dosierkammer eingelassen wird und damit eine bis zum Ende der Verzögerungszeitdauer in die Dosierkammer eingelassene Pulvermenge aus der Dosierkammer ausgestoßen wird.

[0006] DE 103 53 968 A1 offenbart eine Membranpumpe für ein Pulver-/Gasgemisch mit einem ein Arbeitsvo-

lumen umschließenden Förderraum und einer auslenkbaren Schlauchmembran, die den Förderraum zwischen einem Einlassventil und einem Auslassventil umgibt. An dem Förderraum ist eine zusätzliche Gaszuführung zum Einbringen eines Gases in den Förderraum angeordnet.

[0007] US 6,447,216 B1 offenbart eine Pumpvorrichtung, bei der ein Austreibfluid mit hohem Druck in eine Pumpkammer injiziert wird, um gefördertes Pulver möglichst vollständig aus der Pumpkammer auszutreiben. Die Injektion des Austreibfluids in die Pumpkammer wird während des Befüllens der Pumpkammer mit Pulver durch ein Steuersystem unterbrochen.

[0008] Des Weiteren sind aus dem Stand der Technik Membran-Pumpen zur Förderung von Flüssigkeiten oder Gasen bekannt. Der Arbeitsraum ist durch eine auslenkbare Membran vom Antrieb getrennt. Durch diese Trennung ist der Antrieb von schädlichen Einflüssen des Fördermediums abgeschirmt. Die oszillierende Auslenkung der Membran bewirkt in einem Saughub in die voll ausgelenkte Saugstellung eine Vergrößerung des Arbeitsvolumens des Förderraums und in einem Druckhub in die voll ausgelenkte Druckstellung eine Verkleinerung des Arbeitsvolumens des Förderraums. Die Auslenkung der Membran erfolgt hydraulisch, pneumatisch oder mechanisch. An der Saugseite der Membranpumpe ist ein durch das Fördermedium betätigtes Einlassventil und an der Druckseite ein durch das Fördermedium betätigtes Auslassventil angeordnet. Über das Einlassventil wird beim Saughub der Membran das Fördermedium angesaugt und beim Druckhub durch das Auslassventil ausgestoßen.

[0009] Sofern eine Membranpumpe zur Förderung eines Pulver-/ Gasgemisches eingesetzt wird, tritt insbesondere bei feinkörnigen Pulvern der Zustand ein, dass die Strömungsgeschwindigkeit im Arbeitsvolumen des Förderraums der Membranpumpe nicht ausreicht, um die gesamte Pulvermenge durch das Auslassventil auszustößen.

[0010] In Folge dessen bilden sich während des laufenden Betriebs der Membranpumpe zunehmende Ansammlungen von Pulver innerhalb des Förderraums der Membranpumpe, die zunächst die Saugleistung reduzieren und schließlich die Membranpumpe verstopfen. Insbesondere bei sehr feinkörnigen Pulvern können sich darüber hinaus Pulveragglomerate bilden, die die Förderung des Pulvers behindern bzw. die Membranpumpe blockieren. Eine Verstopfung der Membranpumpe kann durch eine Erhöhung der Pumpleistung nicht aufgehoben werden. Vielmehr ist es erforderlich, den Förderraum zu öffnen und die Verstopfung zu beseitigen.

[0011] Einen weiteren Einfluss auf die Ausbildung von Ablagerungen hat die geometrische Ausbildung des Förderraums. Insbesondere in Bereichen mit geringerer Strömungsgeschwindigkeit des Pulver-/ Gasgemisches kommt es zu Pulverablagerungen. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass im Bereich der Auslassventile bei der Förderung feinkörniger Pulver Verstopfungen auftreten. Eine Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit ist bei ei-

nem gegebenen Arbeitsbereich einer Membranpumpe mit einem bestimmten Unterdruck an der Saugseite und einem bestimmten Überdruck an der Druckseite nicht ohne weiteres möglich, um diese Problemzonen des Förderraums zu entschärfen.

[0012] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein System vorzuschlagen, mit dem eine Förderung von feinkörnigen Pulvern, insbesondere auch nicht fließfähiger Pulver mit Partikelgrößen von 0,01 μm bis 100 μm möglich ist. Außerdem soll ein Verfahren zu Förderung derartiger Pulver vorgeschlagen werden.

[0013] Diese Aufgabe wird bei einem System mit einer Membranpumpe der eingangs erwähnten Art dadurch gelöst, dass an dem Förderraum eine Gaszuführung zum Einbringen eines Gases in den Förderraum angeordnet ist.

[0014] Außerdem wird die Aufgabe durch ein Verfahren gemäß den Merkmalen der Ansprüche 8 bis 13 gelöst.

[0015] Das Einlassventil der Membranpumpe wirkt als Rückschlagventil, so dass das zugeführte Gas, insbesondere Luft, nur in Förderrichtung der Membranpumpe aus dem Auslassventil ausströmen kann. Das zusätzlich eingebrachte Gas bewirkt, dass im Arbeitsvolumen der Membranpumpe stets optimale Strömungsbedingungen herrschen und Pulverablagerungen im Förderraum vermieden werden.

[0016] Die maximale Menge des zusätzlich eingebrachten Gases wird durch die Saugleistung der Membranpumpe während des Saughubs begrenzt. Wird die maximale Menge überschritten, kann die Membranpumpe über das druckgesteuerte Einlassventil kein Pulver bzw. Pulver-/Gasgemisch mehr ansaugen und das Einlassventil bleibt geschlossen.

[0017] Das Einbringen des Gases in den Förderraum bewirkt, dass das Einlassventil früher schließt und dass das in den Arbeitsraum angesaugte Pulver bzw. Pulver-/Gasgemisch zusammen mit dem zusätzlich in den Förderraum eingebrachten Gas vollständig durch das Auslassventil ausgetragen wird.

[0018] Eine pulsationsarme Pulverförderung für kontinuierliche Folgeprozesse wird ermöglicht, wenn die Gaszuführung einen Verdichter zur Erzeugung eines konstanten Volumenstroms des Gases aufweist.

[0019] Eine besonders wirksame Reinigung des Förderraums mit Hilfe des zugeführten Gases wird erreicht, wenn die Gaszuführung einen Verdichter zur Erzeugung eines pulsierenden Volumenstromes des Gases aufweist.

[0020] Bei nachfolgenden, druckgeführten Folgeprozessen weist die Gaszuführung vorzugsweise einen Verdichter zur Erzeugung eines konstanten Drucks des zugeführten Gases auf.

[0021] Das Gas wird vorzugsweise an einer Wand des Förderraums über einen Einlass eingebracht. Der Einlass kann als Durchgang in der Wand oder aber auch als Düse ausgestaltet sein.

[0022] Insbesondere bei Ausbildung des Einlasses als Düse kann der Einlass zweckmäßigerweise derart ausgerichtet sein, dass Bereiche des Förderraums mit Gas beaufschlagt werden, in denen sich aufgrund der Strömungsverhältnisse leicht Ablagerungen des geförderten Pulvers bilden können.

[0023] Die erfindungsgemäße Membranpumpe eignet sich insbesondere zur Förderung feinstkörniger Pulver. Sie lässt sich jedoch auch mit Vorteil zum Fördern kondensathaltiger Gase einsetzen.

[0024] Nachfolgend wird eine Membranpumpe eines erfindungsgemäßen Systems anhand der Figur 1 näher erläutert. Es zeigt:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Membranpumpe eines erfindungsgemäßen Systems sowie eine Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0025] Die Membranpumpe 1 umfasst einen ein Arbeitsvolumen V_1 bzw. V_2 umschließenden Förderraum 2, der an einer Seite durch eine auslenkbare Membran 3 begrenzt ist. Die Membran 3 ist in eine Saugstellung 4 und eine Druckstellung 5 bringbar. In Figur 1 befindet sich die Membran 3 in der in durchgezogener Linie dargestellten Saugstellung 4. Die oszillierende Auslenkbewegung 6 wird mit Hilfe eines Exzenterantriebs umfassend einen Elektromotor 7 und eine Pleuelstange 8 erzeugt.

An einer Saugseite 9 der Membranpumpe 1 ist ein Einlassventil 11 und an einer Druckseite 10 der Membranpumpe 1 ein Auslassventil 12 angeordnet. Sowohl das Einlassventil 11 als auch das Auslassventil 12 werden durch das von der Membranpumpe 1 geförderte Pulver-/Gasgemisch 13 druckgesteuert betätigt, wobei das Einlassventil 11 beim Saughub der Membran 3 in die Saugstellung 4 öffnet und beim Druckhub in die Druckstellung 5 schließt, während das Auslassventil 12 beim Saughub der Membran 3 schließt und beim Druckhub öffnet.

An einer Wand 14 des Förderraums 2 ist eine Gaszuführung 15 zum Einbringen eines Gases 16, insbesondere Luft, in den Förderraum 2 angeordnet. Die Gaszuführung 15 umfasst einen als Düse 17 die Wand 14 durchsetzenden Injektor, mit dem das Gas gezielt in den Förderraum 2 eingebracht wird, um Pulveransammlungen aufzulösen und dem Pulver-/Gasgemisch 13 eine zusätzliche Gasmenge aufzuprägen. Die Gaszuführung 15 umfasst weiterhin einen schematisch dargestellten Verdichter 18, der über eine Leitung mit der Düse 17 verbunden ist. Der Verdichter 18 erzeugt je nach Zusammensetzung des zu fördernden Pulver-/Gasgemisches 13 und/oder in Abhängigkeit von dem nachgeordneten, an der Druckseite 10 angeschlossenen Prozess einen konstanten Druck 19 des Gases 16, einen konstanten Volumenstrom 20 des Gases 16 oder einen pulsierenden Volumenstrom 21 des Gases 16, das über die Düse 17 in den Förderraum 2 eingebracht wird.

[0028] Zur Förderung kleiner Pulvermengen des feinkörnigen Pulvers wird Gas 16 mit einem Volumenstrom in einem Bereich von 1 l/min - 50 l/min in den Förderraum 2 eingebracht. Die Oszillationsfrequenz der Membran 3 liegt für das Fördern feiner Pulver vorzugsweise in einem Frequenzbereich von 10 Hz bis 200 Hz bei einem maximalen Arbeitsvolumen in einem Bereich von 0,1 bis 20 ml.

[0029] Die hohen Frequenzen der Membranpumpe 1 begünstigen die kontinuierliche Förderung kleiner Mengen des feinkörnigen Pulvers. Für die kontinuierliche, pulsationsarme Förderung feiner Pulver ist es vorteilhaft, wenn jede Membranpumpe 1 an ihrer Saugseite 9 über eine möglichst kurze Saugleitung mit einem Ansaugmittel zum Ansaugen von Pulver aus einem Pulvervorrat verbunden ist. Als vorteilhaft hat sich eine Länge der Saugleitung von 0,01 m bis 1 m, vorzugsweise 0,01 m bis 0,5 m herausgestellt, während die Länge der Druckleitung zur pulsationsarmen Förderung vorzugsweise mindestens um den Faktor 10 länger ist. In Versuchen mit Saug- und Druckleitungen mit einem Innendurchmesser von 2,5 mm konnte keine pulsationsarme Förderung bei Druckleitungslängen von 3 m erzielt werden, während gute Ergebnisse bei Druckleitungslängen mit mehr als 10 m erzielt wurden. Aufgrund der Versuche wurde erkannt, dass eine gleichmäßige, pulsationsarme Förderung des feinen Pulvers erreicht wird, wenn die Membranpumpe 1 an der Druckseite 10 mit einer Druckleitung verbunden ist und die Länge der Druckleitung deren Durchmesser mindestens um den Faktor 2000 übersteigt.

[0030] Durch Einbringen des Gases 16 in den Förderraum 2 sowie die Anordnung der Düse 17 wird erreicht, dass im Arbeitsvolumen V_1 bzw. V_2 des Förderraums 2 stets optimale Strömungsbedingungen herrschen und Pulverablagerungen in dem Förderraum 2, die zu einer Verstopfung und damit zum Ausfall der Membranpumpe 1 führen können, sicher vermieden werden.

Bezugszeichenliste

Nr.	Bezeichnung
1	Membranpumpe
2	Förderraum
3	Membran
4	Saugstellung
5	Druckstellung
6	Auslenkbewegung
7	Elektromotor
8	Pleuelstange
9	Saugseite
10	Druckseite
11	Einlassventil

(fortgesetzt)

Nr.	Bezeichnung
12	Auslassventil
13	Pulver-/Gasgemisch
14	Wand
15	Gaszuführung
16	Gas
17	Düse
18	Verdichter
19	konstanter Druck
20	konstanter Volumenstrom
21	pulsierender Volumenstrom

20 Patentansprüche

- System zum Fördern eines Pulver-Gas-Gemisches (13), das System umfassend eine Membranpumpe (1) mit einem ein Arbeitsvolumen (V_1 , V_2) umschließenden Förderraum (2), mindestens einer auslenkbaren Membran (3), die in eine Saugstellung (4) und eine Pumpstellung (5) bringbar ist, und welche den Förderraum (2) an einer Seite begrenzt, einem an einer Saugseite (9) der Membranpumpe (1) angeordneten Einlassventil (11) für das Pulver-Gas-Gemisch (13), einem an einer Druckseite (10) der Membranpumpe (1) angeordneten Auslassventil (12) für das Pulver-Gas-Gemisch (13), und einer Gaszuführung (15) zum Einbringen eines Gases (16) in den Förderraum (2) über einen Einlass, wobei der Einlass derart ausgerichtet ist, dass Bereiche des Förderraums (2) mit Gas beaufschlagbar sind, in denen sich Ablagerungen des geförderten Pulvers bilden können;
eine Saugleitung an der Saugseite (9) der Membranpumpe (1);
eine Druckleitung an der Druckseite (10) der Membranpumpe (1);
dadurch gekennzeichnet,
dass die Saugleitung mit einer Länge zwischen 0,01 m und 1 m vorgesehen ist,
dass eine Länge der Druckleitung mindestens das Zehnfache der Länge der Saugleitung beträgt, wobei ferner die Länge der Druckleitung einen Durchmesser der Druckleitung mindestens um den Faktor 2000 übersteigt.
- System nach Anspruch 1, wobei die Saugseite (9) mit einem Pulvervorrat oder einer Einspeisung eines Pulver-/ Gasgemisches (13) verbunden ist.
- System nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Gaszu-

- führung (15) einen Verdichter (18) zur Erzeugung eines konstanten Volumenstroms (20) des Gases (16) aufweist.
4. System nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Gaszuführung (15) einen Verdichter (18) zur Erzeugung eines pulsierenden Volumenstroms (21) des Gases (16) aufweist.
5. System nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Gaszuführung (15) einen Verdichter (18) zur Erzeugung eines konstanten Drucks (19) des Gases (16) aufweist.
6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Einlass an einer Wand (14) des Förderraums (2) angeordnet ist.
7. System nach Anspruch 6, wobei der Einlass eine Düse (17) oder ein Durchgang in der Wand des Förderraums (2) ist.
8. Verfahren zum Fördern eines Pulver-/Gasgemisches (13) mit Hilfe einer Membranpumpe (1) mit einem ein Arbeitsvolumen (V_1 , V_2) umschließenden Förderraum (2), einer den Förderraum (2) auf einer Seite begrenzenden auslenkbaren Membran (3), die in eine Saugstellung (4) und eine Pumpstellung (5) gebracht wird, wobei an einer Saugseite (9) der Membranpumpe (1) ein Einlassventil (11) und an einer Druckseite (10) der Membranpumpe (1) ein Auslassventil (12) angeordnet wird, **wobei** in den Förderraum (2) über eine Gaszuführung (15) ein Gas (16) derart eingebracht wird, dass Bereiche des Förderraums (2) mit Gas beaufschlagt werden, in denen sich Ablagerungen des geförderten Pulvers bilden können, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** an der Saugseite eine Saugleitung mit einer Länge zwischen 0,01 m und 1 m verwendet wird, dass an der Druckseite eine Druckleitung verwendet wird, deren Länge mindestens das Zehnfache der Länge der Saugleitung beträgt, wobei ferner die Länge der Druckleitung einen Durchmesser der Druckleitung mindestens um den Faktor 2000 übersteigt.
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei an der Saugseite (9) der Membranpumpe (1) Pulver oder ein Pulver-/Gasgemisch (13) angesaugt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei das Gas (16) mit einem konstanten Volumenstrom (20) in den Förderraum (2) eingebracht wird.
11. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei das Gas (16) mit einem pulsierenden Volumenstrom (21) in den Förderraum (2) eingebracht wird.
12. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei das Gas (16) mit einem konstanten Druck (19) in den Förderraum (2) eingebracht wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei das Gas (16) mit einem Volumenstrom in einem Bereich von 1 l/min - 50 l/min eingebracht wird.

10 Claims

1. A system for conveying a powder-gas mixture (13) comprising a diaphragm pump (1) having a conveying chamber (2) enclosing a work volume (V_1 , V_2), at least one deflectable diaphragm (3), which can be brought into a suction position (4) and a pump position (5) and which delimits the conveying chamber (2) on one side, an inlet valve (11) for the powder-gas mixture (13) arranged on a suction side (9) of the diaphragm pump (1), an outlet valve (12) for the powder-gas mixture (13) arranged on a pressure side (10) of the diaphragm pump (1), and a gas feed (15) for introducing a gas (16) into the conveying chamber (2) via an inlet, wherein the inlet is oriented in such a way that gas can be applied to regions of the conveying chamber (2) in which deposits of the conveyed powder can form;
a suction line at the suction side (9) of the diaphragm pump (1);
a pressure line on the pressure side (10) of the diaphragm pump (1);
characterized in that
the suction line is provided with a length of between 0.01 m and 1 m, that a length of the pressure line is at least ten times the length of the suction line, wherein furthermore the length of the pressure line exceeds a diameter of the pressure line by a factor of at least 2000.
2. The system according to claim 1, wherein the suction side (9) is connected to a powder supply or to an infeed of a powder-gas mixture (13).
3. The system according to claim 1 or 2, wherein the gas feed (15) has a compressor (18) for generating a constant flow rate (20) of the gas (16).
4. The system according to claim 1 or 2, wherein the gas feed (15) has a compressor (18) for generating a pulsating flow rate (21) of the gas (16).
5. The system according to claim 1 or 2, wherein the gas feed (15) has a compressor (18) for generating a constant pressure (19) of the gas (16).
6. The system according to any one of claims 1 to 5, wherein the inlet is arranged on a wall (14) of the conveying chamber (2).

7. The system according to claim 6, wherein the inlet is a jet (17) or a passage in the wall of the conveying chamber (2).
8. A method for conveying a powder-gas mixture (13) using a diaphragm pump (1) having a conveying chamber (2) enclosing a work volume (V_1 , V_2), a deflectable diaphragm (3) delimiting the conveying chamber (2) on one side, which deflectable diaphragm (3) is brought into a suction position (4) and a pump position (5), wherein an inlet valve (11) is arranged on a suction side (9) of the diaphragm pump (1) and an outlet valve (12) is arranged on a pressure side (10) of the diaphragm pump (1); wherein a gas (16) is introduced via a gas feed (15) into the conveying chamber (2) in such a way that gas is applied to regions of the conveying chamber (2) in which deposits of the conveyed powder can form,
- characterized in that**
a suction line having a length of between 0.01 m and 1 m is used on the suction side, that a pressure line is used on the pressure side, the length of which is at least ten times the length of the suction line, wherein furthermore the length of the pressure line exceeds a diameter of the pressure line by a factor of at least 2000.
9. The method according to claim 8, wherein powder or a powder-gas mixture (13) is suctioned in on the suction side (9) of the diaphragm pump (1).
10. The method according to claim 8 or 9, wherein the gas (16) is introduced into the conveying chamber (2) with a constant flow rate (20).
11. The method according to claim 8 or 9, wherein the gas (16) is introduced into the conveying chamber (2) with a pulsating flow rate (21).
12. The method according to claim 8 or 9, wherein the gas (16) is introduced into the conveying chamber (2) with a constant pressure (19).
13. The method according to any one of claims 8 to 12, wherein the gas (16) is introduced with a flow rate ranging from 1 l/min. to 50 l/min.

Revendications

1. Système de transport d'un mélange de poudre et de gaz (13), le système comprenant une pompe à membrane (1) ayant un espace de transport (2) renfermant un volume de travail (V_1 , V_2), au moins une membrane (3) pouvant être déviée qui peut être amenée dans une position d'aspiration (4) et une position de pompage (5) et qui délimite l'espace de

transport (2) sur un côté, une soupape d'admission (11) pour le mélange de poudre et de gaz (13) disposée sur un côté aspiration (9) de la pompe à membrane (1), une soupape d'échappement (12) pour le mélange de poudre et de gaz (13) disposée sur un côté refoulement (10) de la pompe à membrane (1), et un dispositif d'alimentation en gaz (15) destiné à introduire un gaz (16) dans l'espace de transport (2) par une entrée, l'entrée étant orientée de telle manière que des régions de l'espace de transport (2) dans lesquelles peuvent se former des dépôts de la poudre transportée puissent être alimentées en gaz; une conduite d'aspiration située sur le côté aspiration (9) de la pompe à membrane (1); une conduite de refoulement située sur le côté refoulement (10) de la pompe à membrane (1);

caractérisé en ce que

la conduite d'aspiration est prévue avec une longueur comprise entre 0,01 m et 1 m, qu'une longueur de la conduite de refoulement est au moins dix fois supérieure à la longueur de la conduite d'aspiration, la longueur de la conduite de refoulement dépassant en outre un diamètre de la conduite de refoulement d'au moins un facteur de 2000.

2. Système selon la revendication 1, dans lequel le côté aspiration (9) est relié à une réserve de poudre ou à une alimentation en un mélange de poudre et de gaz (13).
3. Système selon les revendications 1 ou 2, dans lequel le dispositif d'alimentation en gaz (15) comprend un compresseur (18) destiné à générer un flux volumique constant (20) du gaz (16).
4. Système selon les revendications 1 ou 2, dans lequel le dispositif d'alimentation en gaz (15) comprend un compresseur (18) destiné à générer un flux volumique pulsé (21) du gaz (16).
5. Système selon les revendications 1 ou 2, dans lequel le dispositif d'alimentation en gaz (15) comprend un compresseur (18) destiné à générer une pression constante (19) du gaz (16).
6. Système selon les revendications 1 à 5, dans lequel l'entrée est disposée au niveau d'une paroi (14) de l'espace de transport (2).
7. Système selon la revendication 6, dans lequel l'entrée est une buse (17) ou un passage situé/e dans la paroi de l'espace de transport (2).
8. Procédé de transport d'un mélange de poudre et de gaz (13) à l'aide d'une pompe à membrane (1) ayant un espace de transport (2) renfermant un volume de travail (V_1 , V_2), une membrane (3) pouvant être déviée et délimitant l'espace de transport (2) sur un

côté qui est amenée dans une position d'aspiration (4) et une position de pompage (5), une soupape d'admission (11) étant disposée sur un côté aspiration (9) de la pompe à membrane (1) et une soupape d'échappement (12) étant disposée sur un côté refoulement (10) de la pompe à membrane (1); un gaz (16) étant introduit dans l'espace de transport (2) via un dispositif d'alimentation en gaz (15) de telle manière que des régions de l'espace de transport (2) dans lesquelles peuvent se former des dépôts de la poudre transportée sont alimentées en gaz,

caractérisé en ce qu'

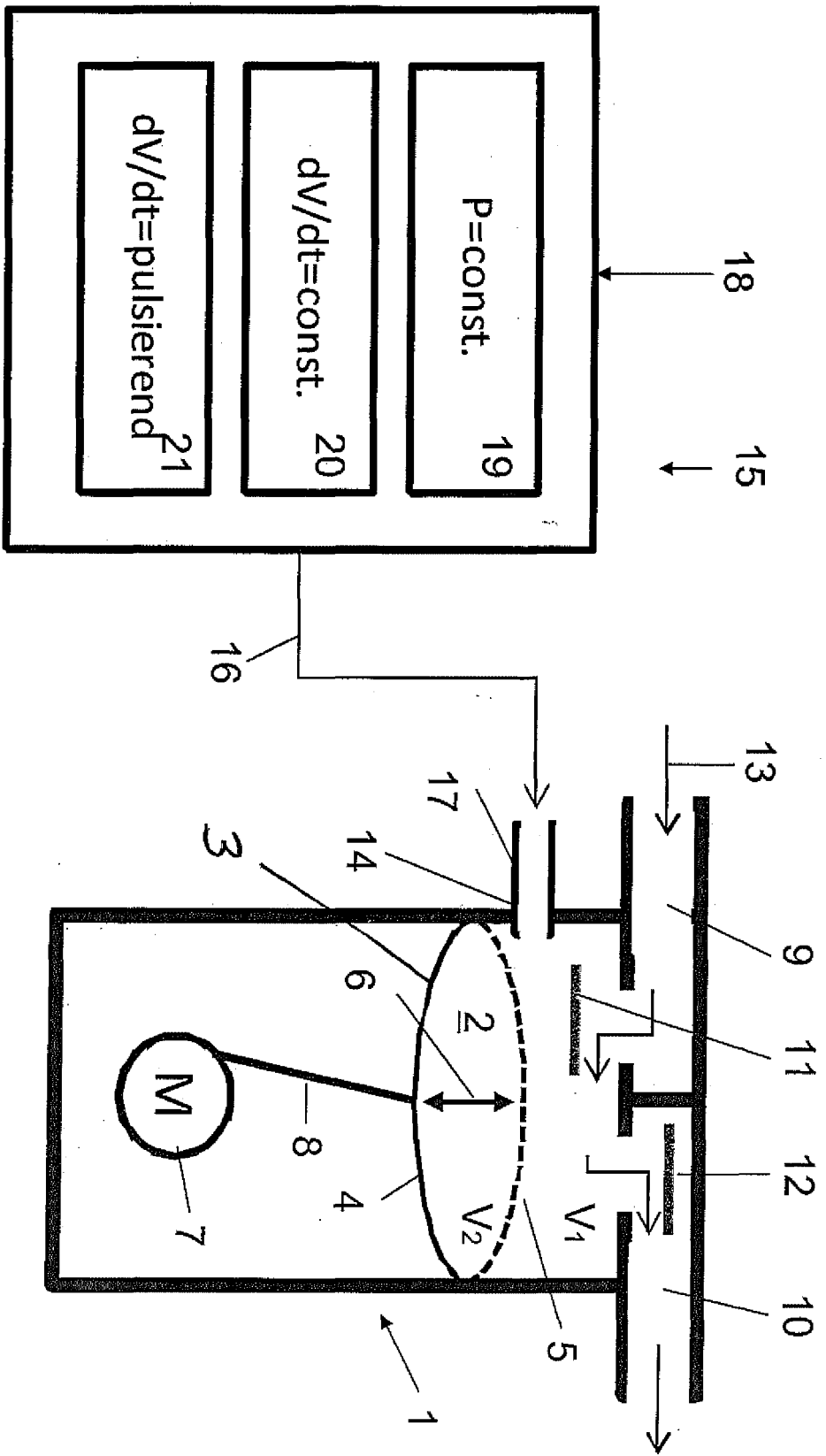
une conduite d'aspiration ayant une longueur comprise entre 0,01 m et 1 m est utilisée sur le côté aspiration, qu'une conduite de refoulement est utilisée sur le côté refoulement dont la longueur est au moins dix fois supérieure à la longueur de la conduite d'aspiration, la longueur de la conduite de refoulement dépassant en outre un diamètre de la conduite de refoulement d'au moins un facteur de 2000.

9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel la poudre ou un mélange de poudre et de gaz (13) est aspiré/e sur le côté aspiration (9) de la pompe à membrane (1).
10. Procédé selon les revendications 8 ou 9, dans lequel le gaz (16) est introduit dans l'espace de transport (2) en présentant un flux volumique constant (20).
11. Procédé selon les revendications 8 ou 9, dans lequel le gaz (16) est introduit dans l'espace de transport (2) en présentant un flux volumique pulsé (21).
12. Procédé selon les revendications 8 ou 9, dans lequel le gaz (16) est introduit dans l'espace de transport (2) en présentant une pression constante (19).
13. Procédé selon l'une des revendications 8 à 12, dans lequel le gaz (16) est introduit en présentant un flux volumique compris entre 1 l/min. et 50 l/min.

45

50

55



Figur 1

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 4423197 [0004]
- EP 1437178 A2 [0005]
- DE 10353968 A1 [0006]
- US 6447216 B1 [0007]