



(11) **EP 2 136 965 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.06.2012 Patentblatt 2012/25

(51) Int Cl.:
B24C 1/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08736171.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/054466

(22) Anmeldetag: **14.04.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/125648 (23.10.2008 Gazette 2008/43)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM PARTIKELSTRAHLEN MITTELS GEFRORENER GASPARTIKEL**

APPARATUS AND METHOD FOR PARTICLE RADIATION BY FROZEN GAS PARTICLES

DISPOSITIF ET PROCÉDÉ POUR LA PROJECTION DE PARTICULES GRÂCE À DES PARTICULES DE GAZ SURGELÉES

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

(30) Priorität: **13.04.2007 DE 102007018338**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.12.2009 Patentblatt 2009/53

(73) Patentinhaber: **Technische Universität Berlin 10623 Berlin (DE)**

(72) Erfinder:
• **VEIT, Robert**
A-8010 Graz (AT)
• **UHLMANN, Eckart**
25368 Kibitzreihe (DE)

(74) Vertreter: **Eisenführ, Speiser & Partner**
Anna-Louisa-Karsch-Strasse 2
10178 Berlin (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 882 522 WO-A-03/022525
DE-A1- 10 254 159 US-A- 5 725 154

EP 2 136 965 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 eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Druckstrahlen mittels eines Gemischstrahls aus gefrorenen Gasparkeln und einem Trägergas. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Vorrichtung und ein Verfahren zum CO₂-Schneestrahlen mittels eines Gemischstrahls aus gefrorenen CO₂-Gasparkeln und einem Trägergas.

[0002] Gefrorene Gasparkel sind Partikel eines Stoffes, der bei gewöhnlicher Umgebungstemperatur und gewöhnlichem Umgebungsdruck gasförmig ist.

[0003] Das Strahlen mit festem Kohlendioxid konnte sich in den letzten Jahren in den unterschiedlichsten Anwendungsfeldern etablieren. Sobald sensible Oberflächen entschichtet bzw. gereinigt werden müssen oder eine Sekundärverunreinigung durch Strahlmittel unerwünscht ist, kann diese Technologie ihre Vorteile zur Geltung bringen.

[0004] Die niedrige Härte von festem Kohlendioxid ermöglicht die beschädigungsfreie Bearbeitung eines großen Werkstoffspektrums und durch die Sublimation des Strahlmittels muss lediglich die entfernte, sortenreine Beschichtung oder Verschmutzung entsorgt werden.

[0005] Beim Strahlen mittels gefrorener Gasparkel wird das Strahlmittel pneumatisch beschleunigt und auf die zu bearbeitende Oberfläche aufgebracht. Im Gegensatz zur rein mechanischen Wirkung anderer Strahlmittel beruht das Strahlen mit gefrorenen Gasparkeln auf drei unterschiedlichen Wirkmechanismen. Durch die geringe Temperatur des Strahlmittels kommt es zur thermischen Spannung zwischen Beschichtung und Verunreinigung des Substrats. Des Weiteren führt die kinetische Energie der gefrorenen Gasparkel zu einer mechanischen Abtrennung, die durch den dritten Effekt, den Druckstoß aufgrund der schlagartigen Sublimation der gefrorenen Gasparkel unterstützt wird.

[0006] Derartige Vorrichtungen und Verfahren sind grundsätzlich bekannt und es existieren eine Vielzahl von unterschiedlichen Bauarten, welche dem Gemischstrahl aus gefrorenen Gasparkeln und dem Trägergas unterschiedliche Eigenschaften in Bezug auf zum Beispiel Geschwindigkeit, Volumenstrom, Größe, Anzahl und Ausprägung der gefrorenen Gasparkel verleihen, sodass während des Betriebs eine gewünschte Wirkung auf dem Werkstück bzw. der Oberfläche erzielt werden kann.

[0007] Dabei unterscheidet man vor allem zwei unterschiedliche Grundprinzipien in der Bauart. Die erste Bauart, welche auch als Trockeneisstrahler bezeichnet wird, unterscheiden sich von der zweiten Bauart, welche auch als Schneestrahler bezeichnet wird dadurch, dass erste aus der festen Phase und zweite aus der flüssigen Phase die Gemischstrahlen erzeugt. Für das Trockeneisstrahlen wird das Strahlmittel in einem separaten Prozess in Form von Pellets oder Blöcken hergestellt und anschließend in einer Strahlanlage dem Druckluftstrom zudosiert.

[0008] Da ein Ziel der vorliegenden Erfindung darin

besteht, eine Vorrichtung zum Druckstrahlen mit gefrorenen Gasparkeln bereitzustellen, welche eine geringe Baugröße aufweist und dadurch leicht in Maschinen und Anlagen integriert werden kann, bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine Vorrichtung zum Druckstrahlen mittels eines Gemischstrahls aus gefrorenen Gasparkeln und einem Trägergas gemäß der zweiten Bauart. Dementsprechend wird bei den hier beschriebenen Vorrichtungen das Strahlmittel, insbesondere CO₂, in flüssiger Form unter Druck vorgehalten.

[0009] Auch bei dieser, auch als Schneestrahler bezeichneten Bauart, unterscheidet man wiederum zwei Bauvarianten: die Zweistoffringdüse und die Strahldüse mit Agglomerationskammer.

[0010] Bei der Zweistoffringdüse wird das flüssige Gas am Düsenaustritt auf Umgebungsdruck entspannt. Die entstehenden Schneepartikel werden durch einen Mantelstrahl aus überschallschneller Druckluft gebündelt und beschleunigt.

[0011] Die in der Zweistoffringdüse gebildeten gefrorenen Gasparkel haben im Vergleich zu der Strahldüse mit Agglomerationskammer einen geringeren Durchmesser und damit eine geringe kinetische Energie bei gleicher Geschwindigkeit. Daher wirken die Partikel, die gemäß dieser Bauvariante erzeugt werden, wenig abrasiv und derartige Vorrichtungen werden daher vor allem für die Reinigung von feinstrukturierten, hochempfindlichen Bauteilen eingesetzt. Eine solche Vorrichtung wird in der DE 199 26 119 C2 beschrieben.

[0012] In einer Vorrichtung vom Typ der zweiten Bauvariante wird das verflüssigte Gas zusammen mit dem Trägergasstrom in eine Agglomerationskammer eingeleitet und entspannt. Im Vergleich zu der Zweistoffringdüse entstehen dabei größere Schneepartikel, die mit der Druckluft in einer nachfolgenden Düse beschleunigt, zu einer deutlich höheren Abrasivität führen. Solch ein Verfahren und eine derartige Vorrichtung wird in der DE 102 43 693 B3 beschrieben.

[0013] Während die erste Bauvariante mit Zweistoffringdüse den Nachteil aufweist, eine geringe Abrasivität zu besitzen, weist die zweite Bauvariante der Druckstrahlvorrichtung mit Agglomerationskammer die Nachteile auf, dass im Betriebsfall ein hoher Druckverbrauch zu verzeichnen ist. Darüber hinaus lagern sich im Inneren der Agglomerationskammer gefrorene Gasparkel an den Außenwänden ab und lösen sich in unregelmäßigen Abständen und in undefinierter Größe von den Außenwänden ab. Dadurch kommt es zu impulsartigen höheren Abtragsleistungen und somit zu einem inhomogenen Strahlbild.

[0014] Aus DE 202 14 063 U1 ist eine CO₂-Kaltgasdüse zum Druckstrahlen mittels eines Gemischstrahles aus CO₂-Partikeln und Druckluft bekannt. CO₂. Dabei wird ein dichtes Fluid durch ein inneres Rohr eingeleitet, welches von einer Gasleitung umgeben wird. In einer sich in Strahlrichtung verjüngenden Düse vereinigen sich die Ströme des Gases und des dichten Fluids. Das innere Rohr ist dabei so ausgebildet, dass sein vom Einlass

abgewandtes Ende in eine Kammer zurückgezogen werden kann, welche im Vergleich zum konstanten Querschnitt des inneren Rohrs einen größeren Querschnitt aufweist.

[0015] Das Dokument US 5,725,154 zeigt eine Vorrichtung zum Druckstrahlen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 mit einer Sprühanone zum Reinigen unter Verwendung eines dichten Fluids wie CO₂. Dabei wird ein dichtes Fluid durch ein inneres Rohr eingeleitet, welches von einer Gasleitung umgeben wird. In einer sich in Strahlrichtung verjüngenden Düse vereinigen sich die Ströme des Gases und des dichten Fluids. Das innere Rohr ist dabei so ausgebildet, dass sein vom Einlass abgewandtes Ende in eine Kammer zurückgezogen werden kann, welche im Vergleich zum konstanten Querschnitt des inneren Rohrs einen größeren Querschnitt aufweist.

[0016] Ziel der vorliegenden Erfindung besteht demnach darin, eine Gemischstrahltechnologie zur Verfügung zu stellen, welche durch die bekannten Bauarten und Bauvarianten nicht abgedeckt wird.

[0017] Das Defizit bisheriger Lösungsansätze besteht darin, eine hohe Abrasivität des Gemischstrahls bei gleichzeitig geringem Druckluftverbrauch zu bewirken. Eine solche Vorrichtung könnte auch bei einer erforderlichen hohen Abrasivität an übliche Werkstattdruckluftnetzen angeschlossen werden.

[0018] Darüber hinaus ist Ziel der vorliegenden Erfindung die Abrasivität, d. h. insbesondere die Größe der gefrorenen Gaspartikel, sowie deren Menge einstellbar und damit deren Abrasivität variabel zu gestalten.

[0019] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zum Partikelstrahlen mit gefrorenen Partikeln gelöst, welche das Strahlmedium in flüssiger Form vorhält und damit zur Gruppe der Schneestrahler gehört.

[0020] Erfindungsgemäß verfügt die Vorrichtung über ein Düsengehäuse, das einen äußeren und einen inneren Hohlraum einschließt, sowie den Merkmalen des Anspruchs 1.

[0021] Der innere Hohlraum stellt dabei einen Entspannungs- bzw. Agglomerationsraum dar, welcher über einen mit der Zuführung für verflüssigtes Gas verbundenen Einlass zum Einleiten eines verflüssigten Gases an seinem stromaufwärts gelegenen Längsende, sowie über eine Mündungsöffnung an seinem stromabwärts gelegenen Längsende verfügt. Die Mündungsöffnung weist dabei einen wesentlich größeren Querschnitt auf, als der Einlass.

[0022] Dieser innere Hohlraum ist zumindest im Bereich seiner Mündungsöffnung, von einem äußeren Hohlraum umgeben, der mit wenigstens einer Trägergaszuführung verbunden ist.

[0023] Vorzugsweise besitzen der innere Hohlraum und der äußere Hohlraum im wesentlichen runde Querschnitte.

[0024] An die Mündungsöffnung des Entspannungsraums und an den äußeren Hohlraum schließt sich in Strömungsrichtung eine sich zunächst verjüngenden Be-

schleunigungsdüse an, welche einen seitlich insbesondere allseits der Mündungsöffnung befindlichen Trägergaseinlass als Auslass des äußeren Hohlraums aufweist.

[0025] Da ein Ziel der vorliegenden Erfindung, wie weiter oben schon beschrieben, darin besteht, die Abrasivität, d. h. insbesondere die Größe der gefrorenen Gaspartikel, sowie deren Menge einstellbar und damit deren Abrasivität variabel zu gestalten, ist der Querschnitt des Trägergaseinlasses erfindungsgemäß veränderlich einstellbar.

[0026] In einem Übergangsbereich zwischen der Zuführung für verflüssigtes Gas und dem Entspannungsraum befindet sich eine Dosiervorrichtung, die den Einlass des Entspannungsraums darstellt und vorzugsweise als Entspannungs- oder Nadeldüse mit bevorzugt einem variabel einstellbaren Innendurchmessers ausgebildet ist. In Strömungsrichtung hinter der Dosiervorrichtung weitet sich der Strömungsdurchmesser von dem Innendurchmesser der Dosiervorrichtung sprunghaft auf den Innendurchmesser des Entspannungsraumes. Dadurch entspannt sich das verflüssigte Gas im Entspannungsraum, wodurch sich ein Gemisch aus gefrorenen Gasparkeln und Gas bildet.

[0027] Während der Strömung des Gemisches aus gefrorenen Gasparkeln und Gas durch den Entspannungsraum agglomerieren einzelne Partikel miteinander, sodass es stromabwärts im Entspannungs- oder auch Agglomerationsraum zu einer Vergrößerung der Partikel kommt.

[0028] Erfindungsgemäß ist der Durchmesser des Entspannungsraumes so gestaltet, dass sich der Querschnitt des Entspannungsraumes stromabwärts stetig vergrößert.

[0029] Diese Querschnittserweiterung des Entspannungsraumes in Richtung Düsenaustritt sorgt für eine kontinuierliche Strömung und somit für einen sicheren Abtransport der entstehenden Schneepartikel. Bei einem gleichbleibenden Querschnitt kommt es unmittelbar nach der Eindüsung des verflüssigten Gases auf Grund von strömungstechnischen "Toträumen" zu Anlagerungen und Ansammlung von festen Gasparkeln in den "Toträumen". Diese Anlagerungen lösen sich in unregelmäßigen Abständen, so dass es zu einem inhomogenen und pulsierendem Strahlbild der Düse kommt, welches man in der Praxis auch als "Husten" bezeichnet. Die vergleichsweise großen Partikelagglomerationen haben eine höhere kinetische Energie und wirken dementsprechend stärker auf die bestrahlte Oberfläche ein. Für den reproduzierbaren Einsatz der Schneestrahls-technik ist dieser Effekt negativ zu bewerten. Weiterhin kann die Ansammlung gefrorener Gasparkeln zu einer Verstopfung der Strahldüse führen.

[0030] Um die Abrasivität, d. h. insbesondere die Größe der gefrorenen Gasparkeln, sowie deren Menge einstellbar zu gestalten, ist sowohl der Volumenstrom des in den Entspannungsraum einströmenden verflüssigten Gases, als auch der in den äußeren Hohlraum einströ-

mende Trägergasstrom veränderlich einstellbar.

[0031] Da die Abrasivität entscheidend auch von der Partikelgröße abhängt, und diese auch von der Länge, bzw. dem Volumen des Entspannungsraumes- bzw. Agglomerationsraumes abhängt, ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung auch das Volumen des Agglomerationsraums veränderlich einstellbar.

[0032] Vorzugsweise kann das Volumen des Agglomerationsraums dadurch verändert werden, dass die Dosiervorrichtung, welche sich im Übergangsbereich zwischen der Zuführung des verflüssigten Gases und dem Entspannungsraum befindet so in dem Übergangsbereich und parallel zur Strömungsrichtung verschoben werden kann, dass sich die Länge, bzw. das Volumen des Agglomerationsraums verändert.

[0033] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann auch der Agglomerationsraum in Längsachse verschiebbar ausgebildet sein, sodass auch hierbei die relative Position der Dosiervorrichtung im Übergangsbereich verschiebbar und damit das Volumen des Agglomerationsraums veränderlich ist.

[0034] Das Volumen des Entspannungsraumes kann gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung auch durch einen unterschiedlich einstellbaren Innendurchmessers des Entspannungsraumes variierbar ausgebildet sein.

[0035] Aufgrund der veränderlich einstellbaren Volumenströme von Flüssiggaszufuhr und Trägergaszufuhr und darüber hinaus auch durch die veränderbare Länge des Agglomerationsraumes können die Strömungsbedingungen, sowie die Größe der gefrorenen Gaspartikel auch im Bereich des Einlasses der Beschleunigungsdüse sehr unterschiedlich sein. Bei ungünstigen Strömungsverhältnissen kann es dazu kommen, dass die gefrorenen Gaspartikel bei der Vermischung mit dem Trägergas und bevor sie die gewünschte Wirkung auf dem Werkstück entfalten können sublimieren. Um dies zu verhindern besteht ein wesentlicher Aspekt der Erfindung darin, dass der Mündungsquerschnitt des Trägergaseinlasses, welcher zwischen der Außenkontur des Entspannungsraumes und der Innenkontur des Einlasses der Beschleunigungsdüse gebildet, wird variabel einstellbar ausgebildet ist.

[0036] Vorzugsweise ist die Vorrichtung zum Druckstrahlen mittels eines Gemischstrahls aus gefrorenen Gaspartikeln und einem Trägergas so ausgebildet, dass der Mündungsquerschnitt dadurch variiert werden kann, dass der Entspannungsraum relativ zu der Beschleunigungsdüse in axialer Richtung, bezogen auf die Längsachse der Beschleunigungsdüse verschoben werden kann. Gemäß anderen Ausführungsvarianten der Erfindung ist der besagte Mündungsquerschnitt dadurch variabel einstellbar gestaltet, dass der Entspannungsraum in orthogonaler Richtung relativ zur Längsachse der Beschleunigungsdüse verschoben werden kann. Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann der Mündungsquerschnitt an der besagten Stelle dadurch variiert werden, dass die Innenkontur des Einlasses der

Beschleunigungsdüse und/ oder die Außenkontur des Auslasses des Entspannungsraumes zumindest auf einem Teilabschnitt ihres Umfangs variabel ausgebildet sind.

5 **[0037]** Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung sind nachfolgend anhand der beiliegenden Zeichnung beschrieben.

[0038] Deren einzige Figur 1 zeigt eine bevorzugte Ausführungsvariante der Erfindung in einer Querschnittsdarstellung.

10 **[0039]** Die dargestellte Vorrichtung zum Druckstrahlen besitzt ein Düsengehäuse 4, welches einen äußeren Hohlraum 6 und einen inneren Hohlraum 2 einschließt.

[0040] Der innere Hohlraum 2 ist mit einer Zuführung 7 für die Einleitung von verflüssigtem Gas in den inneren Hohlraum 2 verbunden. Der äußere Hohlraum 6 steht seinerseits in Verbindung mit einer Zuführung 3 für die Einleitung von unter Druck stehendem Trägergas in den äußeren Hohlraum 6.

20 **[0041]** Der innere Hohlraum 2 ist an seinem einen Längsende durch einen Einlass 8 begrenzt, welcher gemäß der dargestellten Ausführungsvariante durch den Innendurchmesser einer Dosiervorrichtung 1 gegeben ist. Die Dosiervorrichtung 1 ist in einem Übergangsbereich zwischen Zuführung 7 und innerem Hohlraum 2 angeordnet. Die Dosiervorrichtung 1 ist in der dargestellten bevorzugten Ausführungsvariante als Nadeldüse ausgebildet und besitzt vorzugsweise einen Durchmesser zwischen 0,1 und 2 mm. An die Dosiervorrichtung 1 als Einlass 8 des inneren Hohlraums 2 schließt sich der innere Hohlraum 2 selbst mit einem wesentlich größerer Durchmesser von 3 mm bis 50 mm an. Infolge des Durchmessersprungs direkt hinter dem Einlass 8 auf den Durchmesser des inneren Hohlraums 2 verdampft das verflüssigte Gas beim Eintritt in den inneren Hohlraum 2 unter der Erzeugung von Kälte schlagartig, und ein Teil des verflüssigten Gases gefriert zu kleinen Partikeln. Aus diesem Grund wird der innere Hohlraum 2 auch Entspannungsraum genannt.

30 **[0042]** Der innere Hohlraum 2 ist an seinem anderen Längsende durch eine Mündungsöffnung 9 begrenzt, welche stromabwärts gelegen ist. Vom Einlass 8 des inneren Hohlraums 2 bis zu der Mündungsöffnung 9 weitet sich der Durchmesser des Entspannungsraumes 2 in Strömungsrichtung stetig und beträgt an der Mündungsöffnung 9 bevorzugt zwischen 5 und 70 mm. Während des Durchströmens des inneren Hohlraums 2 agglomerieren einzelne Partikel mit anderen Partikeln. Deshalb wird der innere Hohlraum 2, der den Entspannungsraum darstellt, auch als Agglomerationsraum bezeichnet.

35 **[0043]** Unmittelbar an die Mündungsöffnung 9 des Entspannungsraumes 2 und an den äußeren Hohlraum 6 schließt sich eine Beschleunigungsdüse 5 an, die sich in Strömungsrichtung zunächst verjüngt und in die die Mündungsöffnung 9 des Entspannungsraumes 2 hineinragt. Die Beschleunigungsdüse 5 hat an ihrer engsten Stelle einen Durchmesser von bevorzugt zwischen 2 und 40 mm. Weil der Außenkontur des Entspannungsraumes

2 im Bereich seiner Mündungsöffnung 9 einen kleineren Durchmesser aufweist, als der Durchmesser der Innenkontur im Übergangsbereich zwischen Innenkontur des äußeren Hohlraums 6 und Einlass der Beschleunigungsdüse 5, ergibt sich ein ringförmiger Trägergaseinlass 10 in die Beschleunigungsdüse 5, der gleichzeitig Auslass des äußeren Hohlraums 6 ist.

[0044] Der innere Hohlraum 2 ist in axialer Richtung bezogen auf die Längsachse der Beschleunigungsdüse 5 verschiebbar ausgebildet und mündet in die sich dort verjüngende Beschleunigungsdüse 5. Dadurch lässt sich der Querschnitt des Trägergaseinlasses 10 in die Beschleunigungsdüse 5 durch Längsverschieben des inneren Hohlraums 2 variieren. Der Trägergaseinlass (10) weist vorzugsweise quer zur Längsachse der Vorrichtung je nach Position der Mündungsöffnung (9) innerhalb der Vorrichtung zwischen dem äußeren Rand der Mündungsöffnung (9) des inneren Hohlraums (2) und der inneren Wandung des äußeren Hohlraums (6) oder der Beschleunigungsdüse (5) einen veränderlich einstellbaren Abstand von zwischen 0 und 2 mm auf.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Druckstrahlen mittels eines Gemischstrahles aus Partikeln eines gefrorenen Gases und einem Trägergas, mit

- einem Düsengehäuse, das einen äußeren Hohlraum (6) und einen inneren Hohlraum (2) einschließt,
- von denen der innere Hohlraum (2) einen Entspannungsraum darstellt, der an seinem stromaufwärts gelegenen Längsende über einen Einlass (8) zum Einleiten eines verflüssigten Gases in den Entspannungsraum (2) sowie eine Mündungsöffnung (9) an seinem stromabwärts gelegenen Längsende verfügt, wobei die Mündungsöffnung (9) einen wesentlich größeren Querschnitt aufweist als der Einlass (8) und
- von denen der äußere Hohlraum (6) den inneren Hohlraum (2) wenigstens im Bereich der Mündungsöffnung (9) wenigstens teilweise umgibt,
- wenigstens einer Flüssiggaszuführung, die mit dem Einlass (8) des Entspannungsraums (2) verbunden ist,
- einer Trägergaszuführung (3), die mit dem äußeren Hohlraum (6) verbunden ist, und
- einer sich stromabwärts an die Mündungsöffnung (9) des Entspannungsraums (2) und an den äußeren Hohlraum (6) anschließenden, sich in Strömungsrichtung zunächst verjüngenden Beschleunigungsdüse (5), die einen seitlich der Mündungsöffnung (9) befindlichen Trägergaseinlass (10) als Auslass des äußeren Hohlraums (6) aufweist, dessen Querschnitt einstell-

bar veränderlich ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Innendurchmesser des Entspannungsraums (2) in Strömungsrichtung von seinem stromaufwärts gelegenen Längsende, bis zu seinem stromabwärts gelegenen Längsende stetig vergrößert.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Durchmesser des Trägergaseinlasses (10) durch ein relatives Verschieben des inneren Hohlraums (2) in Bezug auf die Beschleunigungsdüse (5) variieren lässt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verschiebung des Entspannungsraums (2) in axialer Richtung in Bezug auf die Längsachse der Beschleunigungsdüse (5) erfolgt.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der äußere Hohlraum (6) und der innere Hohlraum (2) im Wesentlichen runde Querschnitte besitzen.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einlass (8) in den Entspannungsraum (2) von dem Innendurchmesser einer Dosiervorrichtung (1) in Form einer Entspannungsdüse gebildet ist, welche einen wesentlich kleineren Durchmesser aufweist, als der Innendurchmesser des Entspannungsraums (2).
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Trägergaseinlass (10) quer zur Längsachse der Vorrichtung zwischen dem äußeren Rand der Mündungsöffnung (9) des inneren Hohlraums (2) und der inneren Wandung des äußeren Hohlraums (6) oder der Beschleunigungsdüse (5) einen veränderlich einstellbaren Abstand von zwischen 0 und 2 mm aufweist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Entspannungsraum (2) einen Innendurchmesser der Mündungsöffnung (9) zwischen 5 und 70 mm besitzt.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 **dadurch gekennzeichnet, dass** sich sowohl der Volumenstrom des verflüssigten Gases, als auch der des Trägergases variieren lässt.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung über ein veränderlich einstellbares Volumen des Entspannungsraums (2) verfügt
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Volumen des Agglomerationsraums (2) dadurch veränderlich ein-

stellbar ausgebildet ist, dass die Dosiervorrichtung (1), welche sich im Übergangsbereich zwischen der Zuführung des verflüssigten Gases (7) und dem Entspannungsraum (2) befindet, so in dem Übergangsbereich und parallel zur Strömungsrichtung verschoben werden kann, dass sich die Länge, bzw. das Volumen des Agglomerationsraums (2) verändert.

11. Verfahren zum Reinigen oder Vorbehandeln von Oberflächen mittels eines Gemischstrahls aus gefrorenen Gasparkeln, insbesondere CO₂ Partikeln, und einem Trägergas, wobei der Gemischstrahl mit Hilfe einer Vorrichtung gemäß Anspruch 1 erzeugt wird.

Claims

1. Device for pressure blasting by means of a mixture jet of particles of a frozen gas and a carrier gas, comprising:

- a nozzle housing, which encloses an outer cavity (6) and an inner cavity (2),
- the inner cavity (2) of which forms a relaxation chamber, which comprises an inlet (8) at its upstream longitudinal end for introducing a liquefied gas into the relaxation chamber (2) and an outlet opening (9) at its downstream longitudinal end, wherein the outlet opening (9) has a much larger cross section than the inlet (8), and
- the outer cavity (6) of which surrounds the inner cavity (2) at least partly in the region of the outlet opening (9),
- at least one liquid gas supply which is connected to the inlet (8) of the relaxation chamber (2),
- a carrier gas supply (3) which is connected to the outer cavity (6) and
- an acceleration nozzle (5) which firstly tapers in flow direction and is connected downstream to the outlet opening (9) of the relaxation chamber (2) and the outer cavity (6), which acceleration nozzle has a carrier gas inlet (10) located at the side of the outlet opening (9) as the outlet of the outer cavity (6), the cross section of which can be adjusted variably, **characterised in that** the inner diameter of the relaxation chamber (2) increases continually in flow direction from its upstream longitudinal end to its downstream longitudinal end.

2. Device according to claim 1, **characterised in that** the diameter of the carrier gas inlet (10) can be varied by a relative displacement of the inner cavity (2) in relation to the acceleration nozzle (5).
3. Device according to claim 2, **characterised in that** the displacement of the relaxation chamber (2) is

performed in axial direction in relation to the longitudinal axis of the acceleration nozzle (5).

4. Device according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the outer cavity (6) and the inner cavity (2) have essentially circular cross sections.
5. Device according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the inlet (8) into the relaxation chamber (2) is formed by the inner diameter of a metering device (1) in the form of a relaxation nozzle, which has a substantially smaller diameter than the inner diameter of the relaxation chamber (2).
6. Device according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the carrier gas inlet (10) perpendicular to the longitudinal axis of the device has a variable adjustable distance of between 0 mm and 2 mm between the outer edge of the outlet opening (9) of the inner cavity (2) and the inner wall of the outer cavity (6) or of the acceleration nozzle (5).
7. Device according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the relaxation chamber (2) has an inner diameter of the outlet opening (9) of between 5 mm and 70 mm.
8. Device according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** both the volume flow of the liquefied gas and also of the carrier gas can be varied.
9. Device according to any one of claims 1 to 8, **characterised in that** the device has a variable adjustable volume of the relaxation chamber (2).
10. Device according to any one of claims 1 to 9, **characterised in that** the volume of the agglomeration chamber (2) is designed to be variable **in that** the metering device (1), which is located in the transitional area between the supply of the liquefied gas (7) and the relaxation chamber (2), can be displaced in the transitional area and parallel to the flow direction so that the length and/or the volume of the agglomeration chamber (2) changes.
11. Method for cleaning or pretreating surfaces by means of a mixture jet of frozen gas particles, in particular CO₂ particles, and a carrier gas, wherein the mixture jet is produced by means of a device according to claim 1.

Revendications

1. Dispositif pour jets sous pression au moyen d'un jet mixte de particules d'un gaz congelé et d'un gaz porteur, comprenant :

- un boîtier de buse, qui inclut une cavité (6) extérieure et une cavité (2) intérieure,
 - parmi lesquelles, la cavité (2) intérieure présente un espace de détente, qui procure, au niveau de son extrémité longitudinale placée en amont, une entrée (8) pour l'introduction d'un gaz liquéfié dans l'espace de détente (2) ainsi qu'une ouverture d'embouchure (9) au niveau de son extrémité longitudinale placée en aval, l'ouverture d'embouchure (9) présentant une section transversale essentiellement supérieure à celle de l'entrée, et
 - parmi lesquelles, la cavité (6) extérieure entoure au moins partiellement la cavité (2) intérieure au moins dans le secteur de l'ouverture d'embouchure (9),
 - au moins une arrivée de gaz liquide qui est reliée à l'entrée (8) de l'espace de détente (2),
 - une arrivée de gaz porteur (3) qui est reliée à la cavité (6) extérieure, et
 - une buse d'accélération (5) se raccordant en aval à l'ouverture d'embouchure (9) de l'espace de détente (2) et à la cavité (6) extérieure, et se rétrécissant d'abord dans le sens d'écoulement, qui présente une entrée de gaz porteur (10) se trouvant sur le côté de l'ouverture d'embouchure (9) en tant que sortie de la cavité (6) extérieure, dont la section transversale peut être modifiée par ajustement ; **caractérisée en ce que** le diamètre intérieur de l'espace de détente (2) augmente constamment dans le sens d'écoulement depuis son extrémité longitudinale située en amont jusqu'à son extrémité longitudinale située en aval.
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le diamètre de l'arrivée de gaz porteur (10) peut être modifié par un déplacement relatif de la cavité (2) intérieure par rapport à la buse d'accélération (5).
3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le déplacement de l'espace de détente (2) s'effectue dans le sens axial par rapport à l'axe longitudinal de la buse d'accélération (5).
4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la cavité (6) extérieure et la cavité (2) intérieure présentent des sections transversales essentiellement rondes.
5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'entrée (8) dans l'espace de détente (2) est formée par le diamètre intérieur d'un dispositif de dosage (1) sous la forme d'une buse de détente, qui présente un diamètre sensiblement inférieur au diamètre intérieur de l'espace de détente (2).
6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'entrée de gaz porteur (10) présente une distance ajustable de façon variable entre 0 et 2 mm transversalement à l'axe longitudinal du dispositif entre le bord extérieur de l'ouverture d'embouchure (9) de la cavité (2) intérieure et la paroi intérieure de la cavité (6) extérieure ou la buse d'accélération (5).
7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'espace de détente (2) a un diamètre intérieur de l'ouverture d'embouchure (9) compris entre 5 et 70 mm.
8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'**aussi bien le flux volumique du gaz liquéfié que celui du gaz porteur peuvent être modifiés.
9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, le dispositif étant **caractérisé en ce qu'**il dispose d'un volume ajustable de façon variable de l'espace de détente (2).
10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** le volume de l'espace d'agglomération (2) est conçu ajustable de façon variable du fait que le dispositif de dosage (1), qui se trouve dans la zone de transition entre l'arrivée du gaz liquéfié (7) et l'espace de détente (2), peut être déplacé dans la zone de transition et parallèlement au sens d'écoulement, de telle sorte que la longueur, respectivement le volume, de l'espace d'agglomération (2) varie.
11. Procédé pour le nettoyage ou le prétraitement de surfaces au moyen d'un jet mixte de particules d'un gaz congelé, en particulier des particules de CO₂, et d'un gaz porteur, le jet mixte étant généré à l'aide d'un dispositif selon la revendication 1.

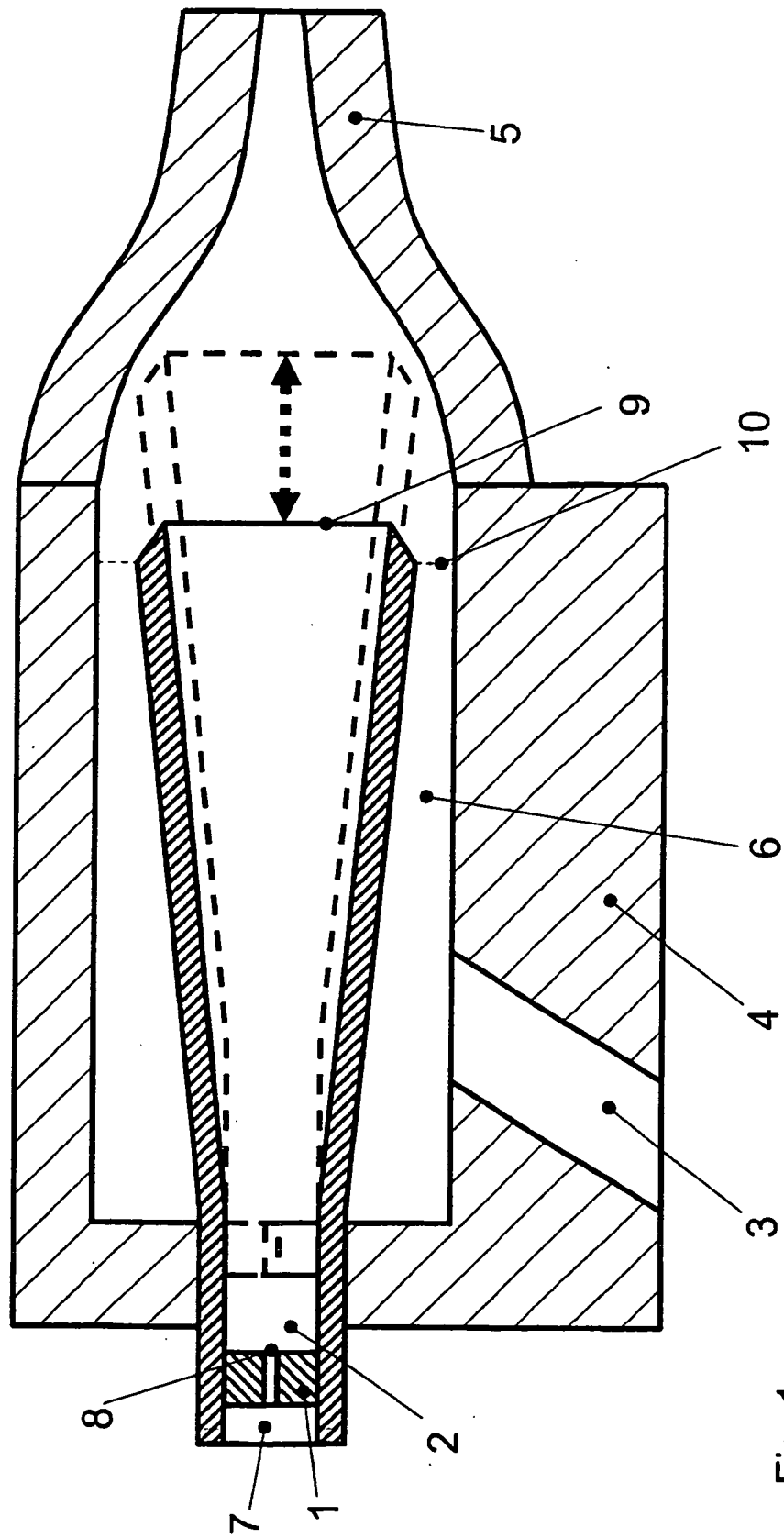


Fig. 1

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 19926119 C2 [0011]
- DE 10243693 B3 [0012]
- DE 20214063 U1 [0014]
- US 5725154 A [0015]