

(19)



(11)

EP 3 042 739 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.07.2016 Patentblatt 2016/28

(51) Int Cl.:
B24C 1/00 (2006.01) B02C 2/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16150907.0**

(22) Anmeldetag: **12.01.2016**

(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**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
 Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **Carbo Kohlensäurewerke GmbH & Co.
 KG**
53557 Bad Hönningen (DE)

(72) Erfinder: **HOFFMEISTER, Jörg**
53489 Sinzig (DE)

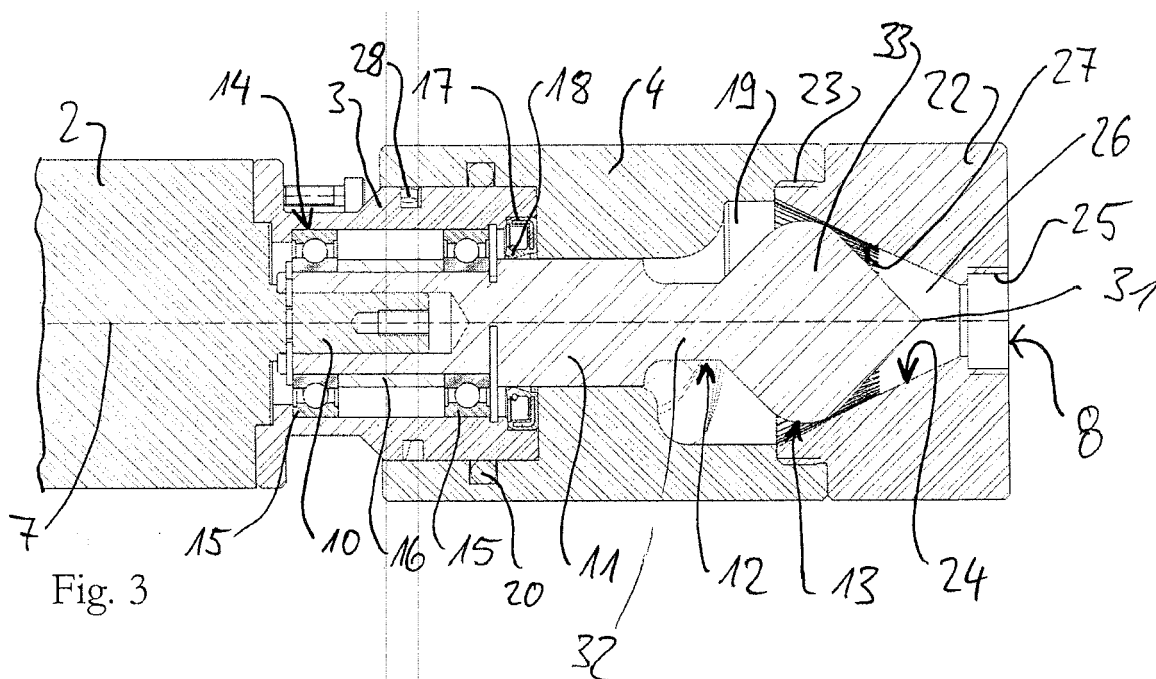
(74) Vertreter: **MFG Patentanwälte
 Meyer-Wildhagen Meggle-Freund
 Gerhard PartG mbB
 Amalienstraße 62
 80799 München (DE)**

(30) Priorität: **12.01.2015 DE 102015100308**

(54) **TROCKENEISMAHLWERK UND TROCKENEISSTRAHLVORRICHTUNG**

(57) Trockeneismahlwerk (1) für eine Trockeneisstrahlvorrichtung (100) mit einem ersten und einem zweiten Mahlkörper (12, 22), wobei der erste Mahlkörper (12) eine rotationssymmetrische Außenwirkfläche (13) und der zweite Mahlkörper (22) eine rotationssymmetrische Innenwirkfläche (24) aufweist, die als Mahlflächen wirken, die Mahlkörper (12, 22) jeweils mit ihrer Außenwirkfläche (13) und ihrer Innenwirkfläche (24) einander zu-

gewandt koaxial und gegeneinander um eine Rotationsachse (7) verdrehbar angeordnet sind, sodass zwischen Außenwirkfläche (13) und Innenwirkfläche (24) ein Ringspalt (27) ausgebildet ist, in den beim Verdrehen der Mahlkörper (12, 22) gegeneinander Trockeneismahlgut (102) gelangt und dort zerrieben wird, sowie eine Trockeneisstrahlvorrichtung (100) mit einem solchen Trockeneismahlwerk (1)



EP 3 042 739 A1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

- 5 **[0001]** Die vorliegende Offenbarung bezieht sich allgemein und insbesondere auf ein Trockeneismahlwerk für eine Trockeneisstrahlvorrichtung mit einem ersten und zweiten Mahlkörper.

TECHNISCHER HINTERGRUND

- 10 **[0002]** Es sind allgemein Trockeneisstrahlvorrichtungen bekannt, bei denen die Eigenschaften von Trockeneis genutzt werden. Trockeneispellets, die aus zusammengepresstem CO₂-Schnee bestehen, werden mit Druckluft beschleunigt und in sehr kaltem Zustand (-78,5°C) gegen die zu reinigenden Flächen geschleudert.
- [0003]** Der Reinigungseffekt beruht auf drei Prinzipien: zum einen auf der mechanischen Wirkung der Trockeneisfestkörper (ähnlich Glasperlen oder Sandstrahlen); weiter darauf, dass die unterkühlten Trockeneispellets beim Aufprall
15 einen reinigenden Kälteschock auslösen, bei dem das abzutragende Substrat versprödet und dessen Abtrag erleichtert wird; und schließlich darauf, dass sich beim Abkühlen feine Risse und Ritzen bilden, in die feine Trockeneispartikel eindringen, dort schlagartig sublimieren (d. h. gehen in den gasförmigen Zustand über), sich dabei in den Ritzen stark ausdehnen und so die Ritzen vergrößern und die zu entfernenden Partikel dabei von der zu reinigenden Fläche ablösen.
- [0004]** Das eigentliche Strahlgut, nämlich das Trockeneis, verdampft bei diesem Vorgang vollständig und entweicht
20 in die Atmosphäre. Es entstehen beim Trockeneisstrahlen daher keinerlei Rückstände außer den abgelösten Partikeln.
- [0005]** Die verwendeten Trockeneispellets mit Ausgangskorngrößen von ca. 3 mm sind jedoch nicht für alle Reinigungsaufgaben geeignet. Es gibt Reinigungsaufgaben, bei denen kleinere Partikelgrößen gewünscht sind.
- [0006]** Um Trockeneispartikel mit geringeren Korngrößen zu erhalten, gibt es Strahlvorrichtungen mit Walzenmahlwerken, bei denen die Pellets in einem Brechspalt zwischen gegenläufigen Walzen und einer Brechleiste zerkleinert
25 werden (siehe zum Beispiel DE 10 2009 027 974 B4). Die im Mahlwerk zerkleinerten Partikel werden nach der Zerkleinerung weiter gefördert, in einen Druckluftstrom eingespeist und zu einer Strahldüse geführt.
- [0007]** Beim Zermahlen in einer offenen Kammer können hier vergleichsweise hohe Strahlgut(Trockeneis)-Verluste auftreten, da beim Zerkleinern ein Teil des Trockeneises sublimiert und verloren geht. Auch sind bei solchen Walzenmahlwerken mehrere abgedichtete Lager (pro Walze zwei) erforderlich, um den Mahlvorgang auch in einer geschlossenen Kammer zu ermöglichen wenn das Strahlgut mit Hilfe eines Förderfluids (z.B. Druckluft) durch die Mahlvorrichtung
30 gefördert werden soll.
- [0008]** Es besteht also die Aufgabe, ein verbessertes Trockeneismahlwerk zur Verfügung zu stellen, bei der diese Nachteile wenigstens teilweise ausgeräumt sind. Insbesondere besteht die Aufgabe, eine Trockeneisstrahlvorrichtung zur Verfügung zu stellen, bei der die Trockeneisverluste möglichst gering sind und die Partikelgröße und Geometrie
35 sowie die Strahlgeschwindigkeit möglichst optimal auf die durchzuführende Reinigungsaufgabe abstimmbare sind.
- [0009]** Diese Aufgabe erfüllt das Trockeneismahlwerk gemäß Anspruch 1 sowie die Trockeneisstrahlvorrichtung gemäß Anspruch 14.

ZUSAMMENFASSUNG

- 40 **[0010]** Nach einem ersten Aspekt stellt die vorliegende Offenbarung ein Trockeneismahlwerk für eine Trockeneisstrahlvorrichtung mit einem ersten und einem zweiten Mahlkörper dar, das sich dadurch auszeichnet, dass der erste Mahlkörper eine rotationssymmetrische Außenwirkfläche und der zweite Mahlkörper eine rotationssymmetrische Innenfläche aufweist, die jeweils als Mahlfächen wirken,
45 die Mahlkörper jeweils mit ihrer Außenwirkfläche und ihrer Innenwirkfläche einander zugewandt koaxial und gegeneinander um eine Rotationsachse verdrehbar angeordnet sind, so dass zwischen Außenwirkfläche und Innenwirkfläche ein ringförmiger Mahlpalt ausgebildet ist, in den beim Verdrehen der Mahlkörper gegeneinander Trockeneismahlgut gelangt und dort zerrieben wird.
- [0011]** Mit so einem Mahlwerk lässt sich der Mahlvorgang einfacher in einer geschlossenen Kammer realisieren und damit der Druckluftbedarf zur Förderung des Strahlguts reduzieren, da der zweite Mahlkörper mit seiner Innenwirkfläche einen Teil einer geschlossenen Mahlkammer bilden kann. Das beim Zermahlen freiwerdende CO₂-Gas kann so zusätzlich nutzbares Gasvolumen im Fördergasstrom bilden, welches die Aufprallenergie des Strahlgutes zusätzlich erhöhen kann. Durch die konzentrisch ineinander angeordneten Mahlkörper kann die Mahlgutzufuhr und die Strahlgutabfuhr sowie der Durchgang durch das eigentliche Mahlwerk und durch den Mahlpalt besonders strömungsgünstig gestaltet
55 werden. Auf diese Weise können u.a. Strömungs- und Druckverluste bei der Förderung des Mahl-/Strahlgutes verringert werden.
- [0012]** Weitere Aspekte und Merkmale ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der beigefügten Zeichnung und der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsformen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0013] Ausführungsformen werden nun beispielhaft und unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Trockeneisstrahlgerätes;
- Fig. 2 eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Trockeneismahlwerks mit einer Antriebseinheit;
- Fig. 3 einen Längsschnitt durch das in Fig. 2 dargestellte Trockeneismahlwerk;
- Fig. 4 einen Längsschnitt durch das in Fig. 2 dargestellte Mahlwerk in einer anderen Schnittebene;
- Fig. 5A - 5E schematische Darstellungen alternativer Mahlwerksgeometrien

BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0014] Vor einer detaillierten Beschreibung der Ausführungsform unter Bezugnahme auf Fig. 1 folgen zunächst allgemeine Erläuterungen zu den Ausführungsformen.

[0015] Es gibt Ausführungen, bei welchen jeweils ein Konturverlauf der Außenwirkfläche entlang der Rotationsachse durch eine erste Konturlinie und ein Konturverlauf der Innenwirkfläche entlang der Rotationsachse durch eine zweite Konturlinie definiert ist. Dabei sind die Konturlinien so gestaltet, dass bei minimiertem ("minimiert" bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Weite des Ringspalt gleich null wird, also Innenwirkfläche und Außenwirkfläche einander berühren) Ringspalt die Innenwirkfläche und die Außenwirkfläche einander entlang einer ringförmigen Linie berühren - der Ringspalt also sehr schmal ist. Bei so einer Ausführung ist sichergestellt, dass der eigentliche Mahlvorgang maßgeblich im Bereich des minimierten Ringspalt, also nur in der sehr schmalen Engstelle, stattfindet. Damit wird das Mahlgut sehr schonend zerkleinert und Sublimationsverluste werden minimiert.

[0016] Das Mahlgut wird in Förderrichtung durch den Ringspalt entlang der Rotationsachse geführt. Dabei wird das Mahlgut zunächst in den sich verengenden Ringspalt gedrückt, wo es zerkleinert wird. Die zerkleinerten Partikel gelangen dann sofort aus dem (engen und schmalen) Ringspaltbereich in einen sich erweiternden Bereich und werden dort weiter geführt. Die Förderwirkung erfolgt zum einen durch den Gasstrom entlang der Rotationsachse sowie durch die Bewegung der Mahlkörper zueinander bzw. durch die Relativbewegung der Innenwirkfläche zur Außenwirkfläche.

[0017] Bei einer Ausführung ist dabei die Innenwirkfläche frusto-konisch (kegelstumpfförmig) ausgebildet und die Außenwirkfläche ist im Bereich des Ringspalt mit einem torisch gewölbten Bereich (ähnlich der Außenwölbung im Gürtelbereich eines Rettungsrings) versehen. Diese Gestaltung hat mehrere Vorteile. Geht man von einer Förderrichtung durch den zweiten Mahlkörper entlang seiner frusto-konischen Innenwirkfläche aus, bei der das Mahl-/Strahlgut vom weiten Ende des Kegelstumpfes entlang der Rotationsachse zum engeren Ende des Kegelstumpfes gefördert wird, so wird zunächst das ungebrochene Mahlgut durch die aufeinander zulaufenden Flächenbereiche der Innenwirkfläche und der Außenwirkfläche in den Mahlpalt (Ringspalt) hinein verdichtet. Nach dem Passieren des Mahlpalt tritt das dort zum Strahlgut zerkleinerte Mahlgut wieder in einen sich aus dem Ringspalt heraus erweiternden Bereich aus, kann sich dort ausdehnen und verklumpt nicht. Schließlich wird das Strahlgut dann wieder in Richtung enger Konusmündung zusammen mit einem Druckluft-/Strahlgutstrahl konvergiert und tritt mit erhöhter Geschwindigkeit aus.

[0018] Bei einer anderen Ausführung geht der torisch ausgebildete Bereich in einen konischen Bereich über, der ein Ende des ersten Mahlkörpers bildet und in den frusto-konischen Hohlraum im zweiten Mahlkörper hineinragt. Dadurch wird der oben beschriebene Düseneffekt zusätzlich verstärkt.

[0019] Bei anderen Ausführung mündet die so gebildete insbesondere rotationssymmetrische Mahlgutabfuhrkammer in einen Abfuhranschluss, über den das Mahl-/Strahlgut direkt in ein Schlauchpaket der Trockeneisstrahlvorrichtung geführt werden kann. Dies ist so ohne weitere Umlenkungen und damit verlustarm möglich.

[0020] Bei einer anderen Ausführung ist der erste Mahlkörper - der ggf. mit einem Mahlkopf drehbar innerhalb des zweiten Mahlkörpers aufgenommen ist - mit einem eine Mahlgutzufuhrkammer durchsetzenden Antriebsschaft versehen, der mit einer Antriebseinheit koppelbar ist und über eine Lageranordnung in einer mit der Antriebseinheit verbundenen Lagerhülse gelagert ist. Damit kann der erste Mahlkörper (bzw. der Mahlkopf) frei innerhalb des zweiten Mahlkörpers - also innerhalb der Mahlgutzufuhrkammer bzw. der Strahlgutabfuhrkammer - positioniert werden. Antrieb, Ausrichtung und Fixierung erfolgt über die Lagerhülse bzw. die Antriebseinheit. Durch die Lagerung innerhalb der Lagerhülse wird sichergestellt, dass die Antriebseinheit nur die zum Zerkleinern des Strahlgutes erforderliche Drehbewegung überträgt und frei von Quer- und Axialkräften bleibt.

[0021] In einer Ausführung ist dabei die Lageranordnung und/oder die Antriebseinheit über eine am Antriebsschaft wirkende Dichtung (z.B. Wellendichtring, Gleitringdichtung) zur Mahlgutzufuhrkammer hin abgedichtet. Damit wird zuverlässig verhindert, dass Mahl- bzw. Strahlgut und/oder Druckluft in die Lageranordnung bzw. in die Antriebseinheit geraten kann. Zur Abdichtung ist nur eine einzige Dichtung erforderlich. Pressluft und Strahlgut bleiben innerhalb der Mahlgutzufuhrkammer.

[0022] In einer weiteren Ausführung ist der zweite Mahlkörper am Ende eines Haltestücks ausgebildet, in dem die

Mahlgutzufuhrkammer ausgebildet ist. Damit kann der zweite Mahlkörper austauschbar und aus einem anderen Werkstoff wie die Mahlgutzufuhrkammer ausgebildet sein.

[0023] In einer Ausführung, bei welcher der zweite Mahlkörper und/oder die Lagerhülse zum Haltestück hin axial entlang der Rotationsachse verstellbar ausgebildet sind, ermöglicht diese Axialverstellung eine Veränderung der Ringspaltweite. Der erste Mahlkörper kann in Axialrichtung relativ zum zweiten Mahlkörper positioniert werden, so dass die Weite des Ringspaltweite veränderbar ist und so die Korngröße des Strahlgutes in gewünschter Weise eingestellt werden kann.

[0024] Dabei gibt es Ausführungen, bei denen die Weite des Ringspaltweite zwischen 4 und 0,1 mm, insbesondere zwischen 1 und 0,1 mm eingestellt wird.

[0025] Bei einer Ausführung dient eine Spindelanordnung, über die das Haltestück mit der Lagerhülse gekoppelt ist, als Verstellmechanismus. So kann durch Verdrehen des Haltestücks zur Lagerhülse die axiale Lage des ersten Mahlkörpers zum zweiten Mahlkörper eingestellt werden.

[0026] In einer anderen Ausführung ist entsprechender Weise der zweite Mahlkörper zum Haltestück verstellbar angeordnet, beispielsweise über eine Spindel oder ein Gewinde.

[0027] Bei einer Ausführung ist die Mahlgutzufuhrkammer, die den ersten Mahlkörper bzw. dessen Antriebsschaft koaxial umgibt, mit einem Zufuhranschluss versehen, der tangential und zur Rotationsachse geneigt in die Mahlgutzufuhrkammer mündet. So wird das zugeführte Mahlgut zusammen mit dem Druckluftstrom in der Mahlgutzufuhrkammer zyklonartig den Ringspalt geführt. Diese Ausführung ist strömungstechnisch vorteilhaft und gewährleistet einen verlustarmen Mahlgutstrom in den Ringspalt.

[0028] Dabei gibt es Ausführungen, bei denen die Drehrichtung des Zyklonstroms der Drehrichtung des ersten Mahlkörpers im zweiten Mahlkörper entspricht.

[0029] Bei anderen Ausführungen kann die Drehrichtung des Zyklonstroms auch der Drehrichtung des ersten Mahlkörpers im zweiten Mahlkörper entgegengesetzt sein, um damit gegebenenfalls besondere Zerkleinerungsergebnisse zu erlangen.

[0030] Bei einer Ausführung, bei welcher der zweite Mahlkörper über ein Gewinde auswechselbar mit dem Haltestück gekoppelt ist, kann dieser bei Verschleiß besonders einfach ausgewechselt werden.

[0031] Dabei gibt es Ausführungen, bei welchen das Gewinde über eine spezielle Gewindedichtmasse abgedichtet ist, um Gasverluste durch den Gewindespalt zu vermeiden. Solche Dichtmassen können durch Erwärmen verflüssigt werden, so dass dann der zweite Mahlkörper auf das Haltestück auf oder von diesem abgeschraubt werden kann.

[0032] In anderen Ausführungen kann auch alternativ zum Gewindedichtmittel eine Dichtungsfläche vorgesehen werden, über die der zweite Mahlkörper gegen das Haltestück abgedichtet werden kann. Um die Mahlergebnisse in Abhängigkeit vom zugeführten Mahlgut und dem erforderlichen Strahlgut entsprechend der gewünschten Einsatzsituation einzustellen bzw. zu verändern, können die Außenwirkfläche des ersten Mahlkörpers und/oder die Innenwirkfläche des zweiten Mahlkörpers mit einer Oberflächenstruktur versehen sein. Insbesondere können Rillen, Kerben, Noppen, Zähne, Zacken, Vertiefungen, und ähnliches vorgesehen sein, die entweder in Linien, Ring oder Spindel-/Gewindestrukturen angeordnet bzw. ausgebildet sind.

[0033] Es gibt auch Ausführungen, bei denen die Oberflächen der Außenwirkfläche und/oder der Innenwirkfläche durch besondere Oberflächenbehandlungen oder zusätzliche Beschichtungen in ihren Eigenschaften verändert werden, um das Mahlergebnis selbst zu beeinflussen oder die Festigkeit bzw. die Verschleißigenschaften der Wirkflächen zu verbessern.

[0034] Es gibt Ausführungen, bei denen der erste und der zweite Mahlkörper aus einem Aluminiumwerkstoff, insbesondere aus geeigneten Knet- bzw. Gusslegierungen ausgebildet ist und die Wirkflächen z.B. durch eine Eloxier- oder Hartanodisierbehandlung, verändert, insbesondere gehärtet, wurden. So kann ein leichter und einfach zu bearbeitender Werkstoff verwendet werden, der an den Wirkflächen trotzdem die erforderliche Verschleißfestigkeit aufweist.

[0035] Eine Trockeneisstrahlvorrichtung, die mit einem solchen Trockeneismahlwerk versehen ist, kann besonders verlustfrei, energiesparend und durch das geringe Gewicht und die einstellbare Strahlpartikelgröße (Strahlgut) variabel für unterschiedliche Aufgaben eingesetzt werden.

[0036] Dabei gibt es Ausführungen, bei denen am Austrittsende des Trockeneismahlwerks ein zusätzlicher Fluidanschluss (z.B. für Druckluft) vorgesehen ist, über den das dort austretende Gemisch zusätzlich mit Förderfluid beaufschlagbar ist, um dieses Gemisch aus vorhandenem Förderfluid und Trockeneis zusätzlich zu beschleunigen, um so die Strahleigenschaften weiter zu verbessern.

[0037] Zurückkommend zur Fig. 1, zeigt diese eine schematische Darstellung einer Trockeneisstrahlvorrichtung 100 mit einem Zufuhrbehälter 101 mit als Mahlgut dienenden Trockeneispellets 102, die etwa folgende Abmessungen haben (Durchmesser ca. 3mm, Längs ca. 5 bis 10mm) und aus verdichtetem Trockeneisschnee gebildet werden.

[0038] Der Zufuhrbehälter 101 mündet mit seinem unteren Ende in eine Dosiervorrichtung 103, in der über eine rotierende Dosierscheibe Trockeneispellets 102 in einen Förderluftstrom 104 transportiert werden, der die Trockeneispellets 102 aus der Dosiervorrichtung über eine Zuleitung 106 in das Trockeneismahlwerk 1 fördert. Dort werden die Trockeneispellets 102 (Mahlgut) zu Strahlgut 109 zerkleinert und zusammen mit dem Förderluftstrom 104 aus dem

Trockeneismahlwerk 1 durch ein Schlauchpaket 107 durch eine Düse 108 als Strahlgut 109 (zerkleinerte Trockeneispellets) gegen die zu bearbeitende Oberfläche 110 gelenkt.

[0039] Optional kann ein weiterer Förderluftstrom 111 in das Schlauchpaket 107 geführt werden, um das Strahlgut 109 dort zusätzlich zu beschleunigen.

[0040] Das in Fig. 2 dargestellte Trockeneismahlwerk 1 umfasst eine Antriebseinheit 2, die über eine Lagerhülse 3 mit einem Haltestück 4 gekoppelt ist, welches an seinem Ende den zweiten Mahlkörper 22 trägt.

[0041] Im Betrieb tritt das Mahlgut (Trockeneispellets 102) durch einen Zufuhranschluss 6 in das Innere des Haltestücks 4, passiert dort die Mahlflächen (siehe unten) und tritt koaxial zu einer Symmetrie-/Rotationsachse 7 über einen Abfuhranschluss 8 aus - ggf. in das Schlauchpaket 107.

[0042] Aufbau und Funktion des Trockeneismahlwerks 1 werden anhand der in Fig. 3 und 4 gezeigten Schnittdarstellungen erläutert. An die Antriebseinheit 2 (schematisch ohne inneren Aufbau dargestellt) ist die Lagerhülse 3 über Schrauben 9 angeflanscht. Die Antriebseinheit 2 umfasst einen nicht weiter dargestellten Elektromotor, dessen Wellenende 10 in einen Antriebsschaft 11 eines ersten Mahlkörpers 12 hineinragt, an dessen anderem Ende ein Mahlkopf 33 mit einer Außenwirkfläche 13 angeordnet ist. Wellenende 10, Antriebsschaft 11, Mahlkörper 12 und die Außenwirkfläche 13 verlaufen koaxial und rotationssymmetrisch zur Rotationsachse 7. Das Wellenende 10 ist über eine geeignete Welle-Nabe-Verbindung drehfest mit dem Antriebsschaft 11 gekoppelt.

[0043] Im Bereich des Wellenendes 10 ist der Antriebsschaft 11 über die Lageranordnung 14 drehbar und axial fixiert aufgenommen, die zwei Wälzlager (hier: Rillenkugellager) 15 und eine Distanzhülse 16 umfasst.

[0044] An ihrem mahlkopfseitigen Ende trägt die Lagerhülse 3 einen als Dichtung dienenden Wellendichtring 17, der mit seiner Dichtlippe 18 am Antriebsschaft 11 des ersten Mahlkörpers 12 anliegt und die Lageranordnung 14 und die Antriebseinheit 2 gegen das Eindringen von Mahlgut und kaltem Förderfluid schützt. Die Lagerhülse 3 steckt mit einem Ende im Haltestück 4 und ist gegen dessen Innenraum 19, welcher die Mahlgutzufuhrkammer bildet, über einen radial dichtenden O-Ring 20 abgedichtet. Am anderen Ende des Haltestücks 4 ist der zweite Mahlkörper 22 über ein Gewinde 23 mit dem Haltestück 4 verbunden. Das Gewinde 23 ist gegebenenfalls mittels eines Gewindedichtmittels (nicht dargestellt) zum Innenraum 19 abgedichtet. Im Inneren des zweiten Mahlkörpers 22 ist die Innenwirkfläche 24 ausgebildet, die sich frusto-konisch verjüngend vom Innenraum 19 her der Außenwirkfläche 13 zugewandt zum Abfuhranschluss 8 hin erstreckt, der - beispielsweise zum Anschluss des Schlauchpaketes 107 - mit einem Gewinde 25 versehen ist.

[0045] Zwischen der Außenwirkfläche 13 am Mahlkopf 33 des ersten Mahlkörpers 12 und der Innenwirkfläche 24 des zweiten Mahlkörpers 22 verläuft ein sich von dem Innenraum 19 her verjüngender und sich in eine Mahlgutabfuhrkammer 26 hinein erweiternder Ringspalt 27. Dabei ist die Mahlgutabfuhrkammer 26 konisch verjüngt ausgebildet.

[0046] Das Haltestück 4 ist axial verschieblich mit der Lagerhülse 3 gekoppelt. Auf diese Weise kann die Innenwirkfläche 24 des zweiten Mahlkörpers 22 zusammen mit dem Haltestück 4 vom ersten Mahlkörper 12 weg oder zu diesem hin verschoben werden, so dass die Weite des Ringspalt 27 veränderbar ist. Zur genauen Einstellung dient ein Spindelgang 28 in der Lagerhülse 3, in die ein in das Haltestück eingeschraubter Führungszapfen 29 (siehe Fig. 2) hineinragt. Wird nun das Haltestück 4 relativ zur Lagerhülse 3 verdreht, so verändert sich auch dessen axiale Position zur Lagerhülse 3 in Abhängigkeit vom Drehwinkel und von der Steigung des Spindelgangs 28. Entsprechend ändern sich auch die axiale Lage des Mahlkopfes 33 mit seiner Außenwirkfläche 13 zum zweiten Mahlkörper 22 mit seiner konischen Innenwirkfläche 24 und damit die Weite des Ringspalt 27. Im Betrieb wird die Weite des Ringspalt 27 zwischen 4 und 0,2 mm, insbesondere zwischen 1 und 0,2 mm eingestellt.

[0047] Die Weite des Ringspalt 27 kann in ähnlicher Weise auch über Verschrauben des zweiten Mahlkörpers 22 zum Haltestück 4 variiert werden. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist dies jedoch nicht vorgesehen, da das Gewinde 23 hier mit einem Dichtmittel abgedichtet und gegen Losdrehen gesichert ist.

[0048] Im Betrieb wird der erste Mahlkörper 12 mit seinem Mahlkopf 33 über seinen Antriebsschaft 11 vom Wellenende 10 angetrieben und dreht sich mit seiner Außenwirkfläche 13 um die Rotationsachse 7.

[0049] Der Förderluftstrom 104 tritt zusammen mit den Trockeneispellets 102 durch den Zufuhranschluss 6 ein, der geneigt und tangential in den Innenraum 19 führt (siehe Fig. 4), und wird dort zyklonartig um den ersten Mahlkörper 12 herum in den Ringspalt 27 geführt. Dort nimmt der sich in gleicher Richtung drehende erste Mahlkörper 12 die Trockeneispellets 102 mit und führt sie durch die Drehbewegung und die Druckluftbeaufschlagung weiter durch den Ringspalt 27. Dort werden die Trockeneispellets 102 zwischen der Außenwirkfläche 13 des ersten Mahlkörpers 12 und der Innenwirkfläche 24 des zweiten Mahlkörpers 22 zerrieben werden und treten als zerkleinertes Strahlgut 109 durch die düsenförmige Strahlgutabfuhrkammer 26 zusätzlich beschleunigt durch den Abfuhranschluss 8 in das Schlauchpaket 107.

[0050] Zur Verbesserung der Mahlwirkung sind die Außenwirkfläche 13 und die Innenwirkfläche 24 mit Mahl-/Förderrielen 30 versehen (siehe Fig. 4).

[0051] Zur Verbesserung der Dichtwirkung zwischen Lageranordnung 14 und dem Innenraum 19 verläuft der Antriebsschaft 11 in das Haltestück 4 hinein, wobei die Innenfläche des Haltestücks 4 und der Antriebsschaft 11 zunächst einen sehr schmalen Spalt bilden, daran anschließend ist der Antriebsschaft 11 verjüngt und geht dann sich zunächst konisch erweiternd in die torische Außenwirkfläche 13 über, die dann sich konisch verjüngend in die Spitze 31 des ersten Mahlkörpers 12 übergeht.

[0052] Der verjüngte Abschnitt 32 des Antriebsschaft 11, verbessert die Strömungseigenschaften im Innenraum 19 (Mahlgutzufuhrkammer) und der konisch spitz zulaufende Mahlkopf 33 verbessert die Strömungswirkung und die Düsenwirkung in der Mahlgutabfuhrkammer 26.

[0053] Weitere mögliche Gestaltungen der Wirkflächen 13 und 24 am Mahlkopf 33 des ersten Mahlkörpers 12 bzw. im zweiten Mahlkörper 22 sind in den Fig. 5A bis 5E dargestellt.

[0054] Fig. 5A zeigt einen Mahlkopf 33A mit einer konisch-konvex gewölbten Außenwirkfläche 13, die in einer kegeligen Innenwirkfläche 24 sitzt und dort einen Ringspalt 27 bildet.

[0055] Fig. 5B zeigt einen kegelstumpfförmigen Mahlkopf 33B mit einer kegeligen Außenwirkfläche 13, die in einer torisch-konvex gewölbten Innenwirkfläche 24 sitzt und mit dieser den Ringspalt 27 bildet.

[0056] Fig. 5C zeigt einen zylindrischen Mahlkopf 33C mit einem konisch zulaufenden Ende, der eine zylindrisch-konische Außenwirkfläche 13 aufweist, die in einer konischen Innenwirkfläche 24 sitzt und dort den Ringspalt 27 bildet.

[0057] Fig. 5D zeigt eine Ausführung bei der ein Mahlkopf 33D mit einer torisch-konvex oder auch kugelig gewölbten Außenwirkfläche 13 in einer torisch-konkav oder auch kugelig-konkav gewölbten Innenwirkfläche 24 sitzt und dort den Ringspalt 27 bildet. Dabei ist die Krümmung/Wölbung der Außenwirkfläche 13 größer (engerer Krümmungs-/Wölbungsradius) als die der Innenwirkfläche 24 (weiterer Krümmungs-/Wölbungsradius). Damit ist sichergestellt, dass sich der Ringspalt 27 zunächst in Förderrichtung verjüngt und danach wieder erweitert. Zur Montage des Mahlkopfes innerhalb des die Innenwirkfläche tragenden Bauteils (der zweite Mahlkörper 22) kann ist diese teilbar ausgebildet.

[0058] Fig. 5E zeigt eine Ausführung mit einem kegeligen Mahlkopf 33E mit einer konischen Außenwirkfläche 13, die innerhalb der sich zunächst in Förderrichtung konisch verjüngenden Innenwirkfläche 24A und der sich dann in Förderrichtung wieder erweiternden Innenwirkfläche 24B angeordnet ist und an der Übergangskante 24C den Ringspalt 27 definiert.

[0059] In einer alternativen Ausführung weist der Mahlkopf 33E eine zylindrische Außenwirkfläche 13 auf. Bei so einer Ausführung ist dann die Weite des Ringspalts 27 durch Axialverstellung des Mahlkopfes 33 nicht möglich. In einer weiteren alternativen Ausführung ist die in der Fig. 5E dargestellte sich konisch erweiternde Innenwirkfläche 24 zylindrisch mit gleichbleibendem Durchmesser ausgebildet. Im Zusammenspiel mit einer sich konisch verjüngenden Außenwirkfläche 13 ergibt sich auch bei dieser Ausführung ein sich zunächst verjüngender und sich nach der Engstelle erweiternder Ringspalt 27.

[0060] Weitere Ausführungen und Variationen der Erfindung ergeben sich im Rahmen der Ansprüche.

BEZUGSZEICHENLISTE

100	Trockeneisstrahlvorrichtung	12	erster Mahlkörper
101	Zufuhrbehälter	13	Außenwirkfläche
102	Trockeneispellets	14	Lageranordnung
103	Dosiervorrichtung	15	Rillenkugellager
104	Förderluftstrom	16	Distanzhülse
106	Zuleitung	17	Umlaufrichtung
107	Schlauchpaket	18	Dichtlippe
108	Düse	19	Innenraum
109	Strahlgut	20	O-Ring
110	Oberfläche	22	zweiter Mahlkörper
111	Förderluftstrom	23	Gewinde
		24	Innenwirkfläche
1	Trockeneismahlwerk	25	Gewinde
2	Antriebseinheit	26	Mahlgutabfuhrkammer
3	Lagerhülse	27	Ringspalt
4	Haltestück	28	Spindelgang
5	- frei -	29	Führungszapfen
6	Zufuhranschluss	30	Mahl-/Förderrille
7	Symmetrie-/Rotationsachse	31	Spitze
8	Abfuhranschluss	32	verjüngter Schaft
9	Schraube	33	Mahlkopf
10	Wellenende	33A-E	Mahlkopf (alternative Gestalt)
11	Antriebsschaft		

Patentansprüche

1. Trockeneismahlwerk (1) für eine Trockeneisstrahlvorrichtung (100) mit einem ersten und einem zweiten Mahlkörper (12, 22), wobei
 5 der erste Mahlkörper (12) eine rotationssymmetrische Außenwirkfläche (13) und der zweite Mahlkörper (22) eine rotationssymmetrische Innenwirkfläche (24) aufweist, die als Mahlflächen wirken, die Mahlkörper (12, 22) jeweils mit ihrer Außenwirkfläche (13) und ihrer Innenwirkfläche (24) einander zugewandt koaxial und gegeneinander um eine Rotationsachse (7) verdrehbar angeordnet sind, sodass
 10 zwischen Außenwirkfläche (13) und Innenwirkfläche (24) ein Ringspalt (27) ausgebildet ist, in den beim Verdrehen der Mahlkörper (12, 22) gegeneinander Trockeneismahlgut (102) gelangt und dort zerrieben wird.
2. Trockeneismahlwerk (1) nach Anspruch 1, bei welchem jeweils ein Konturverlauf der Außenwirkfläche (13) entlang der Rotationsachse (7) durch eine erste Konturlinie und ein Konturverlauf der Innenwirkfläche (24) entlang der Rotationsachse (7) durch eine zweite Konturlinie definiert ist, wobei die erste und die zweite Konturlinie so gestaltet
 15 sind, dass bei minimiertem Ringspalt (27) die Innenwirkfläche (24) und die Außenwirkfläche (13) einander entlang einer ringförmigen Linie berühren.
3. Trockeneismahlwerk (1) nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem die Innenwirkfläche (24) frusto-konisch ausgebildet ist und die Außenwirkfläche (13) im Bereich des Ringspaltes (27) einen torisch ausgebildeten Bereich umfasst.
 20
4. Trockeneismahlwerk (1) nach Anspruch 3, bei welchem der torisch ausgebildete Bereich in einen konischen Bereich mündet, der ein Ende des ersten Mahlkörpers (12) bildet, der in einen frusto-konischen Hohlraum (26) im zweiten Mahlkörper (22) hineinragt.
5. Trockeneismahlwerk (1) nach Anspruch 4, wobei der frusto-konische Hohlraum (26) zwischen Ringspalt (27) und einem Austrittsende eine, insbesondere rotationssymmetrische Mahlgutabfuhrkammer bildet, die in einen Abfuhranschluss (8) mündet.
 25
6. Trockeneismahlwerk (1) nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 5, wobei der erste Mahlkörper (12) mit einem eine Mahlgut-zufuhrkammer (19) durchsetzenden Antriebsschaft (11) versehen ist, der mit einer Antriebseinheit (2) koppelbar ist und über eine Lageranordnung (14) in einer mit der Antriebseinheit (2) verbundenen Lagerhülse (3) gelagert ist.
 30
7. Trockeneismahlwerk (1) nach Anspruch 6, wobei die Lageranordnung (14) und/oder die Antriebseinheit (2) über eine am Antriebsschaft wirkende Dichtung (17), insbesondere ein Wellendichtring, zur Mahlgutzufuhrkammer (19) hin abgedichtet ist.
 35
8. Trockeneismahlwerk (1) nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Mahlgutzufuhrkammer (19) in einem Haltestück (4) ausgebildet ist, das an einem Enden mit dem zweiten Mahlkörper (22) verbunden und am anderen Ende mit der Lagerhülse (3) gekoppelt ist.
 40
9. Trockeneismahlwerk (1) nach Anspruch 6, 7 oder 8, wobei der zweite Mahlkörper (22) und/oder die Lagerhülse (3) zum Haltestück (4) axial entlang der Rotationsachse (7) verstellbar ausgebildet sind, so dass eine Weite des Ringspalts (27) verstellbar ist.
10. Trockeneismahlwerk (1) nach Anspruch 9, wobei das Haltestück (4) über eine Spindelanordnung (28, 29) mit der Lagerhülse (3) gekoppelt ist, sodass beim Verdrehen des Haltestücks (4) zur Lagerhülse (3) der erste Mahlkörper (12) axial zum zweiten Mahlkörper (22) verstellt wird und so die Weite des Ringspalts (27) verändert wird.
 45
11. Trockeneismahlwerk (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 10, bei welchem die Mahlgutzufuhrkammer (19) den ersten Mahlkörper (12) koaxial umgibt und mit einem Zufuhranschluss (6) versehen ist, der tangential und zur Rotationsachse (7) geneigt in die Mahlgutzufuhrkammer (19) mündet, um das zugeführte Mahlgut (102) zyklonartig durch die Mahlgutzufuhrkammer (19) in den Ringspalt (27) zu führen.
 50
12. Trockeneismahlwerk (1) nach Anspruch 8, 9, 10 oder 11, bei welchem der zweite Mahlkörper (22) über ein Gewinde (23) auswechselbar mit dem Haltestück (4) gekoppelt ist.
 55
13. Trockeneismahlwerk (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Außenwirkfläche (13) und/oder die Innenwirkfläche (24) mit einer eine Mahl- und/oder eine Förderwirkung beeinflussenden Oberflächen-

struktur (30) versehen sind, insbesondere mit Rillen, Kerben, Noppen, Zähnen, Zacken, Vertiefungen, Spindel-/Gewindestrukturen.

- 5 **14.** Trockeneisstrahlvorrichtung (100) zum Strahlen von Oberflächen mit einem Gemisch von Trockeneisgranulat (109) und Förderfluid (111) mit einem Trockeneismahlwerk (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13.

- 10 **15.** Trockeneisstrahlvorrichtung (100) nach Anspruch 14, wobei an einem Austrittsende des Trockeneismahlwerks (1) ein zusätzlicher Förderfluidanschluss (111) vorgesehen ist, über den das dort austretende Gemisch zusätzlich mit einem Förderfluid beaufschlagbar ist, um das Gemisch zu beschleunigen.

10

15

20

25

30

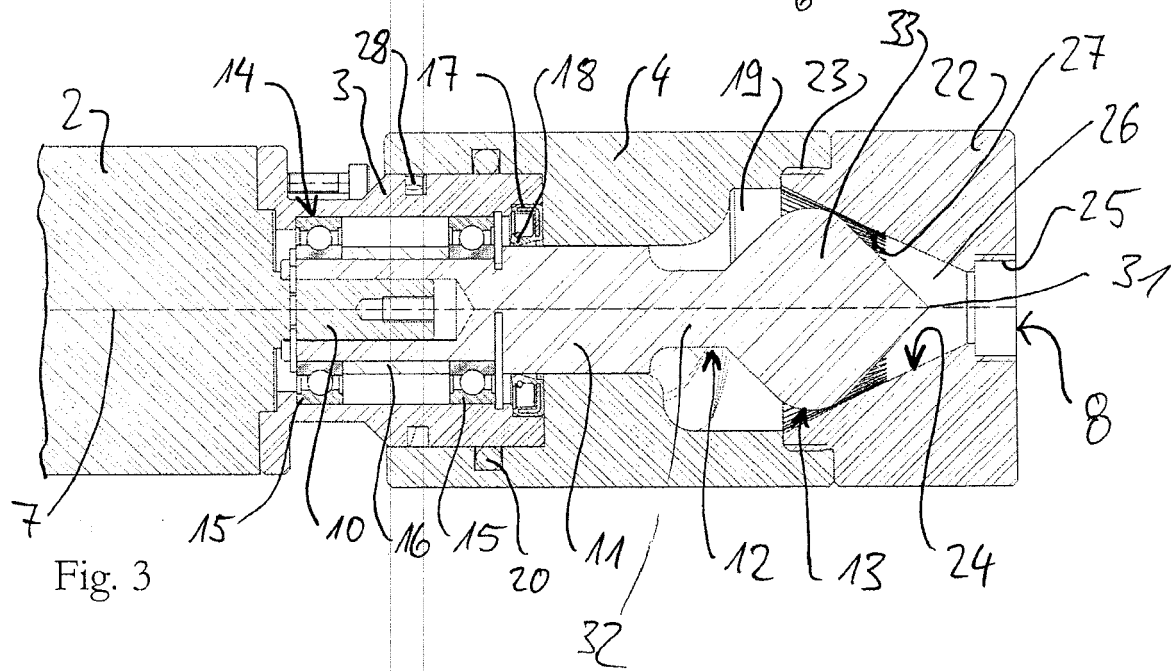
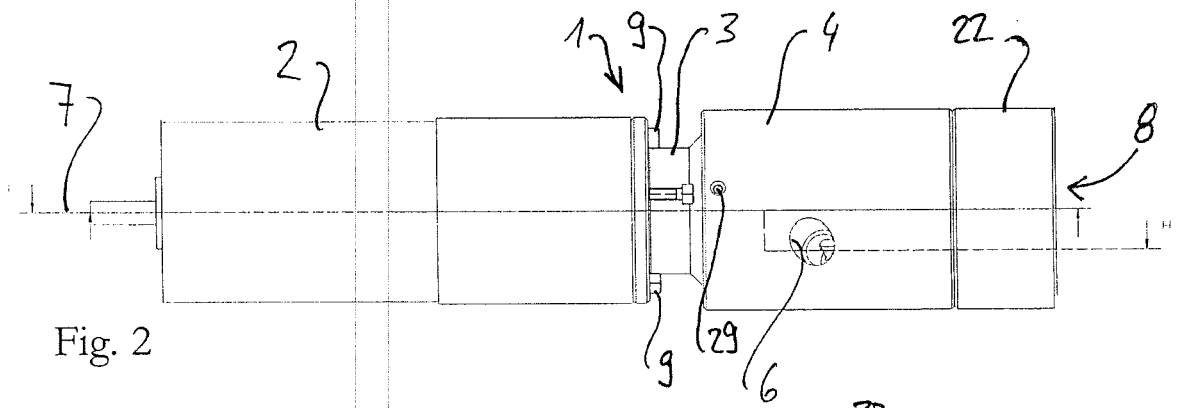
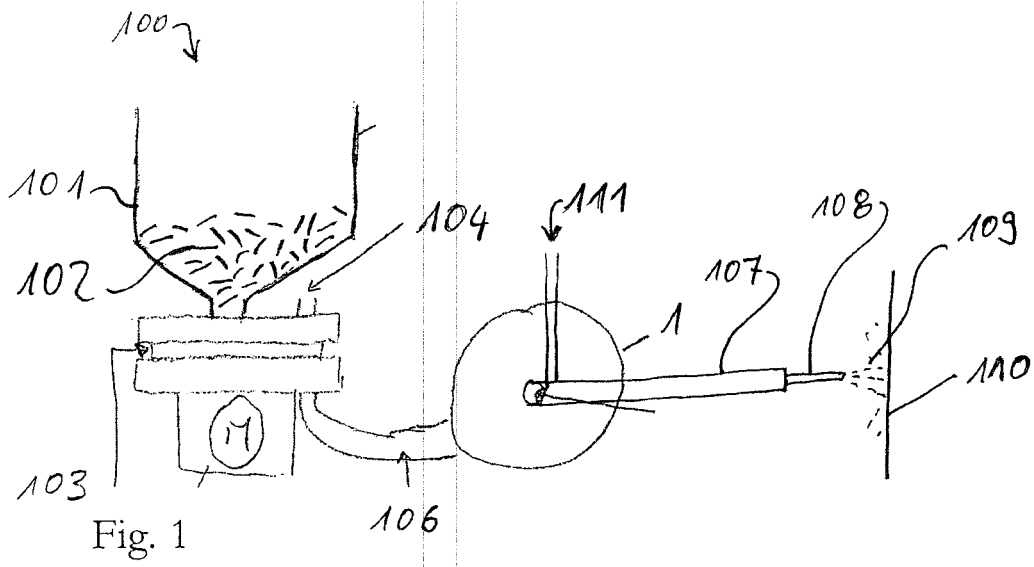
35

40

45

50

55



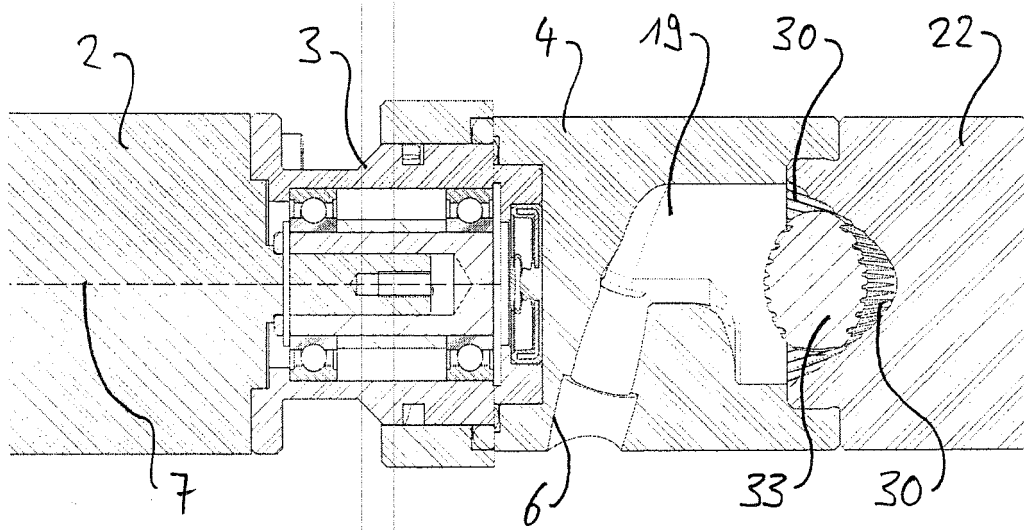


Fig. 4

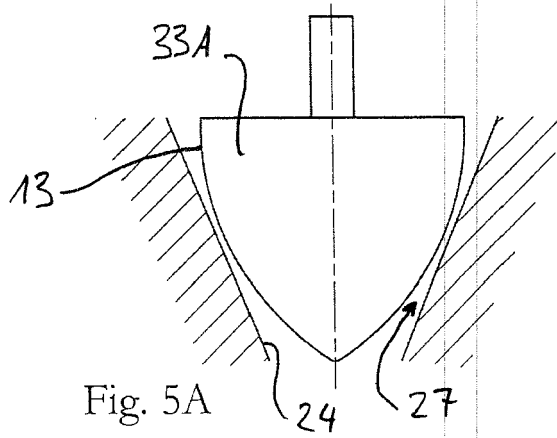


Fig. 5A

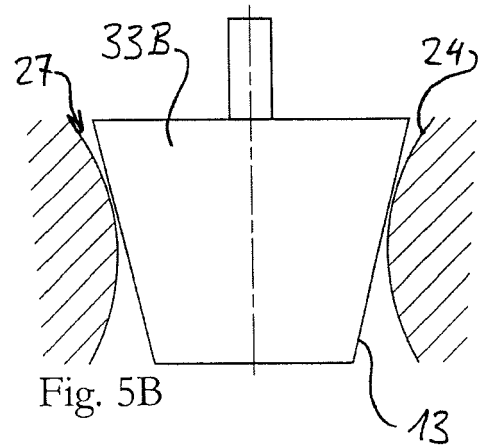


Fig. 5B

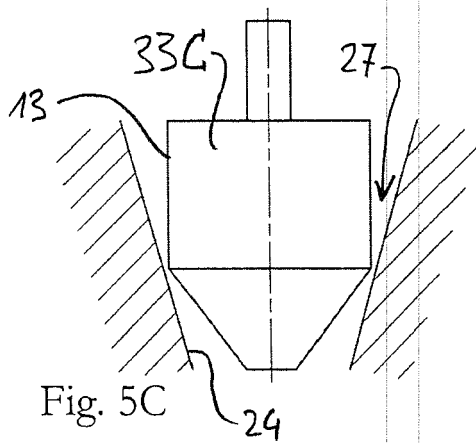


Fig. 5C

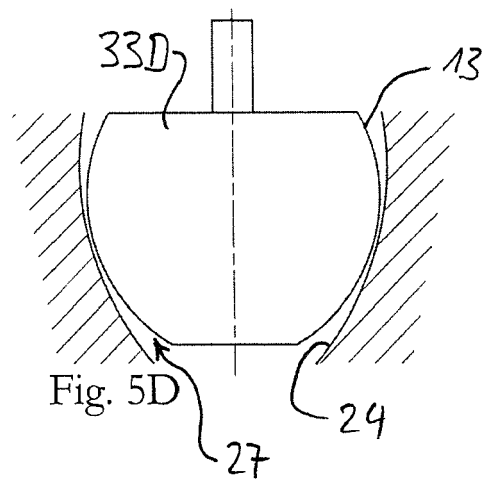
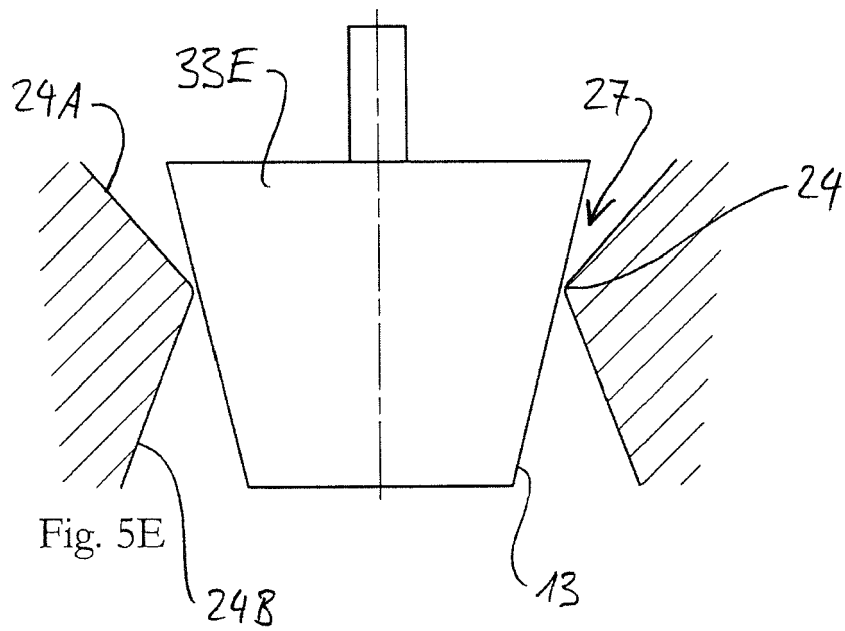


Fig. 5D





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 16 15 0907

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	DE 10 2004 057665 A1 (KIPP JENS WERNER [DE]) 1. Juni 2006 (2006-06-01) * das ganze Dokument *	1,2,6,7, 9,13-15 3-5,8, 10-12	INV. B24C1/00 B02C2/10
A,D	DE 10 2009 027974 B4 (CORNEL THORMA METALLVERARBEITUNGS GMBH [DE]) 28. April 2011 (2011-04-28) * das ganze Dokument *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B24C B02C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 31. Mai 2016	Prüfer Watson, Stephanie
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 15 0907

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

31-05-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102004057665 A1	01-06-2006	KEINE	

15	DE 102009027974 B4	28-04-2011	KEINE	

20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 102009027974 B4 [0006]