



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.09.2014 Patentblatt 2014/36

(51) Int Cl.:
B03C 3/06 (2006.01) **B03C 3/14** (2006.01)
B03C 3/41 (2006.01) **B03C 3/49** (2006.01)
B03C 3/68 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13157441.0**

(22) Anmeldetag: **01.03.2013**

(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

(71) Anmelder: **Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg 03046 Cottbus (DE)**

(72) Erfinder:
• **Riebel, Ulrich, Prof. Dr. Ing. 03096 Briesen (DE)**
• **Lebedynskyy, Volodymyr 03046 Cottbus (DE)**

(74) Vertreter: **Bittner, Thomas L. Boehmert & Boehmert Anwaltspartnerschaft mbB Patentanwälte Rechtsanwälte Pettenkoferstrasse 20-22 80336 München (DE)**

(54) **Vorrichtung zum Abscheiden von Partikeln aus einem mit Partikeln beladenen Gasstrom, Bausatz und Verfahren**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Abscheiden von Partikeln aus einem mit Partikeln beladenen Gasstrom, mit einem Strömungskanal (1), mit einem Eingangsbereich (2), in den der Gasstrom eintritt, und einem Ausgangsbereich (3), aus dem der gereinigte Gasstrom austritt, einer im Strömungskanal (1) angeordneten Sprühelektrode (4), die mit einer Hochspannungsquelle elektrisch verbunden ist, derart, dass beim Anlegen einer Hochspannung eine erste Koronaentladung an der Sprühelektrode (4) ausgebildet wird, einer Niederschlagselektrode (5), die am Erdpotenzial anliegt, und an welcher elektrisch geladene Partikel aus dem Gasstrom angelagert werden, und wenigstens einer im Strömungskanal (1) angeordneten Gegenelektrode (6), die mit der Niederschlagselektrode (5) elektrisch verbunden ist und auf Erdpotenzial liegt, wobei die Gegenelektrode (6) konfiguriert ist, beim Überschreiten einer Grenzfeldstärke des elektrischen Feldes im Bereich der Gegenelektrode (6) eine zweite Koronaentladung auszubilden, die zu der ersten Koronaentladung entgegen gesetzt gepolt ist. Des Weiteren bezieht sich die Erfindung auf einen Bausatz und ein Verfahren.

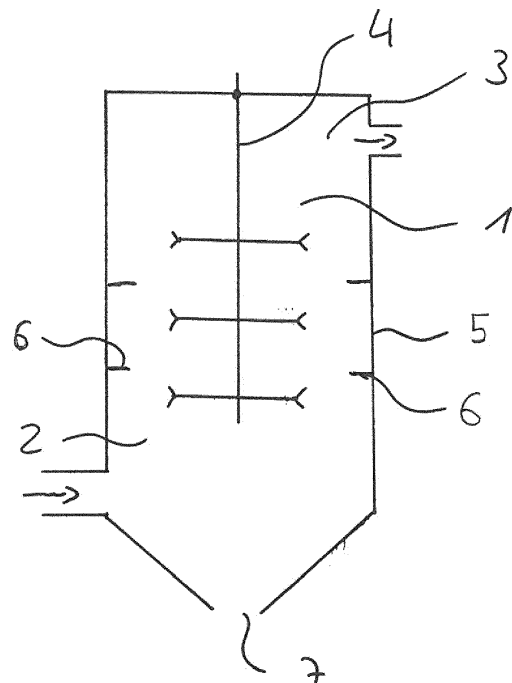


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Abscheiden von Partikeln aus einem mit Partikeln beladenen Gasstrom, insbesondere einen Elektroabscheider, einen Bausatz zum Nachrüsten eines Elektroabscheiders sowie ein Verfahren zum Abscheiden von Partikeln aus einem mit Partikeln beladenen Gasstrom.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Zur Reinigung eines mit Partikeln beladenen Gasstroms sind im Stand der Technik Elektroabscheider in verschiedenen Formen bekannt, beispielsweise als Rohrelektroabscheider oder als Plattenelektroabscheider. Beim Betrieb der Geräte kommt es bei hohen Partikelkonzentrationen zum sogenannten Corona Quenching, wodurch die Abscheideleistung verringert wird.

[0003] Eine Möglichkeit zur Verbesserung der Abscheideleistung ist eine bipolare Aufladung des Gasstroms bzw. Aerosols, um eine Agglomeration zu erzielen. Es ist beispielsweise bekannt, das Aerosol mittels separater Hochspannungselektroden bipolar aufzuladen. Die separaten Elektroden sind entweder in einem gemeinsamen Kanal installiert oder in separaten Kanälen, wobei die unterschiedlich aufgeladenen Gasströme anschließend vermischt werden. Des Weiteren ist eine Ausführungsform bekannt, wobei die separaten Elektroden hintereinander angeordnet sind und nach dem Durchfluss durch die Elektroden eine anschließende Vermischung stattfindet. Es ist auch bekannt, die Agglomeration durch überlagerte Wechselfelder zu beschleunigen.

[0004] Eine Vorrichtung und ein Verfahren zum bipolaren Aufladen eines Aerosols ist aus dem Dokument DE 44 00 827 C1 bekannt. Das Aerosol wird durch einen Strömungskanal geleitet, in dem zumindest ein Elektrodenpaar angeordnet ist. Eine Elektrode des Paares ist erdfrei mit dem positiven Pol einer Spannungsquelle verbunden und die andere Elektrode ist erdfrei mit dem negativen Pol verbunden. Die Spitzen der Elektroden liegen sich gegenüber. Zwischen den Elektroden wird eine Koronaentladung gebildet, wodurch das Aerosol nahezu symmetrisch bipolar aufgeladen wird. Bei einer symmetrischen Beaufschlagung des Aerosols mit positiven und negativen Ionen wird jedoch nur eine geringe Nettoladung des Aerosols erreicht, die für eine rasche Abscheidung nicht ausreicht. Letzteres ist bei dem Agglomerationsverfahren nach dem Stand der Technik auch nicht erwünscht, da hier das Agglomerationsprodukt mit der Gasphase abtransportiert werden soll.

[0005] In dem Dokument US 7,452,411 B2 ist eine Vorrichtung zum Abscheiden eines Aerosols beschrieben. Die Vorrichtung umfasst eine erste Elektrode, die an einem ersten Potenzial anliegt, und eine zweite Elektrode, die an einem zweiten Potenzial anliegt. Die erste Elektrode ist konfiguriert, eine Koronaentladung auszubilden, wodurch das Aerosol aufgeladen wird. Geladene Partikel

des Aerosols setzen sich an der zweiten Elektrode ab und werden ausgeschieden.

Zusammenfassung der Erfindung

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, verbesserte Technologien zum Abscheiden von Partikeln anzugeben. Der Einfluss des Corona Quenchings soll überwunden werden, um eine gute Abscheidung in einem kleinen Bauvolumen zu erzielen.

[0007] Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zum Abscheiden von Partikeln aus einem mit Partikeln beladenen Gasstrom nach dem unabhängigen Anspruch 1, einen Bausatz nach dem unabhängigen Anspruch 12 sowie ein Verfahren nach dem unabhängigen Anspruch 13 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand von abhängigen Ansprüchen.

[0008] Nach einem Aspekt der Erfindung ist eine Vorrichtung zum Abscheiden von Partikeln aus einem mit Partikeln beladenen Gasstrom vorgesehen, insbesondere ein Elektroabscheider. Die Vorrichtung weist einen Strömungskanal auf, mit einem Eingangsbereich, in den der mit Partikeln beladene Gasstrom eintritt, und einem Ausgangsbereich, aus dem der zumindest teilweise von den Partikeln gereinigte Gasstrom austritt. In dem Strömungskanal ist eine Sprühelektrode angeordnet, die mit einer Hochspannungsquelle elektrisch verbunden ist, derart, dass beim Anlegen einer Hochspannung eine erste Koronaentladung an der Sprühelektrode ausgebildet wird. Des Weiteren ist eine Niederschlagselektrode gebildet, die am Erdpotenzial anliegt, und an welcher elektrisch geladene Partikel aus dem Gasstrom angelagert werden. Im Strömungskanal ist wenigstens eine Gegenelektrode angeordnet, die mit der Niederschlagselektrode elektrisch verbunden ist und ebenfalls auf Erdpotenzial liegt. Die wenigstens eine Gegenelektrode ist konfiguriert, beim Überschreiten einer Grenzfeldstärke des elektrischen Feldes aufgrund einer Partikelraumladung im Bereich der Gegenelektrode eine zweite Koronaentladung auszubilden, die zu der ersten Koronaentladung entgegen gesetzt gepolt ist. Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ein Bausatz zum Nachrüsten eines Elektroabscheiders vorgesehen, wobei der Elektroabscheider einen Strömungskanal, eine Sprühelektrode und eine Niederschlagselektrode aufweist. Der Bausatz umfasst wenigstens eine Gegenelektrode, die im Strömungskanal installierbar ist, nach der Installation mit der Niederschlagselektrode elektrisch verbunden ist und am Erdpotenzial liegt. Die wenigstens eine Gegenelektrode ist konfiguriert, beim Überschreiten einer Grenzfeldstärke des elektrischen Feldes aufgrund einer Partikelraumladung im Bereich der Gegenelektrode eine Koronaentladung auszubilden, die zu einer Koronaentladung der Sprühelektrode entgegen gesetzt gepolt ist.

[0009] Nach einem anderen Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Abscheiden von Partikeln aus einem mit Partikeln beladenen Gasstrom bereitgestellt. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte: Einleiten des

mit Partikeln beladenen Gasstroms in einen Strömungskanal durch einen Eingangsbereich, Ausbilden einer ersten Koronaentladung mittels einer im Strömungskanal angeordneten und mit einer Hochspannungsquelle elektrisch verbundenen Sprühelektrode, Aufladen der Partikel in der ersten Koronaentladung, sodass sich die geladenen Partikel an einer am Erdpotenzial anliegenden Niederschlagselektrode absetzen, Ausbilden einer zweiten Koronaentladung, die zu der ersten Koronaentladung entgegen gesetzt gepolt ist, wenn eine Grenzfeldstärke des elektrischen Feldes aufgrund einer Partikelraumladung im Bereich der Niederschlagselektrode überschritten wird, und Ableiten des zumindest teilweise von den Partikeln gereinigten Gasstroms aus dem Strömungskanal durch einen Austrittsbereich. Beispielsweise kann wenigstens eine Gegenelektrode in dem Strömungskanal angeordnet sein, die mit der Niederschlagselektrode elektrisch verbunden ist und auf Erdpotenzial liegt. Die wenigstens eine Gegenelektrode kann in der Nähe der Niederschlagselektrode angeordnet oder direkt mit dieser verbunden sein. Die wenigstens eine Gegenelektrode kann konfiguriert sein, beim Überschreiten einer Grenzfeldstärke des elektrischen Feldes aufgrund einer Partikelraumladung im Bereich der Gegenelektrode die zweite Koronaentladung auszubilden.

[0010] Der mit Partikeln beladene Gasstrom bildet ein Aerosol. Die Partikel können in festem oder flüssigem Zustand vorliegen. Auf dem Weg des Gasstroms durch den Strömungskanal werden die Partikel zumindest teilweise aus dem Gasstrom entfernt. In der ersten Koronaentladung, die von der Sprühelektrode ausgeht, werden die Gasteilchen ionisiert. Die Gasionen sammeln sich an den Partikeln im Gasstrom, sodass geladene Partikel gebildet werden. Die geladenen Partikel wandern zur Niederschlagselektrode und setzen sich dort ab, beispielsweise in Form einer Staubschicht. Die Reinigung der Niederschlagselektrode kann als trockene Reinigung, beispielsweise durch Klopfen, oder nasse Reinigung, beispielsweise mittels Abspülen mit Wasser, erfolgen.

[0011] In Abhängigkeit von der Konzentration der Partikel in dem Gasstrom können verschiedene Betriebszustände auftreten. Bei niedrigen Konzentrationen wird das elektrische Feld im Strömungskanal im Wesentlichen durch das statische Feld der Sprühelektrode und das Raumladungsfeld der Gasionen bestimmt. Die von den geladenen Partikeln gebildete Partikelraumladung ist bei niedrigen Konzentrationen gering und hat nur wenig Einfluss auf das elektrische Feld und den Betrieb der Vorrichtung. Bei diesen Bedingungen wird an der wenigstens einen Gegenelektrode noch keine zweite Koronaentladung ausgelöst.

[0012] Bei einer hohen Partikelkonzentration sammeln sich viele geladene Partikel an der Niederschlagselektrode. Hierdurch steigt die Partikelraumladung im Bereich der Niederschlagselektrode stark an und die Stromaufnahme der Sprühelektrode wird unterdrückt. Es kommt zu einem sogenannten "Corona Quenching". Wenn die von der Partikelraumladung ausgehende Feldstärke eine

Grenzfeldstärke im Bereich der wenigstens einen Gegenelektrode übersteigt, wird an der Gegenelektrode eine zweite Koronaentladung ausgebildet, die gegenpolig zu der ersten Koronaentladung ist. Es kommt zu einer bipolaren Koronaentladung zwischen der Sprühelektrode und der wenigstens einen Gegenelektrode.

[0013] Hierdurch werden Gasionen im Bereich der wenigstens einen Gegenelektrode gebildet, die zu den in der ersten Koronaentladung gebildeten Gasionen entgegen gesetzt geladenen sind. Die entgegen gesetzt geladenen Gasionen sammeln sich an den Partikeln, sodass ein gegenpolig aufgeladenes Aerosol mit einer gegenpoligen Raumladung entsteht. Die gegenpoligen Raumladungen ziehen sich an und es kommt zu einer sehr schnellen Vermischung der gegenpolig geladenen Aerosole. Hierdurch wird die Gesamtraumladung sehr schnell reduziert. Die gegenpolig geladenen Partikel ziehen sich wechselseitig und agglomerieren zu größeren, elektrisch neutralen Partikeln. Parallel zum gequenchten Betrieb wird somit ein Agglomerationsvorgang ausgeführt. Die Gesamtpartikelkonzentration nimmt hierdurch ab und die größeren Partikel sind leichter abscheidbar. Die Reduzierung der Gesamtraumladung hebt das Corona Quenching zumindest teilweise wieder auf und die Sprühelektrode kann den Gasstrom erneut aufladen. Sobald durch den Agglomerationsprozess die Partikelkonzentration soweit abgenommen hat, dass das Corona Quenching stark abnimmt oder gar endet, wird die zweite Koronaentladung an der wenigstens einen Gegenelektrode beendet. Die Gegenelektrode fällt gewissermaßen automatisch wieder in einen "inaktiven" Zustand. Eine energieintensive Agglomeration des Aerosols durch bipolare Aufladung wird somit genau und nur dann gelöst, wenn die Konzentration der Partikel so groß ist, dass das Corona Quenching auftritt.

[0014] Zumindest für flüssige Aerosole ist das Bauvolumen einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gegenüber dem Bauvolumen eines aus dem Stand der Technik bekannten Elektroabscheiders, der ausschließlich im unipolaren Betrieb (und unter gequenchten Bedingungen) arbeitet, um einen Faktor 2 bis 4 geringer.

[0015] Die Konfiguration der wenigstens einen Gegenelektrode erfolgt durch eine geeignete Wahl der Form und der hierzu gehörenden Abmessungen, beispielsweise Durchmesser, Länge und Oberflächenradien.

[0016] Die Sprühelektrode kann beispielsweise im Zentrum des Strömungskanals angeordnet sein. Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Sprühelektrode abweichend vom Zentrum des Strömungskanals angeordnet ist. Die Sprühelektrode kann als einzelner Draht gebildet sein. Alternativ oder ergänzend kann die Sprühelektrode sternförmig oder aus Platten gebildet sein, die zueinander gewinkelt angeordnet sind. An die Sprühelektrode kann mittels der Hochspannungsquelle eine positive oder eine negative Hochspannung angelegt werden. Es können auch mehrere Sprühelektroden im Strömungskanal angeordnet sein, welche alle die gleiche Form oder eine Kombination der vorgenannten Formen

aufweisen können.

[0017] Nach einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Gegenelektrode im Eingangsbereich des Strömungskanals angeordnet ist. Die hohen Partikelkonzentrationen, die zum Corona Quenching führen, treten in der Regel im Eingangsbereich auf. Den nachteiligen Auswirkungen des gequenchten Betriebs kann durch geeignete Platzierung der wenigstens einer Gegenelektrode entgegen gewirkt werden. Es kann vorgesehen sein, dass der Ausgangsbereich des Strömungskanals frei von Gegenelektroden ist, um Material und Energie beim Betrieb der Vorrichtung zu sparen.

[0018] Nach einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass die wenigstens eine Gegenelektrode als Spitze oder Kante gebildet ist. Eine spitze Gegenelektrode hat die Form eines Stifts, wobei die Länge der Elektrode größer ist als der Durchmesser. Ein in den Strömungskanal ragendes Ende der Spitze hat einen Rundungsdurchmesser, der kleiner ist als der Durchmesser des Elektroden-schaftes. Die Gegenelektrode kann als längliche Kante einer Fläche gebildet sein, die in den Strömungskanal hineinragt. Die Spitze bzw. Kante kann direkt auf der Niederschlagsselektrode angeordnet sein.

[0019] Gemäß einer anderen Fortbildung ist vorgesehen, dass die wenigstens eine Gegenelektrode als aufgespannter Draht oder als Drahtgitter gebildet ist. Die Gegenelektrode in Form eines Drahtes oder Drahtgitters kann derart im Strömungskanal angeordnet sein, dass sie von der Niederschlagsselektrode beabstandet ist.

[0020] Die konkrete Formgebung und Ausgestaltung der wenigstens einen Gegenelektrode sollte in Bezug auf die Gestaltung der Vorrichtung erfolgen. Wenn die Gegenelektrode als Spitze geformt ist, kann ihre Länge etwa 2 % bis 10 % des Durchmessers bzw. Querschnitts des Strömungskanals betragen. Beispielsweise können der Durchmesser der Spitze zwischen 0,5 und 5 mm und der Spitzenradius zwischen 0,05 mm und 0,5 mm betragen. Die Werte für den Durchmesser und den Spitzenradius sind vorzugsweise kleiner oder gleich den entsprechenden Werten für die Sprühelektrode.

[0021] Wenn mehrere Gegenelektroden in der Vorrichtung gebildet sind, können die oben genannten Formen für die Gegenelektroden beliebig miteinander kombiniert werden. Alternativ kann vorgesehen sein, dass alle Gegenelektroden die gleiche Form aufweisen.

[0022] Es kann vorgesehen sein, dass eine Strommess-einrichtung an die wenigstens eine Gegenelektrode angeschlossen ist, um den über die Gegenelektrode abfließenden Strom zu messen. Dies ermöglicht eine Überwachung des Betriebszustands der Gegenelektrode, woraus Maßnahmen zur Prozesssteuerung abgeleitet werden können. Beispielsweise kann mittels einer Anzeigeeinrichtung angezeigt werden, dass sich die Gegenelektrode aktiviert hat und eine Koronaentladung stattfindet.

[0023] Nach einer weiteren Ausführungsform ist der Strömungskanal innerhalb eines Rohrs gebildet. Dies entspricht der Bauweise eines Rohrelektroabscheiders.

Das Rohr kann beispielsweise einen kreisrunden, einen ovalen, einen quadratischen oder einen rechteckigen Querschnitt haben. Darüber hinaus sind weitere Querschnitte denkbar. Es kann vorgesehen sein, dass mehrere Gegenelektroden in Bezug auf den Querschnitt des Rohrs symmetrisch angeordnet sind. Beispielsweise können drei Gegenelektroden entlang der Innenwand des Rohrs mit gleichmäßigem Abstand zueinander angeordnet sein. Alternativ können mehrere Gegenelektroden in Bezug auf den Querschnitt des Rohrs nicht symmetrisch angeordnet sein. Eine nicht symmetrische Anordnung kann zu einer verbesserten Quervermischung des Aerosols führen. Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass der Abstand zwischen der Sprühelektrode und der Niederschlagsselektrode kleiner ist als der Abstand zwischen der Sprühelektrode und der wenigstens einen Gegenelektrode. Diese Anordnung ist insbesondere für rechteckige oder quadratische Querschnitte vorteilhaft, da Überschläge zwischen der wenigstens einen Gegenelektrode und der Sprühelektrode hierdurch verhindert werden.

[0024] Nach einer anderen Weiterbildung ist vorgesehen, dass der Strömungskanal durch eine erste Platte und eine zweite Platte begrenzt ist, die sich gegenüberliegen, und wobei an der ersten und zweiten Platte jeweils wenigstens eine Gegenelektrode angeordnet ist. Eine derartige Anordnung wird auch als Plattenelektroabscheider bezeichnet. Es kann vorgesehen sein, dass mehrere an der ersten Platte angeordnete Gegenelektroden entlang der Strömungsrichtung versetzt zu mehreren an der zweiten Platte angeordneten Gegenelektroden angeordnet sind. Die versetzte Anordnung der Gegenelektroden verbessert die Quervermischung des Aerosols und verringert die Gefahr von Überschlägen zwischen der Sprühelektrode und den Gegenelektroden.

[0025] Die vorgenannten Merkmale gelten für den Bausatz zum Nachrüsten eines Elektroabscheiders entsprechend. Das Verfahren kann mit einer Vorrichtung mit den vorgenannten Merkmalen durchgeführt werden.

Beschreibung beispielhafter Ausführungsformen

[0026] Im Folgenden wird die Erfindung anhand beispielhafter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf Figuren einer Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Rohrelektroabscheiders,
- Fig. 2 einen qualitativen Verlauf der elektrischen Feldstärke in einem Rohrelektroabscheider,
- Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Querschnitts eines Rohrelektroabscheiders,
- Fig. 4 den Querschnitt aus Fig. 3 mit Zonen der Raumladungen,
- Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Querschnitts eines weiteren Rohrelektroabscheiders,
- Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Quer-

- schnitts noch eines weiteren Rohrelektroabscheiders,
- Fig. 7 eine schematische Darstellung eines Querschnitts eines rechteckigen Elektroabscheiders,
- Fig. 8 eine schematische Darstellung eines Querschnitts eines weiteren rechteckigen Elektroabscheiders,
- Fig. 9 eine schematische Darstellung eines Querschnitts noch eines weiteren rechteckigen Elektroabscheiders,
- Fig. 10 eine schematische Darstellung eines Plattenelektroabscheiders und
- Fig. 11 eine schematische Darstellung eines weiteren Plattenelektroabscheiders.

[0027] Im Folgenden werden für gleiche Komponenten gleiche Bezugszeichen verwendet.

[0028] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Rohrelektroabscheiders. Ein Strömungskanal 1 weist einen Eingangsbereich 2 auf, in welchen ein mit Partikeln beladener Gasstrom in den Abscheider eintritt. Der zumindest teilweise von Partikeln gereinigte Gasstrom tritt über einen Ausgangsbereich 3 wieder aus dem Abscheider aus.

[0029] Im Strömungskanal 1 ist eine sternförmige Sprühelektrode 4 aufgehängt, die mit einer Hochspannungsquelle (nicht dargestellt) verbunden ist. Die Hochspannungsquelle kann eine positive oder eine negative Hochspannung bereitstellen. Die Sprühelektrode 4 kann alternativ als Draht oder aus zueinander verwinkelt angeordneten Platten gebildet sein. Beim Anlegen einer ausreichend hohen Spannung an die Sprühelektrode 4 bildet sich eine erste Koronaentladung. Gasteilchen werden in der ersten Koronaentladung ionisiert und lagern sich an Partikeln an, sodass geladene Partikel gebildet werden.

[0030] An der Innenwand des Rohres ist eine Niederschlagselektrode 5 gebildet, die am Erdpotenzial anliegt. Die geladenen Partikel sammeln sich auf der Niederschlagselektrode 5 und werden aus dem Gasstrom entfernt. Auf der Niederschlagselektrode 5 sind mehrere Gegenelektroden 6 befestigt, die in den Strömungskanal 1 hineinragen. Wenn bei einer hohen Partikelkonzentration die elektrische Feldstärke einen kritischen Wert im Bereich der Gegenelektroden 6 übersteigt, bildet sich an den Gegenelektroden 6 jeweils eine zweite Koronaentladung, die zu der ersten Koronaentladung der Sprühelektrode 4 entgegengesetzt gepolt ist. Dies führt zu einer bipolaren Agglomeration der unterschiedlich geladenen Partikel. Aus dem Gasstrom ausgeschiedene Partikel werden mittels einer Öffnung 7 ausgetragen.

[0031] Die Gegenelektroden 6 sind vorzugsweise im Eingangsbereich 2 angeordnet. Die Agglomeration und die günstige Quervermischung erhöhen die Abscheideleistung des Abscheiders.

[0032] In Fig. 2 ist der qualitative, radiale Verlauf der elektrischen Feldstärke in einem Rohrelektroabscheider

bei verschiedenen Betriebszuständen dargestellt. Die Kurven 8 und 9 beziehen sich auf einen herkömmlichen Abscheider, der keine Gegenelektroden aufweist. Kurve 8 zeigt den Verlauf bei einer niedrigen Partikelkonzentration. Der Verlauf bei einer hohen Partikelkonzentration ist durch Kurve 9 gezeigt. Hier kommt es zum Corona Quenching. Den Einfluss der wenigstens einen Gegenelektrode an der Innenwand des Abscheiders (also bei maximalem Radius) auf den Verlauf bei hohen Partikelkonzentrationen zeigt Kurve 10.

[0033] Fig. 3 zeigt den Querschnitt eines Rohrelektroabscheiders mit einer Sprühelektrode 4, einer Niederschlagselektrode 5 und drei Gegenelektroden 6, die an der Niederschlagselektrode 5 gebildet sind. Die Sprühelektrode 4 hat die Form eines dünnen Drahtes. Die Gegenelektroden 6 sind als scharfe Spitzen gebildet. Bei genügend hoher Feldstärke im Bereich der Gegenelektroden 6 werden diese selbständig aktiviert.

[0034] Fig. 4 zeigt die Zonen negativer Raumladung 11 und positiver Raumladung 12 für den Abscheider nach Fig. 3 bei hohen Partikelkonzentrationen, wenn an den Gegenelektroden 6 Koronaentladungen auftreten.

[0035] Fig. 5 zeigt einen weiteren Rohrelektroabscheider. Hier ist die Sprühelektrode 4 nicht mittig positioniert. Die Gegenelektrode 6 befindet sich in größerer Entfernung von der Sprühelektrode 4 als bei der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform. Dies ist bei niedrigen Aerosolkonzentrationen vorteilhaft, da elektrische Überschläge später auftreten. Außerdem begünstigt diese Bauweise den Transport von entgegen gesetzt geladenen Partikeln zueinander.

[0036] Die in Fig. 6 dargestellte Ausführungsform weist eine verbesserte Quervermischung auf. Die Sprühelektrode 4 ist aus zueinander verwinkelten Platten gebildet, beispielsweise aus scharfkantigem Blech. Durch die versetzte Anordnung der Elektroden wird eine gerichtete Zirkulationsströmung 13 in radialer Richtung erzeugt, die zu einer schnellen Vermischung und Agglomeration der entgegengesetzt geladenen Partikel führt.

[0037] In Fig. 7 ist ein rechteckiger Elektroabscheider dargestellt. Hier kann die Gegenelektrode an verschiedenen Stellen angebracht werden. Geeignete Platzierungspunkte für eine oder mehrere Gegenelektroden sind mit a, b und c gekennzeichnet. Vorteilhafterweise sind die Gegenelektroden 6 weiter von der Sprühelektrode 4 entfernt, als der Abstand zwischen der Sprühelektrode 4 und der an der Wand gebildeten Niederschlagselektrode 5, um Überschläge zwischen den Gegenelektroden 6 und der Sprühelektrode 4 auszuschließen.

[0038] Fig. 8 zeigt eine andere einfache Geometrie der Gegenelektrode 6 in einem rechteckigen Elektroabscheider. Die Gegenelektrode 6 ist als ein dünner, parallel zur Niederschlagselektrode 5 gespannter Draht gebildet. Alternativ kann die Gegenelektrode 6 als ein Gitter geformt sein, das auf der Niederschlagselektrode 5 befestigt ist.

[0039] Um den Betriebszustand der Gegenelektrode 6 (aktiv/inaktiv) zu ermitteln und daraus Maßnahmen für eine Prozesssteuerung abzuleiten, können einzelne

oder mehrere Gegenelektroden instrumentiert werden, indem der über die Gegenelektrode 6 abfließende Strom mittels eines Strommessgeräts 14 gemessen wird oder indem die Überschreitung eines Schwellenwertes mittels einer Anzeigeeinrichtung angezeigt wird. Dies ist in Fig. 9 gezeigt. Überschreitet die Stromstärke einen gewissen Wert, so wird beispielsweise angezeigt, dass die Gegenelektrode 6 sich aktiviert hat und eine Koronaentladung stattfindet.

[0040] Fig. 10 zeigt einen mit Gegenelektroden 6 ausgestatteten Plattenelektroabscheider. Die vorteilhafte versetzte Anordnung der Gegenelektroden 6 verbessert die Quervermischung des Gasstroms und verringert die Gefahr von Überschlügen zwischen der Sprühelektrode 4 und den Gegenelektroden 6.

[0041] In Fig. 11 ist ein weiterer Plattenelektroabscheider dargestellt. Die Strömungsrichtung des zu reinigenden Gasstroms wird durch Pfeile angezeigt. Die Gegenelektroden 6 sind hier durch ein Drahtgitter oder durch gespannte Drähte realisiert. Die Niederschlagselektroden 5 können in dem Bereich mit den Gegenelektroden 6 weggelassen werden, da keine Wand zur Führung des Gasstroms bzw. zur Abgrenzung der benachbarten Gasströmungen benötigt wird. Vorteilhafterweise werden die Gegenelektroden 6 nur im Eingangsbereich 2 und/oder in der Nähe des Rohgaseintritts (wo mit einer hohen Aerosol-Konzentration zu rechnen ist) eingesetzt. Dagegen wird in der Nähe des Reingasaustritts 3 vorteilhafterweise auf den Einsatz von Gegenelektroden 6 verzichtet. An der Wand sind die Gegenelektroden 6 an der Niederschlagselektrode 5 befestigt.

[0042] Die in der Beschreibung, den Figuren und den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in Kombination miteinander für die Verwirklichung der Erfindung von Bedeutung sein.

Patentansprüche

1. . Vorrichtung zum Abscheiden von Partikeln aus einem mit Partikeln beladenen Gasstrom, mit:

- einem Strömungskanal (1), mit einem Eingangsbereich (2), in den der mit Partikeln beladene Gasstrom eintritt, und einem Ausgangsbereich (3), aus dem der zumindest teilweise von den Partikeln gereinigte Gasstrom austritt,
- einer im Strömungskanal (1) angeordneten Sprühelektrode (4), die mit einer Hochspannungsquelle elektrisch verbunden ist, derart, dass beim Anlegen einer Hochspannung eine erste Koronaentladung an der Sprühelektrode (4) ausgebildet wird,
- einer Niederschlagselektrode (5), die am Erdpotenzial anliegt, und an welcher elektrisch geladene Partikel aus dem Gasstrom angelagert werden, und
- wenigstens einer im Strömungskanal (1) an-

geordneten Gegenelektrode (6), die mit der Niederschlagselektrode (5) elektrisch verbunden ist und ebenfalls auf Erdpotenzial liegt,

wobei die wenigstens eine Gegenelektrode (6) konfiguriert ist, beim Überschreiten einer Grenzfeldstärke des elektrischen Feldes aufgrund einer Partikelraumladung im Bereich der Gegenelektrode (6) eine zweite Koronaentladung auszubilden, die zu der ersten Koronaentladung entgegen gesetzt gepolt ist.

2. . Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die wenigstens eine Gegenelektrode (6) im Eingangsbereich des Strömungskanals angeordnet ist.

3. . Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die wenigstens eine Gegenelektrode (6) als Spitze oder Kante gebildet ist.

4. . Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die wenigstens eine Gegenelektrode (6) als aufgespannter Draht oder als Drahtgitter gebildet ist.

5. . Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei eine Strommessenrichtung (14) an die wenigstens eine Gegenelektrode (6) angeschlossen ist, um den über die Gegenelektrode (6) abfließenden Strom zu messen.

6. . Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Strömungskanal (1) innerhalb eines Rohrs gebildet ist.

7. . Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei mehrere Gegenelektroden (6) in Bezug auf den Querschnitt des Rohrs symmetrisch angeordnet sind.

8. . Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei mehrere Gegenelektroden (6) in Bezug auf den Querschnitt des Rohrs nicht symmetrisch angeordnet sind.

9. . Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei der Abstand zwischen der Sprühelektrode (4) und der Niederschlagselektrode (5) kleiner ist als der Abstand zwischen der Sprühelektrode (4) und der wenigstens einen Gegenelektrode (6).

10. . Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Strömungskanal (1) durch eine erste Platte und eine zweite Platte begrenzt ist, die sich gegenüberliegen, und wobei an der ersten und zweiten Platte jeweils wenigstens eine Gegenelektrode (6) angeordnet ist.

11. . Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei mehrere an der ersten Platte angeordnete Gegenelektroden (6) entlang der Strömungsrichtung versetzt zu mehreren an der zweiten Platte angeordneten Gegenelek-

troden (6) angeordnet sind.

12. . Bausatz zum Nachrüsten eines Elektroabscheiders, wobei der Elektroabscheider einen Strömungskanal (1), eine Sprühelektrode (4) und eine Niederschlagselektrode (5) aufweist, umfassend wenigstens eine Gegenelektrode (6), die im Strömungskanal (1) installierbar ist, nach der Installation mit der Niederschlagselektrode (5) elektrisch verbunden ist und am Erdpotenzial liegt, wobei die wenigstens eine Gegenelektrode (6) konfiguriert ist, beim Überschreiten einer Grenzfeldstärke des elektrischen Feldes aufgrund einer Partikelraumladung im Bereich der Gegenelektrode (6) eine Koronaentladung auszubilden, die zu einer Koronaentladung der Sprühelektrode (4) entgegen gesetzt gepolt ist.

13. . Verfahren zum Abscheiden von Partikeln aus einem mit Partikeln beladenen Gasstrom, mit folgenden Schritten:

- Einleiten des mit Partikeln beladenen Gasstroms in einen Strömungskanal (1) durch einen Eingangsbereich (2),
- Ausbilden einer ersten Koronaentladung mittels einer im Strömungskanal (1) angeordneten und mit einer Hochspannungsquelle elektrisch verbundenen Sprühelektrode (4),
- Aufladen der Partikel in der ersten Koronaentladung, sodass sich die geladenen Partikel an einer am Erdpotenzial anliegenden Niederschlagselektrode (5) absetzen,
- Ausbilden einer zweiten Koronaentladung, die zu der ersten Koronaentladung entgegen gesetzt gepolt ist, wenn eine Grenzfeldstärke des elektrischen Feldes aufgrund einer Partikelraumladung im Bereich der Niederschlagselektrode (5) überschritten wird, und
- Ableiten des zumindest teilweise von den Partikeln gereinigten Gasstroms aus dem Strömungskanal (1) durch einen Austrittsbereich (3).

45

50

55

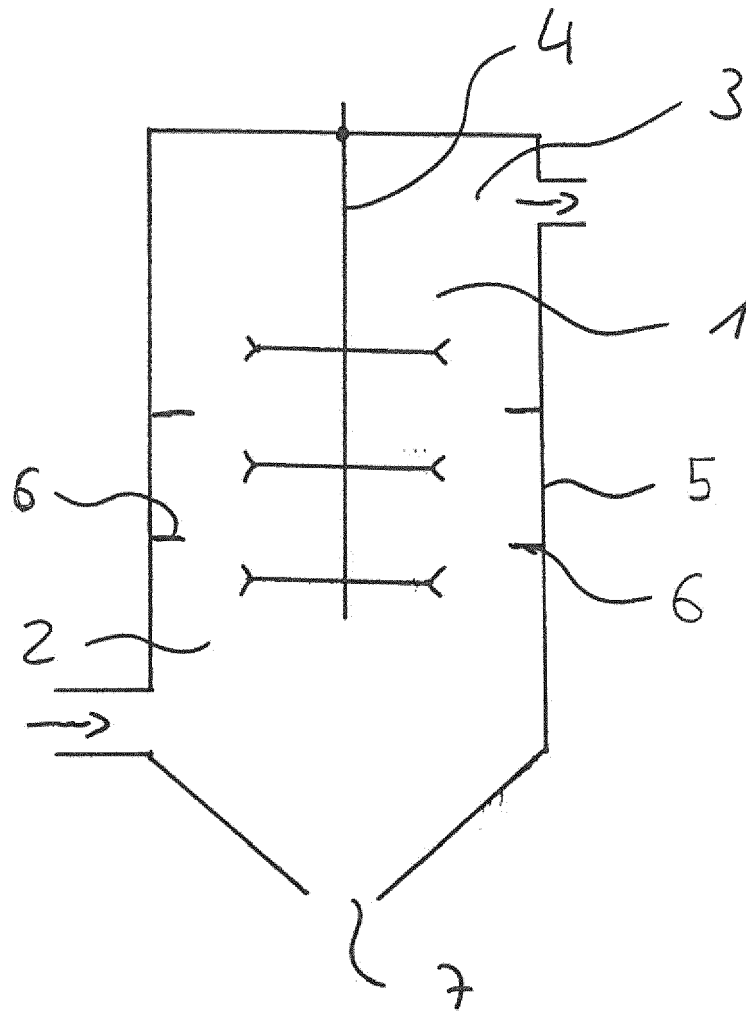


Fig. 1

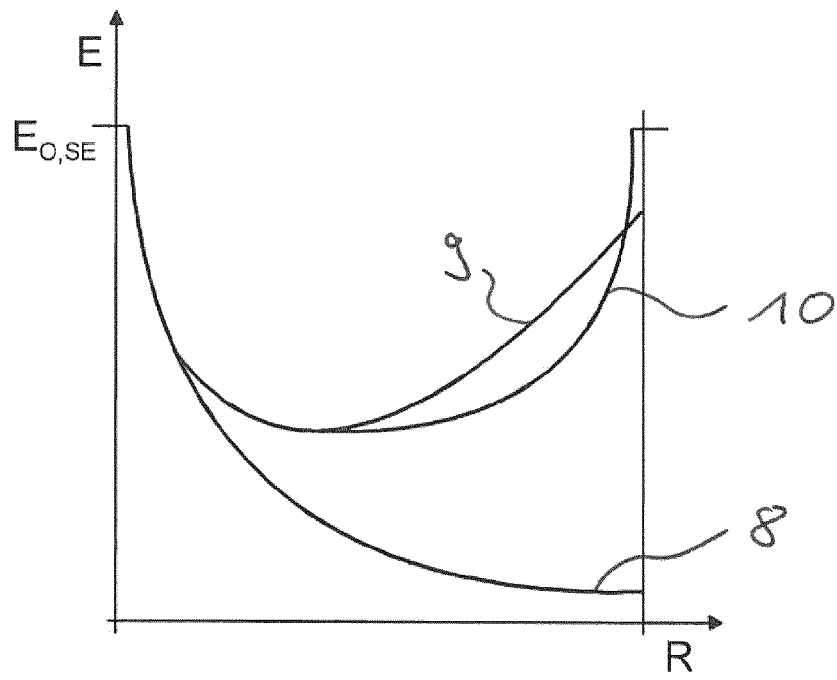


Fig. 2

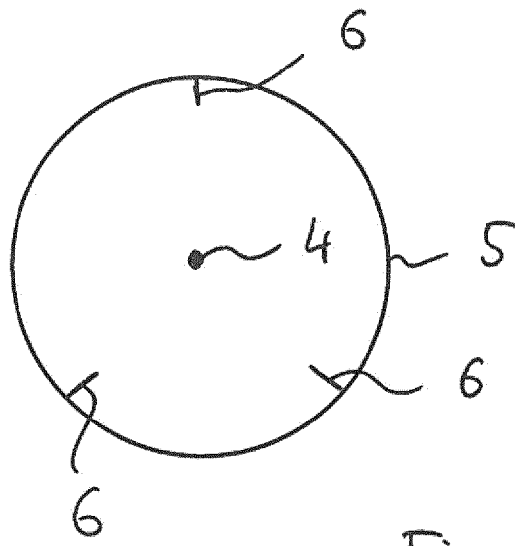


Fig. 3

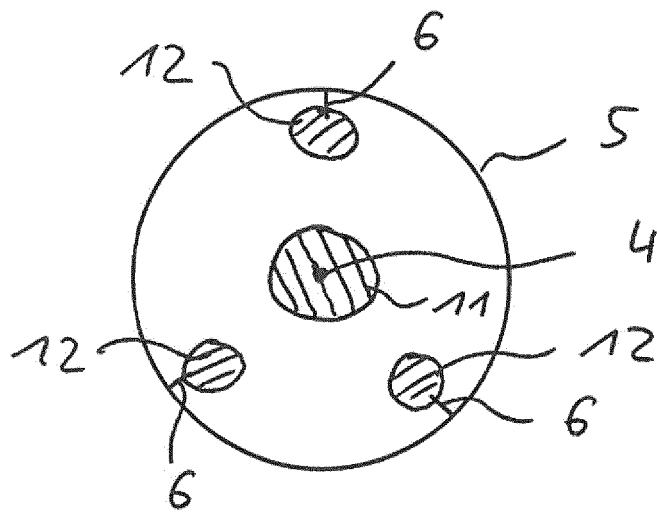


Fig. 4

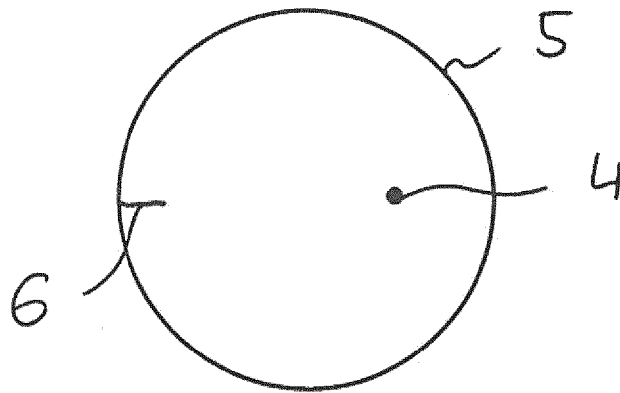


Fig. 5

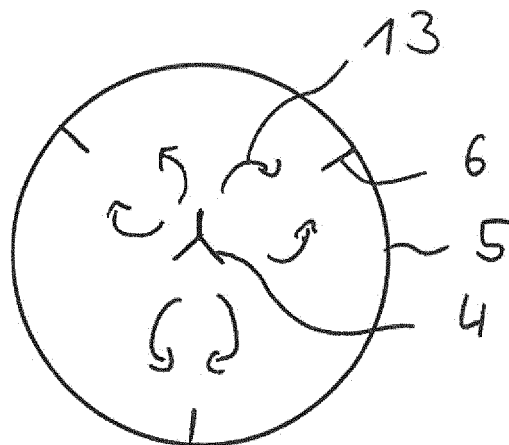


Fig. 6

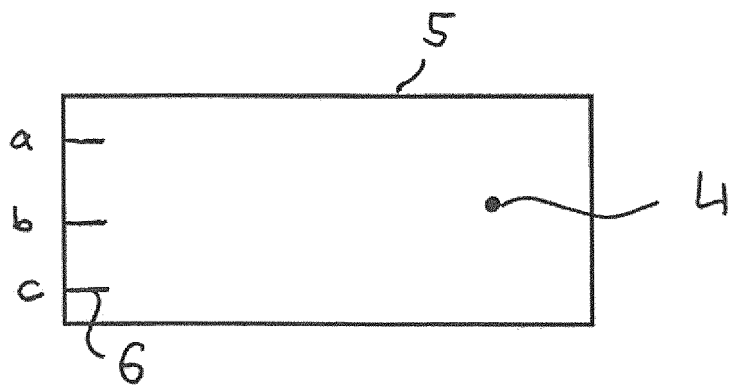


Fig. 7

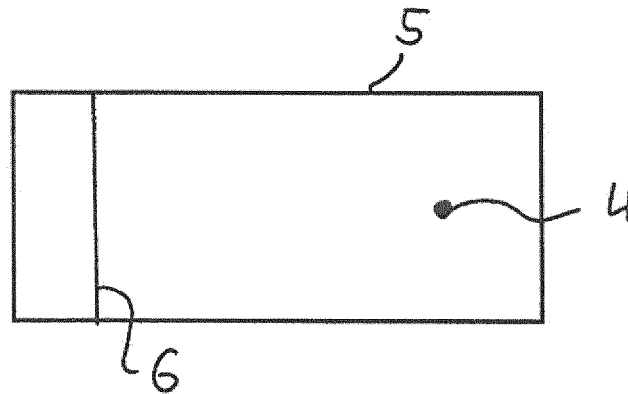


Fig. 8

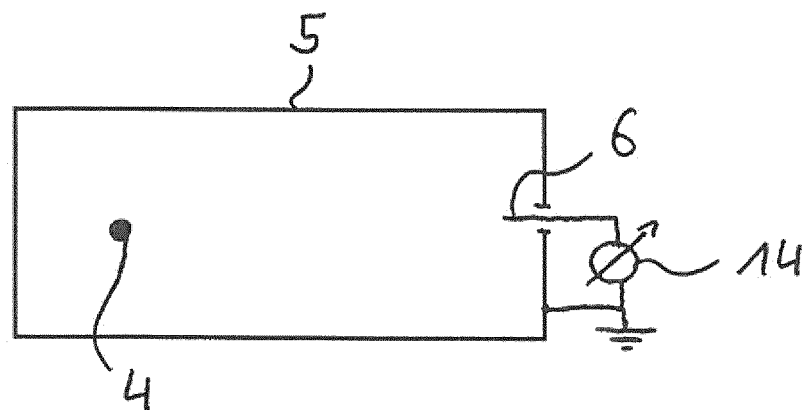
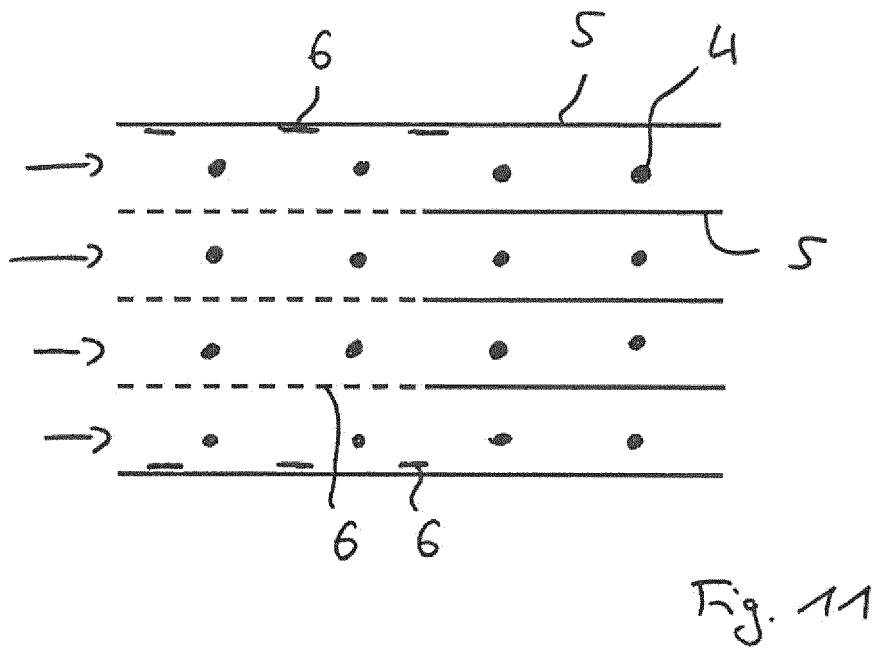
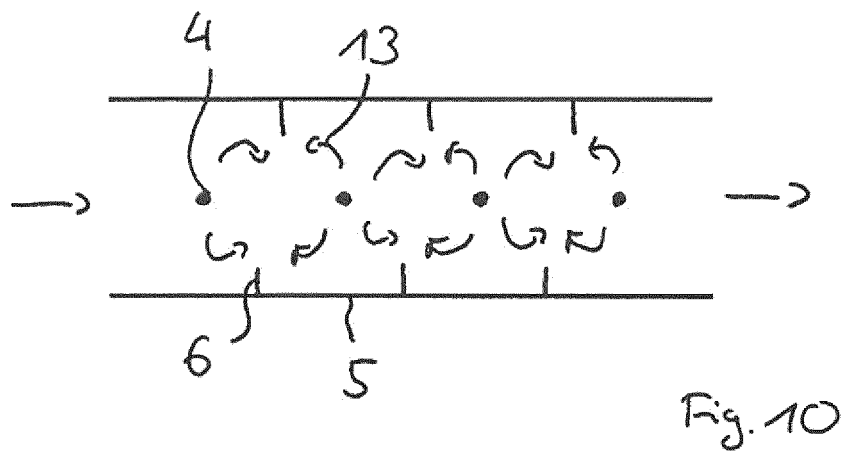


Fig. 9





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 13 15 7441

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 36 09 698 A1 (CUCU DUMITRU DR ING) 24. September 1987 (1987-09-24) * Abbildungen 1, 2 * * Spalte 3, Zeile 42 - Zeile 46 * * Spalte 3, Zeile 59 - Spalte 5, Zeile 29 *	1-13	INV. B03C3/06 B03C3/14 B03C3/41 B03C3/49 B03C3/68
Y	DE 195 24 214 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 9. Januar 1997 (1997-01-09) * Abbildung /Nicht nummeriert) * * Spalte 3, Zeile 35 - Zeile 45 * * Spalte 3, Zeile 58 - Spalte 4, Zeile 30 *	1-13	
Y	DE 10 2008 009258 A1 (BTU COTTBUS [DE]) 20. August 2009 (2009-08-20) * Absätze [0011], [0020] *	1-13	
A	EP 2 284 442 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 16. Februar 2011 (2011-02-16) * Abbildungen 1, 2 * * Absatz [0008] - Absatz [0010] * * Absatz [0022] - Absatz [0025] *	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B03C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		27. Juni 2013	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			

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 13 15 7441

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.

27-06-2013

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3609698 A1	24-09-1987	KEINE	
DE 19524214 A1	09-01-1997	DE 19524214 A1	09-01-1997
		JP H0910627 A	14-01-1997
		US 5766319 A	16-06-1998
DE 102008009258 A1	20-08-2009	DE 102008009258 A1	20-08-2009
		WO 2009100932 A2	20-08-2009
EP 2284442 A2	16-02-2011	DE 102009036957 A1	17-02-2011
		EP 2284442 A2	16-02-2011

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 4400827 C1 [0004]
- US 7452411 B2 [0005]