



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43)

Veröffentlichungstag:
26.06.2024 Patentblatt 2024/26

(21)

Anmeldenummer: 22215271.2

(22)

Anmeldetag: 21.12.2022

(51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
B03C 3/49 (2006.01) B03C 3/10 (2006.01)
B03C 3/74 (2006.01) B03C 3/41 (2006.01)
B03C 3/60 (2006.01)

(52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B03C 3/49; B03C 3/10; B03C 3/41; B03C 3/60;
B03C 3/743

(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

(71)

Anmelder: Fraunhofer-Gesellschaft zur
Förderung
der angewandten Forschung e.V.
80686 München (DE)

(72)

Erfinder:
• Vetter, Uwe
79110 Freiburg (DE)
• Schäfer-Welsen, Dr. Olaf
79110 Freiburg (DE)
• Näher, Manuel
79110 Freiburg (DE)

(74)

Vertreter: LBP Lemcke, Brommer & Partner
Patentanwälte mbB
Siegfried-Kühn-Straße 4
76135 Karlsruhe (DE)

(54)

VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR REINIGUNG DER INNEREN MANTELFLÄCHE VON ROHREN

(57)

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur Reinigung der inneren Mantelfläche von Rohren, insbesondere für einen elektrostatischen Abscheider, umfassend ein zu reinigendes Rohrstück (9) mit einer inneren Mantelfläche, wobei in dem Rohrstück zumindest ein Abstreifelement (6) angeordnet ist. Wesentlich ist hierbei, dass das zu reinigende Rohrstück (9) drehbar gelagert ist und das zumindest eine Abstreifelement (6) ortsfest angeordnet ist. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Reinigung der inneren Mantelfläche von Rohren.

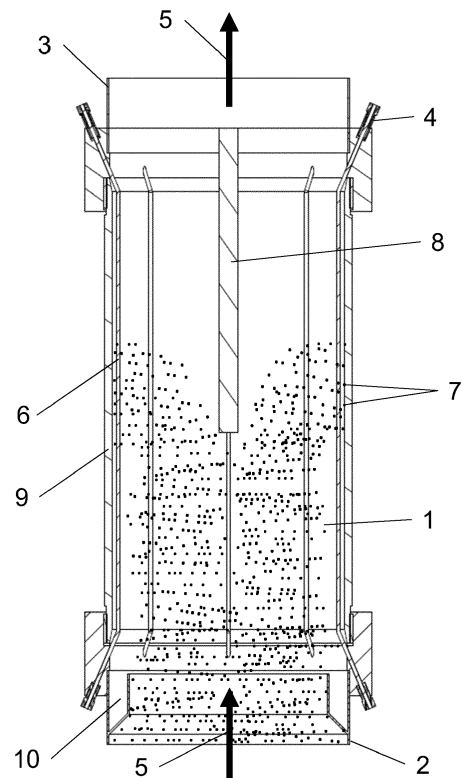


Fig. 1a

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Reinigung der inneren Mantelfläche von Rohren gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren zur Reinigung der inneren Mantelfläche von Rohren gemäß Anspruch 12.

[0002] In Industrieanlagen zur Prozessgas- und Abgasreinigung oder auch Feuerungsanlagen werden allgemein zur Reinigung des Gas- bzw. Abgasstroms, insbesondere zur Rußpartikelabscheidung, üblicherweise mechanische oder elektrostatische Abscheider eingesetzt. Diese Abscheider sind typischerweise im Inneren eines Rohres angeordnet, welches den zu reinigenden Gasstrom führt.

[0003] Mechanische Abscheider trennen die partikelförmigen Verunreinigungen im Abgas durch die Wirkung von Schwerkraft, Trägheitskräfte oder das Erzeugen von Zentrifugalkräften. Über solche mechanischen Abscheider werden vorrangig grobe Verunreinigungen abgeschieden. Um feinere partikelförmigen Verunreinigungen abzuscheiden, werden elektrostatische Abscheider eingesetzt.

[0004] Bei elektrostatischen Abscheidern werden die partikelförmigen Verunreinigungen eines Gasstromes unter Einwirkung eines elektrischen Feldes ionisiert. Dieser Gasstrom wird entlang einer gegenpoligen inneren Mantelfläche eines Abscheiderohres geführt, die geladenen partikelförmigen Verunreinigungen werden durch die sich unterscheidende Polarität an einer Abscheidefläche im Inneren des Rohres abgeschieden.

[0005] Die inneren Mantelfläche dieser Rohre muss regelmäßig gereinigt werden. Ansonsten entstehen durch zu hohe Partikelkonzentrationen an der inneren Mantelfläche des Abscheiderohres leitfähige Partikelbrücken. Diese Partikelbrücken führen zu Spannungsüberschlägen. Durch die Spannungsüberschläge bricht kurzfristig das elektrostatische Feld zusammen. Weiter führt dies zu einer teilweisen Entladung der Partikel. Durch diesen nachteiligen Effekt wird der Wirkungsgrad und die Langzeitstabilität des Abscheiders vermindert.

[0006] Im Stand der Technik geschieht die Reinigung der inneren Mantelfläche dieser Rohre, speziell nach Rußpartikelabscheidung mit Hilfe von elektrostatischen Abscheidern in Feuerungsanlagen, durch die aktive Bewegung von Reinigungsbauteilen im Inneren des Rohres. Verschiedene Reinigungsmechanismen wie das Abstreifen der Sammelelektrodenfläche oder das Abwaschen mit Wasser sind aus der Druckschrift US20190168236A1 sowie EP 2189223A1 oder der VDI-Richtlinie VDI 3678 bekannt.

[0007] Nachteilig an den vorbekannten Lösungen aus dem Stand der Technik ist, dass die aktiven, beweglichen Reinigungsbauteile dem Gasstrom ausgesetzt sind. Aufgrund der hohen Temperaturen des Gasstroms stellt die Gewährleistung der dauerhaften Betriebssicherheit erhöhte Anforderungen an die Konstruktion und die verwendeten Bauteile, um eine Funktion auch bei hohen Temperaturen und Temperaturwechseln dauerhaft si-

cherzustellen.

[0008] Weiter nachteilig ist, dass die Einbringung von aktiven, beweglichen Reinigungsbauteilen in das Rohr speziell bei der Verwendung eines elektrostatischen Abscheiders das Hochspannungsfeld und die Abscheideleistung bzw. den Einsatzbereich des Abscheiders beeinflusst.

[0009] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine alternative Vorrichtung sowie ein alternatives Verfahren zur Reinigung der inneren Mantelfläche von Rohren bereitzustellen, wodurch die Beanspruchung der Reinigungsbauteile verringert wird.

[0010] Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1 sowie durch ein Verfahren gemäß Anspruch 12.

[0011] Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung finden sich in den Ansprüchen 2 bis 10, vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens in den Ansprüchen 13 bis 15. Hiermit wird der Wortlaut sämtlicher Ansprüche explizit per Referenz in die Beschreibung einbezogen.

[0012] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Reinigung der inneren Mantelfläche von Rohren umfasst ein zu reinigendes Rohrstück mit einer inneren Mantelfläche und zumindest ein Abstreifelement, wobei das Abstreifelement in dem Rohrstück angeordnet ist.

[0013] Wesentlich ist, dass das zu reinigende Rohrstück drehbar gelagert ist und dass das zumindest eine Abstreifelement ortsfest angeordnet ist. "Ortsfest" bedeutet in diesem Zusammenhang, dass das Abstreifelement ortsfest in Bezug auf die Vorrichtung angeordnet ist. Bei einer Drehung des zu reinigenden Rohrstücks bewegen sich also zu reinigendes Rohrstück und Abstreifelement relativ zueinander.

[0014] Die erfindungsgemäße Vorrichtung unterscheidet sich somit in wesentlichen Aspekten von vorbekannten Reinigungsvorrichtungen: In den aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen wird ein aktives Bauteil im zu reinigenden Rohr bewegt. Im Gegensatz dazu wird erfindungsgemäß nicht das aktive Reinigungsbauteil im Rohr bewegt, sondern das Rohrstück ist drehbar gelagert und wird zur Reinigung gedreht. Das Bauteil im Inneren des drehbar gelagerten Rohrstücks zur Abstreifung der Ablagerungen ist ortsfest angeordnet. Das Rohr wird gedreht und stellt somit das aktive Bauteil dar. Durch das Vorsehen von abstreifenden Elementen, wie zum Beispiel Schnüren und/oder Drähten, die axial an der inneren Mantelfläche mit oder ohne Abstand zur Rohrmantelfläche verspannt sind, kann durch einfaches Drehen des Rohrstückes dieses Stück gereinigt werden. Dabei wird die Rußschicht an den Schnüren und/oder Drähten abgestreift.

[0015] Durch das feststehende Bauteil im Rohr ist die Ausgestaltung des Reinigungsmechanismus deutlich einfacher zu fertigen. Das Reinigungsbauteil und die erforderliche Bewegungsmechanik muss durch diese Ausgestaltung somit nicht aufwändig ins Rohrinne eingebracht werden.

[0016] Vorteilhaft ist somit, dass in einer einfachen Art und Weise an der inneren Mantelfläche des Rohres aufwachsende Partikel durch eine Drehbewegung des Rohres an dem ortsfesten Abstreifelement abgestreift werden und das Rohr auf einfache Art und Weise von Verunreinigungen befreit wird.

[0017] Darüber hinaus sind im Gasstrom keine aktiven, beweglichen Reinigungsbauteile angeordnet. Die dauerhafte Betriebssicherheit kann daher auch ohne den Einsatz einer komplexen Reinigungsvorrichtung mit erhöhter Hitzebeständigkeit gewährleistet werden.

[0018] Vorteilhaft ist zudem, dass durch die Entfernung der Partikel, insbesondere im Falle eines elektrostatischen Abscheiders, der Wirkungsgrad langfristig gleichbleibend ist. Bei einer zunehmenden Ablagerung von Partikeln nimmt die Effizienz der Partikelabscheidung ab. Durch die regelmäßige Reinigung wird einer Zunahme der Partikelkonzentration im Ausscheidegas im Betrieb des Abscheiders entgegengewirkt.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das zumindest eine Abstreifelement als Draht, Stab oder Schnur ausgebildet und an der inneren Mantelfläche verlaufend gespannt. Drähte, Stäbe oder Schnüre haben eine runde Oberfläche und bieten daher vorteilhafterweise nur eine geringe Belagfläche für Verschmutzungen.

[0020] Durch die wandnahe Anordnung des zumindest einen Abstreifelements wird der Durchfluss des Gases durch das Rohrstück nicht wesentlich gehindert. Insbesondere bei elektrostatischen Abscheidern ergibt sich durch eine wandnahe Anordnung von Drähten, Stäben oder Schnüre als Abstreifelement der Vorteil, dass die Wechselwirkung mit der üblicherweise mittig im Rohr angeordneten Elektrode des Abscheiders möglichst gering gehalten werden kann.

[0021] Bevorzugt ist das zumindest eine Abstreifelement an der inneren Mantelfläche anliegend gespannt. Dadurch ist gewährleistet, dass die Ablagerungen bestmöglich abgestreift werden können. Bei einem zu großen Abstand zwischen Abstreifelement und zu reinigender inneren Mantelfläche des Rohres verbleiben Überreste, die von dem zumindest einen Abstreifelement nicht entfernt werden.

[0022] Darüber hinaus wird bei einem anliegenden Abstreifelement oder anliegenden Abstreifelementen das zumindest eine Abstreifelement, insbesondere in Form von Drähten, Stäben oder Schnüre, beim Drehen des Rohres durch Unebenheiten an der inneren Mantelfläche des Rohres in Schwingungen versetzt. Diese Schwingungen verbessern das Ablösen der Ablagerungen und damit die Reinigung.

[0023] In einer bevorzugten Ausführungsform sind eine Mehrzahl von Abstreifelementen bevorzugt mehr als vier, insbesondere bevorzugt acht Abstreifelemente vorgesehen. Vorteilhaft ist, dass somit der Verschleiß eines einzelnen Abstreifelements durch die geringere Belastung des einzelnen Abstreifelementes verringert wird, somit wird der Wartungsaufwand verringert und die Lebensdauer erhöht.

[0024] Die notwendige Drehbewegung für eine vollumfängliche Reinigung des Rohres ist abhängig von der Anzahl der Abstreifelemente. Bevorzugt wird das drehbar gelagerte Rohrstück soweit gedreht, dass die ganze zu reinigende innere Mantelfläche des Rohres durch mindestens eines der Abstreifelemente überstrichen wird. Bei entlang der Längserstreckung des Rohres verlaufenden Abstreifelementen, d. h. parallel zur Drehachse des Rohres verlaufenden Abstreifelementen ist somit der notwendige Drehwinkel für ein vollständiges Abstreifen der zu reinigenden inneren Mantelfläche des Rohres $360^\circ/n$. n ist die Anzahl der Abstreifelemente.

[0025] In einer bevorzugten Ausführungsform sind Spannmittel vorgesehen, um das Abstreifelement unter Spannung zu halten, bevorzugt mittels einer einstellbaren Federkraft. Die Spannmittel sind beispielsweise als Spiraldruck- oder Spiralzugfeder ausgebildet.

[0026] Vorteilhaft ist bei dieser Ausführungsform, dass über die Spannung der Abstreifelemente die notwendige Steifigkeit zum Abstreifen der Ablagerungen erzielt wird. Somit können die auftretenden Streifkräfte durch das Abstreifelement aufgenommen werden. Weiter ist vorteilhaft, dass durch eine einstellbare Federkraft die Steifigkeit bei temperaturbedingten Längenänderungen des Abstreifelements die Spannung aufrechterhalten wird. In einer bevorzugten Ausführungsform ist das zumindest eine Abstreifelement aus einem Material mit einer Temperaturbeständigkeit größer als 250° Celsius, bevorzugt Glas, Metall, Teflon und/oder Keramikfaser, Polyimidfaser und/oder als Formgedächtnislegierung ausgebildet.

[0027] Vorteilhaft bei dieser bevorzugten Ausführungsform ist, dass es somit bei hohen Temperaturen des Gases in dem Rohrstück, insbesondere bei Verbrennungsprozessabgasen, zu keiner Schädigung des Abstreifelements kommt. Weiter wird die benötigte Formstabilität unter hohen Temperatureinflüssen behalten.

[0028] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist ein Durchmesser des zumindest einen Abstreifelements klein im Vergleich zum Durchmesser des zu reinigenden Rohrstücks, bevorzugt kleiner als $1/10$ des Rohrdurchmessers, insbesondere bevorzugt kleiner als $1/20$ des Rohrdurchmessers.

[0029] Vorteilhaft ist bei dieser Ausführungsform, dass bei elektrostatischen Abscheidern die Wechselwirkung mit der üblicherweise mittig im Rohr angeordneten Elektrode des Abscheiders möglichst geringgehalten werden kann.

[0030] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist die innere Mantelfläche des drehbar gelagerten Rohrstücks zumindest bereichsweise mit Erhebungen ausgebildet. Beim Drehen des Rohrstücks streichen die Abstreifelemente über die Erhebungen und werden dadurch in Schwingungen versetzt.

[0031] Durch die Schwingung des zumindest einen Abstreifelements werden Ablagerungen, welche an dem Abstreifelement anhaften, gelöst. Darüber hinaus wird die Reinigung der inneren Mantelfläche des Rohres verbessert, da durch die Schwingungen die Ablagerungen

einfacher von der Innenwand gelöst werden.

[0032] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das drehbar gelagerte Rohrstück an beiden Seiten gasdicht, zumindest rauchdicht mit sich anschließenden Rohrstücken verbunden.

[0033] Vorteilhaft ist bei dieser Ausführungsform, dass kein Gas, welches durch das Rohrstück geleitet wird, in die Umgebung austritt. In vielen Fällen ist für eine Betriebserlaubnis eine gasdichte Ausführung notwendig.

[0034] In einer bevorzugten Ausführungsform ist an einem unteren Ende des zu reinigenden Rohrstücks zumindest bereichsweise ein Aschekasten vorgesehen. Vorzugsweise ist der Aschekasten als halbschaliger Kasten unterhalb der Vorrichtung zur Reinigung angeordnet.

[0035] Vorteilhaft ist bei dieser Ausführungsform, dass in einer einfachen Art und Weise die abgestreiften Partikel gesammelt werden. Weiter wird verhindert, dass die abgestreiften Partikel zurück in den Gasstrom fallen.

[0036] In einer bevorzugten Ausführungsform sind Antriebsmittel zur Drehung des zu reinigenden Rohrstücks vorgesehen, bevorzugt in Form eines Getriebemotors, einer Bimetallfeder, eines Formgedächtnislegierungs-Aktors, eines Drehpendels. Vorzugsweise aktuiert das Antriebsmittel durch die Temperaturänderung, wenn Gas durch das Ofenrohr strömt (hohe Temperatur) bzw. wenn kein Gas durch das Ofenrohr strömt (niedrige Temperatur).

So kann z.B. bei einer thermisch an das Ofenrohr gekoppelten Bimetall-Feder die temperaturabhängige Auslenkung als Antrieb genutzt werden. Ebenso erfüllt ein thermisch an das Ofenrohr gekoppelter Formgedächtnislegierungs-Aktor mit Rückzugfeder diese Funktion. Dadurch kann die Wärmeenergie aus dem Gasstrom genutzt werden.

[0037] Vorteilhaft ist bei dieser Ausführungsform, dass die Energie die aus der Abwärme des Gases zur Verfügung steht, nutzbar gemacht werden kann.

[0038] Die erfindungsgemäße Aufgabe ist ebenfalls gelöst durch einen elektrostatischen Partikelabscheider mit einer Vorrichtung zur Reinigung der inneren Mantelfläche von Rohren des elektrostatischen Partikelabscheiders. Wesentlich ist, dass die Vorrichtung zur Reinigung der inneren Mantelfläche von Rohren des elektrostatischen Partikelabscheiders wie eine der oben beschriebenen Ausführungsformen ausgebildet ist.

[0039] Auch das erfindungsgemäße Verfahren zur Reinigung der inneren Mantelfläche von Rohren löst die erfindungsgemäße Aufgabe. Das erfindungsgemäße Verfahren weist ebenfalls die beschriebenen Vorteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung auf. Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorzugsweise mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung und/oder einer bevorzugten Ausführungsform durchgeführt. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist vorzugsweise zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und/oder einer bevorzugten Ausführungsform ausgebildet.

[0040] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur

Reinigung der inneren Mantelfläche von Rohren, insbesondere für einen elektrostatischen Abscheider, ist in dem Rohrstück zumindest ein Abstreifelement vorgesehen.

5 Wesentlich ist, dass das zu reinigende Rohrstück gedreht wird, während das zumindest eine Abstreifelement ortsfest bleibt.

[0041] Im Gegensatz zu den vorbekannten Verfahren zur Reinigung von Mantelflächen von Rohren wird das zu reinigende Rohrstück gedreht und das Abstreifelement bleibt ortsfest. Vorteilhaft ist hierbei, dass im Gasstrom keine aktiven, beweglichen Reinigungsbauteile angeordnet sind. Die dauerhafte Betriebssicherheit kann daher auch ohne den Einsatz einer komplexen Reinigungsvorrichtung mit erhöhter Hitzebeständigkeit gewährleistet werden. Darüber hinaus ist das Verfahren effizient, da sich keine drehenden Elemente im Gasstrom befinden, welche den Durchfluss stören.

[0042] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens erfolgt die Drehung des Rohrstücks mit einem Drehwinkel in Abhängigkeit der Anzahl der Abstreifelemente, insbesondere dass der Drehwinkel $\alpha = 360^\circ/\text{Anzahl der Abstreifelemente}$ beträgt. Die notwendige Drehbewegung für eine vollumfängliche Reinigung des Rohres ist abhängig von der Anzahl der Abstreifelemente. Bevorzugt wird das drehbar gelagerte Rohrstück soweit gedreht, dass die ganze zu reinigende innere Mantelfläche des Rohres durch mindestens eines der Abstreifelemente überstrichen wird. Bei entlang der Längserstreckung des Rohres verlaufenden Abstreifelementen, d. h. parallel zur Drehachse des Rohres verlaufenden Abstreifelementen ist somit der notwendige Drehwinkel für ein vollständiges Abstreifen der zu reinigenden inneren Mantelfläche des Rohres $360^\circ/n$. n ist die Anzahl der Abstreifelemente.

[0043] Über den abhängigen Drehwinkel des Rohrstückes wird die Effizienz der Anlage verbessert, da das Rohrstück im Falle von mehreren Abstreifelementen keine volle Umdrehung durchlaufen muss, um ein ausreichendes Abstreifen der inneren Mantelfläche des Rohres zu erzielen.

[0044] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens wird das zumindest eine Abstreifelement durch die Drehung des Rohrstücks in Schwingung versetzt.

[0045] Vorteilhaft ist, dass die Schwingung des zumindest einen Abstreifelements es ermöglicht, Ablagerungen, welche an dem Abstreifelement anhaften, zu lösen. Somit wird eine Selbstreinigung erzielt. Darüber hinaus wird die Reinigung der inneren Mantelfläche des Rohres verbessert, da durch die Schwingungen die Ablagerungen einfacher von der Innenwand gelöst werden.

[0046] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens wird für die Drehung des Rohrstücks Energie aus einem im Rohr verlaufenden Gasstrom genutzt, bevorzugt wird die Energie in Form von Wärme ausgekoppelt und durch den Einsatz von Bimetall oder Formgedächtnislegierung (FGL) in eine temperaturabhängige Längenänderung überführt.

So kann z.B. durch einen um das Ofenrohr gelegten Draht aus Formgedächtnislegierung ein temperaturabhängiges Zusammenziehen des Drahtes bewirkt werden. Diese Zugkraft kann zum Verdrehen des drehbaren Rohrstückes genutzt werden. Die erforderliche Rückstellung kann hier z.B. durch eine gegenwirkende Federkraft sichergestellt werden.

[0047] Vorteilhaft ist hierbei, dass keine zusätzlichen Antriebsmittel verwendet werden müssen, zudem wird keine extern zugeführte Energie benötigt, um die Drehung zu erzielen. Somit wird der Wirkungsgrad erhöht.

[0048] Die Erfindung ist allgemein geeignet für den Einsatz bei der Reinigung der inneren Mantelfläche von Rohren von Ruß und/oder Partikelablagerungen. Insbesondere ist die Erfindung geeignet für die Reinigung der inneren Mantelfläche von Rohren für die Anwendung bei elektrostatischen Abscheidern. Speziell bei dieser Verwendung für die Reinigung der inneren Mantelfläche von Rohren eines elektrostatischen Abscheiders ergibt sich der Vorteil, dass das Hochspannungsfeld und die Abscheideleistung bzw. der Einsatzbereich des Abscheiders durch den Reinigungsvorgang nicht beeinflusst wird.

[0049] Weitere bevorzugte Merkmale der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels und den dazugehörigen Figuren erläutert. Das Ausführungsbeispiel ist lediglich eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung und nicht einschränkend. Es zeigt:

Figur 1: Eine schematische vertikale Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels eines elektrostatischen Abscheiders in Fig. 1a und eine horizontale Schnittdarstellung des elektrostatischen Abscheiders in Fig. 1b.

[0050] In den Figuren 1a und 1b bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder gleichwirkende Elemente.

[0051] Fig. 1a zeigt eine schematische vertikale Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels eines elektrostatischen Abscheiders im Betrieb. Die Vorrichtung zur Abscheidung 1 ist zwischen einem Gaszufuhrrohr 2 und einem Gasabfuhrrohr 3 angeordnet. Durch das Gaszufuhrrohr 2 wird der Vorrichtung Gas zugeführt. Dieses Gas 5 enthält beispielsweise partikelförmige Verunreinigungen, in diesem Beispiel Feinstaub, welche durch eine Verbrennung von Holz als unerwünschtes Nebenprodukt im Gas aus einer Brennkammer geführt werden. Die Partikelkonzentration im zugeführten Gas 5 ist hoch dargestellt über die Punkte innerhalb des Gaszufuhrrohres 2.

[0052] Die Vorrichtung zur Abscheidung 1 weist in diesem Ausführungsbeispiel ein vorliegend zylinderförmiges Abscheiderrohr 9 auf, welches drehbar zwischen Gaszufuhrrohr 2 und Gasabfuhrrohr 3 angeordnet ist. Bei dem zylinderförmigen Abscheiderrohr 9 handelt es sich um das zu reinigende Rohrstück 9, welches drehbar gelagert ist.

[0053] Das Gaszufuhrrohr 2 und das drehbar gelagerte Rohrstück 9 als Abscheiderrohr sowie das drehbar gelagerte Rohrstück 9 und das Gasabfuhrrohr 3 sind jeweils gasdicht miteinander verbunden. Diese gasdichte Verbindung an das drehbar gelagerte Rohrstück ist vorliegend mit einer Kupferdichtung und Flansch ausgebildet und kann optional zusätzlich mit Quarzsand abgedichtet sein.

[0054] Weiter weist die Vorrichtung Abstreifelemente 6 auf, welche in diesem Ausführungsbeispiel durch Edelstahldrähte ausgeführt sind. Die Edelstahldrähte sind über ein Spannmittel 4 unter Zugspannung angeordnet. Hierfür ist das Abstreifelement 6 mit dem Gaszufuhrrohr 2 und das Spannmittel mit dem Gasabfuhrrohr 3 verbunden. In Fig. 1b ist zu erkennen, dass die Abstreifelemente 6 in diesem Ausführungsbeispiel in einem Kreis angeordnet sind. Die Abstreifelemente 6 sind jeweils zueinander um 45° versetzt angeordnet.

[0055] Die Abstreifelemente 6 sind zur inneren Mantelfläche des Abscheiderrohres 9 beabstandet. Zur übersichtlicheren Darstellung ist der Abstand vergrößert dargestellt. Die tatsächliche Beabstandung ist geringer und kann null sein.

[0056] In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel beträgt der Durchmesser des drehbar gelagerten Rohrstücks $d_{\text{Rohr}} = 130 \text{ mm}$. Die Abstreifelemente weisen einen Durchmesser von $d_{\text{Abstreifelement}} = 0,2 \text{ mm}$, auf. Die Länge der Abstreifelemente beträgt $l_{\text{Abstreifelement}} = 300 \text{ mm}$. Die Spannkraft zur Spannung der Abstreifelemente beträgt $F = 5 \text{ N}$.

[0057] Weiter weist das Ausführungsbeispiel eine Elektrode 8 auf, um diese Elektrode 8 ist konzentrisch das Abscheiderrohr 9 sowie das Gaszufuhrrohr 2, das Gasabfuhrrohr 3 sowie die Abstreifelemente 6 angeordnet.

[0058] Im Betrieb des Abscheiders wird ein elektrisches Feld zwischen der Elektrode und dem Abscheiderrohr 9 aufgebaut. Das aufgebaute elektrische Feld ist durch die Pfeile im Inneren der Vorrichtung dargestellt. Dieses elektrische Feld führt zu einer Ionisierung der sich im Gas 5 befindlichen vorbeifließenden Partikel. Die ionisierten Partikel folgen den durch das elektrische Feld hervorgerufenen Feldlinien und lagern sich an der inneren Mantelfläche des Abscheiderrohres 9 an.

[0059] Das aus der Vorrichtung strömende Gas 5 im Gasabfuhrrohr 3 weist daraufhin eine nur noch geringe Partikelkonzentration auf.

[0060] Die angelagerten Partikel agglomerieren zu Ablagerungen 7 auf der inneren Mantelfläche des Abscheiderrohres 9. Es kommt mit zunehmender Betriebsdauer zu einem Aufwachsen der Ablagerungen in Richtung der Elektrode 8.

[0061] Sind die Ablagerungen 7 stark aufgewachsen und überragen die Abstreifelemente 6 in Richtung der Elektrode 8, wird durch eine Drehung des Abscheiderrohres 9 als drehbar gelagertes Rohrstück, in diesem Ausführungsbeispiel eine Drehung um 45° , die Ablagerungen 7 an dem Abstreifelement 6 abgestreift. Die abge-

streiften Ablagerungen 7 fallen außerhalb des Gasstromes 5 herab und werden in einem Aschekasten 10 gesammelt.

Bezugszeichenliste

[0062]

- | | | |
|----|--|----|
| 1 | Reinigungsvorrichtung mit Abscheidevorrichtung | |
| 2 | Gaszufuhrrohr | |
| 3 | Gasabfuhrrohr | |
| 4 | Spannmittel | |
| 5 | Gasstrom | |
| 6 | Abstreifelement | |
| 7 | Ablagerungen | 15 |
| 8 | Elektrode | |
| 9 | Abscheiderohr | |
| 10 | Aschekasten | |

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Reinigung der inneren Mantelfläche von Rohren, insbesondere für einen elektrostatischen Abscheider, umfassend ein zu reinigendes Rohrstück (9) mit einer inneren Mantelfläche, wobei in dem Rohrstück zumindest ein Abstreifelement (6) angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass das zu reinigende Rohrstück (9) drehbar gelagert ist und das zumindest eine Abstreifelement (6) ortsfest angeordnet ist.
2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das zumindest eine Abstreifelement (6) als Draht, Stab oder Schnur ausgebildet ist und an der inneren Mantelfläche verlaufend verspannt ist, vorzugsweise an der inneren Mantelfläche anliegend verspannt ist.
3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass Spannmittel (4) vorgesehen sind, um das Abstreifelement (6) unter Spannung zu halten, bevorzugt mittels einer einstellbaren Federkraft.
4. Vorrichtung (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Mehrzahl Abstreifelemente (6), bevorzugt mehr als vier, insbesondere bevorzugt acht Abstreifelemente (6) vorgesehen sind.
5. Vorrichtung (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das zumindest eine Abstreifelement (6) aus

einem Material mit einer Temperaturbeständigkeit größer als 250° Celsius, bevorzugt Glas, Metall, Teflon und/oder Keramikfaser, Polyimidfaser und/oder als Formgedächtnislegierung ausgebildet ist.

6. Vorrichtung (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Durchmesser des zumindest einen Abstreifelements (6) klein im Vergleich zum Durchmesser des zu reinigenden Rohrstücks (9) ist, bevorzugt kleiner als 1/10 des Rohrdurchmessers, insbesondere bevorzugt kleiner als 1/20 des Rohrdurchmessers.
7. Vorrichtung (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die innere Mantelfläche des Rohrstücks (9) zumindest bereichsweise mit Erhebungen ausgebildet ist.
8. Vorrichtung (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das drehbar gelagerte Rohrstück (9) an beiden Seiten gasdicht, zumindest rauchdicht mit sich anschließenden Rohrstücken verbunden ist.
9. Vorrichtung (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass an einem unteren Ende des zu reinigenden Rohrstücks (9) zumindest bereichsweise ein Aschekasten (10) vorgesehen ist.
10. Vorrichtung (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass Antriebsmittel zur Drehung des zu reinigenden Rohrstücks (9) vorgesehen sind, bevorzugt in Form eines Getriebemotors, einer Bimetallfeder, eines Formgedächtnislegierungs-Aktors und/oder eines Drehpendels.
11. Elektrostatischer Partikelabscheider mit einer Vorrichtung zur Reinigung der inneren Mantelfläche von Rohren des elektrostatischen Partikelabscheiders, wobei die Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10 ausgebildet ist.
12. Verfahren zur Reinigung der inneren Mantelfläche von Rohren, insbesondere für einen Elektrostatischenabscheider, wobei in dem Rohrstück (9) zumindest ein Abstreifelement (6) vorgesehen ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass das zu reinigende Rohrstück (9) gedreht wird, während das zumindest eine Abstreifelement (6)

ortsfest bleibt.

13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Drehung des Rohrstücks (9) mit einem Drehwinkel in Abhängigkeit der Anzahl der Abstreifelemente (6) erfolgt, insbesondere dass der Drehwinkel $\alpha = 360^\circ/\text{Anzahl der Abstreifelemente (6)}$ beträgt. 5 10
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass das zumindest eine Abstreifelement (6) durch die Drehung des Rohrstücks (9) in Schwingung versetzt wird. 15
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass für die Drehung des Rohrstücks (9) Energie aus einem im Rohr verlaufenden Gasstrom (5) genutzt wird, bevorzugt wird die Energie in Form von Wärme ausgekoppelt und durch den Einsatz von Bimetall oder Formgedächtnis-Materialien in eine temperaturabhängige Längenänderung überführt. 20 25 30 35 40 45 50 55

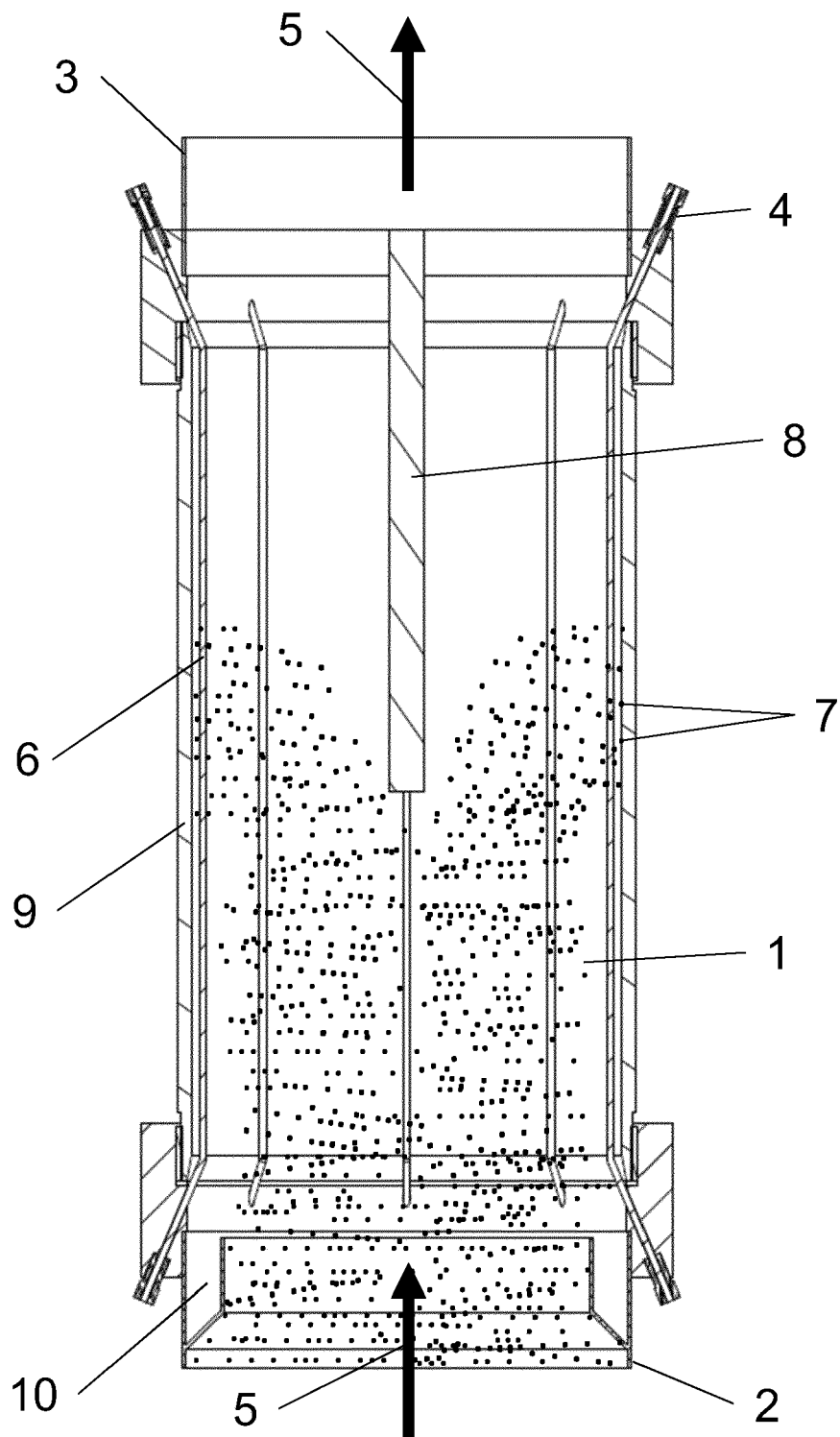


Fig. 1a

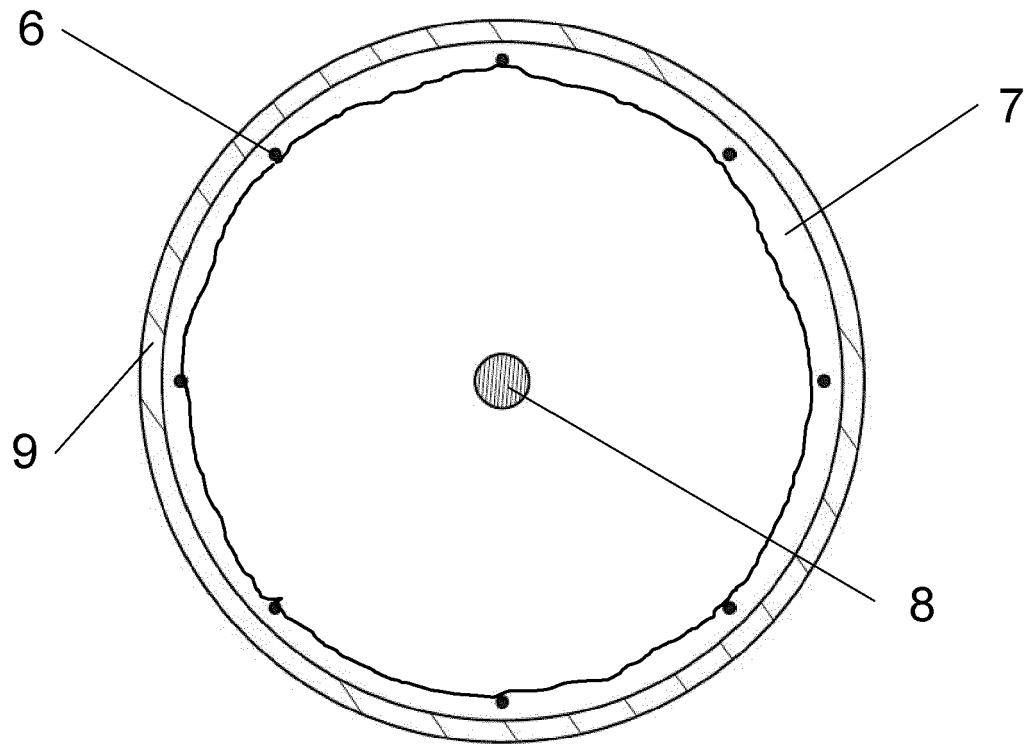


Fig. 1b



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 21 5271

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

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	US 4 185 971 A (ISAHAYA FUMIO [JP]) 29. Januar 1980 (1980-01-29)	1-14	INV. B03C3/49
A	* Abbildungen 3-5 * * Spalte 2, Zeile 29 - Spalte 4, Zeile 13 *	15	B03C3/10 B03C3/74 B03C3/41 B03C3/60

X	JP H09 122533 A (KAJIHARA TEKKOSHO KK) 13. Mai 1997 (1997-05-13)	1-14	
A	* Abbildungen 1-5 * * Absatz [0024] - Absatz [0026] * * Absatz [0043] - Absatz [0045] *	15	

X	JP H10 151363 A (SHINWA CORP; NIPPON AIR FILTER) 9. Juni 1998 (1998-06-09)	1-14	
A	* Abbildungen 1-9 * * Absatz [0016] - Absatz [0025] *	15	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 5. Juni 2023	Prüfer Menck, Anja
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 21 5271

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.

05-06-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 4185971 A	29-01-1980	KEINE	
15	JP H09122533 A	13-05-1997	JP 2823824 B2 JP H09122533 A	11-11-1998 13-05-1997
20	JP H10151363 A	09-06-1998	KEINE	
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

- US 20190168236 A1 [0006]
- EP 2189223 A1 [0006]