

(19)



(11)

**EP 2 477 751 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**13.11.2013 Patentblatt 2013/46**

(51) Int Cl.:  
**B05B 7/22 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **10754292.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2010/062304**

(22) Anmeldetag: **24.08.2010**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2011/032807 (24.03.2011 Gazette 2011/12)**

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM FÖRDERN UND VERTEILEN VON PULVERN IN EINEM GASSTROM**

METHOD AND DEVICE FOR CONVEYING AND DISTRIBUTING POWDERS IN A GAS STREAM  
PROCÉDÉ ET DISPOSITIF D'ACHEMINEMENT ET DE DISTRIBUTION DE POUDRES DANS UN COURANT GAZEUX

(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 SE SI SK SM TR**

(72) Erfinder: **THEOPHILE, Eckart**  
**93173 Wenzenbach (DE)**

(30) Priorität: **15.09.2009 DE 102009041338**

(74) Vertreter: **Reichert, Werner Franz**  
**Reichert & Kollegen**  
**Bismarckplatz 8**  
**93047 Regensburg (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**25.07.2012 Patentblatt 2012/30**

(56) Entgegenhaltungen:  
**FR-A1- 2 579 573 US-A1- 2004 247 401**  
**US-A1- 2009 110 529**

(73) Patentinhaber: **Reinhausen Plasma GmbH**  
**93057 Regensburg (DE)**

**EP 2 477 751 B1**

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).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Fördern und Verteilen von Pulvern in einem Gasstrom.

**[0002]** Derartige Verfahren und Förderer kommen zur Zuführung dosierter Mengen von feinkörnigen Pulvern, insbesondere für Beschichtungen, zum Einsatz. Pulverablagerungen und Agglomerationen des Pulvers in dem Förderer sowie den Pulverströmungswegen müssen vermieden werden.

**[0003]** Die Förderung extrem feiner Pulver mit Korngrößen von weniger als 10  $\mu\text{m}$  ist mit bekannten Förder- vorrichtungen praktisch nicht 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  $\text{m}^2$  auf. Das gleiche Volumen mit Partikeln von fünf Nanometern Kantenlänge aufgefüllt, weist indes eine Oberfläche von 2.400  $\text{m}^2$  auf. Die starke Zunahme der Oberflächenkräfte behindert die Förderung derart kleiner Partikel. Nur durch permanente Energie- einkopplung, insbesondere hohe Strömungsgeschwin- digkeiten, die mit einem hohen Gas- bzw. Luftverbrauch einhergehen, kann ein Agglomerieren des Pulver-/Gas- gemisches vermieden werden. Hohe Gasvolumenströ- me sind jedoch in verschiedenen nachgeschalteten Ar- beitsprozessen, wie beispielsweise bei Plasma-Beschichtungsprozessen oder Laser- Beschichtungsprozessen, nachteilig. Darüber hinaus bedingen hohe Gas- volumenströme einen höheren Energieeinsatz für die Förderung. Außerdem gibt es nachgeschaltete Prozes- se, bei denen das Pulver-/Gasgemisch die Verwendung von Inertgasen erfordert. Aufgrund der hohen Kosten von Inertgasen ist auch aus diesem Grund eine Reduktion des Gasverbrauchs wünschenswert.

**[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 an- gesaugt und durch ein inneres Rohr der Pulverpumpe zu einem Verbraucher befördert wird. Die Förderung selbst erfolgt durch Erzeugung eines Vakuums in der Pul- verpumpe. Das Vakuum wird mit einer Injektordüse er- zeugt, die sich in der Nähe der Pulveransaugöffnung be- findet.

**[0005]** Die DE 10 2006 002 582 A1 offenbart einen Pulverförderer mit einer Fluidisiereinheit. Die Fluidisier- einheit ist am Ende eines Pulveransaugrohrs des Pul- verförderers angeordnet und bläst im Ansaugbereich des Pulveransaugrohrs Fluidisierluft in den Pulvervorrat, so dass das Pulver fluidisiert und dadurch einfacher ange- saugt und transportiert werden kann. Die Fluidisier- einheit ist oberhalb und konzentrisch zur Pulveransaugöf- fnung angeordnet. Hierdurch bildet sich ein schirmförmiger fluidisierter Pulverbereich um die Ansaugöffnung

herum aus. Die Förderung erfolgt mittels eines mit Druck- luft arbeitenden Injektors, der an dem der Fluidisiererein- heit gegenüberliegenden Ende des Pulveransaugrohrs angeschlossen ist. Eine Fluidisierung direkt unterhalb der Pulveransaugöffnung erfolgt konstruktionsbeding- 5 nicht. Obwohl die ringförmige Fluidisierung das Ansaugen des Pulvers verbessert, ist die Konstanz der Pulver- menge beim Ansaugen nicht optimal. Des Weiteren wer- den Agglomerate des Pulvers nur unzureichend aufge- 10 löst und größtenteils unmittelbar durch die Pulveransaug- öffnung abgesaugt. Dies führt insbesondere bei nach- geschalteten Beschichtungsprozessen, die eine gleich bleibende Schichtdicke erfordern, zu Problemen.

**[0006]** Die US-Patentanmeldung US 2009/110529 A1 offenbart ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des An- spruchs 1 und beschreibt ein Verfahren zum Übertragen von zerkleinertem Tonmaterial zur Verwendung in Bohr- flüssigkeiten. Zur Bereitstellung des zerkleinerten Ton- materials ist ein pneumatisches Überführungsgefäß vor- gesehen. In das Überführungsgefäß kann über einen 20 Lufteinlass Luft injiziert werden. Der Lufteinlass ist als in das Überführungsgefäß ragende Lanzeausgestaltet, de- ren Mündung von oben auf eine Oberfläche des zerklei- nerten Tonmaterials im pneumatischen Übertragungss- fass gerichtet ist. Das luftbeaufschlagte, zerkleinerte Tonmaterial wird über eine Leitung in einen Lagerbehäl- 25 ter transferiert.

**[0007]** Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zum Fördern und Verteilen von Pulvern in einem Gasstrom zu schaffen, das die Förderung von extrem feinen Pul- vern, insbesondere solchen mit einer Korngröße von we- niger als 10  $\mu\text{m}$ , mit geringen Gasmengen erlaubt, bei dem gleichwohl Agglomerationen des Pulvers vermie- 30 den oder aufgelöst werden und zugleich eine gleichmä- ßige Verteilung des Pulvers im Gasstrom erreicht wird. Des Weiteren soll eine einfach aufgebaute Vorrichtung zur agglomerationsfreien Förderung und gleichmäßigen Verteilung von insbesondere extrem feinen Pulvern (mit einer Korngröße von weniger als 10  $\mu\text{m}$ ) in einem Gas- strom mit geringen Gasmengen vorgeschlagen werden.

**[0008]** Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs erwähnten Art dadurch gelöst, dass der Füll- stand des Pulvers in dem geschlossenen Behälter stän- dig oberhalb eines minimalen Füllstandes gehalten wird, und das Pulver unterhalb des minimalen Füllstandes über den mindestens einen mit dem Pulver in Kontakt 35 stehenden Gaseinlass unmittelbar mit Gas beaufschlagt wird.

**[0009]** Die periodische Beaufschlagung des Pulvers mit dem unter Überdruck stehenden Gas führt dazu, dass das Pulver in den Freiraum oberhalb des Pulvers aufgewirbelt und dort verteilt wird. Gleichzeitig lösen die Druck- impulse etwaige Agglomerate des Pulvers auf. Der sich 40 im Inneren des geschlossenen Behälters aufgrund der Gaseinleitung einstellende Überdruck oberhalb des Um- gebungsdrucks bewirkt, dass das derart aufgewirbelte Pulver-/Gasgemisch in Richtung jedes oberhalb des ma-

ximalen Füllstandes des Behälters angeordneten Auslasses ausströmt.

**[0010]** Eine optimale Verteilung des Pulvers in dem Gasraum oberhalb des Pulverfüllstandes wird durch eine niederfrequente Beaufschlagung des Pulvers in einem Bereich von 1 Hz bis 100 Hz erreicht. Der Überdruck des in den geschlossenen Behälter (Druckbehälter) eingeleiteten Gases liegt vorzugsweise im Bereich von 100 mbar bis 5 bar.

**[0011]** Eine höhere Förderleistung wird dadurch erreicht, dass das Pulver über mehrere, insbesondere vier Gaseinlässe mit dem unter Überdruck stehenden Gas beaufschlagt wird.

**[0012]** Die Verteilung des Pulvers in dem Gas und die Auflösung vorhandener Agglomerate kann dadurch verbessert werden, dass das Pulver über mehrere zeitlich aufeinander folgend angesteuerte Gaseinlässe mit dem Gas beaufschlagt wird. Vorzugsweise wirken die Gasdruck-Impulse ohne zeitliche Unterbrechungen zwischen zwei aufeinander folgenden Gasdruck-Impulsen auf das Pulver ein. Wenn die Gaseinlässe gleichmäßig über den Umfang des Behälters, vorzugsweise in einer Behälterebene, angeordnet sind, erfolgt die Beaufschlagung umlaufend um den Behälter herum.

**[0013]** Eine weitere Verbesserung der Verwirbelung und Verteilung des Pulvers in dem Freiraum oberhalb des Pulvers in dem Behälter wird erreicht, wenn die Beaufschlagung mit einem oder mehreren Gasstrahlen unter einem Anstellwinkel von maximal 45 Grad zur Oberfläche des Pulvers erfolgt. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Oberfläche der Pulverschüttung im Wesentlichen eben ist.

**[0014]** Bei Pulvern, die zu starker Agglomeratbildung neigen, wird in vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung der Füllstand des Pulvers in dem geschlossenen Behälter ständig oberhalb eines minimalen Füllstandes gehalten und das Pulver unterhalb des minimalen Füllstandes über mindestens einen mit dem Pulver in Kontakt stehenden Gaseinlass unmittelbar mit Gas beaufschlagt. Hierdurch werden die Druckimpulse besonders wirksam auf das Pulver übertragen und in Folge dessen die Agglomerate äußerst wirksam aufgelöst. Das unter Druck stehende Gas strömt durch das Pulver in den darüber liegenden Freiraum und fördert das durch die Druckimpulse aufgewirbelte Pulver-/Gasgemisch in Richtung jedes Auslasses.

**[0015]** Der Auslass kann in vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung mit einem Schlauch verbunden sein, mit dem das Pulver-/Gasgemisch einem weiteren Prozess, insbesondere einem Beschichtungsprozess zugeführt wird.

**[0016]** Um eine kontinuierliche Pulverförderung sicher zu stellen, wird in vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung das Pulver aus einem Nachfüllbehälter über einen Einlass in den Behälter nachgefüllt. Der Nachfüllbehälter steht dabei unter dem gleichen Überdruck, wie der geschlossene Behälter, in den nachgefüllt wird. Vorzugsweise wird dabei der Füllstand des Pulvers in dem ge-

schlossenen Behälter ständig oberhalb eines minimalen Füllstandes gehalten. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ergibt sich aus den Merkmalen des Anspruchs 8.

**[0017]** Eine besonders wirksame periodische Beaufschlagung des Pulvers mit unter Überdruck stehendem Gas erfolgt vorzugsweise mittels eines gerichteten Gasstrahls. Zur Erzeugung des gerichteten Gasstrahls befindet sich jeder Gaseinlass an einer insbesondere in das Innere des Behälters hineinragenden, zumindest jedoch im Inneren des Behälters mündenden Düse. Um die Beaufschlagung des Pulvers unter einem Anstellwinkel von maximal 45 Grad zur Oberfläche des Pulvers zu gewährleisten, weist die Düse einen entsprechenden Anstellwinkel auf.

**[0018]** Der geschlossene Behälter zur Aufnahme des Pulvers ist insbesondere kreiszylindrisch ausgestaltet. Die Gaseinlässe sind in einer Ebene des kreiszylindrischen Behälters vorzugsweise über dessen Umfang angeordnet, so dass der Mittelpunktswinkel zwischen sämtlichen Gaseinlässen übereinstimmt. Die einzelnen Einlässe werden mit Hilfe von Steuerungsmitteln, insbesondere einer Ventilsteuerung, periodisch mit Gas beaufschlagt. Die einzelnen Einlässe können zeitlich aufeinander folgend oder zeitlich teilweise oder vollständig überlappend mit Gas beaufschlagt werden. Im letzten Fall werden sämtliche Gaseinlässe gleichzeitig in periodischer Folge mit Gas beaufschlagt.

**[0019]** Weiter kann die umlaufende Beaufschlagung über mehrere Einlässe, je nach Beschaffenheit des zu fördernden Pulvers und dem erforderlichen Förderstrom, mit kurzen Unterbrechungen erfolgen, so dass zumindest zeitweilig über keinen der Einlässe Gas in den Behälter gelangt.

**[0020]** Um eine spiralförmige Strömung des Pulver-/Gasgemisches in dem Behälter in Richtung von dessen Auslass zu erzeugen, ist in einer Ausgestaltung der Erfindung mindestens eine Düse parallel zu einer Sekante in Bezug auf den kreisförmigen Boden des Behälters angeordnet, wobei die Sekante im Abstand zu dessen Mittelpunkt verläuft.

**[0021]** Um einen kontinuierlichen Betrieb der Fördervorrichtung zu gewährleisten, ist der geschlossene Behälter über eine Rohrleitung mit einem Nachfüllbehälter für das Pulver verbunden, wobei aus dem vorzugsweise größeren Nachfüllbehälter Pulver automatisch in den geschlossenen Behälter für die Verteilung und Förderung des Pulvers nachläuft. Um ein Überschreiten des maximalen Füllstandes beim automatischen Nachfüllen auszuschließen, befindet sich die Mündung der sich in das Innere des Behälters erstreckenden Rohrleitung knapp unterhalb des maximalen Füllstandes des Behälters.

**[0022]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

**Figur 1a** eine schematische Aufsicht und  
**Figur 1b** eine schematische Seitenansicht eines ersten Ausführungsbeispiels ei-

- ner erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Fördern und Verteilen von Pulvern in einem Gasstrom;
- Figur 2a** eine Aufsicht auf ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer im Wesentlichen tangentialen Gaszuführung;
- Figur 2b** eine Aufsicht auf ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit mehreren über den Umfang verteilt angeordneten Gaseinlässen;
- Figur 3** eine schematische Seitenansicht eines vierten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit unter einem Anstellwinkel angeordneten Gaseinlässe aufweisenden Düsen;
- Figur 4** eine Schaubild zur Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Fördern und Verteilen von Pulvern in einem Gasstrom unter Verwendung einer Vorrichtung gem. Figur 2b;
- Figuren 5a, b** ein fünftes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem Nachfüllbehälter für einen kontinuierlichen Betrieb sowie
- Figur 6** die Anbindung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung an einen nachgeordneten Plasmabeschichtungsprozess.

**[0023]** Die in Figur 1 dargestellte Vorrichtung zum Fördern und Verteilen von Pulvern 5 in einem Gasstrom, nachfolgend kurz als "Pulverförderer" 1 bezeichnet, besteht im Wesentlichen aus einem geschlossenen Behälter 2, der über einen Gaseinlass 3 mit nicht dargestellten Mitteln zur Gasversorgung verbunden ist. Der Behälter 2 ist bis zu einem maximalen Füllstand 4 mit einem feinen Pulver 5 befüllt, das einem nachfolgenden Prozess, insbesondere einem Beschichtungsprozess, zugeführt werden soll. Oberhalb des maximalen Füllstandes 4 des Behälters 2 ist ein Auslass 6 für ein Pulver-/Gasgemisch 7 angeordnet. Der Auslass 6 ist insbesondere mit einem Anschluss für eine Schlauchleitung 19 zur Weiterleitung des Pulver-/Gasgemisches 7 zu dem nachgeordneten Prozess ausgestattet.

**[0024]** Die mit dem Gaseinlass 3 verbundenen Mittel zur Gasversorgung umfassen als Steuerungsmittel zur periodischen Steuerung des Gases insbesondere eine Ventilsteuerung mit der ein unter Überdruck stehendes Gas in einer periodischen Folge über den Gaseinlass 3 in das Innere des Behälters 2 eingelassen wird. Die Ventilsteuerung arbeitet beispielsweise mit einer Frequenz von 10 Hz. Die Höhe des Gasdrucks wird derart bestimmt, dass der Druck im Inneren des Behälters 2 höher als der Umgebungsdruck ist, wobei Druckverluste in einer ggf. an den Pulverauslass angeschlossenen Schlauchleitung bis zu deren Mündung zu berücksichtigen sind. Bei dem

eingeleiteten Gas handelt es sich bevorzugt um ein Inertgas, um Staubexplosionen in dem Behälter 2 zu verhindern.

**[0025]** Im dargestellten Ausführungsbeispiel mündet der Gaseinlass 3 unmittelbar in dem Pulver 5. Neben dieser bevorzugten unmittelbaren Einleitung des Gases in das Pulver 5 ist es auch möglich, die Gaseinlässe 3 oberhalb des maximalen Füllstandes 4 des Pulvers 5 anzuordnen, so dass das Gas auf die Oberfläche 9 des Pulvers 5 auftrifft.

**[0026]** Der Pulverförderer 1 nach Figur 2a unterscheidet sich von dem Pulverförderer nach Figur 1 dadurch, dass sich der Gaseinlass 3 an einer Düse 10 befindet, die parallel zu einer Sekante 11 in Bezug auf den kreisförmigen Boden 12 des Behälters 2 verläuft. Durch diese Art der Gaseinleitung in den Behälter 2 wird eine spiralförmige Strömung 13 des Pulver-/Gasgemisches 7 in dem Behälter 2 erzeugt. Der den Auslass 6 aufweisende Kanal 8 ist wie aus Figur 2a erkennbar, ebenfalls parallel zu einer Sekante in Bezug auf den kreisförmigen Boden 2 des Behälters 2 ausgerichtet.

**[0027]** Figur 2b zeigt eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Pulverförderers 1 mit vier jeweils um 90 Grad versetzt zueinander, jedoch in einer Ebene angeordneten, Gaseinlässen 3a - d und zwei Auslässen 6a - b für das Pulver-/Gasgemisch 7. Die periodische Beaufschlagung der Gaseinlässe 3a - d mit dem unter Überdruck stehenden Gas kann gleichzeitig erfolgen. Vorzugsweise werden die Gaseinlässe 3a - d jedoch zeitlich aufeinanderfolgend mit dem unter Überdruck stehenden Gas beaufschlagt, so dass die von der Gasversorgungseinheit ausgehenden Druckimpulse um den Behälter 2 umlaufen.

**[0028]** Figur 3 zeigt eine Abwandlung der Vorrichtung nach Figur 1. Der Pulverförderer 1 unterscheidet sich im Wesentlichen dadurch, dass er zwei in das Innere des

**[0029]** Behälters 2 ragende Düsen 10 mit einem Anstellwinkel 14 von etwa 25 Grad zu dem Boden 12 des Behälters 2 aufweist, die die Gaseinlässe 3a - b aufweisen. Durch diesen Anstellwinkel wird die Auflösung von Agglomeraten in dem feinen Pulver 5 verbessert.

**[0030]** Nachfolgend wird anhand von Figur 4 das erfindungsgemäße Verfahren zum Fördern und Verteilen von Pulvern 5 in einem Gasstrom mit Hilfe der bevorzugten Vorrichtung nach Figur 2b näher erläutert.

**[0031]** Aus einem in Figur 4 b) nicht dargestellten Nachfüllbehälter 15 wird der Behälter 2 über eine Rohrleitung 16 bis zu dem maximalen Füllstand 4 mit Pulver 5 befüllt. Das Pulver 5 wird über die vier Gaseinlässe 3a - d zeitlich aufeinanderfolgend beaufschlagt. In dem Diagramm nach Figur 4 c) ist erkennbar, wie die Gaseinlässe 3a - d ohne Unterbrechung nacheinander das unter Überdruck stehende Gas in den Behälter 2 einleiten. Durch die Beaufschlagung mit Gas wird das Pulver 5 aufgewirbelt, wobei sich in dem Freiraum oberhalb der Oberfläche 9 des Pulvers 5 das Pulver-/Gasgemisch 7 ausbildet, das über die beiden diametral gegenüberliegenden Auslässe 6a, b aus dem Behälter 2 ausströmt. Die aufeinander

folgende kontinuierliche Beaufschlagung des Pulvers 5 mit den Druckimpulsen aus den vier Gaseinlässen 3a - d verbessert die Förderleistung bei gleichzeitig geringem Gasverbrauch. Des Weiteren bewirkt die kontinuierliche, periodische Beaufschlagung des Pulvers 5 über mehrere Gaseinlässe 3a - d eine optimale Auflösung vorhandener Agglomerate.

**[0032]** Sobald durch den kontinuierlichen Abtransport des Pulver-/Gasgemisches 7 durch die beiden Auslässe 6a, b der Vorrat an Pulver 5 unter den maximalen Füllstand 4 auf einen minimalen Füllstand 17 absinkt, wird, wie dies in Figur 5 veranschaulicht ist, Pulver 5 aus dem oberhalb des Behälters 2 angeordneten Nachfüllbehälter 15 nachgefüllt. Die Rohrleitung 16 zum Nachfüllen des Pulvers 5 erstreckt sich in das Innere des Behälters 2, wobei sich deren Mündung, wie insbesondere aus Figur 5a erkennbar, knapp unterhalb des maximalen Füllstandes 4 des Behälters 2 befindet. Um das automatische Nachfüllen zu gewährleisten, befindet sich der Pulvervorrat 18 in dem Nachfüllbehälter 15 unter demselben Druck, der auch im Inneren des Behälters 2 herrscht.

**[0033]** Figur 6 zeigt ein Anwendungsbeispiel des erfindungsgemäßen Pulverförderers 1. Der Auslass 6 des Pulverförderers 1 ist über eine Schlauchleitung 19 mit einem Strahlgenerator 20 zur Erzeugung eines gebündelten Plasmastrahls 21 durch Lichtbogenentladung verbunden. In den Plasmastrahl 21 des Strahlgenerators 20 wird das Pulver-/Gasgemisch 7 im Bereich von dessen Auslass 22 eingebracht. Das fein verteilte Pulver 5 wird mit dem Plasmastrahl 21 auf der Oberfläche 23 eines Objektes 24 abgeschieden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Fördern und Verteilen von Pulvern (5) in einem Gasstrom, wobei

- ein geschlossener Behälter (2) höchstens bis zu einem maximalen Füllstand (4) mit dem Pulver (5) befüllt wird;
- das Pulver (5) über mindestens einen Gaseinlass (3) mit einem unter Überdruck stehenden Gas in einer periodischen Folge beaufschlagt wird;
- das aufgewirbelte Pulver-/Gasgemisch (7) über mindestens eine oberhalb des maximalen Füllstandes (4) des Behälters (2) angeordneten Auslass (6) aus dem Behälter (2) ausströmt; **dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** der Füllstand des Pulvers (5) in dem geschlossenen Behälter (2) ständig oberhalb eines minimalen Füllstandes (17) gehalten und das Pulver (5) unterhalb des minimalen Füllstandes (17) über den mindestens einen mit dem Pulver (5) in Kontakt stehenden Gaseinlass (3) unmittelbar mit Gas beaufschlagt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Pulver (5) mit einer Frequenz im Bereich von 1 Hz bis 100 Hz mit dem Gas beaufschlagt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Pulver (5) über mehrere Gaseinlässe (3a - 3d) mit dem unter Überdruck stehenden Gas beaufschlagt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei das Pulver (5) zeitlich aufeinander folgend über die Gaseinlässe (3a - 3d) mit dem Gas beaufschlagt wird.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Beaufschlagung mit einem Gasstrahl oder mehreren Gasstrahlen unter einem Anstellwinkel von maximal 45° zur Oberfläche (9) des Pulvers (5) erfolgt.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Überdruck des Gases im Bereich von 100 mbar bis 5 bar liegt.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Pulver (5) aus einem Nachfüllbehälter (15) über einen Einlass in den Behälter (2) während der Förderung und Verteilung des Pulvers (5) in dem Gasstrom nachgefüllt wird.

8. Vorrichtung zum Fördern und Verteilen von Pulvern (5) in einem Gasstrom, mit einem bis zu einem maximalen Füllstand (4) mit Pulver (5) befüllbarer geschlossener Behälter (2), der mindestens einen Gaseinlass (3, 3a - d) aufweist, der mit Mitteln zur Gasversorgung verbunden ist, die Mittel zur Gasversorgung Steuerungsmittel zur periodischen Steuerung des Gases an jedem Gaseinlass (3, 3a - d) aufweisen, oberhalb des maximalen Füllstandes (4) des Behälters (2) mindestens ein Auslass (6, 6a - b) für ein Pulver-/Gasgemisch (7) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich jeder Gaseinlass (3, 3a - d) unterhalb eines minimalen Füllstandes (17) befindet und der Behälter (2) über eine Rohrleitung (16) mit einem Nachfüllbehälter (15) für das Pulver (5) verbunden ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei sich jeder Gaseinlass (3, 3a - d) an jeweils einer insbesondere in das Innere des Behälters ragenden Düse (10) befindet.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei jede Düse (10) einen Anstellwinkel von maximal 45° zu einer Bodenfläche des Behälters (2) aufweist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei der Behälter (2) kreiszylindrisch ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei mehrere

Gaseinlässe (3, 3a-d) gleichmäßig über den Umfang des Behälters (2) verteilt angeordnet sind.

13. Vorrichtung nach den Ansprüchen 11 bis 12, wobei zumindest eine Düse (10) parallel zu einer Sekante (11) in Bezug auf den kreisförmigen Boden (12) des Behälters (2) verläuft, die im Abstand zu dessen Mittelpunkt verläuft.
14. Vorrichtung nach den Ansprüchen 8 - 13, wobei die Rohrleitung (16) sich in das Innere des Behälters (2) erstreckt und sich deren Mündung unterhalb des maximalen Füllstandes (4) des Behälters (2) befindet.

### Claims

1. A method for conveying and distributing powders (5) in a gas stream, wherein
- a closed container (2) is filled only up to a maximum fill level (4) with the powder (5);
  - the powder (5) is impinged in a periodic sequence via at least one gas inlet (3) with a gas being under overpressure;
  - the swirled-up powder/gas mixture (7) flows out of the container (2) via at least one outlet (6) arranged above the maximum fill level (4) of the container (2);
- characterized in**
- **that** the fill level of the powder (5) in the closed container (2) is kept constantly above a minimum fill level (17) and the powder (5) below the minimum fill level (17) is directly impinged with gas via the at least one gas inlet (3), which is in contact with the powder (5).
2. The method according to claim 1, wherein the powder (5) is impinged with the gas with a frequency in the range of 1 Hz to 100 Hz.
3. The method according to claim 1 or 2, wherein the powder (5) is impinged with the gas being under overpressure via several gas inlets (3a - 3d).
4. The method according to claim 3, wherein the powder (5) is impinged successively in time with the gas via the gas inlets (3a - 3d).
5. The method according to one or more of claims 1 to 4, wherein the impingement with a gas jet or a plurality of gas jets takes place at a tilt angle of at most 45° with respect to the surface (9) of the powder (5).
6. The method according to one or more of claims 1 to 5, wherein the overpressure of the gas is in the range of 100 mbar to 5 bar.

7. The method according to one or more of claims 1 to 6, wherein the powder (5) is refilled from a refill container (15) via an inlet into the container (2) during conveying and distribution of the powder (5) in the gas stream.

8. A device for conveying and distribution of powders (5) in a gas stream, with a closed container (2), which can be filled up to a maximum fill level (4) with powder (5), having at least one gas inlet (3, 3a-d), which is connected with gas supply means, which have means for gas supply of control means for periodic control of the gas at each gas inlet (3, 3a-d), with at least one outlet (6, 6a-b) for a powder/gas mixture (7) arranged above the maximum fill level (4) of the container (2), **characterized in that** each gas inlet (3, 3a-d) is located below a minimum fill level (17) and the container (2) is connected via a line (16) with a refill container (15) for the powder (5).

9. The device according to claim 8, wherein each gas inlet (3, 3a-d) is located, respectively, on a nozzle (10), which protrudes in particular into the interior of the container.

10. The device according to claim 9, wherein each nozzle (10) has a tilt angle of at most 45° with respect to a ground surface of the container (2).

11. The device according to any one of the claims 8 to 10, wherein the container (2) is circular cylindrical.

12. The device according to claim 11, wherein a plurality of gas inlets (3, 3a-d) are arranged in a distributed manner uniformly over the circumference of the container (2).

13. The device according to the claims 11 to 12, wherein at least one nozzle (10) runs parallel to a secant (11) with respect to the circular bottom (12) of the container (2), which runs at a distance from its center point.

14. The device according to the claims 8-13, wherein the line (16) extends into the interior of the container (2) and its mouth is located below the maximum fill level (4) of the container (2).

### Revendications

1. Procédé pour l'acheminement et la distribution de poudres (5) dans un courant de gaz, étant donné que
- un récipient fermé (2) est rempli seulement jusqu'à un niveau de remplissage maximal (4) avec la poudre (5) ;
  - la poudre (5) est exposée via au moins une

- entrée de gaz (3) en séquence périodique à un gaz sous surpression ;
- le mélange poudre/gaz (7) tourbillonné s'écoule du récipient (2) via au moins une sortie (6) disposée au-dessus du niveau de remplissage maximal (4) du récipient (2) ;
- caractérisé**
- **en ce que** le niveau de remplissage de la poudre (5) dans le récipient fermé (2) est maintenu constamment au-dessus d'un niveau de remplissage minimal (17) et la poudre (5) est directement exposée à un gaz au-dessous du niveau de remplissage minimal (17) par l'intermédiaire de la au moins une entrée de gaz (3) en contact avec la poudre (5).
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la poudre (5) est exposée au gaz avec une fréquence située dans la plage de 1 Hz à 100 Hz.
  3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la poudre (5) est exposée au gaz sous surpression par l'intermédiaire d'une pluralité d'entrées de gaz (3a - 3d).
  4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel la poudre (5) est exposée au gaz successivement dans le temps par l'intermédiaire des entrées de gaz (3a - 3d).
  5. Procédé selon une ou plusieurs des revendications 1 à 4, dans lequel l'exposition a lieu avec un jet de gaz ou plusieurs jets de gaz sous un angle d'inclinaison maximal de 45° par rapport à la surface (9) de la poudre (5).
  6. Procédé selon une ou plusieurs des revendications 1 à 5, dans lequel la surpression du gaz est située dans la plage de 100 mbar à 5 bar.
  7. Procédé selon une ou plusieurs des revendications 1 à 6, dans lequel l'appoint de poudre (5) se fait depuis un récipient de recharge (15) via une entrée du récipient (2) pendant l'acheminement et la distribution de la poudre (5) dans le courant de gaz.
  8. Dispositif pour l'acheminement et la distribution de poudres (5) dans un courant de gaz, avec un récipient fermé (2) pouvant être rempli jusqu'à un niveau de remplissage maximal (4) avec la poudre (5), au moins une entrée de gaz (3, 3a-d) raccordé à des moyens d'alimentation en gaz présentant des moyens d'alimentation en gaz des moyens de contrôle destinés à la commande périodique du gaz à chaque entrée de gaz (3, 3a-d), au moins une sortie (6, 6a-b) pour un mélange poudre/gaz (7) étant disposée au-dessus du niveau de remplissage maximal (4) du récipient (2), **caractérisé en ce que** chaque
- entrée de gaz (3, 3a-d) se trouve au-dessous d'un niveau de remplissage minimal (17) et le récipient (2) est relié par l'intermédiaire d'un conduit tubulaire (16) à un récipient de recharge (15) de poudre (5).
9. Dispositif selon la revendication 8, dans lequel chaque entrée de gaz (3, 3ad) se trouve respectivement sur une buse (10) faisant en particulier saillie dans l'intérieur du récipient.
  10. Dispositif selon la revendication 9, dans lequel chaque buse (10) présente un angle d'inclinaison maximal de 45° par rapport à une surface de base du récipient (2).
  11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, étant donné que le récipient (2) est circulaire cylindrique.
  12. Dispositif selon la revendication 11, dans lequel plusieurs entrées de gaz (3, 3a-d) sont distribuées de manière uniforme sur la circonférence du récipient (2).
  13. Dispositif selon les revendications 11 à 12, dans lequel au moins une buse (10) court parallèlement à un sécante (11) par rapport à la base de forme circulaire (12) du récipient (2) qui court à une certaine distance du point central.
  14. Dispositif selon les revendications 8-13, dans lequel le conduit tubulaire (16) s'étend dans l'intérieur du récipient (2) et dont l'embouchure se trouve au-dessous du niveau de remplissage maximal (4) du récipient (2).

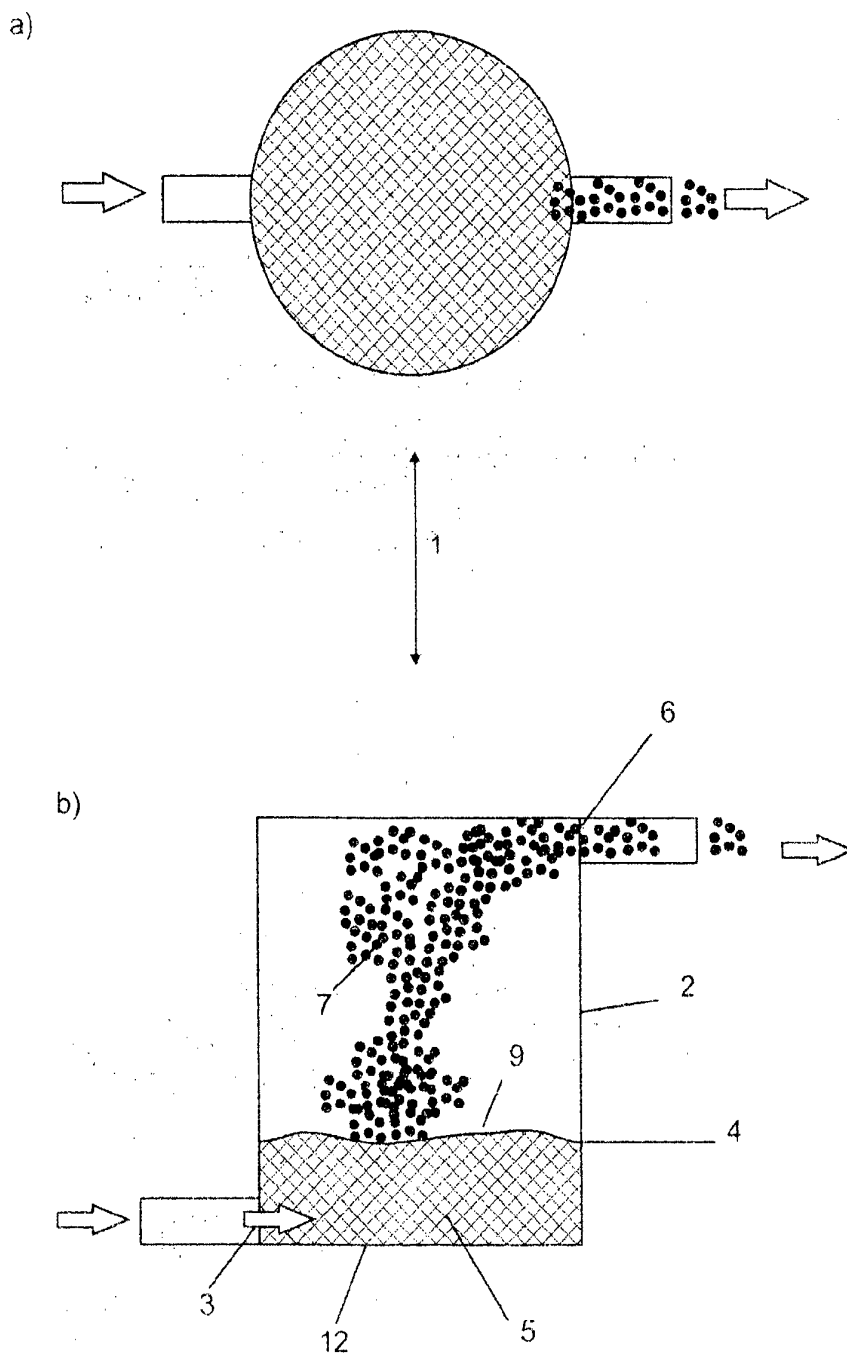


Fig. 1



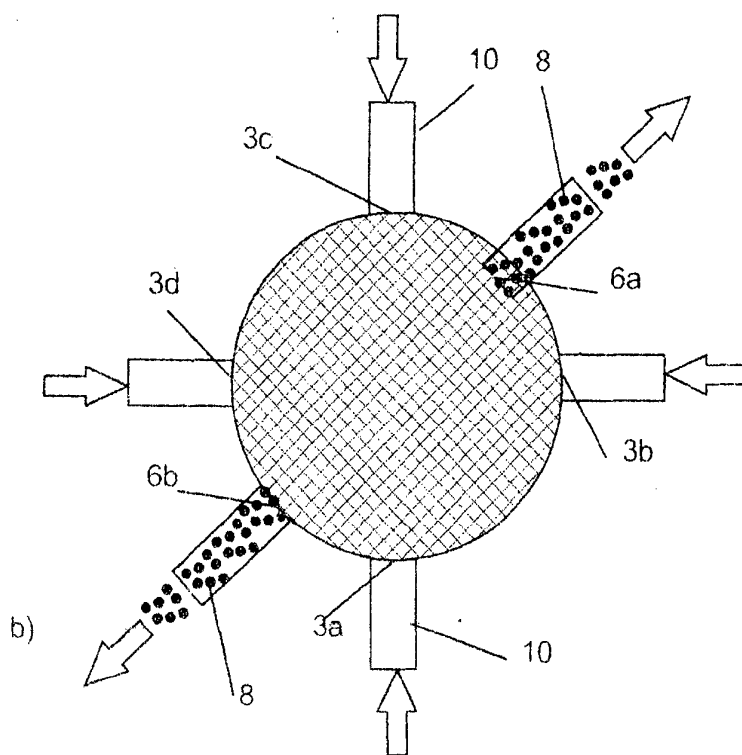
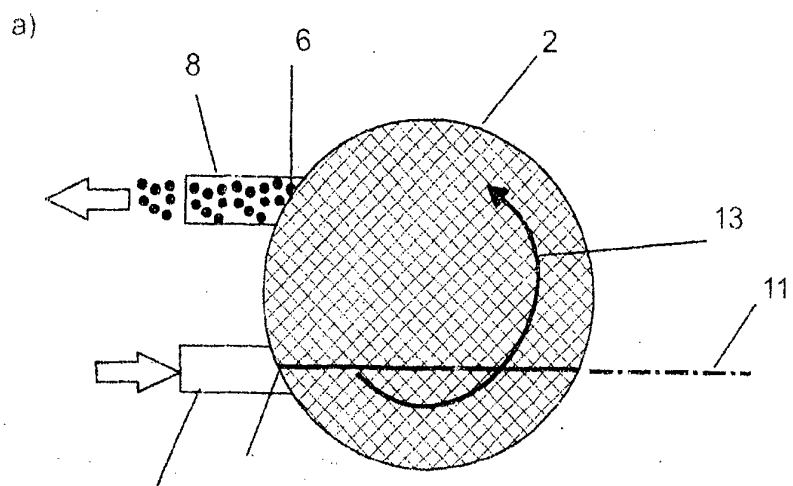


Fig. 2

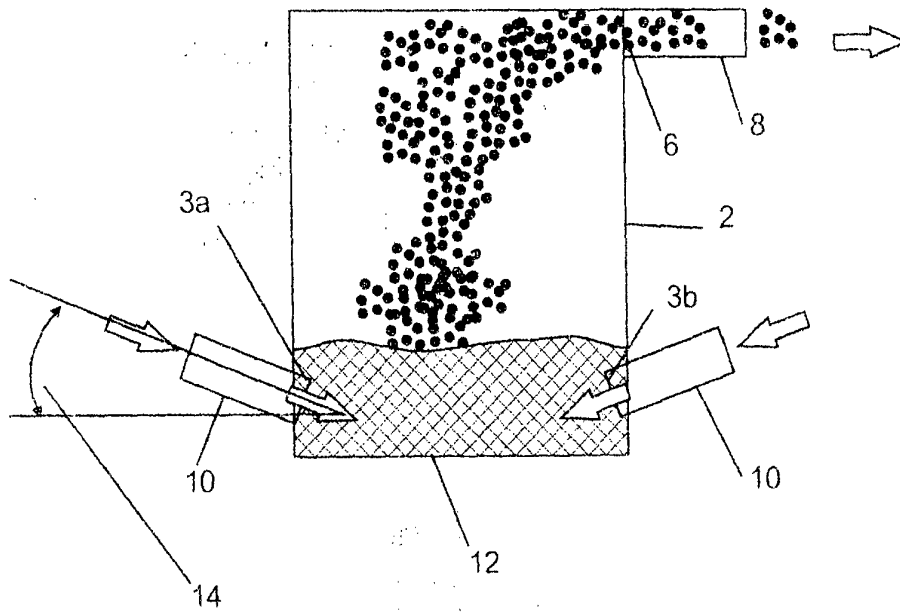


Fig. 3

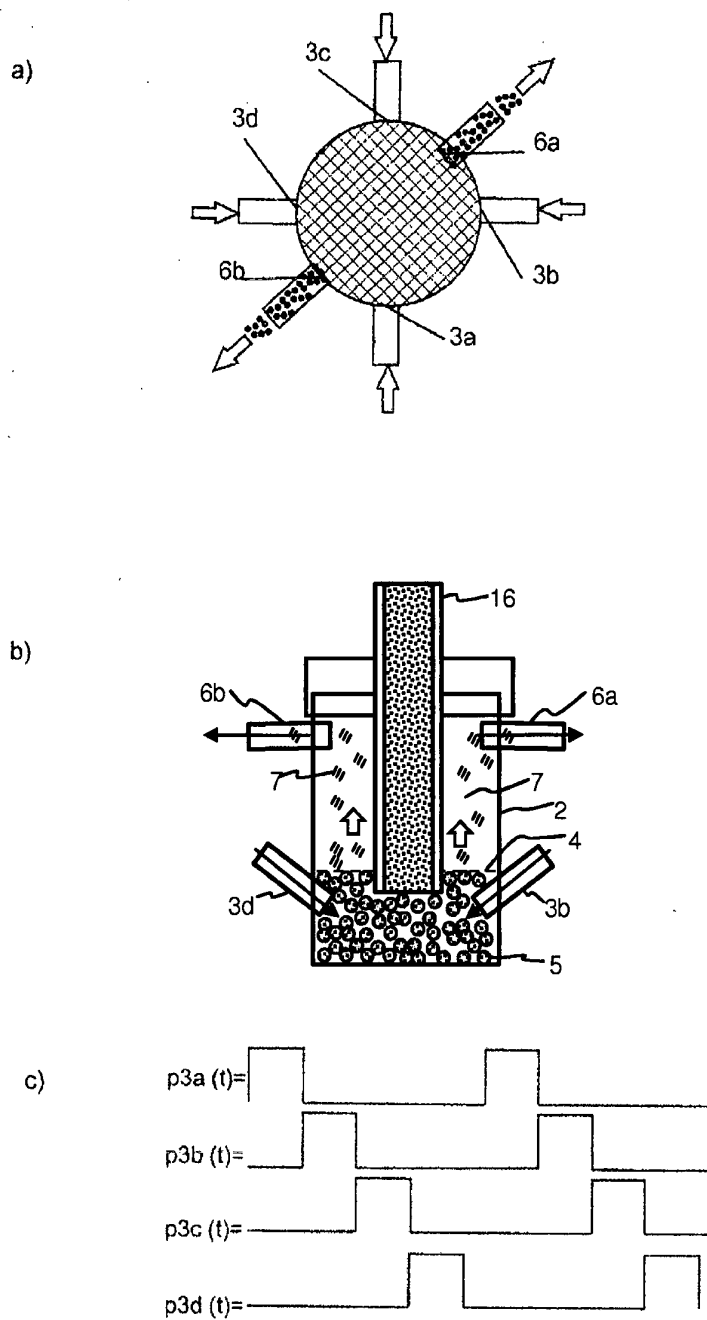


Fig. 4

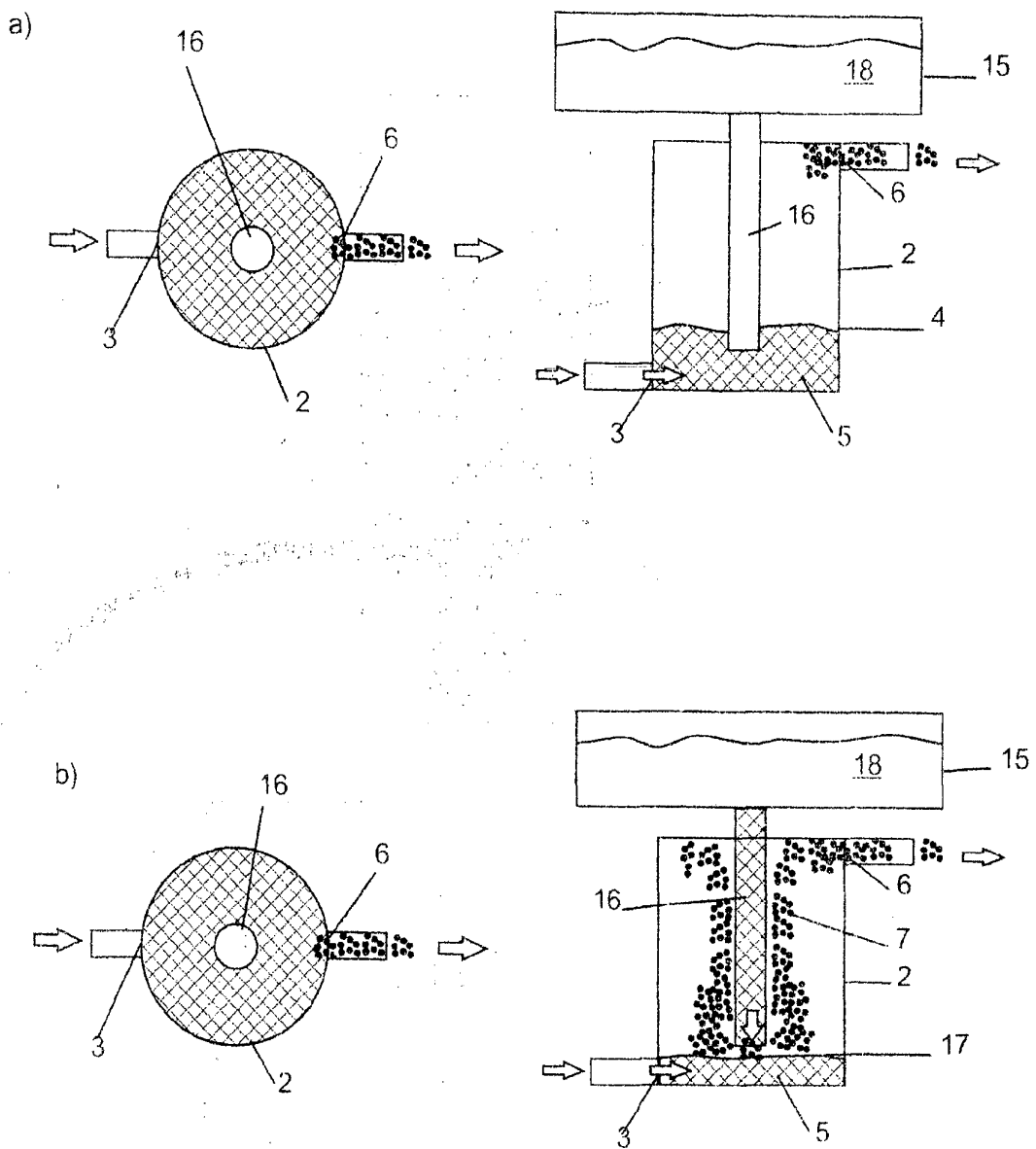


Fig. 5

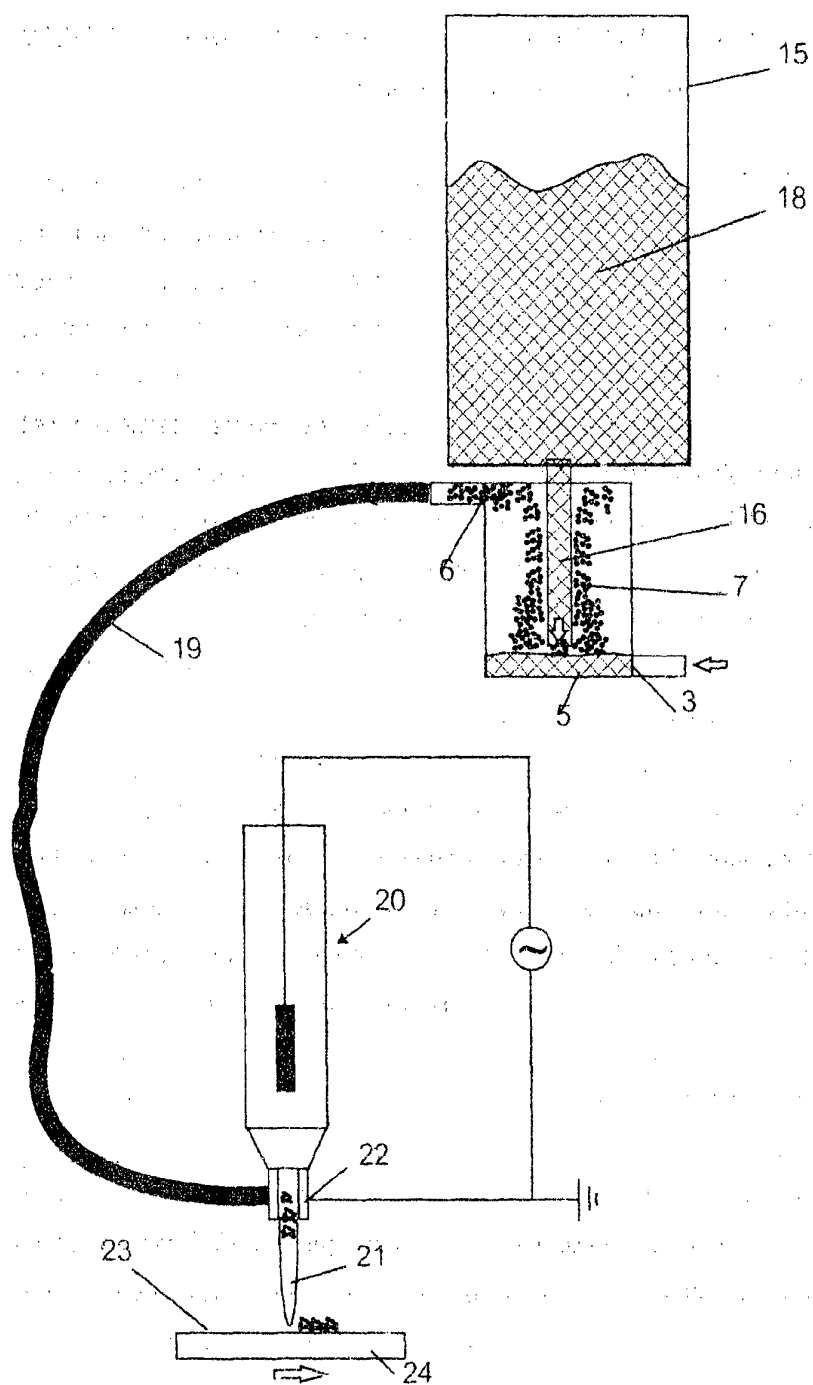


Fig. 6

## EP 2 477 751 B1

### 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]
- DE 102006002582 A1 [0005]
- US 2009110529 A1 [0006]