



(11) **EP 4 397 437 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.07.2024 Patentblatt 2024/28

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B24C 7/00 (2006.01) B65G 33/22 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23150223.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B24C 7/0092; B24C 7/003

(22) Anmeldetag: **03.01.2023**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

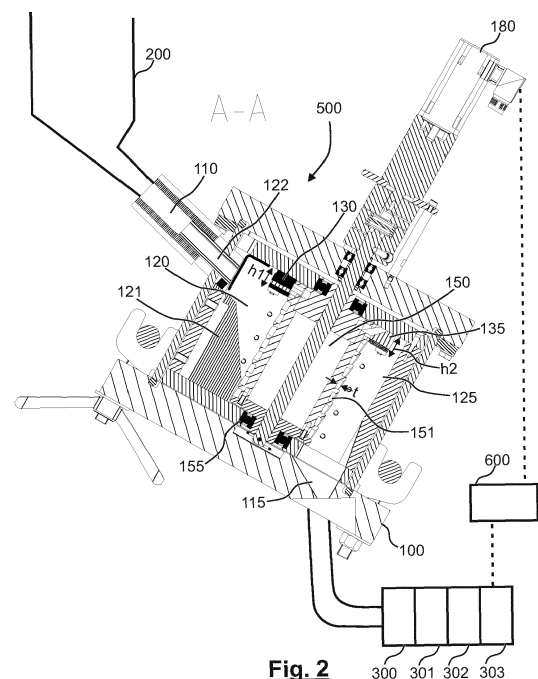
(72) Erfinder:
• **TRIBUS, Silvester**
6845 Hohenems (AT)
• **HUNZIKER, Martin**
7304 Maienfeld (CH)
• **JEHLI, Ivo**
7012 Felsberg (CH)

(71) Anmelder: **Freymatic AG**
7013 Domat/Ems (CH)

(74) Vertreter: **EGLI-EUROPEAN PATENT**
ATTORNEYS
Giesshübelstrasse 62
8045 Zürich (CH)

(54) **STRAHLMASCHINE, DOSIEREINRICHTUNG FÜR STRAHLMASCHINE, SOWIE VERWENDUNG DER STRAHLMASCHINE**

(57) Es wird eine Strahlmaschine (500) mit einer Strahlmittelzuführung (110), einer Strahlmittelabführung (115) und einer derart zwischen Strahlmittelzuführung (110) und Strahlmittelabführung (115) angeordneten Dosiereinrichtung (100) bereitgestellt, dass ein in der Strahlmittelzuführung (110) bereitgestelltes Strahlmittel in einer Betriebsausrichtung der Strahlmaschine (500) mithilfe der Gravitationskraft in einen Einlaufkanal (120) der Dosiereinrichtung (100) eintritt und nach einem von der Dosiereinrichtung (100) durchgeführten Dosiervorgang mithilfe der Gravitationskraft aus einem Auswurfkanal (125) der Dosiereinrichtung (100) in die Strahlmittelabführung (115) eintritt. Die Dosiereinrichtung (100) umfasst einen Dosierrotor (150), dessen Rotationsachse (A) in der Betriebsausrichtung der Strahlmaschine (500) gegenüber der Vertikalen um mindestens 20° und höchstens 45° geneigt ist.



EP 4 397 437 A1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung betreffen eine Strahlmaschine zur Bearbeitung eines Werkstücks.

STAND DER TECHNIK

[0002] Strahlmaschinen kommen in vielfältigen Anwendungen zum Bearbeiten der Oberfläche eines Werkstücks zum Einsatz. Hierbei wird ein körniges oder granulares Material im weitesten Sinne (z. B. Stahlkugeln, Glaskugeln, abrasive Strahlmittel, die Aluminiumoxid enthalten, Trockeneis etc.) als Strahlmittel in Richtung der Werkstückoberfläche beschleunigt, so dass sie eine hohe Geschwindigkeit erreichen und auf die Werkstückoberfläche einwirken, diese beispielsweise abtragen (abrasive Strahlverfahren) oder punktuell deformieren (Verdichtungsstrahlen, Umformstrahlen). Deformieren umfasst in diesem Zusammenhang beispielsweise auch, dass sich lediglich Druckspannungen im Oberflächenbereich aufbauen, beispielsweise bei dickwandigen Werkstücken.

[0003] Aus der EP 0 800 440 B1 ist eine Strahlmaschine bekannt, die eine Dosierschnecke mit einer Zweigang-Schneckenwendel zum Zuführen des Strahlmittels umfasst. Andere aus dem Stand der Technik bekannte Strahlmaschinen verwenden zum Zuführen des Strahlmittels beispielsweise Injektordüsen, Schleuderräder oder andere Bauformen von Förderschnecken.

[0004] Bei den herkömmlichen Strahlmaschinen ist die Strahlintensität in der Regel nicht konstant, sondern unterliegt stärkeren Schwankungen. Dies kann bei bestimmten Anwendungen unerwünscht sein, beispielsweise beim Verdichtungsstrahlen, beim Aktivierungsstrahlen, beim Reinigungsstrahlen und/oder beim Umformungsstrahlen. Beispielsweise besteht die Gefahr, dass bei einer zu intensiven Bestrahlung die Werkstücke irreparabel zerstört werden oder bei einer zu schwachen Bestrahlung sehr aufwändig nachbearbeitet werden müssen. Es besteht Bedarf an einer Strahlmaschine mit verringerten und/oder eliminierten Schwankungen der Strahlintensität.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0005] Es wird eine Strahlmaschine gemäss Anspruch 1 angegeben. Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0006] Gemäss einem Aspekt weist eine Strahlmaschine eine Strahlmittelzuführung, eine Strahlmittelabführung und eine Dosiereinrichtung auf. Die Dosiereinrichtung ist so zwischen der Strahlmittelzuführung und der Strahlmittelabführung angeordnet, dass ein Strahlmittel, beispielsweise und ohne Beschränkung Stahlkugeln mit einem Durchmesser zwischen ca. 2.5 mm und

ca. 8 mm, das in der Strahlmittelzuführung bereitgestellt ist, in einer Betriebsausrichtung oder Betriebslage (einer Normallage) der Strahlmaschine mithilfe der Gravitationskraft in einen Einlaufkanal der Dosiereinrichtung eintritt und nach einem Dosiervorgang, der von der Dosiereinrichtung durchgeführt wird, mithilfe der Gravitationskraft aus einem Auswurfkanal der Dosiereinrichtung in die Strahlmittelabführung eintritt. Die Dosiereinrichtung umfasst einen Dosierrotor. Die Rotationsachse des Dosierrotors ist gegenüber der Vertikalen um mindestens 20° und höchstens 45°, vorzugsweise in einem Bereich zwischen 20° und 30°, geneigt oder geschwenkt, d. h. sie bildet mit der Vertikalen einen Winkel in den genannten Bereichen. Die Vertikale ist definiert als die Richtung, in der die Gravitationskraft wirkt.

[0007] Mit der hierin offenbarten Dosiereinrichtung (Dosierkammer) wird die Strahlintensität stabil gehalten und schwankt nicht oder nur sehr geringfügig. Die Dosiereinrichtung bewirkt eine konstante Strahlmitteldosierung, was zu einem konstanten Strahlmitteldurchfluss führt, ohne dass dieser direkt geregelt werden müsste.

[0008] Mit der gegenüber der Vertikalen verschwenkten bzw. geneigten Rotationsachse des Dosierrotors erfolgt eine Füllung im Einlaufkanal durch bzw. mithilfe der Gravitation, und bei der Entleerung im Auswurfkanal entfernt sich das Strahlmittel rasch vom Rotor und behindert dadurch die tiefer gelegenen Auswurfzonen nicht.

[0009] In einer Weiterbildung umfasst der Dosierrotor eine Mehrzahl spiralförmiger Nuten, beispielsweise und ohne Beschränkung 12 Nuten oder mehr, vorzugsweise 15 Nuten oder mehr. Jede Nut weist eine Nutentiefe auf. Die Nutentiefe ist definiert als die Differenz zwischen dem grössten Radius der Begrenzungen einer Nut in Umfangsrichtung und dem kleinsten Radius der Nut. Die Nutentiefe ist beispielsweise so gewählt, dass bei einer vorgegebenen Körnung des zu verwendenden Strahlmittels die einzelnen Partikel (beispielsweise Kugeln) des Strahlmittels sicher auf den Grund der jeweiligen Nut gedrückt werden und erst abfliessen können, wenn mindestens 2/3 der Nutenbreite an der Stelle, an der sich das jeweilige Strahlmittelpartikel befindet, freiliegt. Als ein nicht-einschränkendes Beispiel weist ein beispielhaftes Strahlmittel eine Körnung von 8,0 mm auf; die Nutentiefe ist dann z. B. auf 7,5 mm vorgegeben. Die vorgegebene Körnung des zu verwendenden Strahlmittels ist beispielsweise ein vorgegebener durchschnittlicher Durchmesser der Strahlmittelkörner, beispielsweise mit einer Variation von +/- 5% der jeweiligen Durchmesser der Strahlmittelkörner um den durchschnittlichen Durchmesser. Vorzugsweise ist die Nutentiefe der Nut über den Nutverlauf in etwa gleichbleibend. Vorzugsweise weisen sämtliche Nuten der Mehrzahl von Nuten in etwa die gleiche Nutentiefe auf.

[0010] In einer Weiterbildung weisen die Mehrzahl von Nuten jeweils eine Nutenbreite auf. Die Nutenbreite ist definiert als der grösste Abstand zwischen den Begrenzungen einer Nut in Umfangsrichtung. Die Nutenbreite ist beispielsweise so gewählt, dass die jeweilige Nut bei

einer vorgegebenen Körnung des zu verwendenden Strahlmittels die einzelnen Partikel (beispielsweise Kugeln) des Strahlmittels sicher klemmfrei führt, d. h. dass sich die einzelnen Partikel nie verklemmen können. Die vorgegebene Körnung des zu verwendenden Strahlmittels ist beispielsweise ein vorgegebener durchschnittlicher Durchmesser der Strahlmittelkörner, beispielsweise mit einer Variation von $\pm 5\%$ der jeweiligen Durchmesser der Strahlmittelkörner um den durchschnittlichen Durchmesser. Vorzugsweise ist die Nutenbreite der Nut über den Nutverlauf in etwa gleichbleibend. Vorzugsweise weisen sämtliche Nuten der Mehrzahl von Nuten in etwa die gleiche Nutenbreite auf.

[0011] Mithilfe zumindest einer der oben beschriebenen Nutentiefen bzw. Nutenbreiten kann das Strahlmittel in der Nute gehalten werden, und dem Strahlmittel bleibt vergleichsweise viel Zeit, die Nut zu füllen. Dadurch ist eine Erhöhung der Drehzahl von bis zu 30% gegenüber den herkömmlichen Lösungen möglich, was zu einer entsprechenden Erhöhung der Durchflussrate führt.

[0012] In einer Weiterbildung umfasst die Dosiereinrichtung ferner eine Einlaufkanal-Rückhaltekulisse. Diese verläuft von einem oberen Abschluss bzw. einer oberen Begrenzung des Einlaufkanals im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse des Dosierrotors abwärts und hat eine Höhe, die zwischen ungefähr $1/8$ und $3/8$ der Ausdehnung des Dosierrotors in Richtung der Rotationsachse beträgt.

[0013] Mithilfe der Einlaufkanal-Rückhaltekulisse der genannten Höhe wird der abgedeckte Nutenbereich noch teilweise mit Strahlmittel gefüllt, aber die Nuten werden niemals überfüllt. Durch das Verhindern einer Überfüllung können mechanische Probleme verringert oder eliminiert werden, beispielsweise ein Festklemmen des Dosierrotors.

[0014] In einer Weiterbildung umfasst die Dosiereinrichtung ferner eine Auswurfkanal-Rückhaltekulisse. Diese verläuft vom oberen Abschluss bzw. der oberen Begrenzung des Auswurfkanals im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse des Dosierrotors abwärts und hat eine Höhe, die ungefähr den Wert der Höhe der Einlaufkanal-Rückhaltekulisse hat.

[0015] Mithilfe der Auswurfkanal-Rückhaltekulisse kann verhindert werden, dass das sich darunter befindliche Strahlmittel in den Auswurfkanal gelangt, wodurch von jeder Nute eine sehr konstante Menge an Strahlmittel in den Auswurfkanal entlassen wird. Das überschüssige Strahlmittel verbleibt in der Nut und wird wieder in die Einlaufkammer zurücktransportiert, fällt aber in den unteren Bereich der Nut, bevor es die Einlaufkammer erreicht. Dadurch wird verhindert, dass ein- und dieselben Körner des Strahlmittels immer wieder mit dem Dosierrotor umlaufen, mithin kommt es also nicht zu einem "ewig kreisenden" Strahlmittel.

[0016] In einer Weiterbildung umfasst die Dosiereinrichtung ferner eine Einlaufkulisse (einen Abstreifer). Die Einlaufkulisse ist ungefähr parallel zur Rotationsachse des Dosierrotors ausgerichtet und verläuft von einem

Einlaufkanal-Einlass in Richtung der Unterseite des Dosierrotors so, dass die Einlaufkulisse die Nuten im Bereich der Unterseite des Dosierrotors zumindest teilweise verdeckt. Beispielsweise verdeckt die Einlaufkulisse die Nuten auf weniger als 10% der Ausdehnung des Dosierrotors in Axialrichtung und auf weniger als 50% in Umfangsrichtung.

[0017] Die Nuten im Dosierrotor verlaufen spiralförmig. Daher stellt die Einlaufkulisse keine Scherkante dar, und mechanische Probleme (z. B. ein Festklemmen des Dosierrotors) werden verringert oder verhindert.

[0018] In einer Weiterbildung umfasst die Dosiereinrichtung ferner einen Rückhalter (eine Auswurfkulisse). Der Rückhalter ist ungefähr parallel zur Rotationsachse ausgerichtet und derart ausgebildet, dass der mit einer fortschreitenden Rotationsbewegung des Dosierrotors zunehmend die Nuten in Richtung der Strahlmittelabführung freigibt. Beispielsweise verdeckt der Rückhalter die Nuten auf weniger als 10% der Ausdehnung des Dosierrotors in Axialrichtung und auf weniger als 50% in Umfangsrichtung.

[0019] Dadurch kann ein gleichmäßiger Auswurf gewährleistet werden, was insbesondere bei einer niedrigen Drehzahl des Dosierrotors ein "Pulsieren" des ausgegebenen Strahlmittels verhindert oder zumindest stark verringert.

[0020] In einer Weiterbildung haben die Nuten eine derartige maximale Steigung bzw. einen derartigen maximalen Steigungsverlauf, dass ein direkter Durchlass von Strahlmittel vom Einlaufkanal in den Auswurfkanal nicht möglich ist. Ein direkter Durchlass, wie hierin verwendet, bezeichnet einen Durchlass von Strahlmittel ohne eine Rotation des Dosierrotors, d. h. bei Stillstand des Dosierrotors. Ein Durchblasen von Strahlmittel wird dadurch verhindert.

[0021] In einer Weiterbildung umfasst die Strahlmaschine eine Steuerungseinrichtung und einen Motor. Der Motor ist mechanisch direkt oder indirekt, beispielsweise über ein Getriebe, mit einer Welle des Dosierrotors verbunden. Die Steuerungseinrichtung ist zum Ansteuern des Motors mit diesem verbunden. Die Steuerungseinrichtung ist so konfiguriert, dass sie den Motor gemäß einer vorgegebenen oder vorgebbaren Drehzahl ansteuert.

[0022] Mithilfe einer Drehzahl-Ansteuerung, die eine Steuerung der Drehzahl oder eine Regelung der Drehzahl umfassen kann, wird die Durchflussrate des Strahlmittels konstant gehalten, ohne dass diese direkt geregelt werden müsste.

[0023] In einer Weiterbildung ist das Material des Dosierrotors zumindest in den Bereichen, die mit zumindest einem von der Einlaufkanal-Rückhaltekulisse, der Auswurfkanal-Rückhaltekulisse, der Einlaufkulisse und dem Rückhalter in Kontakt kommt, härter als das Material des jeweiligen Gegenstücks, also härter als das Material der Einlaufkanal-Rückhaltekulisse, der Auswurfkanal-Rückhaltekulisse, der Einlaufkulisse bzw. des Rückhalters. Beispielsweise ist der Rotor aus Stahl ausgeführt,

und zumindest eines von Einlaufkanal-Rückhaltekulisse, Auswurfkanal-Rückhaltekulisse, Einlaufkulisse und Rückhalter ist aus einem zähen, weichen Material ausgebildet. Ein nicht-einschränkendes Beispiel für ein solches zähes, weiches Material ist Vulkollan. Die Kulissen liegen im Allgemeinen in den jeweiligen Kontaktbereichen jeweils eng am Dosierrotor an.

[0024] Gemäss einem weiteren Aspekt wird eine Dosiereinrichtung angegeben. Die Dosiereinrichtung ist konfiguriert zur Verwendung mit einer Strahlmaschine, wie hierin offenbart. Der Dosierrotor der Dosiereinrichtung weist eine Rotationsachse auf, die, wenn die Dosiereinrichtung an der Strahlmaschine verwendet wird (beispielsweise wie vorgesehen montiert ist), in der Betriebslage (der Normallage) der Strahlmaschine gegenüber der Vertikalen um mindestens 20° und höchstens 45° geneigt ist.

[0025] Gemäss einer Weiterbildung umfasst die Dosiereinrichtung eine Mehrzahl von Stützelementen, beispielsweise Stützwänden, so dass die Dosiereinrichtung ein Modul (eine Kassette) bildet. Das Modul kann bei Bedarf, beispielsweise zu Reparatur- oder Wartungszwecken, innerhalb kurzer Zeit (z. B. <5 Minuten) getauscht werden.

[0026] Gemäss einem weiteren Aspekt wird eine Verwendung der hierin offenbarten Strahlmaschine zur Oberflächenbearbeitung eines Werkstücks angegeben. Die Oberflächenbearbeitung erfolgt gemäss einer Anwendung ausgewählt aus der Gruppe, die Verdichtungsstrahlen, Aktivierungsstrahlen, Reinigungsstrahlen und Umformungsstrahlen umfasst.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0027] Nachfolgend werden Ausführungsformen der Offenbarung anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Dosiereinrichtung gemäss einer Ausführungsform.

Fig. 2 eine Schnittansicht der Dosiereinrichtung entlang der Linie A-A in Fig. 1, zusammen mit weiteren Elementen einer Strahlmaschine.

Fig. 3 eine perspektivische Explosionsansicht der Dosiereinrichtung aus den Fig. 1 und 2.

Fig. 4 eine Seitenansicht der Dosiereinrichtung aus den Fig. 1 bis 3.

Fig. 5 eine Schnittansicht der Dosiereinrichtung aus Fig. 4 entlang der Linie B-B.

Fig. 6 eine Schnittansicht der Dosiereinrichtung aus Fig. 4 entlang der Linie C-C.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0028] Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Dosiereinrichtung 100. Die Dosiereinrichtung 100 ist als Modul ausgeführt und weist mehrere Stützstrukturen (z. B. Deckel 101, aufklappbarer Boden 102 zum Tauschen einer Dosierkassette, Seitenwände) auf. Fig. 2 zeigt eine Schnittansicht der Dosiereinrichtung 100 entlang der Linie A-A in Fig. 1 sowie weitere Elemente einer Strahlmaschine, die insgesamt mit 500 bezeichnet ist. Fig. 3 zeigt eine perspektivische Explosionsansicht der Dosiereinrichtung 100 aus den Fig. 1 und 2. Fig. 4 zeigt eine Seitenansicht der Dosiereinrichtung 100 aus den Fig. 1 bis 3. Fig. 5 zeigt eine Schnittansicht der Dosiereinrichtung 100 aus Fig. 4 entlang der Linie B-B. Fig. 6 zeigt eine Schnittansicht der Dosiereinrichtung 100 aus Fig. 4 entlang der Linie C-C. In den Zeichnungen sind gleiche oder gleichwirkende Teile mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Im Folgenden wird der Einfachheit und Übersichtlichkeit halber gemeinsam auf die Fig. 1 bis 6 Bezug genommen, soweit nicht anders angegeben.

[0029] Die Strahlmaschine 500 wird beispielsweise mit Stahlkugeln in einem Durchmesserbereich zwischen 2 mm und 8 mm betrieben. Allgemein werden die Stahlkugeln nur typenrein verwendet. Nicht-einschränkende Beispiele für Stahlkugelgrößen sind 2,7 mm, 4,0 mm, 5,0 mm, 6,3 mm und 8,0 mm. Die mit der Strahlmaschine 500 erreichbare Durchflussrate liegt z. B. im Bereich von 1 bis 30 kg/min bei einem Strahldruck von 1 bis 5 bar.

[0030] Wie aus Fig. 2 ersichtlich, ist ein Strahlmittelbehälter 200 (z. B. ein Silo) mit Strahlmittel gefüllt. Das Strahlmittel (nicht dargestellt) läuft mithilfe von Gravitation in eine Strahlmittelführung 110 der Dosiereinrichtung 100 ein. Dies schliesst nicht aus, dass gleichwohl ein druckbeaufschlagter Einlass des Strahlmittels in die Strahlmittelführung 110 stattfindet. Von der Strahlmittelführung 110 läuft das Strahlmittel wiederum mithilfe von Gravitation in einen Einlaufkanal 120 der Dosiereinrichtung ein.

[0031] In der Dosiereinrichtung 100 ist ein Dosierrotor 150 angeordnet, der mittels eines Motors 180 mit einer Solldrehzahl angetrieben werden kann. Zur Ansteuerung des Motors 180 ist z. B. eine Steuerungseinrichtung 600 vorgesehen, die eine Vorgabe der Solldrehzahl erlaubt und ggf. auch eine Drehzahlregelung implementiert.

[0032] Durch Rotation des Dosierrotors 150 wird das Strahlmittel mit einem definierten Volumenstrom aus dem Einlaufkanal 120 in einen Auswurfkanal 125 befördert, was unten noch näher beschrieben ist. Vom Auswurfkanal 125 läuft das so dosierte Strahlmittel in eine Strahlmittelabführung 115 und von dort beispielsweise in einen Baugruppe umfassend ein Quetschventil 300, einen Durchflusssensor 301 ein Mischrohr 302 und eine Strahldüse 303, die in Fig. 2 der Einfachheit halber lediglich schematisch dargestellt sind. Das Quetschventil 300 ist derart ausgebildet, dass bei Unterbruch der Prozessluft zur Strahldüse 303 der Prozessdruck im Silo 200 und der Dosierung erhalten bleibt. Der Durchflusssensor

301 ist so konfiguriert, dass er Schwankungen des Durchflusses detektiert. In das Mischrohr 302 gelangt das dosierte Strahlmittel, wo es in den Prozessluftstrahl eingestreut und bis zur Strahldüse beschleunigt, der Strahlmaschine 500. Der Dosierrotor 150 funktioniert nach der Art einer Zellenradschleuse. Anders als bei herkömmlichen Zellenradschleusen ist die Rotationsachse A des Dosierrotors 150 jedoch gegenüber der Vertikalen um mindestens 20° und höchstens 45° geneigt. Dadurch ist eine besonders schwankungsarme Dosierung möglich.

[0033] Wie weiter in Fig. 2 gezeigt und aus der perspektivischen Ansicht in Fig. 3 noch besser ersichtlich, weist der Dosierrotor 150 spiralförmig verlaufende Nuten 151 auf, die jeweils eine Nutenbreite b und eine Nutentiefe t haben.

[0034] Die Nutentiefe t ist beispielsweise so gewählt, dass bei einer vorgegebenen Körnung des zu verwendenden Strahlmittels die einzelnen Partikel (beispielsweise Kugeln) des Strahlmittels sicher auf den Grund der jeweiligen Nut 151 gedrückt werden und erst abfließen können, wenn mindestens $2/3$ der Nutenbreite t an der Stelle, an der sich das jeweilige Strahlmittelpartikel befindet, freiliegt. Als ein nicht-einschränkendes Beispiel weist ein beispielhaftes Strahlmittel eine Körnung von 8,0 mm auf; die Nutentiefe t ist dann z. B. auf 7,5 mm vorgegeben.

[0035] Die Nutenbreite b ist beispielsweise so gewählt, dass die jeweilige Nut 151 bei einer vorgegebenen Körnung des zu verwendenden Strahlmittels die einzelnen Partikel (beispielsweise Kugeln) des Strahlmittels sicher klemmfrei führt, d. h. dass sich die einzelnen Partikel nie verklemmen können.

[0036] Die vorgegebene Körnung des zu verwendenden Strahlmittels ist beispielsweise ein vorgegebener durchschnittlicher Durchmesser der Strahlmittelkörner, beispielsweise mit einer Variation von $\pm 5\%$ der jeweiligen Durchmesser der Strahlmittelkörner um den durchschnittlichen Durchmesser.

[0037] Der Rotordurchmesser d ist im Wesentlichen im Verlauf des Dosierrotors 150 konstant.

[0038] Wie weiter aus Fig. 2 und 5 ersichtlich, weist die Dosiereinrichtung 100 ferner eine Einlaufkanal-Rückhaltekulisse 130 und eine Auslaufkanal-Rückhaltekulisse 135 auf. Die Einlaufkanal-Rückhaltekulisse verläuft vom oberen Abschluss des Einlaufkanals 120 parallel zur Rotationsachse, und zwar mit einer Höhe h_1 , die zwischen ungefähr $1/8$ und $3/8$ der Ausdehnung des Dosierrotors 150 in Richtung der Rotationsachse A beträgt. Die Auslaufkanal-Rückhaltekulisse 135 verläuft im Auswurfkanal 125 gleichartig mit in etwa der gleichen Höhe h_2 .

[0039] Wie weiter aus Fig. 2 ersichtlich, weist die Dosiereinrichtung 100 ferner eine Einlaufkulisse 121 auf. Die Einlaufkulisse 121 ist in etwa parallel zur Rotationsachse A ausgerichtet und verläuft vom Einlaufkanal-Einlass 122 in Richtung der Unterseite 155 des Dosierrotors. Dabei verdeckt die Einlaufkulisse 121 die Nuten 151 im

Bereich der Unterseite 155 des Dosierrotors 150 zumindest bereichsweise.

[0040] Wie aus Fig. 5 ersichtlich, weist die Dosierkammer 100 ferner einen Rückhalter 126 auf. Der Rückhalter 126 ist in etwa parallel zur Rotationsachse A ausgerichtet und derart ausgebildet, dass er mit einer fortschreitenden Rotationsbewegung des Dosierrotors 150 zunehmend die Nuten 151 in Richtung der Strahlmittelabführung 115 freigibt.

[0041] Die Nuten haben eine derartige Steigung, dass ein direkter Durchlass (ein "Durchblasen") vom Einlaufkanal 120 in den Auswurfkanal 125 nicht möglich ist, mithin also ein Strahlmitteltransport vom Einlaufkanal 120 in den Auswurfkanal 125 nur mithilfe einer Rotation des Dosierrotors 150 möglich ist.

[0042] Mit den hierin offenbarten Lösungen wird eine Sonderbauform einer Zellenradschleuse zur Feindosierung von Strahlmitteln in einer Strahlmaschine bei kritischen Anwendungen wie z. B. Verdichtungsstrahlen, Aktivierungsstrahlen, Reinigungsstrahlen, Umformungsstrahlen verwendet. Durch die formschlüssige Dosierung ist ein grosser Durchflussbereich (Faktor 15 bis 30) mit sehr geringen Schwankungen möglich, und es kann auf eine (direkte) Regelung der Durchflussrate verzichtet werden. Gleichsam beeinflussen Druckschwankungen oder auch Vibrationen in der x-y-Ebene die Durchflussrate nicht oder nur geringfügig. Dank des Zellenradschleusenprinzips kann ein Strahlmittelbehälter wie z. B. ein Strahlmittelsilo auf Umgebungsdruck (und nicht zwingend bei Überdruck) betrieben werden.

[0043] Zur Anschauung werden noch zahlenmässige Beispiele gegeben, die dem besseren Verständnis der vorliegenden Offenbarung dienen soll. In den folgenden zahlenmässigen Beispielen gilt jeweils: Eine beispielhafte Nutenbreite b beträgt 9,0 mm. Eine beispielhafte Nutentiefe t beträgt 7,0 mm.

[0044] In einem ersten zahlenmässigen Beispiel umfasst ein beispielhaftes Strahlmittel Stahlkugeln mit einem beispielhaften Durchmesser von 8,0 mm. Das Strahlmittel ist im Wesentlichen sortenrein, d. h. der weit überwiegende Anteil der Kugeln hat einen Durchmesser von 8,0 mm. Der einfacheren Anschauung halber kann Bezug genommen werden auf «eine Kugel», die als Bestandteil des Strahlmittels aus mehreren Kugeln angesehen wird.

[0045] In dem ersten zahlenmässigen Beispiel drücken die Umlaufkulisse und der Rückhalter 126 auf der Auswurfseite die Kugel in den Nutengrund. Deshalb können die Kugeln nicht nach unten abfließen. Sobald sich die Nut ausserhalb der Umlaufkulisse und des Rückhalters befindet, entfällt die Klemmkraft auf die Kugel und somit auch die Reibung am Nutengrund. Die Kugel kann also aus der Nut fallen (durch diese nach unten abfließen). Da die Nut spiralförmig ist, wird die Nut sukzessive von unten nach oben freigegeben. Die Kugel hat einen Durchmesser von 8,0 mm. Daher kann bei der o. g. Geometrie jede Kugel einzeln freigegeben werden, und zwar unabhängig von der Drehzahl und selbst bei sehr

kleiner Drehzahl. Die Kugeln mit dem Durchmesser von 8,0 mm können bei der obigen Geometrie mit beliebig kleiner Drehzahl sehr genau dosiert werden.

[0046] In einem zweiten zahlenmässigen Beispiel umfasst ein beispielhaftes Strahlmittel Stahlkugeln mit einem beispielhaften Durchmesser von 6,3 mm. Das Strahlmittel ist im Wesentlichen sortenrein, d. h. der weit überwiegende Anteil der Kugeln hat einen Durchmesser von 6,3 mm. Der einfacheren Anschauung halber kann Bezug genommen werden auf «eine Kugel», die als Bestandteil des Strahlmittels aus mehreren Kugeln angesehen wird.

[0047] In dem zweiten zahlenmässigen Beispiel wird die Nut wie durch ein Rohr entleert, sobald sich die Nut unten - auch nur geringfügig - ausserhalb der Umlaufkulisse und des Rückhalters 126 befindet. Bei einer extrem geringen Drehzahl, die eine untere Grenze (eine kritische Drehzahl) markiert, führt dies zu einem pulsierenden Kugelstrahl. Da der Dosierrotor 150 jedoch weiterdreht, befindet sich schon bei einer geringfügig schnelleren Drehzahl oberhalb der unteren Grenze ausreichend bald eine weitere Nut in der Entleerungszone. Steigt die Drehzahl noch weiter, werden gleichzeitig immer mehr Nuten (an verschiedenen Höhen) entleert. Eine solche «rohrartige Entleerung» führt daher auch bei Kugeln, die kleiner sind als die 8,0 mm des ersten zahlenmässigen Beispiels, wie z. B. die Kugeln des zweiten zahlenmässigen Beispiels mit dem Durchmesser von 8,0 mm, zu einer ausreichenden Glättung der Durchflussmenge an ausgegebenen Kugeln und damit zu einer Minderung des Pulsierens auf ein technisch brauchbares Mass.

[0048] In einem dritten zahlenmässigen Beispiel umfasst ein beispielhaftes Strahlmittel Stahlkugeln mit einem beispielhaften Durchmesser von 5,0 mm oder weniger, einschliesslich z. B. 4,0 mm oder 2,7 mm. Beispielsweise stellt ein Kugeldurchmesser von 2,7 mm eine brauchbare Untergrenze des Durchmessers dar. Das Strahlmittel ist im Wesentlichen sortenrein, d. h. der weit überwiegende Anteil der Kugeln hat den o. g. Durchmesser. Der einfacheren Anschauung halber kann Bezug genommen werden auf «eine Kugel», die als Bestandteil des Strahlmittels aus mehreren Kugeln angesehen wird.

[0049] Im dritten zahlenmässigen Beispiel findet bei extrem langsamer Drehzahl des Dosierrotors 150 - ähnlich wie im zweiten zahlenmässigen Beispiel - wiederum eine «rohrartige Entleerung» statt. Da sich die Kugeln in der abgedeckten Nut jedoch gegenseitig beeinflussen oder behindern, wird diese Art der «rohrartigen Entleerung» wiederum gedrosselt, und es stellt sich wiederum eine gewisse Glättung der Durchflussmenge an ausgegebenen Kugeln und damit ein auf ein technisch brauchbares Mass gemindert Pulsieren ein, weil immer mehrere Nuten gleichzeitig entleert werden.

[0050] Im zweiten und dritten zahlenmässigen Beispiel ist ein Beispiel für die untere Grenze der Drehzahl, bei der die Schwankungsbreite bei 2% oder weniger liegt, eine Durchflussmenge für das Strahlmittel von 1 kg/min.

[0051] Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen,

dass die hierin beschriebenen Aspekte und Ausführungsformen angemessen miteinander kombinierbar sind, und dass einzelne Aspekte dort weggelassen werden können, wo es im Rahmen des fachmännischen Handelns sinnvoll und möglich ist. Abwandlungen und Ergänzungen der hierin beschriebenen Aspekte sind dem Fachmann geläufig.

10 Patentansprüche

1. Strahlmaschine (500) mit einer Strahlmittelzuführung (110), einer Strahlmittelabführung (115) und einer derart zwischen Strahlmittelzuführung (110) und Strahlmittelabführung (115) angeordneten Dosiereinrichtung (100), dass ein in der Strahlmittelzuführung (110) bereitgestelltes Strahlmittel in einer Betriebsausrichtung der Strahlmaschine (500) mithilfe der Gravitationskraft in einen Einlaufkanal (120) der Dosiereinrichtung (100) eintritt und nach einem von der Dosiereinrichtung (100) durchgeführten Dosiervorgang mithilfe der Gravitationskraft aus einem Auswurfkanal (125) der Dosiereinrichtung (100) in die Strahlmittelabführung (115) eintritt, wobei die Dosiereinrichtung (100) einen Dosierrotor (150) umfasst, dessen Rotationsachse (A) in der Betriebsausrichtung der Strahlmaschine (500) gegenüber der Vertikalen um mindestens 20° geneigt ist.
2. Strahlmaschine (500) nach Anspruch 1, wobei die Rotationsachse (A) in der Betriebsausrichtung der Strahlmaschine (500) gegenüber der Vertikalen um höchstens 85°, typischerweise um höchstens 60° geneigt ist.
3. Strahlmaschine (500) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Dosierrotor (150) eine Mehrzahl spiralförmiger Nuten (151) umfasst, die jeweils einer Nutentiefe (t) aufweisen, die so gewählt ist, dass bei einer vorgegebenen Körnung des zu verwendenden Strahlmittels die Partikel des Strahlmittels auf den Grund der jeweiligen Nut (151) gedrückt werden und erst abfliessen, wenn mindestens 2/3 der Nutenbreite (t) der jeweiligen Nut (151) an der Stelle, an der sich das jeweilige Strahlmittelpartikel befindet, freiliegt.
4. Strahlmaschine (500) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Dosierrotor (150) eine Mehrzahl spiralförmiger Nuten (151) umfasst, die jeweils eine Nutenbreite (b) aufweisen, die so gewählt ist, dass die jeweilige Nut bei einer vorgegebenen Körnung des zu verwendenden Strahlmittels die Partikel des Strahlmittels klemmfrei führt.
5. Strahlmaschine (500) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Dosiereinrichtung (100) ferner eine Einlaufkanal-Rückhaltekulisse (130) umfasst, wobei die Einlaufkanal-Rückhaltekulisse (130)

- vom oberen Abschluss des Einlaufkanals (120) mit einer Höhe (h1) im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse (A) des Dosierrotors (150) abwärts verläuft, wobei die Höhe (h1) zwischen ungefähr 1/8 und 3/8 der Ausdehnung des Dosierrotors (150) in Richtung der Rotationsachse (A) beträgt.
6. Strahlmaschine (500) nach Anspruch 5, wobei die Dosiereinrichtung (100) ferner eine Auswurfkanal-Rückhaltekulisse (135) umfasst, wobei die Auswurfkanal-Rückhaltekulisse (135) vom oberen Abschluss des Auswurfkanals (125) mit einer Höhe (h2) im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse (A) des Dosierrotors (150) abwärts verläuft, wobei die Höhe (h2) der Auswurfkanal-Rückhaltekulisse (135) etwa die Höhe (h1) der Einlaufkanal-Rückhaltekulisse (125) beträgt.
 7. Strahlmaschine nach einem der Ansprüche 3 bis 4 oder 5 bis 6, soweit von Anspruch 3 abhängig, wobei die Dosiereinrichtung (100) ferner eine Einlaufkulisse (121) aufweist, wobei die Einlaufkulisse (121) in etwa parallel zur Rotationsachse (A) ausgerichtet ist und von einem Einlaufkanal-Einlass (122) in Richtung der Unterseite (155) des Dosierrotors (150) verläuft, derart, dass die Einlaufkulisse (121) die Nuten (151) im Bereich der Unterseite (155) des Dosierrotors (150) zumindest bereichsweise verdeckt.
 8. Strahlmaschine nach einem der Ansprüche 3 oder 4 bis 7, soweit von Anspruch 3 abhängig, wobei die Dosiereinrichtung (100) ferner einen Rückhalter (126) aufweist, wobei der Rückhalter (126) in etwa parallel zur Rotationsachse (A) ausgerichtet ist und derart ausgebildet ist, dass er mit einer fortschreitenden Rotationsbewegung des Dosierrotors (150) zunehmend die Nuten (151) in Richtung der Strahlmittelabführung (115) freigibt.
 9. Strahlmaschine nach einem der Ansprüche 4 bis 8, wobei das Material des Dosierrotors (150) zumindest in den Bereichen, die mit zumindest einem von der Einlaufkanal-Rückhaltekulisse (130), der Auswurfkanal-Rückhaltekulisse (135), der Einlaufkulisse (121) und dem Rückhalter (126) in Kontakt kommt, härter ist als das Material des jeweiligen Gegenstücks.
 10. Strahlmaschine nach einem der Ansprüche 3 oder 4 bis 9, soweit von Anspruch 3 abhängig, wobei die Nuten (151) eine maximale Steigung bzw. einen Steigungsverlauf aufweisen, die einen direkten Durchlass vom Einlaufkanal (120) in den Auswurfkanal (125) verhindern.
 11. Strahlmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die ferner einen mit dem Dosierrotor (150) verbundenen Motor (180) und eine Steuerungseinrichtung (600) zum Ansteuern des Motors (180) gemäß einer vorgegebenen oder vorgebbaren Drehzahl umfasst.
 12. Dosiereinrichtung (100), konfiguriert zur Verwendung mit einer Strahlmaschine (500) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Dosierrotor (150) eine Rotationsachse (A) aufweist, die, wenn die Dosiereinrichtung (100) an der Strahlmaschine verwendet wird, in der Betriebsausrichtung der Strahlmaschine (500) gegenüber der Vertikalen um mindestens 20° und höchstens 45° geneigt ist.
 13. Dosiereinrichtung (100) nach Anspruch 12, die ferner einer Mehrzahl von Stützelementen (101, 102, 103, 104, 105) umfasst, so dass die Dosiereinrichtung (100) ein Modul oder eine Kassette bildet.
 14. Verwendung einer Strahlmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zur Oberflächenbearbeitung gemäß einer Anwendung ausgewählt aus der Gruppe, die Folgendes umfasst: Verdichtungsstrahlen, Aktivierungsstrahlen, Reinigungsstrahlen, Umformungsstrahlen.
 15. Verwendung nach Anspruch 14 mit einem vorgegebenen Strahlmittel, wobei das Strahlmittel eine vorgegebene Körnung aufweist, und wobei das Verhältnis der Nutentiefe zur Körnung des Strahlmittels so gewählt wird, dass die Partikel des Strahlmittels auf den Grund der jeweiligen Nut gedrückt werden und aus der Nut abfließen, wenn mindestens 2/3 der Nutenbreite an der Stelle, an der sich das jeweilige Strahlmittelpartikel befindet, freiliegt; und/oder wobei das Verhältnis der Nutenbreite zur Körnung des Strahlmittels so gewählt wird, dass die Nut die Partikel des Strahlmittels klemmfrei führt.

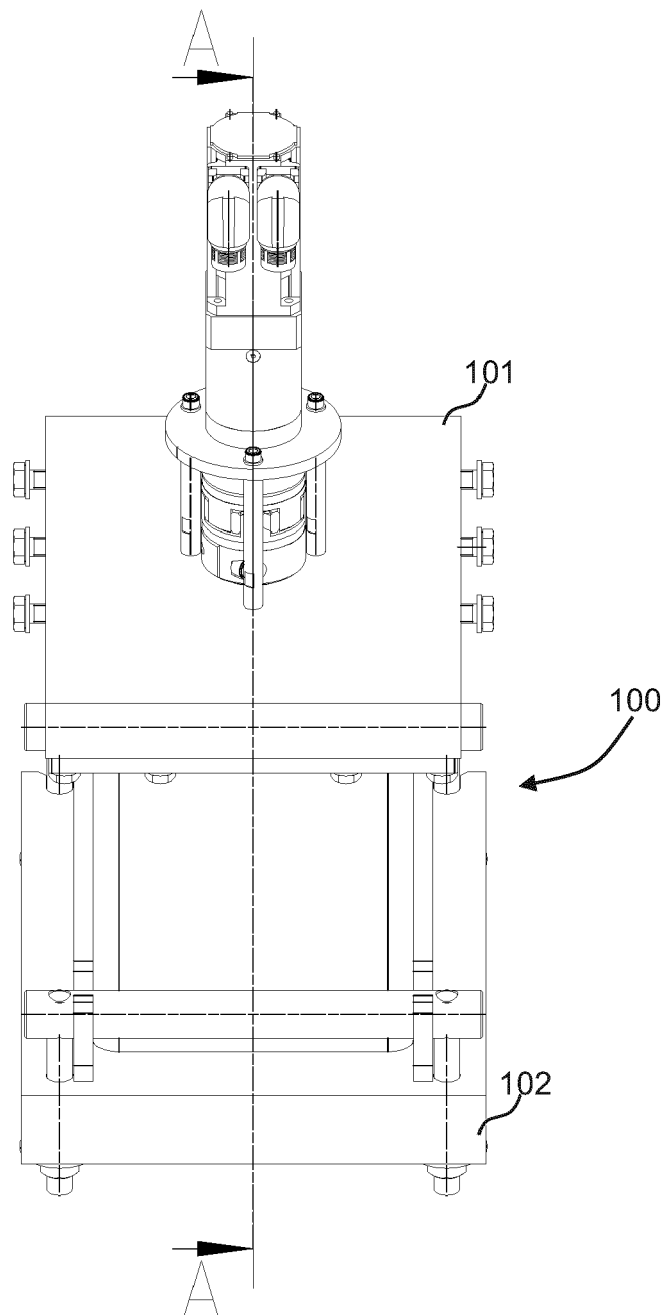
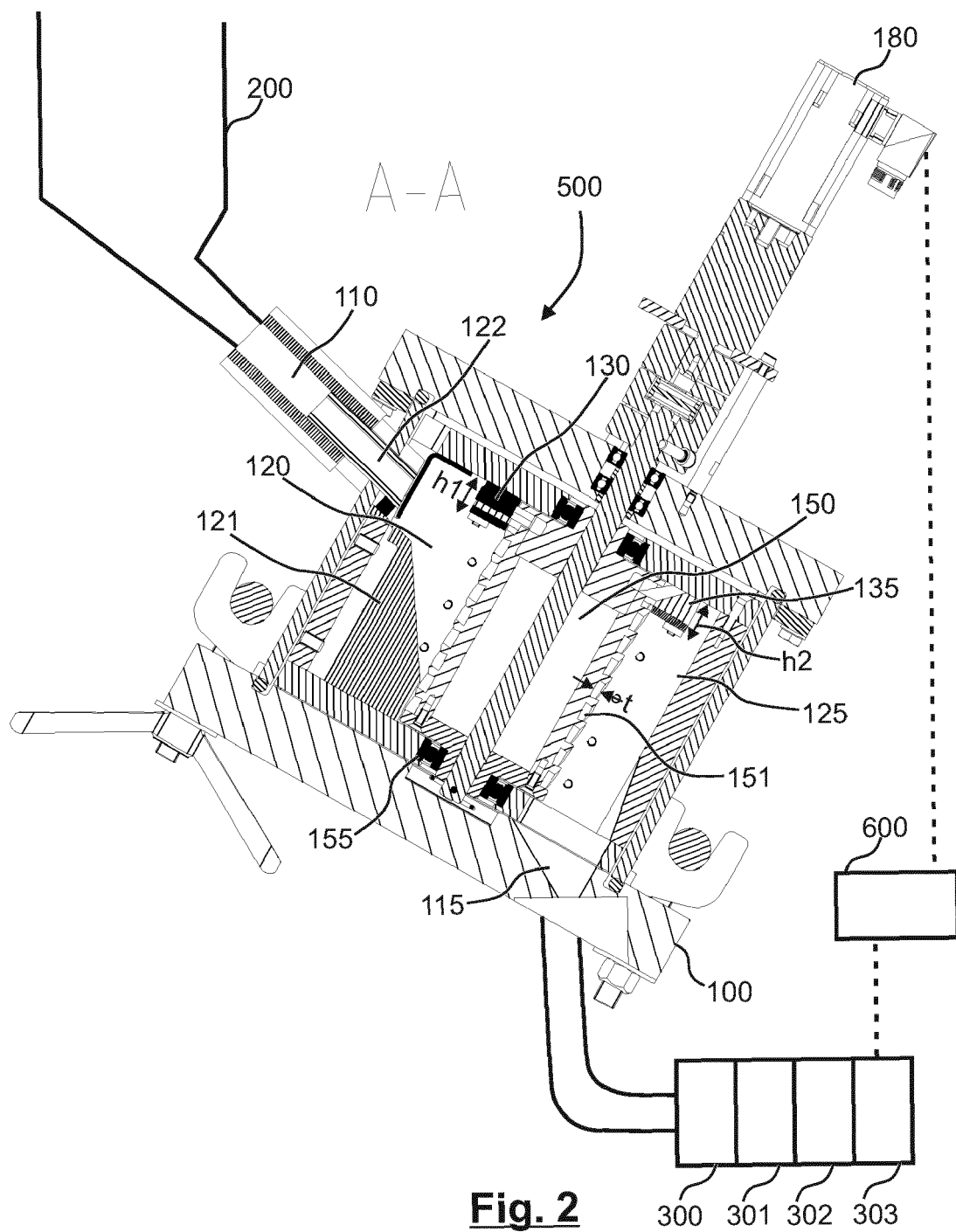


Fig. 1



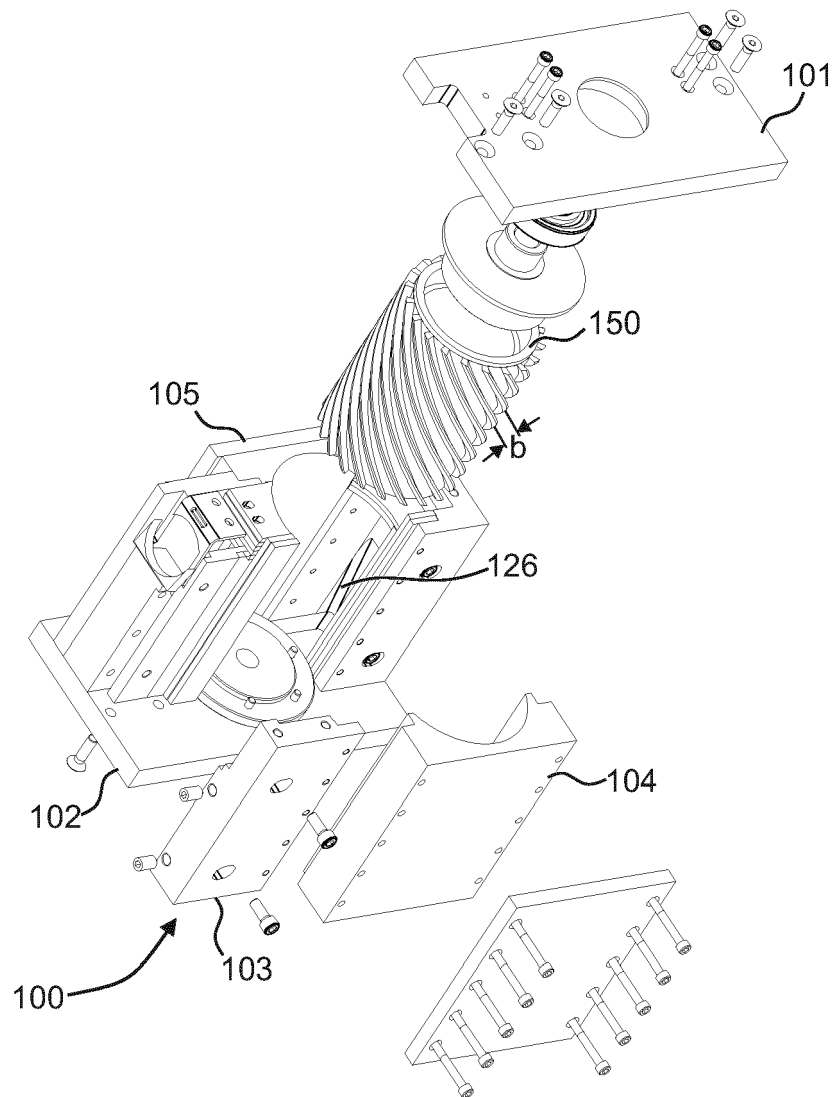


Fig. 3

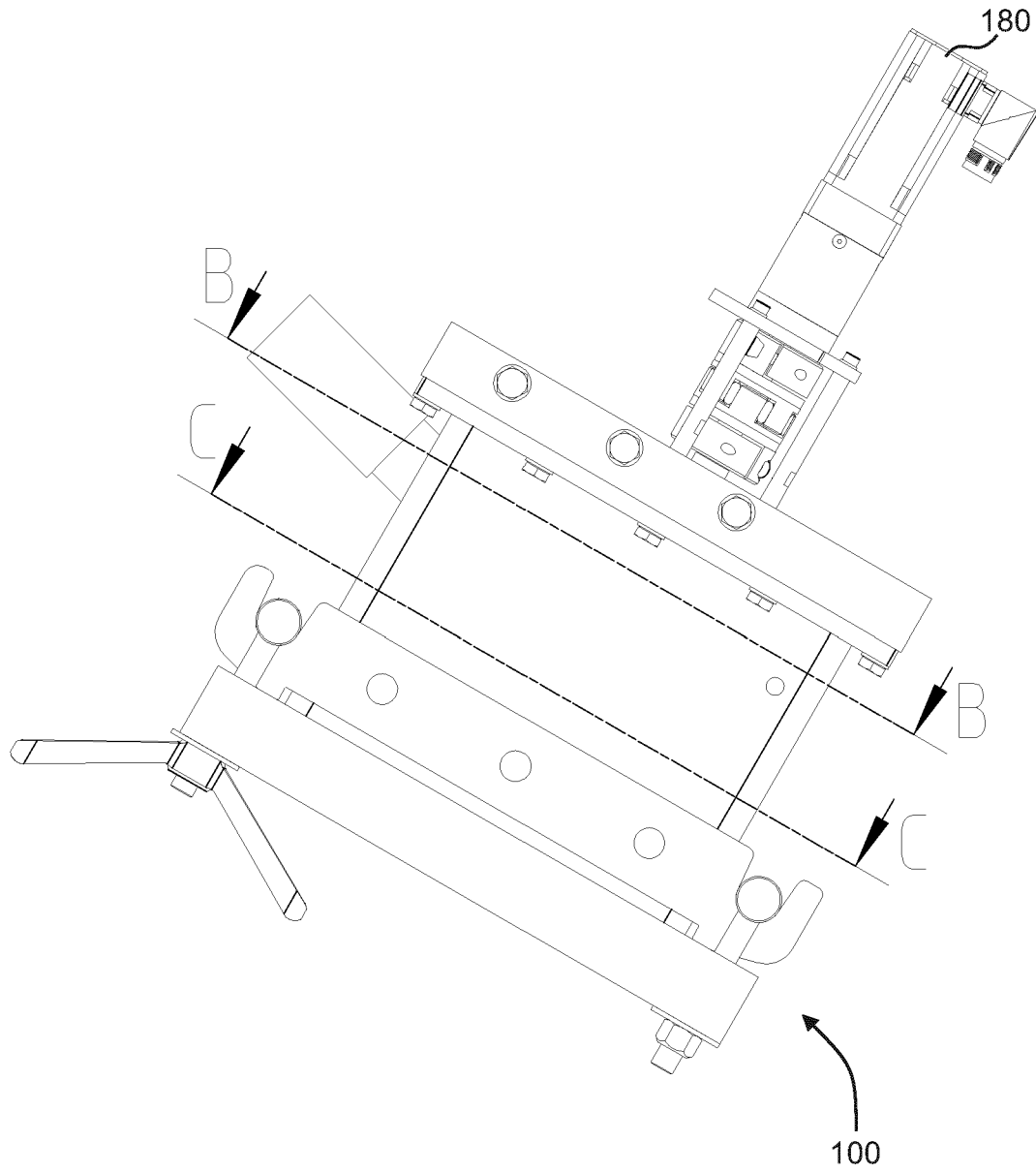


Fig. 4

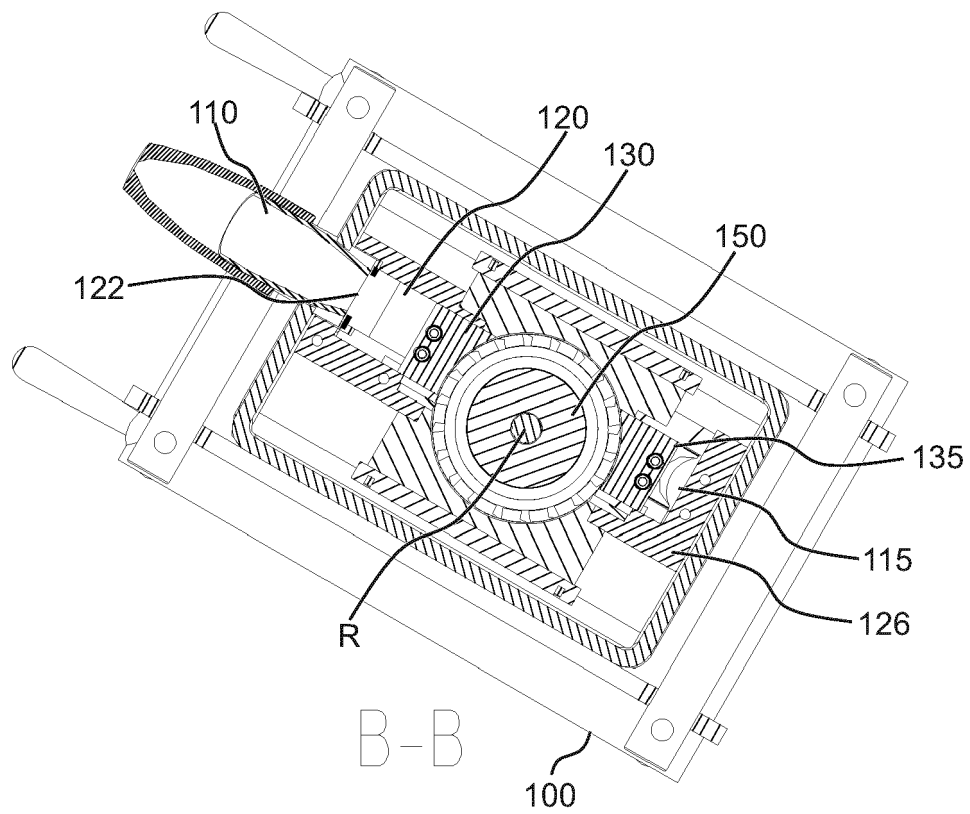


Fig. 5

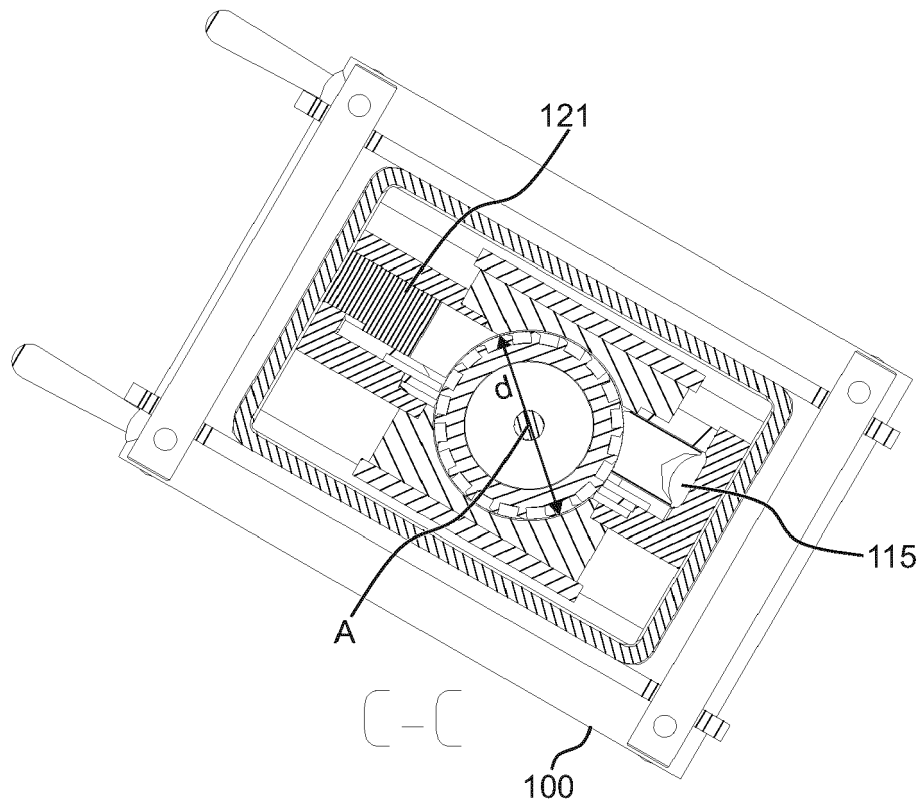


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 15 0223

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 412 111 B1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 13. April 1994 (1994-04-13)	1-5, 7-15	INV.
A	* Spalte 5, Zeile 35 - Spalte 6, Zeile 27 *	6	B24C7/00
	* Spalte 8, Zeile 24 - Zeile 26 *		B65G33/22
	* Abbildungen 1, 3 *		
	* Spalte 8, Zeile 1 - Zeile 6 *		

X	EP 2 151 301 A1 (BUSE GASTEK GMBH & CO KG [DE]) 10. Februar 2010 (2010-02-10)	1, 2, 5, 7, 8, 10, 12, 14, 15	
	* Absätze [0003] - [0008], [0014];		
	Abbildung 1 *		

A	DE 10 2006 061818 A1 (BICHLER ERWIN [DE]) 26. Juni 2008 (2008-06-26)	1-15	
	* Absätze [0010] - [0015] *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		16. Juni 2023	Beltzung, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
A : technologischer Hintergrund		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 23 15 0223

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

16-06-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0412111 B1	13-04-1994	CA 1331698 C	30-08-1994
		DE 68914657 T2	13-10-1994
		EP 0412111 A1	13-02-1991
		ES 2011566 A6	16-01-1990
		FR 2630668 A1	03-11-1989
		KR 900700833 A	17-08-1990
		WO 8910522 A1	02-11-1989

EP 2151301 A1	10-02-2010	AT 495856 T	15-02-2011
		DE 102008036331 B3	19-11-2009
		EP 2151301 A1	10-02-2010

DE 102006061818 A1	26-06-2008	KEINE	

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

- EP 0800440 B1 [0003]