

(19)



(11)

EP 3 378 574 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
02.10.2019 Patentblatt 2019/40

(51) Int Cl.:
B07C 5/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18154848.8**

(22) Anmeldetag: **02.02.2018**

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR VEREINZELUNG UND HANDHABUNG VON PARTIKELN
AUS EINEM PARTIKELVORRAT**

METHOD AND DEVICE FOR SEPARATING AND HANDLING OF PARTICLES FROM A PARTICLE
SUPPLY

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE SÉPARATION ET DE MANIPULATION DE PARTICULES D'UNE
RÉSERVE DE PARTICULES

(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**

(30) Priorität: **24.03.2017 DE 102017106417**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.09.2018 Patentblatt 2018/39

(73) Patentinhaber: **GeSIM Gesellschaft für
Silizium-Mikrosysteme mbH
01454 Grosserkmannsdorf (DE)**

(72) Erfinder:
• **BOHATZSCH, Toni
01689 Weinböhla (DE)**

- **HOWITZ, Steffen
01159 Dresden (DE)**
- **SEIFERT, Daniel
01900 Großröhrsdorf (DE)**
- **WEGENER, Thomas
01454 Radeberg (DE)**

(74) Vertreter: **Lippert Stachow Patentanwälte
Rechtsanwälte
Partnerschaft mbB
Krenkelstraße 3
01309 Dresden (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2012/145850

EP 3 378 574 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 zur Vereinzelung und Handhabung von Partikeln aus einem Partikelvorrat, bestehend aus einem Probenstisch mit dem Partikelvorrat und einer in x-y-z-Richtung verfahrbaren Pipette, wobei die Partikel eine Masse bis herab in den μg -Bereich und Korngrößen von unterhalb von 150 μm aufweisen.

[0002] Benötigt wird die Vereinzelung und Handhabung solcher Partikel beispielsweise bei der Hydratisierung von pulverisierten Substanzen, wobei Mengen unterschiedlicher Partikel im pg-Bereich zu mischen sind.

[0003] Aus der DE 101 57 032 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Sortieren von Partikeln aus einem Partikelgemisch bekannt geworden, bei dem das Partikelgemisch mit auszusortierenden Partikeln relativ zu einer Auffangeinrichtung bewegt wird. Zum Aussortieren spezifischer Partikel werden diese mit einer gepulsten elektromagnetischen Strahlung bestrahlt, wodurch Partikel, welche in einem festgelegten Wellenlängenbereich elektromagnetische Strahlung reflektieren und/oder absorbieren, eine Beschleunigung erhalten, so dass diese in die Auffangeinrichtung bewegt werden.

[0004] Weiterhin wird in der US 5 101 978 eine Vorrichtung zum Aussortieren von zwei oder mehr Materialien aus einer Suspension beschrieben. Auch hier wird ein Strom aufeinanderfolgender Partikel, wie rote und weiße Blutkörperchen, in einem Strömungskanal erzeugt und jeweils gleiche Partikel mit Hilfe einer Steuereinrichtung in einen von zwei Ausgabepor-
ten abgeleitet.

[0005] Diese Vorrichtungen sind aufwändig zu realisieren und für die Vereinzelung besonders kleiner und pulverisierter Partikel nicht geeignet.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die eingangs genannten Partikel aus einem Partikelvorrat zu entnehmen, zu transportieren und gezielt und mit hoher Genauigkeit auf einem Ablageort abzulegen.

[0007] Gelöst wird die Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale der unabhängigen Ansprüche.

[0008] Besondere Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den zugehörigen Unteransprüchen hervor.

[0009] Die erfindungsgemäße Vorrichtung besteht aus einem Probenstisch mit einem Partikelvorrat aus Partikeln, der mit einem Schwingungserzeuger zur Zufuhr mechanischer Schwingungsenergie zur Ausbildung eines Gas-Feststoff-Partikelgemisches über dem Probenstisch verbunden ist, wobei über dem Gas-Feststoff-Partikelgemisch eine in x-y-z-Richtung bewegbare Pipette mit einer Lochblende zur Aufnahme von Partikeln aus dem Gas-Feststoff-Partikelgemisch angeordnet ist, die mit einer Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks verbunden ist und wobei sich zwischen der Pipette und der Lochblende ein Impulserzeuger zur Erzeugung von elektro-akustischen Impulsen befindet.

[0010] Der Probenstisch ist bevorzugt mit Motoren zur Erzeugung von Schwingungsenergie verbunden. Alternativ können stattdessen auch piezoelektrische Aktoren

zur Erzeugung von Schwingungsenergie eingesetzt werden.

[0011] Um einen definierten Ort für die Erzeugung des Gas-Feststoff-Partikelgemisches zu schaffen, ist der Probenstisch seitlich durch einen Rand umgrenzt.

[0012] In einer weiteren Ausgestaltung besteht die Lochblende aus mikrotechnisch strukturiertem Silizium oder Glas und ist mit einer Pore oder einem Porenarray versehen.

[0013] Um ein leichtes Ablösen erfasster Partikel von der Lochblende zur gewährleisten, ist diese mit einer Antihafschicht beschichtet, die bevorzugt aus einer Kohlenstoff-Fluor-Verbindung besteht.

[0014] In Fortführung der Erfindung ist die Pipette zur Aufnahme von Partikeln aus dem Gas-Feststoff-Partikelgemisch und zum Transport und zur Ablage von Partikeln oder eines Partikelarrays in einer Zielposition, an einer Aufnahme einer x-y-z-Positioniervorrichtung befestigt.

[0015] Weiterhin befinden sich über dem Probenstisch mit dem Partikelvorrat und dem darüber erzeugten Gas-Feststoff-Partikelgemisch eine Lichtschranke zum Nivellieren desselben sowie eine aktive optische Bilderkennungs-
vorrichtung.

[0016] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Vereinzelung und Handhabung von Partikeln aus einem Gas-Feststoff-Partikelgemisch ist gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Ausbilden einer Schicht eines Gas-Feststoff-Partikelgemisches über einem Partikelvorrat mit den zu vereinzelnden Partikeln durch Anregen desselben mittels Schwingungen, so dass sich im Gas-Feststoff-Partikelgemisch Partikel in chaotischer Bewegung und hoher kinetischer Energie ohne Bindung zu benachbarten Partikeln aufhalten,
- schrittweises Absenken einer mit einer Lochblende am Ausgang versehenen Pipette in Richtung zur Oberfläche des Gas-Feststoff-Partikelgemisches und Erzeugen eines Unterdruckes oder einer Folge von Unterdruckimpulsen am Ausgang der Pipette, bis mindestens ein Partikel an der Lochblende haftet,
- Transportieren des infolge des Unterdrucks an der Pipette haftenden mindestens einen Partikels über einen vorgesehenen Ablageort, und
- Ablösen des mindestens einen Partikels von der Lochblende der Pipette durch Erzeugen eines mechanischen Energieimpulses sowie schwerkraftbedingte Ablage des Partikels am Ablageort.

[0017] In einer Fortbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Pipette vertikal in Richtung zum Gas-Feststoff-Partikelgemisch bewegt und unter aktiver optischer Bilderkennung schrittweise in das Gas-Feststoff-Partikel-Gemisch hinein bewegt wird, bis an der Pipette das mindestens eine Partikel detektiert wird, woraufhin

die Bewegung gestoppt wird.

[0018] Die Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: eine schematische Übersichtsdarstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Vereinzelung und Handhabung von Partikeln aus einem Partikelvorrat; und

Fig. 2: eine vergrößerte Unteransicht einer Lochblende zur Entnahme von Partikeln aus einem Gas-Feststoff-Partikelgemisch.

[0019] Die Vorrichtung zur Aufnahme von Partikeln 1 aus einem Partikelvorrat 2 nach Fig. 1 besteht aus einer Lochblende 3 mit mindestens einem Loch am Ausgang einer Pipette 4, die an einer Aufnahme 5 einer nicht dargestellten x-y-z - Positioniervorrichtung befestigt ist. Damit kann die Lochblende 3 mit der Pipette 4 relativ zum Partikelvorrat 2 frei bewegt werden. Der Partikelvorrat 2 befindet sich auf einem Probenstisch 6, der seitlich durch einen Rand 7 begrenzt ist. Der Probenstisch 6 ist mit einem Schwingungserzeuger 8 gekoppelt, um den Probenstisch 6 in Schwingungen versetzen zu können, um über dem Partikelvorrat 2 ein Gas-Feststoff-Partikelgemisch 10, bestehend aus einer Vielzahl von Partikeln 1, zu erzeugen. Zusätzlich kann der Probenstisch 6 über eine Heizung verfügen, um einen ausreichend trockenen Partikelvorrat 2 bereitstellen zu können und um die Adhäsion/Kohäsion der Partikel 1 im Gas-Feststoff-Partikelgemisch 10 zu minimieren.

[0020] Die Lochblende 3 ist mit einem Vakuumanschluss 9 verbunden, um durch Unterdruck, Vakuum, oder Vakuumimpulse eine geeignete Haltekraft erzeugen zu können, so dass Partikel 1 aus einem Gas-Feststoff-Partikelgemisch 10 über dem Partikelvorrat 2 an der Lochblende 3 angesaugt werden können.

[0021] Zur Erzeugung des Gas-Feststoff-Partikelgemisches 10 wird dem Probenstisch 6 über den Schwingungserzeuger 8 Energie, wie Schwingungsenergie, zugeführt, so dass sich die Partikel 1 im Partikelvorrat zu bewegen beginnen und verlassen diesen bei ausreichender Energieversorgung nach oben. Dadurch bildet sich über dem Partikelvorrat 2 ein chaotisches Gas-Feststoff-Partikelgemisch 10 aus, in dem sich die Partikel chaotisch mit hoher kinetischer Energie ohne Bindung zu benachbarten Partikeln bewegen.

[0022] Voraussetzung hierfür ist, dass die erzeugten Schwingungen, beispielsweise Ultraschallschwingungen, hauptsächlich entgegen der Schwerkraft gerichtet sind. Die dem Partikelvorrat 2 auf dem Probenstisch 6 zugeführte Energie kann auch durch Motoren oder durch piezoelektrische Aktoren erzeugt werden.

[0023] In dem Gas-Feststoff-Partikelgemisch 10 halten sich Partikel 1 in chaotischer Bewegung und hoher kinetischer Energie auf, so dass die Partikel 1 keine Bindungen zu benachbarten Partikeln 1 aufbauen können.

Erst dadurch besteht die Möglichkeit, Partikel 1 mit der Lochblende 3 mit kleinstmöglichem Energieaufwand aufnehmen zu können. Die Formulierung "kleinstmöglicher Energieaufwand" bedeutet, dass die Haltekraft gleich, oder nahezu gleich der Gewichtskraft des Partikels 1 ist.

[0024] Die Aufnahme von Partikeln 1 erfolgt durch Fokussieren eines Energieimpulses an der Lochblende 3, in Form eines Unterdruckimpulses, oder einer Folge von Unterdruckimpulsen, bis mindestens ein Partikel 1 an der Lochblende 3 haftet. Partikel 1 mit einem Durchmesser, die kleiner sind als der Durchmesser der Öffnung in der Lochblende 3, werden durch die Lochblende 3 abgesaugt und in einen nicht dargestellten Partikelabscheider ausgesondert.

[0025] Um ein schnelleres Aufnehmen von Partikeln 1 zu erreichen, befindet sich in einem vorgegebenen Abstand über dem Probenstisch 6 mit dem Partikelvorrat 2 eine Lichtschranke 12, die gemeinsam mit dem Schwingungserzeuger 8 zum Nivellieren des über dem Probenstisch 6 erzeugten Gas-Feststoff-Partikelgemisches 10 eingesetzt wird. Das kann grundsätzlich durch einen einfachen Regelkreis erfolgen, der einerseits zunächst die Schwingungsenergie des Schwingungserzeugers 8 soweit erhöht, bis die Lichtschranke 12 das Vorhandensein von Partikeln 1 über dem Partikelvorrat 2 detektiert, woraufhin mittels des Regelkreises der weitere Anstieg der Schwingungsenergie gestoppt wird. Für den Fall, dass die Lichtschranke 12 eine Partikelzunahme über einen vorgegebenen Wert registriert, d.h. eine stärkere Dämpfung des ausgestrahlten Lichtes, dann wird der Regelkreis die Schwingungsenergie des Schwingungserzeugers 8 reduzieren, bis der gewünschte Sollwert der Dämpfung wieder erreicht ist.

[0026] Die Aufnahme von Partikeln 1 mit der Pipette 4 kann nun wie vorstehend beschrieben, erfolgen, indem die Pipette 4 soweit in Richtung zum Gas-Feststoff-Partikelgemisch 10 abgesenkt wird, bis die Aufnahme eines Partikels 1 beispielsweise mit Hilfe einer aktiven optischen Bilderkennungs Vorrichtung (nicht dargestellt) detektiert wird.

[0027] Der mindestens eine Partikel 1 kann dann mit Hilfe der x-y-z - Positioniervorrichtung zu einem vorgesehenen Ablageort transportiert und dort kontrolliert abgelegt werden.

[0028] Das Ablegen von Partikeln 1 erfolgt wiederum energieminimiert durch Aufprägen eines Energieimpulses, beispielsweise eines elektro-akustischen Impulses. Zu diesem Zweck befindet sich an der Lochblende 3 bzw. am Schaft der Pipette 4 ein Impulserzeuger 11, der ein Piezoaktor bzw. ein piezokeramischer Kristall sein kann.

[0029] Grundsätzlich kann das Ablösen der Partikel 1 von der Lochblende 3 auch durch einen (Luft-)Druckimpuls bewirkt werden, was jedoch insofern kritisch ist, da der Partikel 1 bei einem zu starken Druckimpuls zu stark beschleunigt werden könnte. Außerdem wären störende Luftwirbel am Ablageort die Folge. Eine gezielte Ablage von Partikeln wäre dann nicht möglich.

[0030] Die Lochblende 3 kann aus mikrotechnisch

strukturiertem Silizium oder Glas bestehen und kann eine Pore oder ein Porenarray, wie in Fig. 2 dargestellt, aufweisen, so dass die Aufnahme einer definierten Anzahl von Partikeln aus dem Gas-Feststoff-Partikelgemisch 10 sichergestellt ist. Der Durchmesser der Pore bzw. der Poren des Porenarrays richtet sich nach der Größe der zu vereinzelnden Partikel 1, deren Durchmesser etwas größer sein muss, als der Durchmesser der Pore.

[0031] Um eine geringstmögliche Haltekraft für die Partikel 1 zu erreichen, kann die Lochblende 3 mit einer Antihafschicht, beispielsweise einer Kohlenstoff-Fluor-Verbindung, beschichtet werden.

[0032] Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst das Bereitstellen eines auf einem Probenstisch 6 befindlichen Partikelvorrates 2 mit den zu vereinzelnden Partikeln 1 in einer Gasatmosphäre, wie Luft, Inertgas oder einem anderen Trägergas. Anschließend wird eine Schicht eines Gas-Feststoff-Partikelgemisches 10 über dem Partikelvorrat 2 mit den zu vereinzelnden Partikeln 1 durch Anregen des Partikelvorrates 2 mittels Energiezufuhr, wie mechanische Schwingungen, z.B. Ultraschallschwingungen durch einen Schwingungserzeuger 8, erzeugt, so dass sich in dem über dem Partikelvorrat 2 ausbildenden Gas-Feststoff-Partikelgemisch 10 Partikel 1 in chaotischer Bewegung und mit hoher kinetischer Energie ohne Bindung zu benachbarten Partikeln aufhalten.

[0033] Von Vorteil ist hierbei die vorstehend beschriebene Nivellierung des Gas-Feststoff-Partikelgemisches 10 mit Hilfe einer Lichtschranke einzusetzen, um ein in etwa gleich bleibendes Niveau der Obergrenze der aufgewirbelten Partikel 1 sicherzustellen.

[0034] Anschließend wird die mit einer Lochblende 3 am Ausgang versehene Pipette 4 in Richtung zur Oberfläche des Gas-Feststoff-Partikelgemisches 10 bewegt und eine Folge von Unterdruckimpulsen, oder Unterdruck am Ausgang der Pipette 4 erzeugt, bis mindestens ein Partikel 1 an der Lochblende 3 haftet. Die Feststellung von an der Pipette 4 anhaftenden Partikeln 1 kann durch optische Detektion erfolgen.

[0035] Das nun infolge des Unterdrucks an der Lochblende 3 haftende mindestens eine Partikel 1 wird nun über einen vorgesehenen Ablageort transportiert und durch Erzeugen eines kurzfristigen Energieimpulses mittels des Energieerzeugers 6 von der Lochblende 3 der Pipette 4 abgelöst und nach folgend schwerkraftunterstützt am vorgesehenen Ablageort abgelegt.

Bezugszeichenliste

[0036]

- 1 Partikel
- 2 Partikelvorrat
- 3 Lochblende
- 4 Pipette
- 5 Aufnahme für x-y-z-Positioniervorrichtung
- 6 Probenstisch
- 7 Rand

- 8 Schwingungserzeuger
- 9 Vakuumananschluss
- 10 Gas-Feststoff-Partikelgemisch
- 11 Impulserzeuger
- 5 12 Lichtschranke

Patentansprüche

- 10 1. Vorrichtung zur Vereinzelung und Handhabung von Partikeln aus einem Partikelvorrat, bestehend aus einem Probenstisch mit dem Partikelvorrat und einer in x-y-z-Richtung verfahrbaren Pipette, wobei die Partikel eine Masse bis herab in den pg-Bereich und Korngrößen von unterhalb von 150 µm aufweisen,
- 15 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Probenstisch (6) mit einem Schwingungserzeuger (8) zur Zufuhr mechanischer Schwingungsenergie zur Ausbildung eines Gas-Feststoff-Partikelgemisches (10) über dem Probenstisch verbunden ist, dass über dem Gas-Feststoff-Partikelgemisch (10) eine Pipette (4) mit einer Lochblende (3) zur Aufnahme von Partikeln (1) aus dem Gas-Feststoff-Partikelgemisch (10) angeordnet ist, die mit einer Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks verbunden ist und dass sich zwischen der Pipette (4) und der Lochblende (3) ein Impulserzeuger (11) zur Erzeugung von elektroakustischen Impulsen befindet.
- 20 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Probenstisch (6) mit Motoren zur Erzeugung von Schwingungsenergie verbunden ist.
- 25 3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Probenstisch (6) zur Erzeugung von Schwingungsenergie mit piezoelektrischen Aktoren verbunden ist.
- 30 4. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Probenstisch (6) seitlich durch einen Rand (7) umgrenzt ist.
- 35 5. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lochblende (3) aus mikrotechnisch strukturiertem Silizium oder Glas besteht.
- 40 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lochblende (3) eine Pore oder ein Porenarray aufweist.
- 45 7. Vorrichtung nach Anspruch 5 und 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lochblende (3) mit einer Antihafschicht beschichtet ist.
- 50 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antihafschicht aus einer Kohlenstoff-Fluor-Verbindung besteht.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pipette (4) an einer Aufnahme (5) eines x-y-z-Roboters zur Aufnahme von Partikeln (1) aus dem Gas-Feststoff-Partikelgemisch (10) und zum Transport und zur Ablage von Partikeln (1) oder eines Partikelarrays in einer Zielposition, befestigt ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** über dem Probenisch (6) mit dem Partikelvorrat (2) eine Lichtschranke (12) zum Nivellieren desselben sowie eine aktive optische Bilderkennungsanordnung angeordnet sind.

11. Verfahren zur Vereinzelung und Handhabung von Partikeln aus einem Gas-Feststoff-Partikelgemisch **gekennzeichnet durch**

- Ausbilden einer Schicht eines Gas-Feststoff-Partikelgemisches (10) über einem Partikelvorrat (2) mit den zu vereinzelnden Partikeln (1) durch Anregen desselben mittels Schwingungen, so dass sich über dem Gas-Feststoff-Partikelgemisch (10) Partikel (1) in chaotischer Bewegung und hoher kinetischer Energie ohne Bindung zu benachbarten Partikeln (1) aufhalten,

- schrittweises Absenken einer mit einer Lochblende (3) am Ausgang versehenen Pipette (4) in Richtung zur Oberfläche des aufgewirbelten Gas-Feststoff-Partikelgemisches (10) und Erzeugen eines Unterdruckes oder einer Folge von Unterdruckimpulsen am Ausgang der Pipette (4), bis mindestens ein Partikel (1) an der Lochblende (3) haftet,

- Transportieren des infolge des Unterdrucks an der Pipette (4) haftenden mindestens einen Partikels (1) über einen vorgesehenen Ablageort, und

- Ablösen des mindestens einen Partikels (1) von der Lochblende (3) der Pipette (4) durch Erzeugen eines Energieimpulses sowie schwerkraftbedingte Ablage des Partikels (10) am Ablageort.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pipette (4) vertikal in Richtung zum aufgewirbelten Gas-Feststoff-Partikelgemisch (10) bewegt und unter aktiver optischer Bilderkennung schrittweise in das aufgewirbelte Gas-Partikelgemisch (10) hineinbewegt wird, bis an der Pipette (4) das mindestens ein Partikel (1) detektiert wird, woraufhin die Bewegung gestoppt wird.

Claims

1. Device for separating and handling particles from a particle supply, consisting of a sample table with the particle supply and a pipette that can be moved in the x-y-z direction, the particles having a mass down into the μg range and grain sizes of below $150\text{ }\mu\text{m}$, **characterized in that** the sample table (6) is connected to a vibration generator (8) for supplying mechanical vibrational energy for the forming of a gas-solid particle mixture (10) over the sample table, **in that** a pipette (4) with a perforated orifice plate (3) for receiving particles (1) from the gas-solid particle mixture (10) is arranged over the gas-solid particle mixture (10) and is connected to a device for generating a negative pressure, and **in that** between the pipette (4) and the perforated orifice plate (3) there is a pulse generator (11) for generating electroacoustic pulses.

2. Device according to Claim 1, **characterized in that** the sample table (6) is connected to motors for generating vibrational energy.

3. Device according to Claim 1, **characterized in that** the sample table (6) is connected to piezoelectric actuators for generating vibrational energy.

4. Device according to Claim 1, **characterized in that** the sample table (6) is laterally surrounded by a border (7).

5. Device according to Claim 1, **characterized in that** the perforated orifice plate (3) consists of microtechnically structured silicon or glass.

6. Device according to Claim 5, **characterized in that** the perforated orifice plate (3) comprises a pore or an array of pores.

7. Device according to Claims 5 and 6, **characterized in that** the perforated orifice plate (3) is coated with a nonstick layer.

8. Device according to Claim 7, **characterized in that** the nonstick layer consists of a carbon-fluorine compound.

9. Device according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the pipette (4) is fastened on a receptor (5) of an x-y-z robot for receiving particles (1) from the gas-solid particle mixture (10) and for transporting and depositing particles (1) or an array of particles in a target position.

10. Device according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** arranged over the sample table (6) with the particle supply (2) are a light barrier (12), for

levelling the same, and also an active optical image recognition device.

11. Method for separating and handling particles from a gas-solid particle mixture, characterized by

- forming a layer of a gas-solid particle mixture (10) over a particle supply (2) with the particles (1) to be separated by exciting the same by means of vibrations, so that particles (1) are kept in chaotic motion and at a high level of kinetic energy, without bonding to neighbouring particles (1), over the gas-solid particle mixture (10),
- gradually lowering a pipette (4), provided with a perforated orifice plate (3) at the outlet, in the direction of the surface of the fluidized gas-solid particle mixture (10) and generating a negative pressure or a sequence of negative pressure pulses at the outlet of the pipette (4), until at least one particle (1) attaches itself to the perforated orifice plate (3),
- transporting the at least one particle (1) attached to the pipette (4) as a result of the negative pressure over an intended depositing location, and
- releasing the at least one particle (1) from the perforated orifice plate (3) of the pipette (4) by generating an energy pulse and depositing the particle (10) by gravitational force at the depositing location.

12. Method according to Claim 11, characterized in that the pipette (4) is moved vertically in the direction of the fluidized gas-solid particle mixture (10) and is gradually moved into the fluidized gas-particle mixture (10), with the optical image recognition active, until the at least one particle (1) is detected at the pipette (4), whereupon the movement is stopped.

Revendications

- 1. Procédé de séparation et de manipulation de particules d'une réserve de particules, se composant d'une platine porte-échantillon avec une réserve de particules et d'une pipette déplaçable dans les directions x-y-z, dans lequel les particules présentent une masse descendant jusque dans le domaine des μg et des tailles de grain inférieures à $150\ \mu\text{m}$, caractérisé en ce que la platine porte-échantillon (6) est reliée à un générateur de vibrations (8) pour le transfert d'énergie de vibration mécanique pour la formation d'un mélange gaz-matière solide-particules (10) au-dessus de la platine porte-échantillon, en ce qu'une pipette (4) avec un écran perforé (3) destiné à recevoir des particules (1) du mélange gaz-matière solide-particules (10) est disposée au-dessus du mélange gaz-matière solide-particules (10),**

laquelle est connectée à un dispositif de production d'une dépression, et en ce qu'il se trouve entre la pipette (4) et l'écran perforé (3) un générateur d'impulsions (11) pour produire des impulsions électroacoustiques.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la platine porte-échantillon (6) est reliée à des moteurs pour la production d'énergie de vibration.
3. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la platine porte-échantillon (6) est reliée à des actionneurs piézoélectriques pour la production d'énergie de vibration.
4. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la platine porte-échantillon (6) est délimitée latéralement au moyen d'un bord (7).
5. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'écran perforé (3) se compose de silicium ou de verre microstructuré.
6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'écran perforé (3) présente un pore ou un réseau de pores.
7. Dispositif selon une revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** l'écran perforé (3) est revêtu d'une couche anti-adhérence.
8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la couche anti-adhérence se compose d'un composé carbofluoré.
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** la pipette (4) est fixée à un logement (5) d'un robot x-y-z pour la réception de particules (1) du mélange gaz-matière solide-particules (10) et pour le transport et pour le dépôt de particules (1) ou d'un réseau de particules dans une position ciblée.
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'une** barrière lumineuse (12) destinée à niveler la réserve de particules (2) ainsi qu'un dispositif optique actif de reconnaissance d'image sont disposés au-dessus de la platine porte-échantillon (6) avec la réserve de particules (2).
11. Procédé de séparation et de manipulation de particules d'un mélange gaz-matière solide-particules, **caractérisé par les étapes suivantes:**
 - former une couche d'un mélange gaz-matière solide-particules (10) au-dessus d'une réserve de particules (2) avec les particules à séparer

(1) par excitation de celle-ci au moyen de vibrations, de telle manière que des particules (1) en mouvement chaotique et avec une haute énergie cinétique séjournent au-dessus du mélange gaz-matière solide-particules (10) sans liaison à des particules voisines (1),
- abaisser pas à pas une pipette (4) munie à la sortie d'un écran perforé (3) en direction de la surface du mélange gaz-matière solide-particules fluidisé (10) et produire une dépression ou une série d'impulsions de dépression à la sortie de la pipette (4), jusqu'à ce qu'au moins une particule (1) adhère à l'écran perforé (3),
- transporter ladite au moins une particule (1) adhérant à la pipette (4) par suite de la dépression au-dessus d'un lieu de dépôt prévu, et
- détacher ladite au moins une particule (1) de l'écran perforé (3) de la pipette (4) par production d'une impulsion d'énergie ainsi que par dépôt gravitaire de la particule (10) au lieu de dépôt.

12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** l'on déplace la pipette (4) verticalement en direction du mélange gaz-matière solide-particules fluidisé (10) et on l'introduit pas à pas dans le mélange gaz-matière solide-particules fluidisé (10) sous reconnaissance d'image optique active jusqu'à ce que ladite au moins une particule (1) soit détectée sur la pipette (4), et on arrête alors le mouvement.

35

40

45

50

55

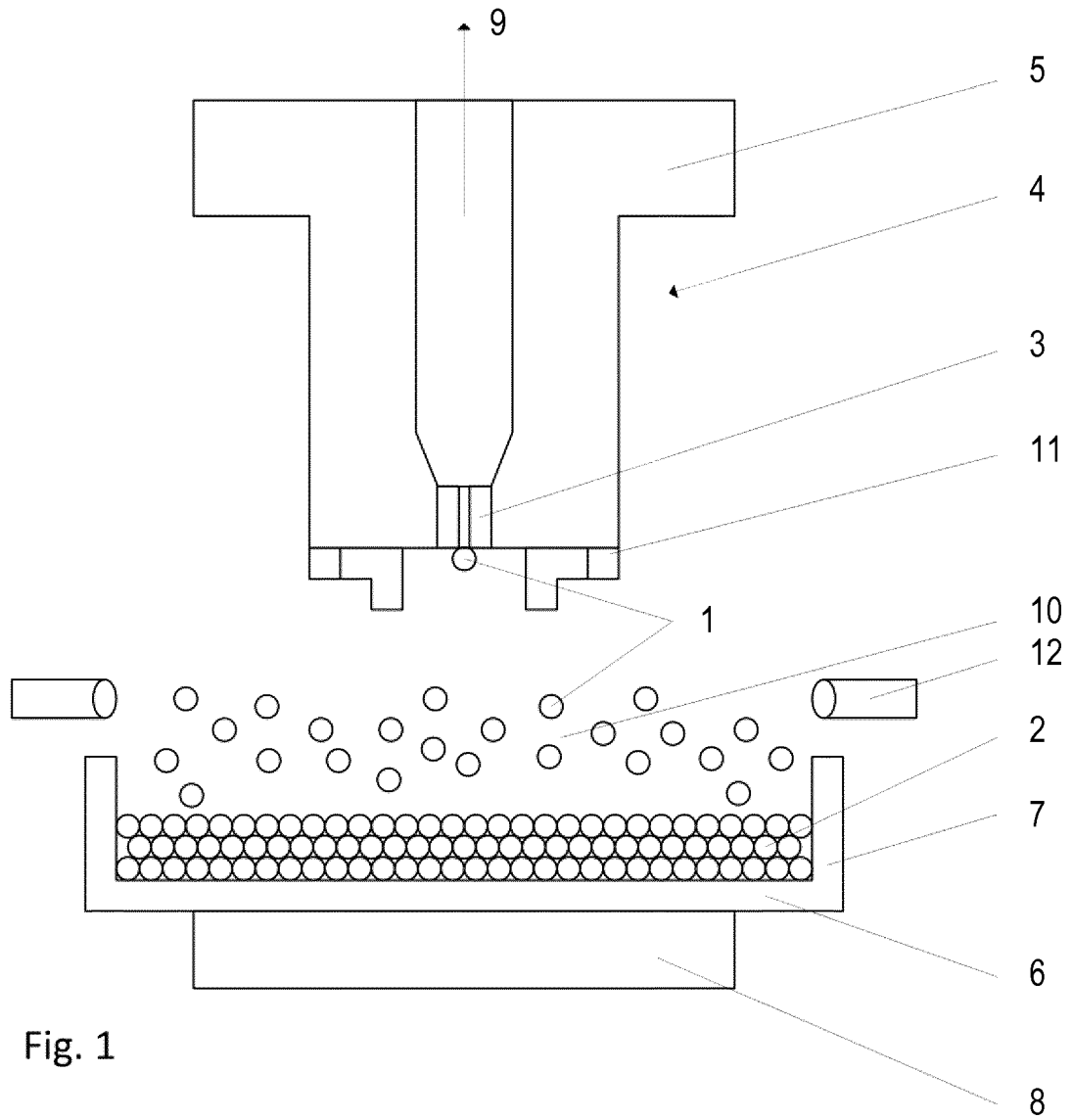


Fig. 1

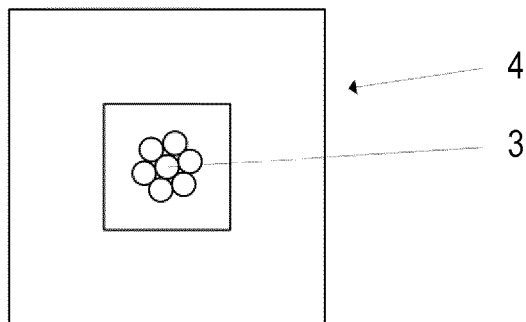


Fig. 2

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 10157032 A1 [0003]
- US 5101978 A [0004]