



(11) **EP 1 337 340 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
19.12.2007 Patentblatt 2007/51

(51) Int Cl.:
B02C 19/06 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **01978332.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2001/010119

(22) Anmeldetag: **03.09.2001**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2002/022271 (21.03.2002 Gazette 2002/12)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ZERKLEINERN VON PARTIKELN**

METHOD AND DEVICE FOR COMMINUTING PARTICLES

PROCEDE ET DISPOSITIF DE BROyage DE PARTICULES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH FR GB IT LI

(30) Priorität: **13.09.2000 DE 10045172**
19.07.2001 DE 10135106

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.08.2003 Patentblatt 2003/35

(73) Patentinhaber: **Pulsar GmbH MICRONIZING SYSTEMS**
35638 Leun (DE)

(72) Erfinder:
• **HEFLE, Gustav**
73430 Aalen (DE)
• **SCHÜSSLER, Roland**
73278 Schlierbach (DE)

- **FEUERPEIL, Hans-Peter**
73529 Strassdorf (DE)
- **BLÄSE, Dieter**
73557 Mutlangen (DE)

(74) Vertreter: **Ruckh, Rainer Gerhard**
Fabrikstrasse 18
73277 Owen/Teck (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 5 839 670

- **DATABASE WPI Section Ch, Week 197549**
Derwent Publications Ltd., London, GB; Class
J02, AN 1975-81014W XP002187410 & SU 457 486
A (TOMSK UNIV APPL MAT), 20. März 1975
(1975-03-20) in der Anmeldung erwähnt

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 337 340 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Zerkleinern von Partikeln gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 12.

[0002] Eine derartige Vorrichtung ist aus der SU 457486 bekannt. Diese Vorrichtung weist ein vertikal verlaufendes Rohr in einer zylindrischen Kammer auf. Das Rohr verläuft in Richtung der Längsachse der Kammer, die an der Oberseite mit einer Prallplatte abgeschlossen ist. Das Rohr weist an seiner Oberseite eine Austrittsöffnung auf, die in vorgegebenem Abstand der Prallplatte gegenüberliegt. Unterhalb der Prallplatte weist die Seitenwand der Kammer Öffnungen auf.

[0003] In dem Rohr werden zu zerkleinernde Partikel gesammelt, die einen Pfropfen mit vorbestimmter Füllhöhe im Rohr bilden. Mittels einer Druckimpulseinheit wird der Pfropfen explosionsartig beschleunigt und aus dem Rohr gegen die Prallplatte geschossen. Bei Aufprall der Partikel auf die Prallplatte entstehen sehr hohe Scherkräfte, welche zu einer Zerkleinerung der Partikel führen. Durch den in der Druckimpulseinheit generierten Überdruck werden fein zerkleinerte Partikel vermehrt an die Randbereiche der Kammer transportiert und über die Öffnungen in den Seitenwänden aus der Kammer geführt. Größere Partikel fallen dagegen in die Kammer zurück und werden von neuem dem Rohr zugeführt.

[0004] Zwar können mit dieser Vorrichtung auch sehr harte Partikel effizient zerkleinert werden, wobei die Vorrichtung nahezu keine bewegten Teile und damit einen einfachen und kostengünstigen Aufbau aufweist.

[0005] Nachteilig hierbei ist jedoch, dass die Korngrößen und Korngrößenverteilungen der zerkleinerten Partikel nur unzureichend vorgebar und einstellbar sind.

[0006] Insbesondere ist nachteilig, dass bei Beschuss der Prallplatte mit den Pfropfen nur eine unerwünscht unvollständige und nicht reproduzierbare Trennung von feinen und groben Partikeln erfolgt.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde mit möglichst geringem konstruktivem Aufwand ein Zerkleinern von vorzugsweise harten Partikeln zu ermöglichen, wobei die Korngrößen der zerkleinerten Partikel möglichst genau vorgebar sind.

[0008] Zur Lösung dieser Aufgabe sind die Merkmale der Ansprüche 1 und 12 vorgesehen. Vorteilhafte Ausführungsformen und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0009] Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist wenigstens ein Rohr zum Sammeln einer vorgegebenen Menge von Partikeln auf, wobei die Partikel in dem Rohr einen Pfropfen bilden. Weiterhin weist die Vorrichtung wenigstens eine Druckimpulseinheit zur Erzeugung von Druckimpulsen auf, wobei durch Beaufschlagung des Pfropfens mit einem Druckimpuls dieser über eine Austrittsöffnung des Rohres gegen eine dem Rohr nachgeordnete und Durchbrüche aufweisende Prallplatte geschossen wird. Des Weiteren weist die Vorrichtung eine an die Prallplatte anschließende Auffangkammer auf, in

welcher die durch den Rückstoß an der Prallplatte zerkleinerten und die Durchbrüche durchsetzenden Partikel gesammelt werden.

[0010] Der Grundgedanke der Erfindung besteht somit darin, zur Zerkleinerung von in Form eines Pfropfens in einem Rohr gelagerten Partikeln diesen Pfropfen gegen eine Prallplatte mit Durchbrüchen zu schießen.

[0011] Die durch den Aufprall auf die Partikel ausgeübten Scherkräfte führen zu einer Zerkleinerung der Partikel, wobei typischerweise die Partikel von ursprünglichen Partikelgrößen von 10 mm auf Partikel mit Größen von einem oder wenigen μm erhalten werden.

[0012] Durch den mit der Druckimpulseinheit erzeugten Überdruck an der Vorderseite der Prallplatte werden die Partikel mit kleinen Korngrößen und daher kleinem Gewicht durch die Durchbrüche transportiert und gelangen in die Auffangkammer. Demgegenüber durchdringen die schwereren Partikel die Durchbrüche nicht und werden vorzugsweise wieder dem Rohr zur Bildung eines neuen Pfropfens zugeführt.

[0013] Durch eine geeignete Wahl des Durchmessers des Rohres, der Größe und Form der Durchbrüche der Prallplatte und/oder der Größe der Auffangkammer können die Korngrößen und Korngrößenverteilungen der im Auffangraum gesammelten zerkleinerten Partikel vorgegeben werden.

[0014] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Prallplatte auswechselbar installiert. Somit kann durch einen Wechsel von verschiedenen Prallplatten mit unterschiedlichen Durchbrüchen die Korngrößenverteilung der in der Auffangkammer gesammelten zerkleinerten Partikel variiert werden.

[0015] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist das Volumen der Auffangkammer einstellbar, so dass auch dadurch die Korngrößenverteilung der in der Auffangkammer gesammelten zerkleinerten Partikel variiert werden kann.

[0016] Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht darin, dass die Größen der Durchbrüche in der Prallplatte so bemessen sind, dass diese eine Siebfunktion ausübt. Dies bedeutet, dass die durch die Durchbrüche transportierten zerkleinerten Partikel in der Auffangkammer verbleiben und nicht durch die Durchbrüche zurück zum Rohr transportiert werden.

[0017] Durch die erfindungsgemäße Ausbildung der Prallplatte und der hinter dieser angeordneten Auffangkammer werden somit die zerkleinerten Partikel mit den gewünschten Korngrößen in der Auffangkammer mit einem hohen Wirkungsgrad gesammelt und von schwereren Partikeln getrennt. Vorzugsweise ist in der Auffangkammer wenigstens eine Entnahmeöffnung vorgesehen, über welche die zerkleinerten Partikel aus der Auffangkammer entnommen werden können.

[0018] Ein weiterer wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht darin, dass diese nahezu keine bewegten Teile aufweist, und dass das einzige verschleißbehaftete Teil von der Prallplatte gebildet

ist, die auf einfache Weise auswechselbar ist. Daher weist die Vorrichtung einen kompakten, robusten und wartungsfreundlichen Aufbau auf, der nur geringe Investitions- und Instandhaltungskosten verursacht. Zudem kann die Zerkleinerung der Partikel mit einem geringen Energiebedarf durchgeführt werden, so dass auch die Betriebskosten der erfindungsgemäßen Vorrichtung entsprechend niedrig sind. Da die Vorrichtung nahezu keine bewegten Teile aufweist und zudem vorzugsweise einen geschlossenen Aufbau aufweist, stellt diese keine Gefahr für das Bedienpersonal dar und ist somit hinsichtlich der Bestimmungen des Arbeitsschutzes unbedenklich.

[0019] Schließlich ist ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung darin zu sehen, dass ohne besondere Anforderungen an die vorzugsweise aus Stahl bestehende Prallplatte verschiedenartige Materialien, insbesondere auch harte Materialien effizient und zuverlässig zerkleinert werden können.

[0020] Die erfindungsgemäße Vorrichtung eignet sich insbesondere zur Zerkleinerung von harten Stoffen mit Mohs-Härtegraden im Bereich von 7 bis 10. Insbesondere können mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung Nitride wie zum Beispiel TiN, ZrN, HfN, TaN und BN_3 zerkleinert werden. Ebenso können Carbide wie zum Beispiel TiC, ZrC, HfC, TaC, WC, W_2C und $\text{Ta}_{0.8}\text{Hf}_{0.2}\text{C}$ zerkleinert werden. Des Weiteren können Oxide wie Al_2O_3 sowie Boride und Silicide zerkleinert werden. Auch die Zerkleinerung von Hartmetallen wie zum Beispiel WC-Co von Korngrößen von etwa 5 mm auf Korngrößen kleiner als 10 μm ist möglich, wobei derartige Partikel bislang nur in Nassvermahlungsprozessen zerkleinert werden konnten.

[0021] Weiterhin ist die erfindungsgemäße Vorrichtung im Bereich der Pulvermetallurgie einsetzbar, beispielsweise bei der Verglasung radioaktiver Abfälle, der Nitrit-Herstellung in Stickstoff-Atmosphäre oder auch der Aktivierung von Festkörperreaktionen, wobei mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens insbesondere Silizium-Carbid direkt aus den Elementen gewonnen werden kann.

[0022] Weiterhin können mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung auch organische Stoffe wie zum Beispiel Nusschalen oder Knochen, die für die Herstellung von Gelatine benötigt werden, zerkleinert werden.

[0023] Besonders vorteilhaft können dabei auch unterschiedliche Partikel in dem Rohr gesammelt werden. Diese gegen die Prallplatte geschossenen Partikel werden dann nicht nur zerkleinert. Vielmehr findet auch eine homogene Durchmischung der unterschiedlichen, zerkleinerten Partikel statt.

[0024] Schließlich können auch Stoffe wie zum Beispiel Polymere, Polyamide und Gummi zerkleinert werden, die vor der Zerkleinerung an der Prallplatte versprödet werden. Die Versprödung kann durch Verwendung von Kryogengasen in der Druckimpulseinheit erfolgen, die auf extrem tiefe Temperaturen gekühlt werden. Alternativ oder zusätzlich kann die Vorrichtung, insbesondere deren Zerkleinerungskammer, mit einem Kühlman-

tel ummantelt sein.

[0025] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird den zu zerkleinernden weichen Partikeln Trockeneisgranulat, das heißt gefrorenes CO_2 zu deren Versprödung zugeführt, so dass diese ohne weitere Zusatzmaßnahmen mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung zerkleinert werden können. Vorzugsweise ist hierzu wenigstens eine Öffnung in der Vorrichtung vorgesehen, über welche das Trockeneisgranulat in den Innenraum, in welchem die Partikel gesammelt werden, eingeführt wird.

[0026] Bereits bei Einleiten des Trockeneisgranulates und der zu zerkleinernden Partikel in die Vorrichtung findet eine effiziente Durchmischung beider Komponenten statt. Die Durchmischung wird zudem durch die Zerkleinerungsvorgänge in der Vorrichtung gefördert, da bei Abschießen eines Pfropfens gegen die Prallplatte größere Partikel von der Prallplatte zurück zu dem Bereich geführt werden, in welchem das Trockeneisgranulat und die zu zerkleinernden Partikel gesammelt werden.

[0027] Damit werden über das Trockeneisgranulat unmittelbar und lokal die zu zerkleinernden Partikel gekühlt und dabei versprödet. Eine Kühlung der gesamten Vorrichtung und des Mahlguts vor der Aufgabe ist hierfür nicht erforderlich. Dementsprechend gering sind der Energieaufwand sowie der Kosten- und Konstruktionsaufwand zur Versprödung der Partikel.

[0028] Ein Vorteil in der Verwendung von Trockeneisgranulat besteht darin, dass dieses im Vergleich zu flüssigem Stickstoff billiger herstellbar und einfacher handhabbar ist.

[0029] Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Verwendung von Trockeneisgranulat besteht darin, dass mittels dessen nicht nur eine Versprödung der zu zerkleinernden Partikel erfolgt, sondern auch der Zerkleinerungsvorgang der Partikel unterstützt wird. Dies beruht darauf, dass Trockeneisgranulat in Form von scharfkantigen kleinen Kristallen gebildet ist, welches abrasiv wirkt und insbesondere bei Schießen eines Pfropfens gegen die Prallplatte andere Partikel zerschneidet und so zerkleinert.

[0030] Je nach Materialeigenschaft der zu zerkleinernden Partikel kann die Dosierung der Trockeneisgranulatzufuhr geeignet gewählt werden. Damit ist eine einfache Anpassung der zur Versprödung der Partikel benötigten Kühlmenge möglich.

[0031] Ein weiterer Vorteil in der Verwendung von Trockeneisgranulat zur Versprödung der Partikel ist darin zu sehen, dass das Trockeneisgranulat weitgehend inert ist und nicht mit den zu versprödeten Partikeln reagiert. Zudem entweicht das Trockeneisgranulat nach Erwärmung nahezu rückstandslos als gasförmiges CO_2 und hinterlässt so in den Partikeln keine Rückstände. Dabei ist weiter vorteilhaft, dass durch das Verdampfen des Trockeneisgranulates die gesammelten Partikel aufgelockert werden, wodurch deren Rieselfähigkeit erhöht wird. Generell verbessert das Trockeneisgranulat die rheologischen Eigenschaften der Partikel, das heißt de-

ren Fließfähigkeit, wodurch die Prozesse in der Vorrichtung gefördert werden.

[0032] Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung können weiche Partikel wie zum Beispiel Gummi, Polymere und Polyamide zerkleinert werden. Insbesondere kann als Polyamid Polycaprolactam zerkleinert werden. Auch die Zerkleinerung von Polyvinylchlorid ist möglich.

[0033] Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen

Figur 1: Längsschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Figur 2: Längsschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0034] Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zum Zerkleinern von Partikeln 2. Die Vorrichtung 1 weist eine hohlzylindrische Zerkleinerungskammer 3 und eine ebenfalls hohlzylindrische Auffangkammer 4 auf. Die Zerkleinerungskammer 3 und die Auffangkammer 4 weisen denselben Durchmesser auf und sind längs einer vertikal verlaufenden Symmetrieachse koaxial angeordnet. Dabei schließt die Auffangkammer 4 mit ihrer offenen Unterseite an die ebenfalls offene Oberseite der Zerkleinerungskammer 3 an.

[0035] Die Zerkleinerungskammer 3 und die Auffangkammer 4 weisen an ihren zugewandten offenen Enden jeweils einen Ringflansch 5, 5' auf. Zwischen den Ringflanschen 5, 5' ist eine kreisscheibenförmige, vorzugsweise aus Stahl bestehende Prallplatte 6 gelagert. Die Prallplatte 6 weist eine vorgegebene Anzahl von Durchbrüchen 7 auf. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Durchbrüche 7 als runde Bohrungen ausgebildet.

[0036] Die Prallplatte 6 kann an den Ringflanschen 5, 5' auf einfache Weise an der Vorrichtung 1 montiert werden. Insbesondere kann die Prallplatte 6 ohne großen Montageaufwand ausgewechselt und durch andere Prallplatten 6, die unterschiedliche Anordnungen von Durchbrüchen 7 aufweisen können, ersetzt werden. Die Durchbrüche 7 können dabei nicht nur die Form von runden Bohrungen aufweisen sondern auch als eckigen Bohrungen ausgebildet sein. Auch eine Ausbildung der Durchbrüche 7 in Form von Ringspalten oder dergleichen ist möglich.

[0037] Im Innern der Zerkleinerungskammer 3 verlaufen zwei Rohre 8, 8' parallel zur Längsachse der Zerkleinerungskammer 3. Prinzipiell kann auch nur ein Rohr 8, oder 8' vorgesehen sein. Desweiteren kann auch eine größere Anzahl von Rohren 8, 8' vorgesehen sein.

[0038] Die Rohre 8, 8' verlaufen dicht nebeneinander liegend im Zentrum der Zerkleinerungskammer 3 und münden an deren Boden 9 aus. Die Austrittsöffnungen der Rohre 8, 8' an deren oberen Enden stehen der Prallplatte 6 in vorgegebenem Abstand gegenüber.

[0039] In der Seitenwand der Zerkleinerungskammer 3 ist eine Öffnung 10 vorgesehen. Über diese Öffnung 10 wird der Innenraum der Zerkleinerungskammer 3 bis zu einer bestimmten Füllhöhe mit den zu zerkleinernden Partikeln 2 befüllt. In der Seitenwand der Zerkleinerungskammer 3 ist eine weitere Öffnung 10a vorgesehen, über welche Trockeneisgranulat einführbar ist. Das Trockeneisgranulat wird dann über die Öffnung 10a eingeführt, wenn mittels der Vorrichtung 1 weiche Partikel 2 wie Gummi oder Polymere zerkleinert werden sollen. Durch das Einführen des Trockeneisgranulates über die Öffnung 10a einerseits und die zu zerkleinernden Partikel 2 über die Öffnung 10 andererseits werden beide Komponenten effizient durchmischt. Die Durchmischung wird durch den Partikelfluss im Innern der Vorrichtung 1 während des Zerkleinerungsvorganges weiter gefördert. Durch die Zugabe des Trockeneisgranulates werden die zu zerkleinernden Partikel 2 versprödet, so dass diese nachfolgend zerkleinert werden können.

[0040] Das Trockeneisgranulat wird über eine nicht dargestellte Dosiereinheit in die Öffnung 10a eingeleitet, so dass die zur Versprödung der Partikel 2 benötigte Menge an Trockeneisgranulat genau einstellbar ist.

[0041] Prinzipiell können die Partikel und das Trockeneisgranulat auch über eine gemeinsame Öffnung 10 in die Zerkleinerungskammer 3 eingeleitet werden. Da das beim Verdampfen des Trockeneisgranulates frei werdende CO₂ für das Bedienpersonal ein Sicherheitsrisiko in Form von Erstickungsgefahr darstellt, sind die genannte Vorrichtung sowie deren Zu- und Abgänge gasdicht verschlossen. Weiterhin sind insbesondere an Stellen der Vorrichtung 1, an welchen ein Gasaustritt nicht völlig ausgeschlossen werden kann, nicht dargestellte Gaswarngeräte vorgesehen, welche bei übermäßigem CO₂-Konzentrationen Alarmsignale abgeben.

[0042] An dem Boden 9 der Zerkleinerungskammer 3 münden zwei Zuführrohre 11, 11' aus. Die Zuführrohre 11, 11' verlaufen in ihren oberen Abschnitten parallel zu den über die Zerkleinerungskammer 3 hervorstehenden Abschnitten der Rohre 8, 8'. Die Zuführrohre 11, 11' sind an ihren unteren Enden gekrümmt und verlaufen auf die Rohre 8, 8' zu. Dabei mündet jeweils ein Zuführrohr 11, 11' in eines der Rohre 8, 8' ein. Durch diese Ausbildung der Rohre 8, 8' wird ein Teil der Partikel 2 von der Zerkleinerungskammer 3 über die Zuführrohre 11, 11' in die unteren Enden der Rohre 8, 8' eingeleitet, so dass diese dort einen Pfropfen 12 mit bestimmter Füllhöhe bilden. In Figur 1 liegt ein derartiger Pfropfen 12 am unteren Ende des rechten Rohres 8'.

[0043] An die unteren Enden der Rohre 8, 8' schließt jeweils eine Druckimpulseinheit 13, 13' mit einem Ventil 14, 14' an. Über die Druckimpulseinheit 13, 13' ist der Pfropfen 12 am unteren Ende mit einem Druckimpuls vorgegebener Höhe und Dauer beaufschlagbar. Zur Erzeugung des Druckimpulses steht an dem Ventil 14, 14' Gas mit einem vorgegebenen Gasdruck an. Das Gas ist vorzugsweise von Luft gebildet. Alternativ kann ein Inertgas, ein Kryogengas oder Heißgas verwendet wer-

den. Durch schlagartiges Öffnen eines Ventils 14, 14' strömt das Gas explosionsartig in das darüber liegende Rohr 8, 8' und schießt den Pfropfen 12 durch das Rohr 8, 8' auf die Prallplatte 6. Typischerweise liegt die Höhe eines Druckimpulses im Bereich zwischen 5 bar und 10 bar. Mit derartigen Druckimpulsen werden Flugeschwindigkeiten der Pfropfen 12 im Bereich zwischen 70 m/s und 100 m/s erzielt.

[0044] Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Ventil 14' der an das rechte Rohr 8' anschließenden Druckimpulseinheit 13' geschlossen, so dass der Pfropfen 12 in seiner Ruhestellung am Boden 9 des Rohres 8' liegt.

[0045] Der Pfropfen 12 im linken Rohr 8 wird durch Öffnen des Ventils 14, der entsprechenden Druckimpulseinheit 13 nach oben geschossen. Dabei zeigt Figur 1 eine Momentaufnahme, in welcher sich der Pfropfen 12 am oberen Ende des Rohres 8 kurz vor der Austrittsöffnung befindet.

[0046] Nach Austritt aus dem jeweiligen Rohr 8, 8' trifft der Pfropfen 12 auf die Prallplatte 6, wobei im vorliegenden Ausführungsbeispiel die Flugrichtung senkrecht zur Oberfläche der Prallplatte 6 verläuft.

[0047] Wesentlich ist, dass die Dauer des Druckimpulses kleiner als die Laufzeit des Pfropfens 12 im jeweiligen Rohr 8, 8' gewählt wird. Somit wird der Pfropfen 12 auf der Flugstrecke zwischen Austrittsöffnung des Rohres 8 8' und der Prallplatte 6 nicht mehr mit dem Druckimpuls beaufschlagt. Dadurch wird ein unerwünschtes Auffächern der Partikel 2 vor dem Auftreffen der Partikel 2 auf die Prallplatte 6 vermieden, so dass die Form des Pfropfens 12 bis zum Auftreffen der Partikel 2 auf der Prallplatte 6 wenigstens annähernd erhalten bleibt. Da die Partikel 2 somit in kompakter Form auf die Prallplatte 6 treffen, pflanzt sich der durch die Prallplatte 6 ausgeübte Rückstoß durch sämtliche Partikel 2 des Pfropfens 12 fort, so dass aufgrund der auf die Partikel wirkenden Scherkräfte eine effiziente und vollständige Zerkleinerung der Partikel 2 erzielt wird.

[0048] Für den Fall, dass den Partikeln 2 Trockeneisgranulat zu deren Versprödung beigemischt ist, unterstützt das Trockeneisgranulat aufgrund seiner scharfkantigen kristallinen Struktur den Zerkleinerungsprozess. Das Trockeneisgranulat weist ein abrasives Verhalten auf und zerschneidet mit seinen scharfkantigen Strukturen Partikel 2 in seiner Umgebung.

[0049] Wie aus Figur 1 ersichtlich, sind an der Auftrefffläche der Partikel 2 an der Prallplatte 6 keine Durchbrüche 7 vorgesehen, so dass keine Partikel 2 direkt durch die Durchbrüche 7 in die Auffangkammer 4 geschossen werden.

[0050] Figur 1 zeigt schematisch die an der Prallplatte 6 reflektierten und zerkleinerten Partikel 2, die eine Staubwolke 15 bilden. Durch den Druckimpuls herrscht an der Vorderseite der Prallplatte 6 ein Überdruck, so dass die zerkleinerten Partikel 2 durch die Durchbrüche 7 in die Auffangkammer 4 transportiert werden. Dabei werden nur die Partikel 2 bis zu einer vorgegebenen

Korngröße durch die Durchbrüche 7 transportiert und in der dahinter liegenden Auffangkammer 4 gesammelt, während größere Partikel 2 aufgrund ihres höheren Gewichtes in den Innenraum der Zerkleinerungskammer 3 zurückfallen und von neuem zur Bildung weiterer Pfropfen 12 den Rohren 8, 8' zugeführt werden. Typischerweise werden mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 Partikel 2 mit Partikelgrößen von etwa 10 mm Aufgabegröße bis zu Zielkorngrößen von etwa 1 µm zerkleinert.

[0051] Durch eine geeignete Dimensionierung der Durchmesser der Rohre 8, 8', der Anzahl und Größen der Durchbrüche 7 der Prallplatte 6 sowie des Volumens der Auffangkammer 4 können die Korngrößen und Korngrößenverteilungen der in der Auffangkammer 4 gesammelten zerkleinerten Partikel 2 vorgegeben werden.

[0052] Die Anzahl und Größen der Durchbrüche 7 lassen sich durch Auswechseln verschiedener Prallplatten 6 auf einfache Weise variieren.

[0053] Besonders vorteilhaft kann auch die Größe der Auffangkammer 4 variiert werden. Hierzu können höhenverstellbare Wellkompensatoren, Stopfbuchsen, Schiebemuffen oder dergleichen vorgesehen sein, die in den Zeichnungen nicht dargestellt sind. Dabei ist die Korngrößenverteilung der in der Auffangkammer 4 gesammelten zerkleinerten Partikel umso schärfer, je größer das Volumen der Auffangkammer 4 ist.

[0054] An der Seitenwand der Auffangkammer 4 ist eine Entnahmeöffnung 16 vorgesehen. Über diese Entnahmeöffnung 16 können die zerkleinerten Partikel 2 zu vorgegebenen Zeiten entnommen werden.

[0055] Die Druckimpulseinheiten 13, 13' werden von einer nicht dargestellten Steuereinheit gesteuert und erzeugen in einem vorgegebenen Zeittakt Folgen von Druckimpulsen. Die Druckimpulseinheiten 13, 13' werden vorzugsweise alternierend gesteuert, so dass abwechselnd ein Pfropfen 12 aus dem linken oder rechten Rohr 8 oder 8' gegen die Prallplatte 6 geschossen wird. Die Zyklen, innerhalb derer die Rohre 8, 8' mit den einzelnen Pfropfen 12 befüllt werden, liegen im Sekunden- oder sogar im Millisekundenbereich, so dass die Taktrate der Druckimpulse entsprechend hoch gewählt werden kann. Auf diese Weise werden die einzelnen Pfropfen 12 rasch nacheinander gegen die Prallplatte 6 geschossen, so dass mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 ein quasi kontinuierlicher Zerkleinerungsprozess und ein entsprechend hoher Durchsatz erzielt wird.

[0056] Nachdem ein Pfropfen 12 aus einem der Rohre 8, 8' geschossen worden ist, wird das entsprechende Rohr 8, 8' über das jeweilige Zuführrohr 11, 11' wieder mit Partikeln 2 zur Bildung eines neuen Pfropfens 12 befüllt. Vorteilhaft hierbei ist, dass durch den bei Abschießen eines Pfropfens 12 entstehenden Schock die Partikel 2 in der Zerkleinerungskammer 3 gerüttelt werden und so verstärkt dem Zuführrohr 11, 11' zugeführt werden, wodurch das Nachladen des Rohres 8, 8' mit einem Pfropfen 12 unterstützt wird. Diese Ladefunktion wird weiterhin durch den beim Auftreffen des Pfropfens 12 auf der Prallplatte 6 im oberen Bereich der Zerkleiner-

rungskammer 3 herrschenden Überdruck verstärkt.

[0057] Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 können insbesondere harte Werkstoffe mit Mohs-Härtegraden vorzugsweise im Bereich zwischen 7 und 10 effizient zerkleinert werden.

[0058] Figur 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1. Die dort dargestellte Vorrichtung 1 entspricht in ihrem Aufbau nahezu vollständig dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1.

[0059] Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 weist die Vorrichtung 1 gemäß Figur 2 zwei Öffnungen 10, 10' an der Seitenwand der Zerkleinerungskammer 3 auf, an welchen Einfüllstutzen 17, 17' zur Befüllung des Innenraumes der Zerkleinerungskammer 3 mit den Partikeln 2 ausmünden.

[0060] Weiterhin sind analog zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 weitere Öffnungen 10a, 10a' zur Einleitung von Trockeneisgranulat vorgesehen.

[0061] Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass an den unteren Enden der Rohre 8, 8', an welchen jeweils die Pfropfen 12 liegen, geneigt zu den Rohren 8, 8' verlaufende Zuführstutzen 18, 18' ausmünden. In diesen Zuführstutzen 18, 18' sind die Ventile 14, 14' der nicht gesondert dargestellten Druckimpulseinheiten 13, 13' angeordnet.

[0062] Die Längsachsen der Zuführrohre 8, 8' können in einer horizontalen, senkrecht zur Längsachse der Vorrichtung 1 orientierten Ebene verlaufen oder wie in Figur 2 dargestellt in einem Neigungswinkel, der vorzugsweise maximal bei 20° liegt, geneigt zu dieser Ebene verlaufen.

[0063] Schließlich weist die Auffangkammer 4 zwei gegenüberliegend angeordnete Entnahmeöffnungen 16, 16' auf, wobei an jeweils einer Entnahmeöffnung 16 oder 16' ein Stutzen 19, 19' ausmündet.

[0064] Schließlich besteht ein Unterschied zum Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 darin, dass die Zerkleinerungskammer 3 ein Oberteil 20 aufweist, dessen Querschnitt geringfügig kleiner ist als der Querschnitt des Unterteils 21 der Zerkleinerungskammer 3. Prinzipiell können das Ober- und Unterteil 20, 21 auch zweiteilig ausgebildet sein. An den aneinander angrenzenden offenen Enden des Oberteils 20 der Zerkleinerungskammer 3 und der Auffangkammer 4 ist die Prallplatte 6 wieder lösbar befestigt, so dass diese bei Bedarf ausgewechselt werden kann.

Bezugszeichenliste

[0065]

- (1) Vorrichtung
- (2) Partikel
- (3) Zerkleinerungskammer
- (4) Auffangkammer
- (5) Ringflansch
- (5') Ringflansch
- (6) Prallplatte
- (7) Durchbruch

- (8) Rohr
- (8') Rohr
- (9) Boden
- (10) Öffnung
- (10') Öffnung
- (11) Zuführrohr
- (11') Zuführrohr
- (12) Pfropfen
- (13) Druckimpulseinheit
- (13') Druckimpulseinheit
- (14) Ventil
- (14') Ventil
- (15) Staubwolke
- (16) Entnahmeöffnung
- (16') Entnahmeöffnung
- (17) Einfüllstutzen
- (17') Einfüllstutzen
- (18) Zuführstutzen
- (18') Zuführstutzen
- (19) Stutzen
- (19') Stutzen
- (20) Oberteil
- (21) Unterteil

Patentansprüche

1. Verfahren zum Zerkleinern von Partikeln (2), umfassend folgende Verfahrensschritte

- Sammeln einer vorgegebenen Menge von Partikeln (2) in wenigstens einem Rohr (8, 8'), wobei die Partikel (2) in dem Rohr (8, 8') einen Pfropfen (12) bilden,
- Beaufschlagung des Pfropfens (12) mit einem Druckimpuls vorgegebener Stärke und Länge, so dass dieser über eine Austrittsöffnung des Rohres (8, 8') gegen eine dem Rohr (8, 8') nachgeordnete Prallplatte (6) geschossen wird,
- Sammeln der durch den Rückstoß an der Prallplatte (6) zerkleinerten Partikel (2) in einer Auffangkammer (4),

dadurch gekennzeichnet,

daß eine Durchbrüche (7) aufweisende Prallplatte (6) verwendet wird,

daß eine an die Prallplatte (6) anschließende Auffangkammer (4) verwendet wird,

daß die Durchbrüche (7) der Prallplatte (6) durchsetzende Partikel in der daran anschließenden Auffangkammer (4) gesammelt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dauer des Druckimpulses kleiner ist als die Laufzeit des Pfropfens (12) im Rohr (8, 8').

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **da-**

- durch gekennzeichnet, dass** die Höhe des Druckimpulses im Bereich zwischen 5 bar und 10 bar liegt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fluggeschwindigkeit des Pfropfens (12) im Bereich zwischen 70 m/s und 100 m/s liegt. 5
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Korngrößen und Korngrößenverteilungen der in der Auffangkammer (4) gesammelten zerkleinerten Partikel (2) durch den Durchmesser des Rohres (8, 8'), die Größen der Durchbrüche (7) der Prallplatte (6) und/oder die Größe der Auffangkammer (4) vorgegeben werden. 10
 6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch den Rückstoß an der Prallplatte (6) fein zerkleinerte Partikel (2) die Durchbrüche (7) der Prallplatte (6) durchsetzen, während größere Partikel (2) wieder dem Rohr (8, 8') zugeführt werden. 20
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Korngrößen der zerkleinerten Partikel (2) im unteren μm Bereich liegen. 25
 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Rohr (8, 8') unterschiedliche Partikel (2) gesammelt werden, welche durch das Zerkleinern an der Prallplatte (6) zu einem homogenen Gemisch vermengt werden. 30
 9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** den Partikeln Trockeneisgranulat zu deren Versprödung zugegeben wird. 35
 10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trockeneisgranulat den gesammelten Partikeln zugegeben wird. 40
 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trockeneisgranulat den Partikeln in einem einstellbaren Mengenverhältnis zugegeben wird. 45
 12. Vorrichtung (1) zum Zerkleinern von Partikeln (2) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 - 11, mit wenigstens einem Rohr (8, 8') zum Sammeln einer vorgegebenen Menge von Partikeln (2), wobei die Partikel (2) in dem Rohr (8, 8') einen Pfropfen (12) bilden, mit wenigstens einer Druckimpulseinheit (13, 13') zur Erzeugung von Druckimpulsen, wobei durch Beaufschlagung des Pfropfens (12) mit einem Druckimpuls dieser über eine Austrittsöffnung des Rohres (8, 8') gegen eine dem Rohr (8, 8') nachgeordnete Prallplatte (6) geschossen wird, sowie mit einer Auffangkammer (4), in welcher die durch den Rückstoß an der Prallplatte (6) zerkleinerten und die Durchbrüche (7) durchsetzenden Partikel (2) gesammelt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Durchbrüche aufweisende Prallplatte (6) vorgesehen ist, und dass eine an die Prallplatte (6) anschließende Auffangkammer (4) vorgesehen ist, wobei die Durchbrüche (7) durchsetzende Partikel in der an die Prallplatte (6) anschließende Auffangkammer (4) gesammelt werden. 50
 13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Abschnitt des Rohres (8, 8') im Innern einer Zerkleinerungskammer (3) angeordnet ist, auf deren offene Oberseite die Prallplatte (6) anschließt, auf welcher die Auffangkammer (4) aufsitzt. 15
 14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auffangkammer (4) und die Zerkleinerungskammer (3) jeweils einen hohlzylindrischen Aufbau aufweisen, wobei die Hohlzylinder gleiche Durchmesser aufweisen und coaxial angeordnet sind. 20
 15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auffangkammer (4) und die Zerkleinerungskammer (3) an ihren zugewandten offenen Enden jeweils einen Ringflansch (5, 5') aufweisen, wobei die Prallplatte (6) zwischen den Ringflanschen (5, 5') gelagert ist. 25
 16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Ringflanschen (5, 5') unterschiedliche Prallplatten (6) mit verschiedenen Durchbrüchen (7) anbringbar sind. 30
 17. Vorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchbrüche (7) in Form von eckigen oder runden Bohrungen und/oder in Form von Ringspalten ausgebildet sind. 35
 18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12-17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Volumen im Innern der Auffangkammer (4) einstellbar ist. 40
 19. Vorrichtung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Einstellung des Volumens der Auffangkammer (4) wenigstens ein Wellkompensator, eine Stopfbuchse oder eine Schiebemuffe vorgesehen ist. 45
 20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12-19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auffangkammer (4) wenigstens eine Entnahmeöffnung (16, 16') zur Entnahme der zerkleinerten Partikel (2) aufweist. 50

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 - 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (8, 8') in Richtung der vertikal verlaufenden Längsachse der Zerkleinerungskammer (3) verläuft, wobei die Austrittsöffnung am oberen Ende des Rohres (8, 8') in vorgegebenem Abstand der Prallplatte (6) gegenüberliegt.
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere parallel verlaufende Rohre (8, 8') vorgesehen sind.
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 - 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** in das oder in jedes Rohr (8, 8') zur Bildung des Pfropfens (12) in vorgegebenem Abstand zur Austrittsöffnung eine vorgegebene Menge von Partikeln (2) einbringbar ist, und dass unterhalb des Bereiches des Rohres (8, 8') zur Aufnahme des Pfropfens (12) ein Anschluss für die oder eine Druckimpulseinheit (13, 13') vorgesehen ist.
24. Vorrichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckimpulseinheit (13, 13') ein Ventil (14, 14') aufweist, über welches der Pfropfen (12) mit unter Druck stehendem Gas beaufschlagbar ist.
25. Vorrichtung nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gas von Luft, einem Inertgas, Kryogengas oder Heißgas gebildet ist.
26. Vorrichtung nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gas gekühlt ist, und/oder dass die Wand der Zerkleinerungskammer (3) mit einem Kühlmantel ummantelt ist.
27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 - 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abschnitt des Rohres (8, 8') zur Aufnahme des Pfropfens (12) in dem unteren, über die Unterseite der Zerkleinerungskammer (3) hervorstehenden Teil des Rohres (8, 8') liegt.
28. Vorrichtung nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Unterseite der Zerkleinerungskammer (3) wenigstens ein Zuführrohr (11, 11') ausmündet, welches in den über die Zerkleinerungskammer (3) hervorstehenden unteren Teil des Rohres (8, 8') einmündet, so dass zur Bildung des Pfropfens (12) Partikel (2) aus der Zerkleinerungskammer (3) über das Zuführrohr (11, 11') dem Rohr (8, 8') zuführbar sind.
29. Vorrichtung nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Seitenwand der Zerkleinerungskammer (3) Öffnungen (10, 10') zur Befüllung deren Innenraumes mit unzerkleinerten Partikeln (2)

vorgesehen sind.

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12-29, **dadurch gekennzeichnet, dass** Mittel zur Zuführung von Trockeneisgranulat vorgesehen sind.
31. Vorrichtung nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Seitenwand der Zerkleinerungskammer (3) Öffnungen (10a, 10a') zur Befüllung deren Innenraums mit Trockeneisgranulat vorgesehen sind.
32. Vorrichtung nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trockeneisgranulat über eine Dosiereinheit der Zerkleinerungskammer zuführbar ist.
33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 30 - 32, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese gasdicht abgeschlossen ist.

Claims

- Method of comminuting particles (2), comprising the following method steps:
 - collecting a predetermined quantity of particles (2) in at least one tube (8, 8'), wherein the particles (2) in the tube (8, 8') form a plug (12),
 - acting on the plug (12) by a pressure pulse of predetermined strength and duration so that this is impelled via an outlet opening of the tube (8, 8') against an impact plate (6) arranged downstream of the tube (8, 8'), and
 - collecting the particles (2), which are comminuted by the reaction at the impact plate (6), in a collecting container (4),**characterised in that** an impact plate (6) having passages (7) is used, that a collecting chamber (4) adjoining the impact plate (6) is used and that particles passing through the passages (7) of the impact plate (6) are collected in the collecting container (4) adjoining thereat.
- Method according to claim 1, **characterised in that** the duration of the pressure pulse is smaller than the running time of the plug (12) in the tube (8, 8').
- Method according to one of claims 1 and 2, **characterised in that** the height of the pressure pulse lies in the region between 5 bar and 10 bar.
- Method according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** the flight speed of the plug (12) lies in the region between 70 m/s and 100 m/s.

5. Method according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the particle sizes and particle size distributions of the comminuted particles (2) collected in the collecting container (4) are predetermined by the diameter of the tube (8, 8'), the sizes of the passages (7) of the impact plate (6) and/or the size of the collecting chamber (4).
6. Method according to claim 5, **characterised in that** particles (2) finely comminuted by the reaction at the impact plate (6) pass through the passages (7) of the impact plate (6), whereas coarser particles (2) are fed again to the tube (8, 8').
7. Method according to one of claims 5 and 6, **characterised in that** the particle sizes of the comminuted particles (2) lie in the lower micron range.
8. Method according to one of claims 1 to 7, **characterised in that** different particles (2) mixed by the comminution at the impact plate (6) to form a homogeneous mixture are collected in the tube (8, 8').
9. Method according to claim 1, **characterised in that** dry ice granulate is added to the particles for embrittlement thereof.
10. Method according to claim 9, **characterised in that** the dry ice granulate is added to the collected particles.
11. Method according to one of claims 9 and 10, **characterised in that** the dry ice granulate is added to the particles in a settable quantity ratio.
12. Device (1) for comminuting particles (2) for carrying out the method according to one of claims 1 to 11, with at least one tube (8, 8') for collecting a predetermined quantity of particles (2), wherein the particles (2) in the tube (8, 8') form a plug (12), with at least one pressure pulse unit (13, 13') for generating pressure pulses, wherein through action on the plug (12) by a pressure pulse this plug is impelled via an outlet opening of the tube (8, 8') against an impact plate (6) arranged downstream of the tube (8, 8'), as well as with a collecting chamber (4) in which the particles (2), which are comminuted by the reaction at the impact plate (6) and which pass through the passages (7), are collected, **characterised in that** an impact plate (6) having passages is provided and that a collecting chamber (4) adjoining the impact plate (6) is provided, wherein particles passing through the passages (7) are collected in the collecting chamber (4) adjoining the impact plate (6).
13. Device according to claim 12, **characterised in that** at least one section of the tube (8, 8') is arranged in the interior of a comminuting chamber (3), adjoining the open upper side of which is the impact plate (6) on which the collecting chamber (4) is seated.
14. Device according to claim 13, **characterised in that** the collecting chamber (4) and the comminuting chamber (3) each have a hollow-cylindrical construction, wherein the hollow cylinders have the same diameter and are arranged to be coaxial.
15. Device according to claim 14, **characterised in that** the collecting chamber (4) and the comminuting chamber (3) have an annular flange (5, 5') at each of their mutually facing open ends, wherein the impact plate (6) is mounted between the annular flanges (5, 5').
16. Device according to claim 15, **characterised in that** different impact plates (6) with different passages (7) can be mounted between the annular flanges (5, 5').
17. Device according to claim 16, **characterised in that** the passages (7) are constructed in the form of polygonal or round bores and/or in the form of annular gaps.
18. Device according to one of claims 12 to 17, **characterised in that** the volume in the interior of the collecting chamber (4) is adjustable.
19. Device according to claim 18, **characterised in that** at least one wave compensator, plug bush or sliding sleeve is provided for setting the volume of the collecting chamber (4).
20. Device according to one of claims 12 to 19, **characterised in that** the collecting chamber (4) has at least one removable opening (16, 16') for removal of the comminuted particles (2).
21. Device according to one of claims 13 to 20, **characterised in that** the tube (8, 8') extends in the direction of the vertically extending longitudinal axis of the comminuting chamber (3), wherein the outlet opening is disposed at the upper end of the tube (8, 8') at a predetermined spacing from the impact plate (6).
22. Device according to claim 21, **characterised in that** several parallelly extending tubes (8, 8') are provided.
23. Device according to one of claims 12 to 22, **characterised in that** a predetermined quantity of particles (2) can be introduced into the or each tube (8, 8') for formation of the plug (12) at a predetermined spacing from the outlet opening and that a connection for the or a pressure pulse unit (13, 13') is provided below the region of the tube (8, 8') for reception of the plug (12).

24. Device according to claim 23, **characterised in that** the pressure pulse unit (13, 13') comprises a valve (14, 14') by way of which the plug (12) can be loaded with gas under pressure.

5

25. Device according to claim 24, **characterised in that** the gas is formed by air, an inert gas, cryogenic gas or hot gas.

26. Device according to claim 24, **characterised in that** the gas is cooled and/or that the wall of the comminuting chamber (3) is encased by a cooling casing.

10

27. Device according to one of claims 23 to 26, **characterised in that** the section of the tube (8, 8') for reception of the plug (12) lies in the lower part, which protrudes beyond the underside of the comminuting chamber (3), of the tube (8, 8').

15

28. Device according to claim 27, **characterised in that** at least one feed tube (11, 11') exits at the underside of the comminuting chamber (3) and opens into the lower part, which protrudes beyond the comminuting chamber (3), of the tube (8, 8') so that for formation of the plug (12) particles (2) can be fed from the comminuting chamber (3) via the feed tube (11, 11') to the tube (8, 8').

20

29. Device according to claim 28, **characterised in that** openings (10, 10') for filling the interior space of the comminuting chamber (3) with uncomminuted particles (2) are provided in the side wall thereof

25

30. Device according to one of claims 12 to 29, **characterised in that** means for feed of dry ice granulate are provided.

35

31. Device according to claim 30, **characterised in that** openings (10a, 10a') for filling the interior space of the comminuting chamber (3) with dry ice granulate are provided in the side wall thereof.

40

32. Device according to claim 31, **characterised in that** the dry ice granulate can be fed to the comminuting chamber by way of a metering unit.

45

33. Device according to one of claims 30 to 32, **characterised in that** this is gastightly closed off.

50

Revendications

1. Procédé pour fragmenter des particules (2), comprenant les étapes suivantes :

55

- une quantité prédéfinie de particules (2) est réunie dans au moins un tube (8, 8'), les particules (2) formant dans le tube (8, 8') un bouchon

(12),

- le bouchon (12) est soumis à une impulsion de pression dont l'intensité et la durée sont prédéfinies, de telle sorte que celui-ci est projeté par une ouverture de sortie du tube (8, 8') contre une plaque d'impact (6) placée en aval du tube (8, 8'),

- les particules (2) fragmentées provenant par réaction de la plaque d'impact (6) sont collectées dans une chambre de récupération (4),

caractérisé en ce que l'on utilise une plaque d'impact (6) présentant des passages (7), **en ce que** l'on utilise une chambre de récupération (4) adjacente à la plaque d'impact (6), **en ce que** les particules traversant les passages (7) de la plaque d'impact (6) sont collectées dans la chambre de récupération (4) adjacente.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la durée de l'impulsion de pression est inférieure à la durée du parcours du bouchon (12) dans le tube (8, 8').

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'impulsion de pression a une valeur comprise entre 5 bars et 10 bars.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 - 3, **caractérisé en ce que** la vitesse de déplacement du bouchon (12) est comprise entre 70 m/s et 100 m/s.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 - 4, **caractérisé en ce que** la granulométrie et la répartition granulométrique des particules (2) fragmentées collectées dans la chambre de récupération (4) sont prédéfinies par le diamètre du tube (8, 8'), par les dimensions des passages (7) de la plaque d'impact (6) et/ou par la dimension de la chambre de récupération (4).

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que**, du fait du retour par réaction sur la plaque d'impact (6), des particules (2) finement fragmentées traversent les passages (7) de la plaque d'impact (6), tandis que des particules (2) plus grossières sont à nouveau amenées dans le tube (8, 8').

7. Procédé selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** la granulométrie des particules fragmentées (2) se situe dans le domaine inférieur des μm .

8. Procédé selon l'une des revendications 1-7, **caractérisé en ce que** différentes particules (2) sont réunies dans le tube (8, 8'), qui sont transformées en un mélange homogène par la fragmentation contre la plaque d'impact (6).

9. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on ajoute aux particules des granulés de neige carbonique afin de les fragiliser.
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les granulés de neige carbonique sont ajoutés aux particules réunies. 5
11. Procédé selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** les granulés de neige carbonique sont ajoutés aux particules selon un rapport quantitatif réglable. 10
12. Dispositif (1) pour fragmenter des particules (2) destiné à mettre en oeuvre le procédé selon l'une des revendications 1-11, comprenant au moins un tube (8, 8') destiné à réunir une quantité prédéfinie de particules (2), les particules (2) formant un bouchon (12) dans le tube (8, 8'), comprenant au moins une unité à impulsions de pression (13, 13') pour générer des impulsions de pression, sachant que le fait de soumettre le bouchon (12) à une impulsion de pression projette ce dernier par une ouverture de sortie du tube (8, 8') contre une plaque d'impact (6) placée en aval du tube (8, 8'), et comprenant également une chambre de récupération (4) dans laquelle sont collectées les particules (2) fragmentées provenant par réaction de la plaque d'impact (6), qui ont traversé les passages (7), **caractérisé en ce qu'est** prévue une plaque d'impact (6) présentant des passages, et **en ce qu'est** prévue une chambre de récupération (4) adjacente à la plaque d'impact (6), les particules ayant traversé les passages (7) étant collectées dans la chambre de récupération (4) adjacente à la plaque d'impact (6). 15 20 25 30
13. Dispositif selon la revendication 12, **caractérisé en ce qu'au moins** un segment du tube (8, 8') est disposé à l'intérieur d'une chambre de fragmentation (3), à la face supérieure ouverte de laquelle fait suite la plaque d'impact (6) sur laquelle repose la chambre de récupération (4). 35 40
14. Dispositif selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** la chambre de récupération (4) et la chambre de fragmentation (3) présentent chacune une structure cylindrique creuse, les cylindres creux ayant le même diamètre et étant disposés coaxialement. 45
15. Dispositif selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** la chambre de récupération (4) et la chambre de fragmentation (3) présentent au niveau de chacune de leurs extrémités ouvertes se faisant face une bride annulaire (5, 5'), la plaque d'impact (6) étant montée entre les brides annulaires (5, 5'). 50 55
16. Dispositif selon la revendication 15, **caractérisé en ce qu'entre** les brides annulaires (5, 5') peuvent être fixées différentes plaques d'impact (6) dotées de différents passages (7).
17. Dispositif selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** les passages (7) sont réalisés sous la forme de perçages anguleux ou circulaires et/ou de fentes annulaires.
18. Dispositif selon l'une des revendications 12 - 17, **caractérisé en ce que** le volume à l'intérieur de la chambre de récupération (4) est réglable.
19. Dispositif selon la revendication 18, **caractérisé en ce qu'au moins** un compensateur à soufflet, un presse-étoupe ou un manchon coulissant est prévu pour régler le volume de la chambre de récupération (4).
20. Dispositif selon l'une des revendications 12 - 19, **caractérisé en ce que** la chambre de récupération (4) présente au moins une ouverture de retrait (16, 16') pour pouvoir en extraire les particules (2) fragmentées.
21. Dispositif selon l'une des revendications 13 - 20, **caractérisé en ce que** le tube (8, 8') s'étend dans la direction de l'axe longitudinal vertical de la chambre de fragmentation (3), l'ouverture de sortie à l'extrémité supérieure du tube (8, 8') étant placée à une distance prédéfinie en face de la plaque d'impact (6).
22. Dispositif selon la revendication 21, **caractérisé en ce que** sont prévus plusieurs tubes (8, 8') s'étendant parallèlement.
23. Dispositif selon l'une des revendications 12-22, **caractérisé en ce qu'une** quantité prédéfinie de particules (2) peut être introduite dans le tube ou dans chaque tube (8, 8') pour former le bouchon (12) à une distance prédéfinie de l'ouverture de sortie, et **en ce que** sous la zone du tube (8, 8') destinée à recevoir le bouchon (12) est prévu un raccord pour l'unité ou une unité à impulsions de pression (13, 13').
24. Dispositif selon la revendication 23, **caractérisé en ce que** l'unité à impulsions de pression (13, 13') présente une soupape (14, 14') par le biais de laquelle le bouchon (12) peut être soumis à un gaz sous pression.
25. Dispositif selon la revendication 24, **caractérisé en ce que** le gaz est constitué d'air, d'un gaz inerte, d'un gaz cryogène ou d'un gaz chaud.
26. Dispositif selon la revendication 24, **caractérisé en ce que** le gaz est refroidi et/ou **en ce que** la paroi de la chambre de fragmentation (3) est entourée d'une enveloppe refroidissante.

27. Dispositif selon l'une des revendications 23 - 26, **caractérisé en ce que** le segment du tube (8, 8') destiné à recevoir le bouchon (12) est situé dans la partie inférieure du tube (8, 8') qui dépasse du dessous de la chambre de fragmentation (3). 5
28. Dispositif selon la revendication 27, **caractérisé en ce qu'**au moins un tube d'alimentation (11, 11') débouche du dessous de la chambre de fragmentation (3) et pénètre dans la partie inférieure du tube (8, 8') qui dépasse de la chambre de fragmentation (3), de sorte que, pour former le bouchon (12), des particules (2) peuvent être transférées de la chambre de fragmentation (3) au tube (8, 8') via le tube d'alimentation (11, 11'). 10 15
29. Dispositif selon la revendication 28, **caractérisé en ce que** des ouvertures (10, 10') sont prévues dans la paroi latérale de la chambre de fragmentation (3), afin d'alimenter cette dernière en particules (2) non fragmentées. 20
30. Dispositif selon l'une des revendications 12-29, **caractérisé en ce que** des moyens sont prévus pour amener des granulés de neige carbonique. 25
31. Dispositif selon la revendication 30, **caractérisé en ce que** des ouvertures (10a, 10a') sont prévues dans la paroi latérale de la chambre de fragmentation (3), pour le remplissage de l'espace intérieur de cette dernière en granulés de neige carbonique. 30
32. Dispositif selon la revendication 31, **caractérisé en ce que** les granulés de neige carbonique peuvent être amenés à la chambre de fragmentation par l'intermédiaire d'une unité de dosage. 35
33. Dispositif selon l'une des revendications 30 - 32, **caractérisé en ce que** celui-ci est fermé de façon hermétique. 40

45

50

55

Fig. 1

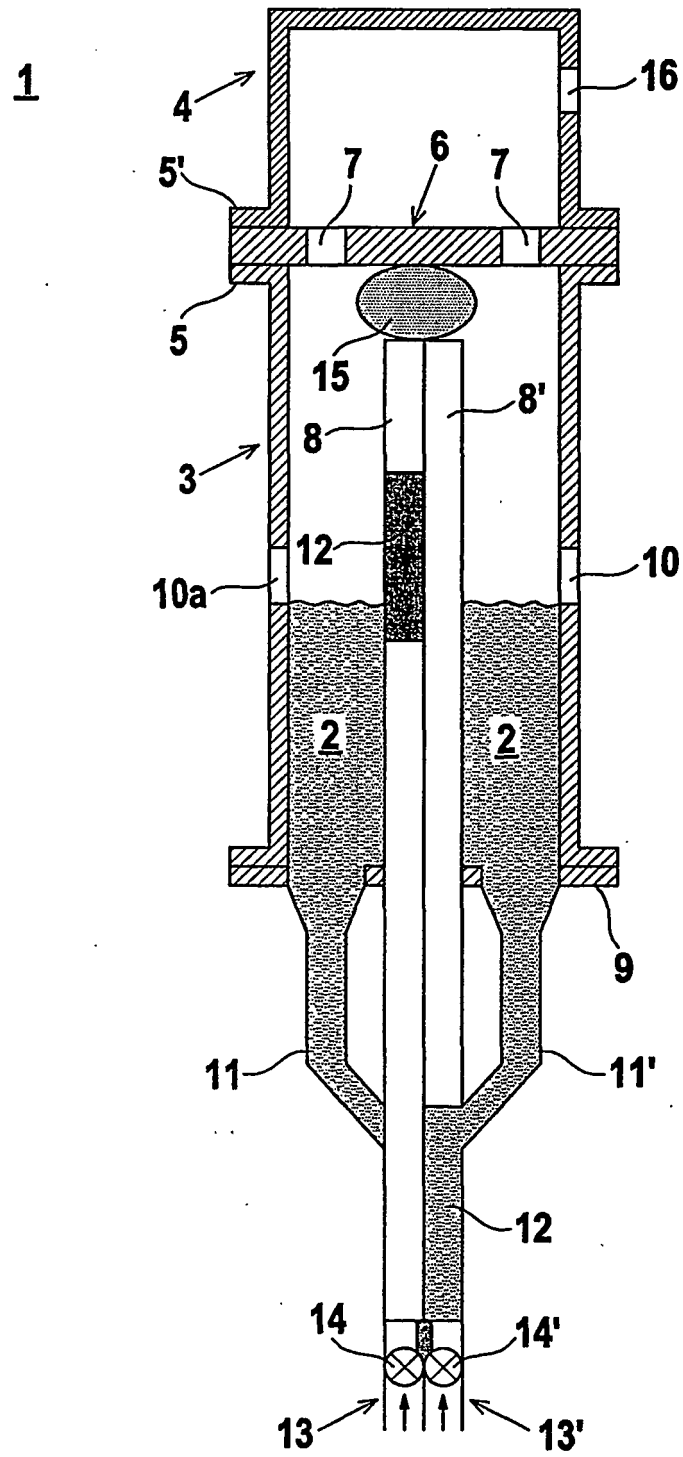
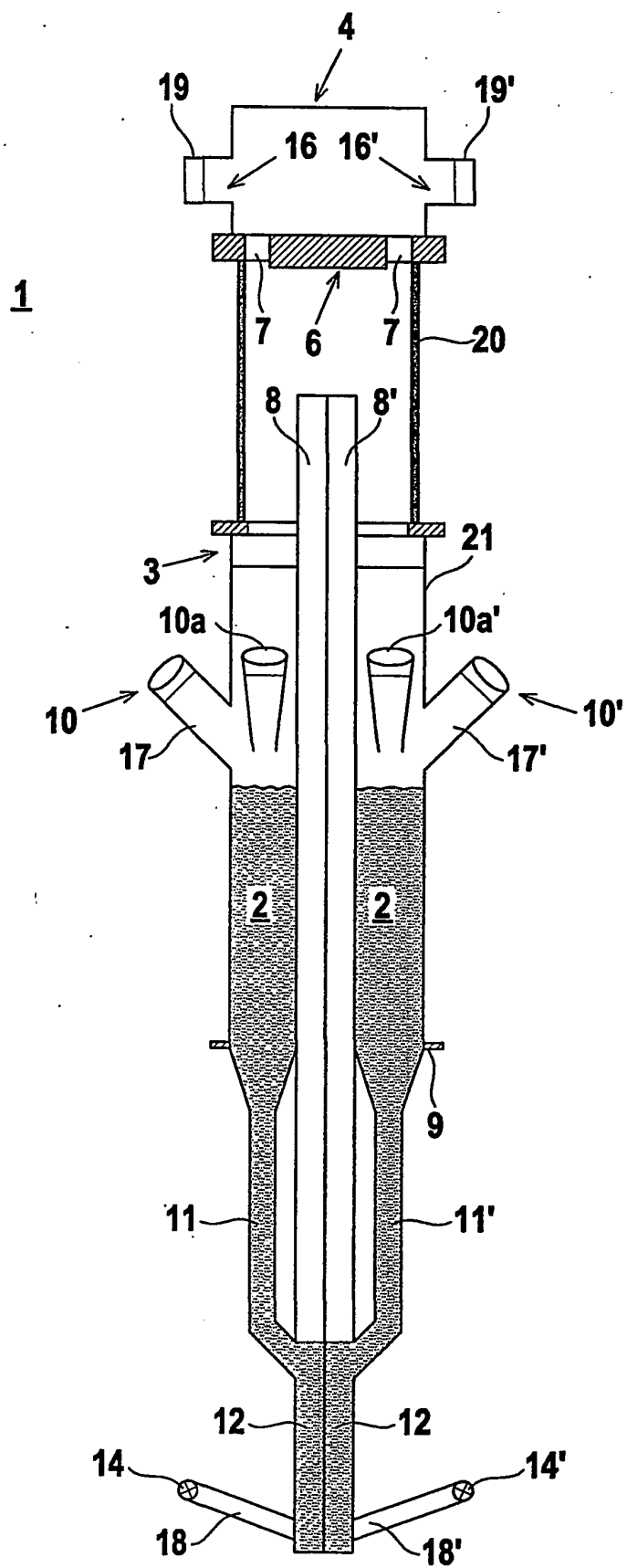


Fig. 2



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

- SU 457486 [0002]