



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.11.2023 Patentblatt 2023/44

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B04C 5/103 (2006.01) **B04C 5/087** (2006.01)
B04C 5/22 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22170808.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B04C 5/22; B04C 5/087; B04C 5/103

(22) Anmeldetag: **29.04.2022**

(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:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **NOVOSEL, Michael**
89564 Nattheim (DE)
• **HERRMANN, Maik**
89275 Elchingen (DE)
• **HAHN, Johann**
89165 Dietenheim (DE)

(71) Anmelder: **ESTA Apparatebau GmbH & Co. KG**
89250 Senden (DE)

(74) Vertreter: **Michalski Hüttermann & Partner**
Patentanwälte mbB
Kaistraße 16A
40221 Düsseldorf (DE)

(54) **ZYKLONABSCHIEDER ZUM ABSCHIEDEN VON FESTSTOFFEN AUS EINEM PROZESSSTROM**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Zyklonabscheider (1.1, 1.2) zum Abscheiden von Feststoffen aus einem Prozessstrom, aufweisend einen zumindest durch eine Umfangswandung (2) und einen Deckel (5) gebildeten, im Querschnitt runden Prozessraum (3), einen die Umfangswandung (2) durchbrechenden Einlassstutzen (4) zum Einlassen des Prozessstroms in den Prozessraum (3) in Umfangsrichtung (U) des Prozessraums (3), einen den Deckel (5) durchbrechenden Auslassstutzen (6) zum Herausführen des Prozessstroms aus dem Prozessraum (3) in axialer Richtung (A) des Prozessraums (3). Nach einem ersten Erfindungsaspekts ist vorgesehen, dass zumindest ein Wandungsabschnitt (2.1, 2.2) der Umfangswandung (2) einen zum Vermeiden von Feststoffanhaftungen (12.1, 12.2) an dem Wandungsabschnitt (2.1, 2.2) mittels elastischer Verformung (15, 16) des Wandungsabschnitts (2.1, 2.2) ausreichend kleinen Elastizitätsmodul aufweist. Die Erfindung betrifft weiterhin zwei Verfahren zum Vermeiden von Feststoffanhaftungen (12.1, 12.2) bei einem Zyklonabscheider (1.1, 1.2).

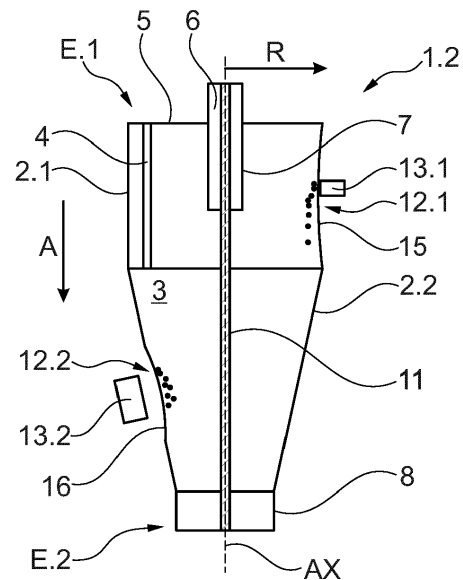


Fig. 3b

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Zyklonabscheider zum Abscheiden von Feststoffen aus einem Prozessstrom. Die vorliegende Erfindung betrifft zudem zwei Verfahren zum Vermeiden von Feststoffanhaftungen bei einem solchen Zyklonabscheider.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Derartige Zyklonabscheider sind aus dem Stand der Technik bekannt und werden beispielsweise zum Abscheiden von Staub aus Prozessluft eingesetzt. Der Prozessstrom wird dazu in einen im Querschnitt runden Prozessraum geführt, in dem er durch eine Umfangswandung geführt entlang einer Umfangstrajektorie strömt, sodass Feststoffe durch Fliehkraftwirkung radial nach außen getragen werden. Der Prozessstrom wird dabei in dem Prozessraum auch axial in einer ersten Richtung von einem Einlass bis zu einem Umlenkpunkt geführt, sodass sich insgesamt eine helixförmige Trajektorie ergibt. An dem Umlenkpunkt wird der Prozessstrom dann in axialer Richtung entgegen der ersten Richtung zu einem Auslassstutzen abgeführt, wobei die Feststoffe einer dabei entstehenden Umlenkung auf Grund ihrer Trägheit nicht mehr folgen können und ausfallen.

[0003] Bei bisher bekannten Zyklonabscheidern besteht das Problem, dass an Innenseiten der Umfangswandung Feststoffe anhaften. So gebildete Feststoffanhaftungen stellen dann einen Strömungswiderstand für den Prozessstrom dar und führen zu einem vergrößerten Druckverlust des Zyklonabscheiders. Insbesondere wird durch derartige Feststoffanhaftungen auch die für die Feststoffabscheidung wichtige Trajektorie gestört, sodass verschlechterter Abscheidegrad des Zyklonabscheiders resultiert.

[0004] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, solche Feststoffanhaftungen im Zuge von Revisionen abzulösen, was jedoch nachteilig aufwändig ist und eine Unterbrechung des Betriebs des Zyklonabscheiders notwendig machen. Zudem muss dann bis zu dem Zeitpunkt der Revision eine zunehmende Verschlechterung des Druckverlusts und des Abscheidegrads hingenommen werden. Die aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen sind insofern nicht befriedigend.

Beschreibung der Erfindung

[0005] Ausgehend von dieser Situation ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, bei einem Zyklonabscheider Feststoffanhaftungen zu verringern, insbesondere gänzlich zu vermeiden.

[0006] Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale der unabhängigen Hauptansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben. Sofern technisch möglich, können die Lehren

der Unteransprüche beliebig mit den Lehren der Haupt- und Unteransprüche kombiniert werden.

[0007] Nach einem ersten Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe gelöst durch einen Zyklonabscheider zum Abscheiden von Feststoffen aus einem Prozessstrom, aufweisend einen zumindest durch eine Umfangswandung und einen Deckel gebildeten, im Querschnitt runden Prozessraum, einen die Umfangswandung durchbrechenden Einlassstutzen zum Einlassen des Prozessstroms in den Prozessraum in Umfangsrichtung des Prozessraums, einen den Deckel durchbrechenden Auslassstutzen zum Herausführen des Prozessstroms aus dem Prozessraum in axialer Richtung des Prozessraums, wobei zumindest ein Abschnitt der Umfangswandung einen zum Vermeiden von Feststoffanhaftungen an dem Wandungsabschnitt mittels elastischer Verformung des Abschnitts ausreichend kleinen Elastizitätsmodul aufweist.

[0008] Nachfolgend werden Vorteile der beanspruchten Erfindungsaspekte erläutert und weiter nachfolgend bevorzugte modifizierte Ausführungsformen der Erfindungsaspekte beschrieben. Erläuterungen, insbesondere zu Vorteilen und Definitionen von Merkmalen, sind dem Grunde nach beschreibende und bevorzugte, jedoch nicht limitierende Beispiele. Sofern eine Erläuterung limitierend ist, wird dies ausdrücklich erwähnt.

[0009] Als Zyklonabscheider wird eine Vorrichtung verstanden, in der durch das Führen eines hauptsächlich gasförmigen Prozessstroms entlang einer helixförmigen Trajektorie eine Trennkraft auf in dem Prozessstrom enthaltene Feststoffe und/oder Flüssigkeiten erzeugt wird und ein Abscheiden der Feststoffe oder Flüssigkeiten erfolgt, insbesondere durch ein Umlenken des Prozessstroms. Dabei wird unter einer Helixform auch und insbesondere eine Helixform mit einem sich zumindest bereichsweise verjüngenden Außendurchmesser verstanden. In einem derartigen Zyklonabscheider können insbesondere Stäube, Späne oder Abrieb, beispielsweise aus einem Bearbeitungsprozess, von einem Gasstrom wie etwa einem Luft- oder Schutzgasstrom abgetrennt werden.

[0010] Als Umfangswandung wird dann eine Wandung verstanden, die einer geometrischen Umhüllung einer solchen Helixform entspricht. Die Umfangswandung kann über axiale Bereiche zylinderförmig und/oder über axiale Bereiche konisch ausgebildet sein. Insbesondere ist die Umfangswandung in einem Bereich des Einlassstutzens zylinderförmig und in einem axial davon beabstandeten Bereich konisch ausgebildet. Ein Deckel ist an einem Kopfe der runden Umfangswandung als dortiger Abschluss des Prozessraums abgeordnet, insbesondere an einem Kopfe im Bereich des Einlassstutzens, in dem die Umfangswandung zylinderförmig ausgebildet ist.

[0011] Unter einem Vermeiden von Feststoffanhaftungen wird sowohl verstanden, dass ein Anhaften von Feststoffen verhindert wird, als auch, dass bereits bestehende Feststoffanhaftungen abgelöst werden. Ein Feststoff-

anhaftung entsteht dabei beispielsweise dadurch, dass Feststoffe mechanisch festgehalten werden oder dadurch, dass zwischen Feststoffen und Umfangswandung eine anderweitige Bindungskraft besteht, beispielsweise eine elektrostatische, magnetische oder chemische Bindungskraft.

[0012] Der erste Aspekt der Erfindung umfasst nun die Lehre, dass die Umfangswandung zumindest in einem Wandungsabschnitt elastisch ausgebildet ist. In dem Wandungsabschnitt weist also die Umfangswandung eine Kombination aus Material und Geometrie auf, die es erlaubt, dass der Wandungsabschnitt elastisch verformt werden kann, ohne dabei eine Beschädigung zu erfahren, insbesondere ohne dabei eine plastische Verformung zu erfahren. Eine solche Verformung ist dabei in Maße möglich, das es erlaubt, Feststoffanhaftungen an einer Innenseite des Wandungsabschnitts abzulösen. Es wird also in Folge der Verformung eine Relativbewegung zwischen dem Wandungsabschnitt und dem Feststoff der Feststoffanhaftung erzeugt, mittels der eine Bindekraft zwischen Feststoff und dem Wandungsabschnitt aufgelöst oder überlagert wird. Insbesondere werden Feststoffe im Zuge der Verformung von dem Wandungsabschnitt weg beschleunigt. Die Relativbewegung kann auch derart ausgestaltet sein, dass einem Feststoff das Anhaften an dem Wandungsabschnitt erschwert oder unmöglich gemacht wird, beispielsweise indem der Wandungsabschnitt periodisch mit einer ausreichend hohen Frequenz verformt wird. Durch die vorgenannte Ausbildung des Zyklonabscheiders ist es vorteilhaft möglich, Feststoffanhaftungen zu vermeiden, insbesondere nicht entstehen zu lassen und/oder bei Bestehen von dem Wandungsabschnitt abzulösen, ohne dass dazu eine Unterbrechung des Betriebs des Zyklonabscheiders nötig wäre. Beispielsweise kann der Wandungsabschnitt dazu von außen verformt werden, beispielsweise in bestimmten regelmäßigen Abständen. Im einfachsten Fall kann der Zyklonabscheider händisch von außen verformt werden, bevorzugt können dazu aber entsprechende Mittel, insbesondere automatisierte Mittel vorgesehen sein. Ein Verformen des Wandungsabschnitts ermöglicht das Vermeiden von Feststoffanhaftungen vorteilhaft auf sehr einfache Art und Weise. Ferner ergibt sich mit einem nach dem ersten Aspekt der Erfindung elastisch ausgebildeten Wandungsabschnitt eine verringerte Geräuschemission beim Betrieb des Zyklonabscheiders.

[0013] Der Wandungsabschnitt kann beispielsweise in einem Bereich der Umfangswandung angeordnet sein, in dem Feststoffanhaftungen erwartet werden. In einer Ausführungsform ist der Wandungsabschnitt durch die gesamte Umfangswandung gebildet. Vorteilhaft werden dann Feststoffanhaftungen an der gesamten Umfangswandung vermieden und es ist sichergestellt, dass die helixförmige Trajektorie sich entlang der gesamten Umfangswandung störungsfrei und mit minimalem Druckverlust ausbilden kann.

[0014] Besonders bevorzugt ist der zumindest eine Wandungsabschnitt aus einem Kunststoff ausgebildet.

Kunststoffe können auf einfache Art und Weise zu einem Wandungsabschnitt oder einer gesamten Umfangswandung geformt werden und weisen vorteilhaft ein ausreichend geringes Elastizitätsmodul auf, beispielsweise im Bereich von etwa 0,4 - 3 Gigapascal. Zudem weisen Kunststoffe gute Beständigkeit gegenüber einer Vielzahl an Stoffen auf und lassen sich mit hoher Oberflächengüte ausbilden, sodass an der Innenseite des Wandungsabschnitts eine glatte Oberfläche mit einem geringen Strömungswiderstand ermöglicht ist. Kunststoffe sind ferner auch in vielfältiger Weise beschichtbar, sodass auch eine beschichtete Oberfläche an der Innenseite des Wandungsabschnitts ausgebildet sein kann. Bevorzugt ist der Wandungsabschnitt aus einem Elastomer oder einem Thermoplast, wie etwa einem Kautschuk, Polyethylen, Polypropylen oder Polyvinylchlorid, ausgebildet. Der Wandungsabschnitt ist in einer alternativen Ausführungsform aus einem Verbundwerkstoff gebildet, insbesondere umfassend zumindest ein Kunststoff und zumindest einer Faser oder zumindest einem Textil gebildet.

[0015] In einer bevorzugten Ausführungsform weist der zumindest eine Wandungsabschnitt einen Elastizitätsmodul kleiner/gleich 5 Gigapascal auf. Ein solches Elastizitätsmodul erlaubt bei einer üblichen geometrischen Ausbildung einer Umfangswandung eine elastische Verformung in einem Maß, bei dem Feststoffanhaftungen sicher vermieden werden. Besonders bevorzugt weist der Wandungsabschnitt ein Elastizitätsmodul kleiner/gleich 4,5, 4, 3,5, 3, 2,5, 2, 1,5, 1, oder 0,5 Gigapascal auf, um eine möglichst einfache Verformung und damit Vermeidung von Feststoffanhaftungen zu ermöglichen. Insbesondere wird ein Werkstoff mit einem Elastizitätsmodul gewählt, der bei einer vorgegebenen oder gewählten Geometrie des Wandungsabschnitts, insbesondere bei einer vorgegebenen oder gewählten Wandstärke des Wandungsabschnitts ein einfaches und ausreichendes Verformen und gleichzeitig eine ausreichende Stabilität ermöglicht. Eine ausreichende Stabilität ist insbesondere dann gegeben, wenn der Wandungsabschnitt dazu geeignet ist, den Prozessstrom entlang der helixförmigen Trajektorie zu leiten.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform weist der zumindest eine Wandungsabschnitt einen zum Anregen von Verformungen des Wandungsabschnitts mittels des Prozessstroms ausreichend geringen Elastizitätsmodul auf. Der an dem Wandungsabschnitt entlangströmende Prozessstrom erzeugt dann selbst eine Verformung an dem Wandungsabschnitt, sodass der Zyklonabscheider allein durch seinen Betrieb bereits Feststoffanhaftungen an dem Wandungsabschnitt vermeidet. Ein Erzeugen der Verformungen mittels des Prozessstroms erfolgt in einer Ausführungsform bei kontinuierlichem Prozessstrom. In einer alternativen Ausführungsform sind ferner Mittel vorgesehen, die dem Prozessstrom eine Druckvariation oder Massenstromvariation aufprägen, um entsprechende Verformungen des Wandungs-

abschnitts zu erzeugen, zu verstärken oder generell zu beeinflussen. Insbesondere ist der Wandungsabschnitt dazu vorgesehen bzw. eingerichtet, durch den Prozessstrom periodisch verformt zu werden.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform weist der Zyklonabscheider Mittel zum Erzeugen von Verformungen des zumindest einen Wandungsabschnitts mittels mechanischem Druck auf. Beispielsweise können solche Mittel als Walzen ausgebildet sein, die zum entlangrollen an einer Außenseite des Wandungsabschnitts vorgesehen sind. Diese Mittel erzeugen beispielsweise automatisiert und periodisch eine Verformung an dem Wandungsabschnitt und/oder sind zum manuellen Bedienen vorgesehen.

[0018] In einer weiteren Ausführungsform weist der Zyklonabscheider Mittel zum Erzeugen von Verformungen des zumindest einen Wandungsabschnitts mittels Schall auf, insbesondere mittels Ultraschall. Beispielsweise ist als solches Mittel an der Außenseite des Wandungsabschnitts zumindest eine Schallsonde, insbesondere Ultraschallsonde angeordnet, die den Wandungsabschnitt durch erzeugten Schall zu einer Verformung anregt. Eine solche Verformung wird beispielsweise automatisiert und/oder periodisch angeregt. Besonders bevorzugt ist eine Schallfrequenz auf eine Resonanzfrequenz des Wandungsabschnitts abgestimmt.

[0019] In noch einer weiteren Ausführungsform ist eine dem Prozessraum zugewandte Innenseite der Umfangswandung wenigstens teilweise elektrisch leitend und gerundet ausgebildet. Hierdurch wird verhindert, dass elektrisch geladene Feststoffpartikel an dem Wandungsabschnitt durch deren Ladung und/oder Potentialunterschiede anhaften. Bei einem aus Kunststoff ausgebildeten Wandungsabschnitt sind diese Eigenschaften beispielsweise durch eine Beschichtung zu erzielen.

[0020] Bevorzugt weist der Zyklonabscheider ein sich von dem Auslassstutzen in axialer Richtung in den Prozessraum hinein erstreckendes Tauchrohr auf. Ein solches Tauchrohr bewirkt eine effiziente Trennung einer in einer ersten Richtung verlaufenden helixförmigen Strömung und einer entgegen der ersten Richtung gerichteten Strömung nach einem Umlenken.

[0021] Weiterhin bevorzugt weist der Zyklonabscheider ein sich mittig des Prozessraums in axialer Richtung erstreckendes Leitmittel auf, insbesondere eine Leitstange oder ein Leitrohr. Mittels einem solchen Leitmittel wird erreicht, dass eine entgegen der ersten Richtung gerichteten Strömung nach einem Umlenken geführt wird, so dass Turbulenzen und somit ein Strömungswiderstand in diesem Strömungsabschnitt reduziert werden bzw. wird. Das Leitmittel und insofern auch die entgegen der ersten Richtung gerichtete Strömung erstreckt sich insbesondere radial innerhalb der helixförmigen Trajektorie der Strömung vor einer Umlenkung. Das Leitmittel erstreckt sich besonders bevorzugt in axialer Richtung über den gesamten Prozessraum und ist weiterhin bevorzugt zylinderrförmig ausgebildet.

[0022] Bevorzugt ist die Umfangswandung zumindest

über einen Teil ihrer axialen Erstreckung konisch ausgebildet. Der Prozessstrom wird dann zu einem Umlenkpunkt hin entlang einer sich verengenden Trajektorie geführt.

[0023] In einer Ausführungsform weist der Einlassstutzen in der axialen Richtung des Prozessraumes eine schlitzförmige Erstreckung auf. Auf diese Weise kann ein Staudruck gegenüber einer nicht schlitzförmigen Geometrie, beispielsweise einer quadratischen Geometrie, verringert werden. Insbesondere erstreckt sich der Einlassstutzen in axialer Richtung gänzlich über einen zylindrischen Bereich der Umfangswandung, wobei sich unmittelbar anschließend an den zylindrischen Bereich ein konischer Bereich der Umfangswandung erstreckt.

[0024] In einer weiteren Ausführungsform weist der Zyklonabscheider eine an einem Ende des Prozessraums angeordnete Feststoffauslass zum Herausführen von Feststoff aus dem Prozessraum auf. Auf diese Weise kann Feststoff und können insbesondere auch abgelöste Feststoffanhaftungen aus dem Prozessraum herausgeführt werden. Die Auslassöffnung ist beispielsweise mit einer Klappe schließbar ausgebildet, um den Prozessraum gegenüber der Umgebung abzutrennen.

[0025] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Vermeiden von Feststoffanhaftungen bei einem vorbeschriebenen Zyklonabscheider, wobei der zumindest eine Wandungsabschnitt durch den Prozessstrom zu Verformungen angeregt wird, insbesondere zu periodischen Verformungen. Der Wandungsabschnitt ist beispielsweise derart elastisch ausgebildet, dass dort bereits bei einem konstanten Prozessstrom eine Verformung induziert wird. Den Prozessstrom kann ergänzend oder alternativ auch eine Druckvariation oder Massenstromvariation aufgeprägt werden, um eine Verformung des Wandungsabschnitts hervorzurufen und/oder zu beeinflussen. Mit einem Verfahren nach dem zweiten Aspekt der Erfindung ist der Vorteil zu erreichen, dass Feststoffanhaftungen in dem Wandungsabschnitt vermieden werden.

[0026] Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Vermeiden von Feststoffanhaftungen bei einem vorbeschriebenen Zyklonabscheider, wobei der zumindest eine Wandungsabschnitt durch Mittel zum Erzeugen von Verformungen des zumindest einen Wandungsabschnitts verformt wird, insbesondere periodisch verformt wird. Derartige Mittel sind insbesondere mechanische Mittel, wie beispielsweise Walzen oder Luftkissen, oder Mittel zum Erzeugen von Schall, wie etwa eine Ultraschallsonde. Auch mit einem Verfahren nach dem dritten Aspekt der Erfindung ist der Vorteil zu erreichen, dass Feststoffanhaftungen in dem Wandungsabschnitt vermieden werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0027] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Die Formu-

lierung Figur ist in den Zeichnungen mit Fig. abgekürzt.

[0028] In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht eines Zyklonabscheiders gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts der Erfindung;

Fig. 2 eine Querschnittansicht des Zyklonabscheiders gemäß dem Schnitt B-B aus Fig. 1;

Fig. 3a eine schematische Schnittansicht eines Zyklonabscheiders gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts der Erfindung; und

Fig. 3b eine weitere schematische Schnittansicht des Zyklonabscheiders gemäß Fig. 3a.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0029] Die beschriebenen Ausführungsbeispiele sind lediglich Beispiele, die im Rahmen der Ansprüche auf vielfältige Weise modifiziert und/oder ergänzt werden können. Jedes Merkmal, das für ein bestimmtes Ausführungsbeispiel beschrieben wird, kann eigenständig oder in Kombination mit anderen Merkmalen in einem beliebigen anderen Ausführungsbeispiel genutzt werden. Jedes Merkmal, das für ein Ausführungsbeispiel einer bestimmten Anspruchskategorie beschrieben wird, kann auch in entsprechender Weise in einem Ausführungsbeispiel einer anderen Anspruchskategorie eingesetzt werden.

[0030] Figur 1 zeigt einen Zyklonabscheider 1.1 in einer ersten Ausführungsform. Der Zyklonabscheider 1 weist eine Umfangswandung 2 auf, die durch einen ersten Wandungsabschnitt 2.1 und einen zweiten Wandungsabschnitt 2.2 gebildet ist und einen um eine Achse AX zentrierten, im Querschnitt runden Prozessraum 3 definiert. Der erste Wandungsabschnitt 2.1 ist zylindrisch ausgebildet und durch einen schlitzförmigen Einlassstutzen 4 durchbrochen. Weiterhin ist der erste Wandungsabschnitt 2.1 an einem ersten Ende E.1 der Umfangswandung 2 durch einen Deckel 5 abgeschlossen. Der Deckel 5 ist von einem Auslassstutzen 6 durchbrochen, der coaxial mit der Achse AX angeordnet ist und ein Tauchrohr 7 aufweist, das von dem Deckel 5 in einer axialen Richtung A in den Prozessraum 3 hineinragt. Die hier eingezeichnete axiale Richtung A entspricht einer zuvor referenzierten ersten Richtung. Der zweite Wandungsabschnitt 2.2 schließt an den ersten Wandungsabschnitt 2.1 in der axialen Richtung A an und erstreckt sich konisch verjüngend zu einem zweiten Ende E.2 der Umfangswandung 2. An dem zweiten Ende E.2 ist der zweite Wandungsabschnitt 2.2 von einem Feststoffauslass 8 abgeschlossen.

[0031] In dem Prozessraum 3 ergibt sich für einen an dem Einlassstutzen 4 einströmenden Prozessstrom eine

in einem ersten Bereich 10.1 helixförmige Trajektorie 10. Der erste Bereich 10.1 erstreckt sich von dem Einlassstutzen 4 in axialer Richtung A zu dem zweiten Ende E.2 der Umfangswandung 2 und wird dabei durch den zweiten Wandungsabschnitt 2.2 im Außendurchmesser der Helixform verengt. Dabei werden in dem hauptsächlich gasförmigen Prozessstrom enthaltene Feststoffe und/oder Flüssigkeiten in einer radialen Richtung R nach außen getragen. An dem zweiten Ende E.2 der Umfangswandung 2 weist die Trajektorie 10 dann einen Umlenkpunkt 10.2 auf, an dem der Prozessstrom entgegen der axialen Richtung A umgelenkt und entlang einem zweiten Bereich 10.3 zu dem Auslassstutzen 6 bzw. Tauchrohr 7 geführt wird, wobei weiterhin eine helixförmige Trajektorie besteht. An dem Umlenkpunkt 10.2 können die nach außen getragenen Feststoffe und/oder Flüssigkeiten der Trajektorie 10 auf Grund ihrer Trägheit nicht mehr folgen und fallen aus.

[0032] Figur 2 zeigt einen Querschnitt aus Fig. 1 gemäß dem Schnitt B-B. Es ist zu erkennen, dass die Umfangswandung 2 im Querschnitt rund ausgebildet ist und den ersten Bereich 10.1 der Trajektorie 10 helixförmig führt. Im zweiten Bereich 10.3 der Trajektorie 10 ist diese ebenfalls helixförmig ausgebildet. Weiterhin ist eine Ausrichtung des Einlassstutzens 4 in einer Umfangsrichtung U dargestellt.

[0033] Die Figuren 3a und 3b zeigen eine weitere Ausführungsform eines Zyklonabscheiders 1.2, der sich konstruktiv dadurch von dem Zyklonabscheider 1.1 unterscheidet, dass er ein zylindrisches Leitmittel 11 aufweist. Das Leitmittel 11 ist beispielsweise als Leitstange oder Leitrohr ausgebildet und erstreckt sich coaxial zur Achse AX durch den gesamten Prozessraum 3. Durch das Leitmittel 11 wird der Prozessstrom auch im zweiten Bereich 10.3 der Trajektorie 10 in seiner immer noch bestehenden Helixform geleitet, sodass sich die Strömung dort mit verringerten Turbulenzen ausbilden kann und ein verringerter Druckverlust erreicht werden kann.

[0034] Anhand der Figuren 3a, 3b wird weiterhin erläutert, wie bei dem Zyklonabscheider 1.2 Feststoffanhaftungen 12.1, 12.2 an der Umfangswandung 2 vermieden werden. Beispielshaft ist in Figur 3a eine erste Feststoffanhaftungen 12.1 als an dem ersten Wandungsabschnitt 2.1 und eine zweite Feststoffanhaftungen 12.2 als an dem zweiten Wandungsabschnitt 2.2 anhaftend dargestellt. Dabei weist sowohl der erste Wandungsabschnitt 2.1 als auch der zweite Wandungsabschnitt 12.2 jeweils ein zum Vermeiden von Feststoffanhaftungen 12.1, 12.2 mittels elastischer Verformung des Wandungsabschnitts 2.1, 2.2 ausreichend kleines Elastizitätsmodul auf. Beispielsweise sind die Wandungsabschnitte 2.1, 2.2 aus einem Kunststoff ausgebildet und weisen einen Elastizitätsmodul kleiner als 5 Gigapascal auf. Durch die elastische Ausbildung der Wandungsabschnitt 2.1, 2.2 ist es ermöglicht, dass beispielsweise mittels in der Figur 3b dargestellten Mitteln 13.1, 13.2 die Wandungsabschnitte 2.1, 2.2 im Bereich der Feststoffanhaftungen 12.1 12.2 - wie ebenfalls in Figur 3b darge-

stellt - verformt werden und somit die Feststoffanhaftungen 12.1, 12.2 abgelöst werden.

[0035] Das erste Mittel 13.1 ist als mechanischer Stößel oder mechanische Walze ausgebildet und drückt zum Ablösen der Feststoffanhaftung 12.1 von außen auf den Wandungsabschnitt 2.1. Durch die dabei entstehende elastische Verformung 15, die insbesondere stoßartig sein kann, wird die Feststoffanhaftung 12.1 abgelöst, ohne dass dabei eine Beschädigung des ersten Wandungsabschnitts 12.1 erfolgt. Es ist weiterhin auch möglich, durch eine regelmäßige, insbesondere periodische elastische Verformung 15 durch das erste Mittel 13.1 ein Anhaften von Feststoffen bereits zu verhindern, sodass eine Feststoffanhaftung 12.1 nicht entstehen kann.

[0036] Das zweite Mittel 13.2 ist als Ultraschallsonde ausgebildet und versetzt den Wandungsabschnitt 2.2 zum Ablösen der Feststoffanhaftung 12.2 in eine Schwingung mit der Frequenz des Ausgesendeten Ultraschalls. Die dabei entstehende periodische elastische Verformung 16 erzeugt dann eine Beschleunigung der die Feststoffanhaftung 12.2 bildenden Feststoffe, sodass diese abgelöst werden, ohne dass dabei eine Beschädigung des zweiten Wandungsabschnitts 12.2 erfolgt. Das zweite Mittel 13.2 verbleibt dabei ohne Berührung mit der Umfangswandung 2.

[0037] Auf in den Figuren nicht näher dargestellte Weise können der erste Wandungsabschnitt 2.1 und/oder der zweite Wandungsabschnitt 2.2 auch durch den Prozessstrom selbst zu elastischen Verformungen angeregt werden.

Bezugszeichenliste

[0038]

- 1.1 Zyklonabscheider
- 1.2 Zyklonabscheider
- 2 Umfangswandung
- 2.1 erster Wandungsabschnitt
- 2.2 zweiter Wandungsabschnitt
- 3 Prozessraum
- 4 Einlassstutzen
- 5 Deckel
- 6 Auslassstutzen
- 7 Tauchrohr
- 8 Feststoffauslass
- 10 Trajektorie
- 10.1 erster Bereich der Trajektorie
- 10.2 Umlenkpunkt
- 10.3 zweiter Bereich der Trajektorie
- 11 Leitmittel
- 12.1 Feststoffanhaftung
- 12.2 Feststoffanhaftung
- 13.1 erstes Mittel zum Erzeugen von Verformungen
- 13.2 zweites Mittel zum Erzeugen von Verformungen
- 15 elastische Verformung
- 16 elastische Verformung
- AX Achse

- A axiale Richtung
- E.1 erstes Ende der Umfangswandung
- E.2 zweites Ende der Umfangswandung
- U Umfangsrichtung
- 5 R radiale Richtung

Patentansprüche

- 10 **1.** Zyklonabscheider (1.1, 1.2) zum Abscheiden von Feststoffen aus einem Prozessstrom, aufweisend
 - einen zumindest durch eine Umfangswandung (2) und einen Deckel (5) gebildeten, im Querschnitt runden Prozessraum (3);
 - einen die Umfangswandung (2) durchbrechenden Einlassstutzen (4) zum Einlassen des Prozessstroms in den Prozessraum (3) in Umfangsrichtung (U) des Prozessraums (3);
 - einen den Deckel (5) durchbrechenden Auslassstutzen (6) zum Herausführen des Prozessstroms aus dem Prozessraum (3) in axialer Richtung (A) des Prozessraums (3);
 - dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Wandungsabschnitt (2.1, 2.2) der Umfangswandung (2) einen zum Vermeiden von Feststoffanhaftungen (12.1, 12.2) an dem Wandungsabschnitt (2.1, 2.2) mittels elastischer Verformung (15, 16) des Wandungsabschnitts (2.1, 2.2) ausreichend kleinen Elastizitätsmodul aufweist.
- 25 **2.** Zyklonabscheider (1.1, 1.2) nach Anspruch 1, wobei der Wandungsabschnitt (2.1, 2.2) durch die gesamte Umfangswandung (2) gebildet ist.
- 35 **3.** Zyklonabscheider (1.1, 1.2) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der zumindest eine Wandungsabschnitt (2.1, 2.2) aus einem Kunststoff, insbesondere aus einem Elastomer oder einem Thermoplast ausgebildet ist.
- 40 **4.** Zyklonabscheider (1.1, 1.2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der zumindest eine Wandungsabschnitt (2.1, 2.2) einen Elastizitätsmodul kleiner/gleich 5 Gigapascal, bevorzugt kleiner/gleich 3 Gigapascal, besonders bevorzugt kleiner/gleich 1,5 Gigapascal aufweist.
- 45 **5.** Zyklonabscheider (1.1, 1.2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der zumindest eine Wandungsabschnitt (2.1, 2.2) einen zum Anregen von Verformungen (15, 16) des Wandungsabschnitts (2.1, 2.2) mittels des Prozessstroms ausreichend geringen Elastizitätsmodul aufweist, insbesondere zum Anregen von periodischen Verformungen (15, 16).
- 50
- 55

6. Zyklonabscheider (1.1, 1.2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend Mittel (13.1) zum Erzeugen von Verformungen (15) des zumindest einen Wandungsabschnitts (2.1, 2.2) mittels mechanischem Druck, insbesondere zum periodischen Erzeugen von Verformungen (15). 5
7. Zyklonabscheider (1.1, 1.2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend Mittel (13.2) zum Erzeugen von Verformungen (16) des zumindest einen Wandungsabschnitts (2.1, 2.2) mittels Schall, insbesondere zum periodischen Erzeugen von Verformungen (16). 10
8. Zyklonabscheider (1.1, 1.2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine dem Prozessraum (3) zugewandte Innenseite der Umfangswandung (2) wenigstens teilweise elektrisch leitend und geerdet ausgebildet ist. 15
20
9. Zyklonabscheider (1.1, 1.2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend ein sich von dem Auslassstutzen (6) in axialer Richtung (A) in den Prozessraum (3) hinein erstreckendes Tauchrohr (7). 25
10. Zyklonabscheider (1.1, 1.2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend ein sich mittig des Prozessraums (3) in axialer Richtung (A) erstreckendes Leitmittel (11). 30
11. Zyklonabscheider (1.1, 1.2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Umfangswandung (2) zumindest über einen Teil ihrer axialen Erstreckung konisch ausgebildet ist. 35
12. Zyklonabscheider (1.1, 1.2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Einlassstutzen (4) in der axialen Richtung (A) des Prozessraumes (3) eine schlitzförmige Erstreckung aufweist. 40
13. Zyklonabscheider (1.1, 1.2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend einen an einem Ende (E.2) des Prozessraums angeordneten Feststoffauslass (8) zum Herausführen von Feststoff aus dem Prozessraum (3). 45
14. Verfahren zum Vermeiden von Feststoffanhaftungen (12.1, 12.2) bei einem Zyklonabscheider (1.1, 1.2) nach Anspruch 5, wobei der zumindest eine Wandungsabschnitt (2.1, 2.2) durch den Prozessstrom zu Verformungen (15, 16) angeregt wird, insbesondere zu periodischen Verformungen (15, 16). 50
15. Verfahren zum Vermeiden von Feststoffanhaftungen (12.1, 12.2) bei einem Zyklonabscheider (1.1, 1.2) nach Anspruch 6 oder 7, wobei der zumindest eine Wandungsabschnitt (2.1, 2.2) durch die Mittel (13.1, 13.2) zum Erzeugen von Verformungen (15, 16) des zumindest einen Wandungsabschnitts (2.1, 2.2) verformt wird, insbesondere periodisch verformt wird. 55

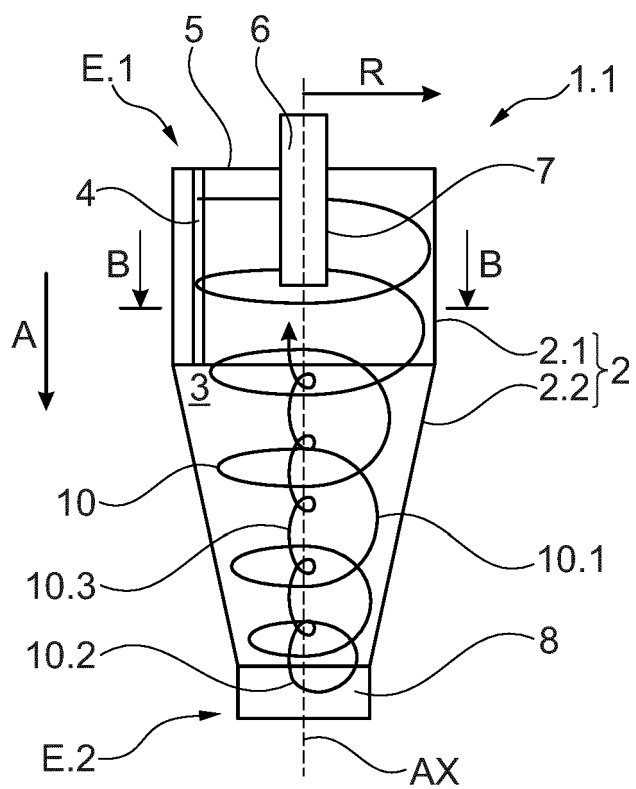


Fig. 1

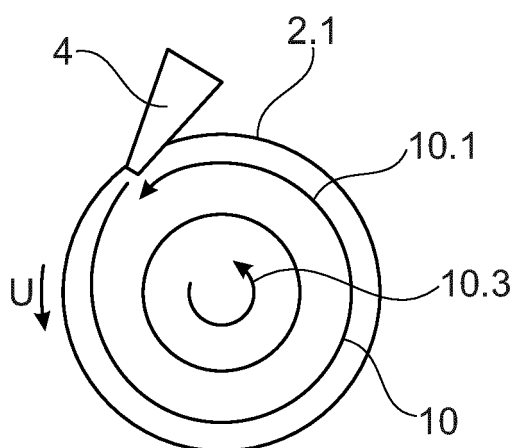


Fig. 2

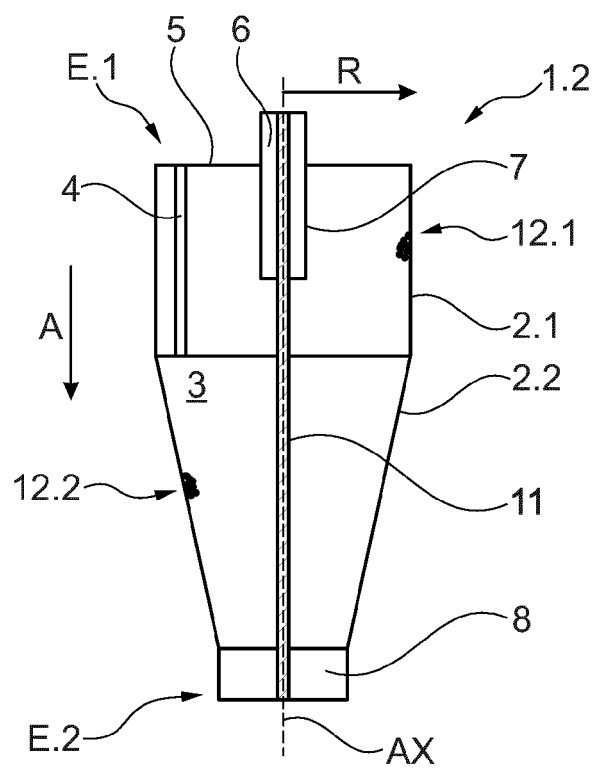


Fig. 3a

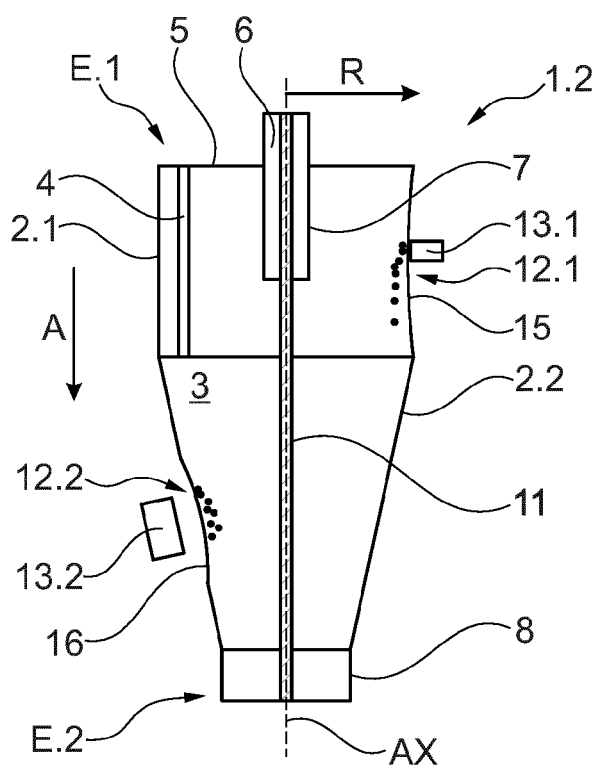


Fig. 3b



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 17 0808

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	DE 23 31 784 A1 (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG) 23. Januar 1975 (1975-01-23)	1-9, 11-15	INV. B04C5/103
Y	* Seite 2, Absatz 2 - Seite 3, Absatz 1; Ansprüche 1,4,5; Abbildung 1 * * Seite 10, Absatz 1 *	10	B04C5/087 B04C5/22

X	JP 2000 185244 A (BAYER AG) 4. Juli 2000 (2000-07-04)	1-9, 11-15	
Y	* Absätze [0004], [0008]; Ansprüche 1,2,3,5,6,7; Abbildung 1 *	10	

X	DE 597 314 C (SACHTLEBEN AKT GES FUER BERGBA) 22. Mai 1934 (1934-05-22)	1-9, 11-15	
Y	* Seite 1, Zeilen 15-84; Anspruch 1; Abbildung 1 *	10	

X	US 8 495 789 B2 (NICOLAOU RICHARD DAVID [GB]; FOLLOWS THOMAS JAMES DUNNING [GB] ET AL.) 30. Juli 2013 (2013-07-30)	1-5,8,9, 11-14	
	* Spalte 7, Zeilen 52-62; Ansprüche 1,2,4,5,6; Abbildung 3 *		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

Y	EP 1 534 437 B1 (SHELL INT RESEARCH [NL]) 12. September 2007 (2007-09-12)	10	B04C
	* Absatz [0036]; Ansprüche 1-3; Abbildung 4 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 19. Oktober 2022	Prüfer Laurim, Jana
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 : nichtschriftliche 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	

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

EP 22 17 0808

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.

19-10-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2331784 A1	23-01-1975	BE 816731 A	16-10-1974
		DE 2331784 A1	23-01-1975
		ES 427300 A1	16-07-1976
JP 2000185244 A	04-07-2000	DE 19858966 A1	06-07-2000
		EP 1013343 A1	28-06-2000
		JP 2000185244 A	04-07-2000
		US 2002014442 A1	07-02-2002
DE 597314 C	22-05-1934	KEINE	
US 8495789 B2	30-07-2013	AU 2011273211 A1	10-01-2013
		CA 2804064 A1	05-01-2012
		CN 102309289 A	11-01-2012
		EP 2587980 A1	08-05-2013
		GB 2481608 A	04-01-2012
		GB 2516391 A	21-01-2015
		JP 5622674 B2	12-11-2014
		JP 2012011201 A	19-01-2012
		KR 20130031364 A	28-03-2013
		US 2012000029 A1	05-01-2012
		WO 2012001387 A1	05-01-2012
		WO 2012001420 A1	05-01-2012
EP 1534437 B1	12-09-2007	AT 372831 T	15-09-2007
		AU 2003256582 A1	09-02-2004
		BR 0312777 A	03-05-2005
		CA 2498522 A1	29-01-2004
		CN 1668380 A	14-09-2005
		DE 60316306 T2	12-06-2008
		EP 1534437 A2	01-06-2005
		ES 2293034 T3	16-03-2008
		JP 2006515533 A	01-06-2006
		MX PA05000719 A	08-04-2005
		PT 1534437 E	18-12-2007
		RU 2326717 C2	20-06-2008
		WO 2004009244 A2	29-01-2004

EPO FORM P0461

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