

(19)



österreichisches
patentamt

(10)

AT 503 022 A4 2007-07-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer:

A 1093/2006

(51) Int. Cl.⁸: F01N 3/01 (2006.01),
F01N 3/021 (2006.01)

(22) Anmeldetag:

29.06.2006

(43) Veröffentlicht am:

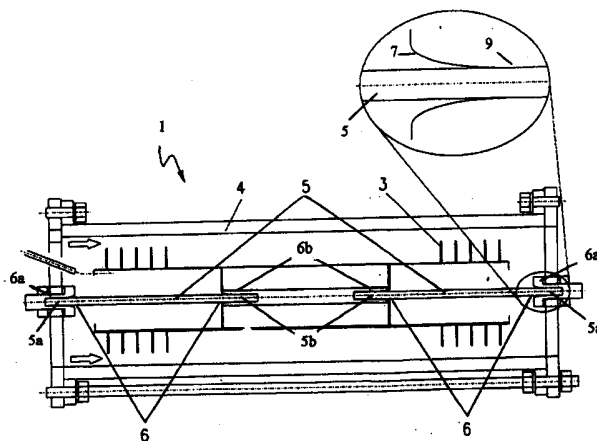
15.07.2007

(73) Patentanmelder:

FLECK CARL M. DR.
A-2391 KALTENLEUTGEBEN (AT)

(54) ELEKTRODENAUFHÄNGUNG FÜR FILTERANORDNUNG

(57) Filteranordnung zum Abscheiden von Russpartikel aus einem Abgasstrom, die zumindest eine Elektrodenanordnung (1) umfasst, und die Elektrodenanordnung (1) zumindest eine Elektrode (3) aufweist, die an einem stabförmigen Träger (5) befestigt ist, wobei das der Elektrode (3) abgewandte Ende des zumindest einen Trägers (5) in einem hülsenförmigen Außenlager (6a) entlang eines Einspannbereiches (9) eingespannt ist, und im Einspannbereich (9) des zumindest einen Trägers (5) der innere Querschnitt des hülsenförmigen Außenlagers (6a) dem Querschnitt des Trägers (5) im wesentlichen entspricht. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass am Einspannbereich (9) in axialer Richtung ein Stützbe-
reich (7) anschließt, wobei der innere Querschnitt des Stützbe-
reiches (7) in Rich-
tung des Einspannbereiches (9) stetig in den inneren Querschnitt des Einspannbe-
reiches (9) übergeht, und sich in entgegen
gesetzter Richtung in axialer Richtung auf-
weitet.

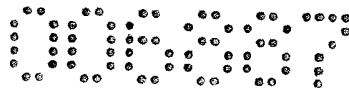


AT 503 022 A4 2007-07-15

Zusammenfassung:

Filteranordnung zum Abscheiden von Russpartikel aus einem Abgasstrom, die zumindest eine Elektrodenanordnung (1) umfasst, und die Elektrodenanordnung (1) zumindest eine Elektrode (3) aufweist, die an einem stabförmigen Träger (5) befestigt ist, wobei das der Elektrode (3) abgewandte Ende des zumindest einen Trägers (5) in einem hülsenförmigen Außenlager (6a) entlang eines Einspannbereiches (9) eingespannt ist, und im Einspannbereich (9) des zumindest einen Trägers (5) der innere Querschnitt des hülsenförmigen Außenlagers (6a) dem Querschnitt des Trägers (5) im wesentlichen entspricht. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass am Einspannbereich (9) in axialer Richtung ein Stützbereich (7) anschließt, wobei der innere Querschnitt des Stützbereiches (7) in Richtung des Einspannbereiches (9) stetig in den inneren Querschnitt des Einspannbereiches (9) übergeht, und sich in entgegengesetzter Richtung in axialer Richtung aufweitert.

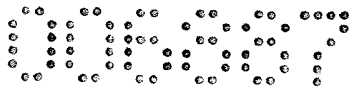
Fig. 5



Die Erfindung betrifft eine Filteranordnung zum Abscheiden von Russpartikel aus einem Abgasstrom, die zumindest eine vom Abgasstrom durchströmte Elektrodenanordnung zur Aufladung der Russpartikel und deren Anreicherung mit Sauerstoffionen, die mithilfe eines nachfolgenden, elektrischen Feldes oder rein mechanisch aus dem Abgasstrom, entfernt werden, umfasst, und die Elektrodenanordnung zumindest eine Elektrode aufweist, die an einem stabförmigen Träger befestigt ist, wobei das der Elektrode abgewandte Ende des zumindest einen Trägers in einem hülsenförmigen Außenlager entlang eines Einspannbereiches eingespannt ist, und im Einspannbereich des zumindest einen Trägers der innere Querschnitt des hülsenförmigen Außenlagers dem Querschnitt des Trägers im wesentlichen entspricht, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Filteranordnungen dieser Art können etwa als plasmaregenerierte Russfilter ausgeführt sein, bei denen eine Elektrodenanordnung eine Entladungseinheit bildet, in der die Russpartikel elektrisch aufgeladen und gleichzeitig mit Sauerstoffionen angereichert werden, wobei die aufgeladenen Partikel in einer nachfolgenden Abscheideeinheit, etwa in einem keramischen Wabenkörper, mithilfe eines elektrischen Feldes abgeschieden werden. Filteranordnungen dieser Art werden auch als so genannte „offene Systeme“ bezeichnet. Filteranordnungen der gattungsgemäßen Art können aber auch als so genannte „geschlossene Systeme“ ausgeführt sein, bei denen in einer nachfolgenden Abscheideeinheit der Abgasstrom in einseitig verschlossene Kanäle eines keramischen Wabenkörpers eingeleitet wird, und die Russpartikel beim radialen Durchtritt des Abgasstromes von einem Kanal zum benachbarten Kanal an den axialen Trennwänden der Kanäle abgeschieden werden. In diesem Fall dient die Elektrodenanordnung insbesondere zur Anreicherung der Russpartikel mit Sauerstoffionen, was die Verbrennungstemperatur bei der Regeneration durch das Plasma in der nachfolgenden Abscheideeinheit senkt.

Die Entladungseinheit besteht dabei aus einer inneren Elektrode, der so genannten Sprühelektrode, und einer die Sprühelektrode



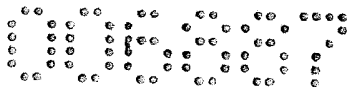
konzentrisch umgebenden, äußeren Gegenelektrode. Zwischen diesen beiden Elektroden wird der Abgasstrom hindurch geleitet. Der Abgasstrom stammt etwa aus einem Verbrennungsmotor eines Fahrzeugs, wobei die Filteranordnung im Abgasstrang dieses Fahrzeugs angeordnet ist.

Die Sprühelektrode ist an einem stabförmigen Träger befestigt, der wiederum in ortsfesten Außenlagern gehalten ist. Der Träger muss aus Gründen der elektrischen Isolation der Last, also der Sprühelektrode, aus Keramik oder einem anderen zum Sprödbruch neigenden Werkstoff gefertigt werden. Da aber andererseits aufgrund der Kriechströme am beruhten Träger dessen Durchmesser möglichst klein gehalten werden muss, erreicht man aufgrund der durch den Abgasstrom verursachten Schwingungen leicht die Grenze zum Ermüdungsbruch, und durch die Erschütterungen der Fahrbahn auch zum Sprödbruch.

Soll außerdem ein Bauteil durch einen oder mehrere Träger, vorzugsweise in Form von Stäben oder Rohren, an einem oder mehreren ortsfesten Lagern fixiert werden, so entsteht dadurch im Allgemeinen ein schwingungsfähiges System, das einerseits ganz bestimmte Resonanzfrequenzen hat, die durch eine, zum Teil auch geringfügige Anregung mit einer dieser Frequenzen zu unangenehmen Schwingungen oder gar zu einer „Resonanzkatastrophe“, also zum Bruch, führen können.

Es ist daher das Ziel der Erfindung, eine Filteranordnung mit einer Elektrodenaufhängung zu verwirklichen, die die Wahrscheinlichkeit von Ermüdungs- und Sprödbrüchen, sowie resonanter Schwingungsanregungen verringert.

Diese Ziele werden durch die Merkmale von Anspruch 1 erreicht. Anspruch 1 bezieht sich auf eine Filteranordnung zum Abscheiden von Russpartikel aus einem Abgasstrom, die zumindest eine vom Abgasstrom durchströmte Elektrodenanordnung zur Aufladung der Russpartikel und deren Anreicherung mit Sauerstoffionen, die mithilfe eines nachfolgenden, elektrischen Feldes oder rein mechanisch aus dem Abgasstrom, entfernt werden, umfasst, und die



Elektrodenanordnung zumindest eine Elektrode aufweist, die an einem stabförmigen Träger befestigt ist, wobei das der Elektrode abgewandte Ende des zumindest einen Trägers in einem hülsenförmigen Außenlager entlang eines Einspannbereiches eingespannt ist, und im Einspannbereich des zumindest einen Trägers der innere Querschnitt des hülsenförmigen Außenlagers dem Querschnitt des Trägers im wesentlichen entspricht. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass am Einspannbereich in axialer Richtung ein Stützbereich anschließt, wobei der innere Querschnitt des Stützbereiches in Richtung des Einspannbereiches stetig in den inneren Querschnitt des Einspannbereiches übergeht, und sich in entgegen gesetzter Richtung in axialer Richtung aufweitet. Durch die erfindungsgemäße Maßnahmen kann erreicht werden, dass bei jeder Durchbiegung des Trägers die lastseitige Einleitung der Kraft in den Träger, durch die das Drehmoment am Außenlager aufgefangen wird, durch den sich aufweitenden Abschnitt in Richtung Last verschoben wird, die Aufhängung des schwingungsfähigen Systems dadurch kürzer wird, und deren Resonanzfrequenz sich daher mit zunehmender Auslenkung verstellt.

Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn gemäß Anspruch 2 die Krümmung der Schnittlinie der Innenfläche des Stützbereiches mit einer Ebene von Biegelinien des Trägers, die sich jeweils bei zunehmender und in derselben Belastungsrichtung wirkenden Last einstellen, ausreichend gering gewählt ist, sodass bei jeweils zunehmenden Lastinkrementen das jeweils anfängliche, lagerseitige und vom Stützbereich beabstandete Biegekurveninkrement der in Belastungsrichtung gesehen äußersten Kontur des Trägers in Anlage mit dem Stützbereich gerät, wie noch näher ausgeführt werden wird.

Anspruch 3 sieht vor, dass der innere Querschnitt des Stützbereiches um die Längsachse des eingespannten Trägers dieselbe Symmetrie aufweist wie der Träger selbst. Handelt es sich also etwa bei dem Träger um einen Stab mit rundem, viereckigem oder sechseckigem Querschnitt, so weist auch der

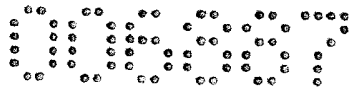


sich aufweitende Abschnitt des Außenlagers einen runden, viereckigen oder sechseckigen Querschnitt auf.

Anspruch 4 schlägt vor, dass zwei Träger vorgesehen sind, und die an ihnen befestigte Elektrode mit zwei hülsenförmigen Innenlagern versehen ist, in das jeweils ein der Elektrode zugewandtes Ende des jeweiligen Trägers entlang eines Einspannbereiches eingespannt ist, und deren innerer Querschnitt dem Querschnitt des jeweiligen Trägers im Einspannbereich im wesentlichen entspricht, wobei sich am Einspannbereich in axialer Richtung jeweils ein Stützbereich anschließt, wobei der innere Querschnitt des Stützbereiches in Richtung des Einspannbereiches stetig in den inneren Querschnitt des Einspannbereiches übergeht, und sich in entgegen gesetzter Richtung in axialer Richtung aufweitet. Somit sind nicht nur die jeweiligen, äußeren Enden der beiden Träger in einem erfindungsgemäßen Lager eingespannt, sondern auch die jeweiligen inneren Enden der beiden Träger, wobei die von den beiden Trägern gehaltene Elektrode über erfindungsgemäß ausgeführte Innenlager verfügt.

Anspruch 5 und 6 beschreiben analog zu Anspruch 2 und 3 vorteilhafte Ausführungen der Innenlager. So beschreibt Anspruch 5, dass die Krümmung der Schnittlinie der Innenfläche des Stützbereiches des jeweiligen Innenlagers mit einer Ebene von Biegelinien des Trägers, die sich jeweils bei zunehmender und in derselben Belastungsrichtung wirkenden Last einstellen, ausreichend gering gewählt ist, sodass bei jeweils zunehmenden Lastinkrementen das jeweils anfängliche, lagerseitige und vom Stützbereich beabstandete Biegekurveninkrement der in Belastungsrichtung gesehen äußersten Kontur des Trägers in Anlage mit dem Stützbereich gerät. Anspruch 6 schlägt vor, dass der Querschnitt des Stützbereiches des jeweiligen Innenlagers um die Längsachse des eingespannten Trägers dieselbe Symmetrie aufweist wie der Träger selbst.

Gemäß Anspruch 7 und Anspruch 8 ist es vorteilhaft, wenn der Träger im hülsenförmigen Außen- bzw. Innenlager formschlüssig



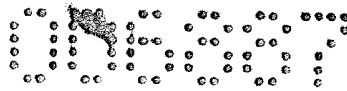
gehalten ist, und insbesondere keine Schweiß-, Klebe- oder Kittstellen aufweist. Dabei wird man ein eventuell notwendiges Spiel für Temperaturänderungen berücksichtigen.

Gemäß Anspruch 9 weist der zumindest eine stabförmige Träger einen kreisförmigen Querschnitt auf. Da es aber vermieden werden soll, dass sich der Träger im Außenlager verdrehen kann, ist es in diesem Fall gemäß Anspruch 10 vorteilhaft, wenn der Träger über einen Teilbereich seines eingespannten Bereiches einen von der Kreisform abweichenden Querschnitt aufweist. Anspruch 11 sieht etwa vor, dass der von der Kreisform abweichende Querschnitt durch einen ebenen Anschliff im Umfangsbereich des Trägers verwirklicht wird.

Anspruch 12 und 13 schlagen vor, dass der Stützbereich des hülsenförmigen Außen- bzw. Innenlagers eine Beschichtung aus einem plastisch verformbaren Material aufweist. Bei dem plastisch verformbaren Material kann es sich gemäß Anspruch 14 und 14 etwa um ungehärteten und rostfreien Stahl, Messing, oder Bronze handeln.

Gemäß Anspruch 15 kann auch vorgesehen sein, dass ein hülsen- oder ringförmiger Reiter vorgesehen ist, der mit Spiel am Träger geführt ist. Der massive Reiter kann etwa aus Keramik oder Metall gefertigt sein, und nimmt durch das Spiel auftretende Schwingungsenergie in unterschiedlichen Positionen auf, was ebenfalls das Auftreten von Resonanzen unterbindet.

Anspruch 16 bezieht sich schließlich auf ein Filteranordnung, bei der die an dem stabförmigen Träger befestigte Elektrode den Träger hülsenförmig umgibt, und an ihrem dem Austrittspunkt des Abgasstromes aus der Elektrodenanordnung zugewandten Ende mit Öffnungen versehen ist. Diese Öffnungen ermöglichen eine Gasströmung aus dem rückwärtigen Hohlraum der Elektrodenanordnung und verhindern ein Einströmen der aufgeladenen Russpartikel von hinten über den Träger, da sich dort eintretende Russpartikel bevorzugt durch Dipolkräfte ablagern.



Eine Ausführungsform der Erfindung wird im Folgenden anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigen die

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines an seinem linken Ende in einem herkömmlichen Außenlager formschlüssig eingespannten Trägers mit dem Durchmesser D in einem ungebogenen Zustand (gerade Linien) und einem gebogenen Zustand (gebogene Linien), wobei das die Biegung hervorruufende Moment F_1 immer an der gleichen Stelle in das Lager abgeleitet wird,

Fig. 2 die Situation von Fig. 1 bei erfindungsgemäß verlängertem Außenlager mit sich aufweitendem Querschnitt, wobei sich der Angriffspunkt des Momentes F_1 am Träger um die Distanz a verschiebt und an der Stelle F_2 in das Lager abgeleitet wird, sodass sich der Lastarm um die Distanz a verkürzt und die Auslenkung des Trägers gleichzeitig abnimmt,

Fig. 3 die Situation von Fig. 2 bei zunehmender Last bzw. zunehmendem Moment am Träger auf F_2 , wobei sich der Angriffspunkt des Momentes F_2 am Träger um die Distanz b verschiebt und in F_3 abgeleitet wird, sodass sich der Lastarm um die zunehmende Distanz b verkürzt und die Auslenkung des Trägers weiter abnimmt,

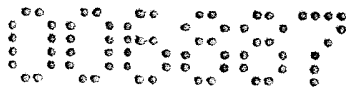
Fig. 4 eine Darstellung eines plasmaregenerierten Russfilters, der aus einer Entladungseinheit, in der die Russpartikel einem elektrischen Feld ausgesetzt werden, und einer Abscheideeinheit, in der die Russpartikel in einem keramischen Wabenkörper abgeschieden werden, besteht,

Fig. 5 einen Längsschnitt durch die Entladungseinheit gemäß Fig. 4, in der die auf Hochspannung stehende Sprühelektrode von einer auf Masse liegenden Gegenelektrode durch Stäbe aus Keramik elektrisch isoliert aufgehängt ist, wobei auch ein Detailausschnitt von Fig. 5, die die Ausführung der Außenlager zeigt, hinzugefügt ist, und die

Fig. 6 einen Querschnitt durch die Entladeeinheit gemäß Fig. 5.

Die Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines an seinem linken Ende in einem Lager 6' herkömmlicher Ausführung formschlüssig eingespannten Trägers 5 mit einem kreisförmigen Querschnitt und dem Durchmesser D. Das Lager 6' ist hülsenförmig ausgeführt, wobei im Einspannbereich 9 des Lagers 6' der innere Querschnitt des hülsenförmigen Lagers 6' dem Querschnitt des Trägers 5 im Wesentlichen entspricht. Im unbelasteten Zustand weist der Träger 5 keine Biegung auf, was durch die geradlinig nach rechts verlaufenden Linien in der Fig. 1 angedeutet ist. Dabei hat der Träger 5 eine Längsachse L. Dabei ist zu bemerken, dass der Träger 5 so dimensioniert sein wird, dass die durch eine Elektrode 3 (in der Fig. 1 nicht ersichtlich) gegebene Last keine nennenswerte Biegung des Trägers 5 hervorruft. Stärkere Biegungen des Trägers 5 werden erst durch zusätzliche Belastungen verursacht, wie sie durch den Abgasstrom oder durch äußere Erschütterungen der Filteranordnung gegeben sind. In diesen Fällen beginnt sich der Träger 5 unter Einwirkung einer Last durchzubiegen (siehe gebogene Linien in der Fig. 1, die zur Übersichtlichkeit überhöht dargestellt sind). Eine Biegung eines Trägers 5 wird in der Regel durch eine Biegelinie dargestellt, die in der neutralen Fläche des gebogenen Trägers 5 liegt, also in jener Fläche, in der die Zug- und Druckkräfte verschwinden. Bei zunehmender und jeweils in derselben Belastungsrichtung wirkenden Last stellen sich unterschiedliche und in einer Ebene liegende Biegelinien ein, wobei im Folgenden stets von elastischen Verformungen des Trägers 5 ausgegangen wird. Für jede Biegung kann ferner die in Belastungsrichtung B gesehen äußerste Kontur 8 des Trägers 5 identifiziert werden. In der Fig. 1 wirkt dabei die Last von oben nach unten auf den Träger 5, sodass die Belastungsrichtung B nach unten orientiert ist.

Das die Durchbiegung des Trägers 5 hervorruufende Moment F_1 wird dabei bei einem Lager 6' herkömmlicher Ausführung immer an der gleichen Stelle in das Lager 6' abgeleitet, unabhängig vom Ausmaß der Biegung.



Die Fig. 2 stellt im Gegensatz dazu ein erfindungsgemäßes Lager 6 dar, bei dem sich am Einspannbereich 9 des Lagers 6 in axialer Richtung ein Stützbereich 7 anschließt, wobei der innere Querschnitt des Stützbereiches 7 in Richtung des Einspannbereiches 9 stetig in den inneren Querschnitt des Einspannbereiches 9 übergeht, und sich in entgegen gesetzter Richtung in axialer Richtung aufweitet. Der Stützbereich 7 stellt somit einen trompetenförmigen Teil dar, um den der Einspannbereich 9 des Lagers 6 verlängert ist.

Dabei wird es vorteilhaft sein, wenn die Krümmung der Schnittlinie der Innenfläche des Stützbereiches 7 mit der Ebene der Biegelinien des Trägers 5, also jener Kurve, die in der Fig. 2 als Kontur des Stützbereiches 7 erscheint, ausreichend gering gewählt ist, sodass bei jeweils zunehmenden Lastinkrementen das jeweils anfängliche, lagerseitige und vom Stützbereich 7 beabstandete Biegekurveninkrement der in Belastungsrichtung B gesehen äußersten Kontur 8 des Trägers 5 in Anlage mit dem Stützbereich 7 gerät. Wird etwa ein zunächst unbelasteter Träger 5 mit einem Lastinkrement belastet, so wird sich der Träger 5 geringfügig um den Angriffspunkt des Moments F_1 biegen, insbesondere auch die äußerste Kontur 8 des Trägers 5. Das erste Teilstück der Biegekurve dieser äußersten Kontur 8 vom Angriffspunkt des Moments F_1 wird als Biegekurveninkrement bezeichnet. Die Aufweitung des Querschnitts des Stützbereiches 7 ist nun so zu wählen, dass sich das Biegekurveninkrement am Stützbereich 7 abstützt, also in Anlage mit dem Stützbereich 7 gerät. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn sich der trompetenförmige Stützbereich 7 schwächer öffnet, als es dem Verlauf des Biegekurveninkrements entsprechen würde, da in diesem Fall eine bessere Stützwirkung erreicht wird. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass sich die Elastizität des Trägers 5 im Laufe des Betriebs auch verringern kann, etwa durch tiefe Temperaturen oder durch Materialalterung.

Der Angriffspunkt des Momentes F_1 am Träger 5 verschiebt sich daher bei einem erfindungsgemäßen Lager 6 um die Distanz a und wird an der Stelle F_2 in das Lager 6 abgeleitet, wobei sich der

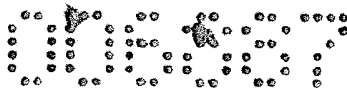


Lastarm um die Distanz a verkürzt und die Auslenkung des Trägers 5 gleichzeitig abnimmt. Wie bereits erwähnt wurde, ist es vorteilhaft, wenn sich der Stützbereich 7 in Richtung seiner Öffnung hinreichend langsam von dem Träger 5 entfernt, damit es schon bei kleinen Schwingungsamplituden des Trägers 5 zu einer Verlagerung des Angriffspunktes des Momentes F_2 am Träger 5 und am trompetenförmigen Stützbereich 7 kommt.

Wird nun der Träger 5 mit einem weiteren Lastinkrement belastet, so wird sich der Träger 5 geringfügig um den neuen Angriffspunkt des Moments F_2 biegen, insbesondere auch die äußerste Kontur 8 des Trägers 5. Das erste Teilstück der Biegekurve dieser äußersten Kontur 8 vom Angriffspunkt des Moments F_2 wird wiederum als Biegekurveninkrement bezeichnet, und ist vor dem weiteren Lastinkrement zunächst noch vom Stützbereich 7 beabstandet, gerät aber nach Einsetzen des weiteren Lastinkrements ebenfalls in Anlage mit dem Stützbereich 7. Die Aufweitung des Querschnitts des Stützbereiches 7 ist nun auch in diesem Bereich so zu wählen, dass sich das Biegekurveninkrement auch tatsächlich am Stützbereich 7 abstützt.

Wie in der Fig. 3 gezeigt ist, erhöht sich unter höherer Last das Moment am Träger auf F_2 , der Angriffspunkt des Momentes F_2 am Träger 5 verschiebt sich um die Distanz b , und wird in F_3 abgeleitet, wobei sich der Lastarm um die zunehmende Distanz b verkürzt und die Auslenkung des Trägers 5 weiter abnimmt.

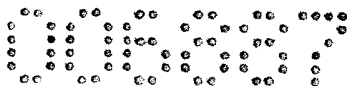
Durch ein erfindungsgemäßes Lager 6 wird somit erreicht, dass bei jeder Durchbiegung des Trägers 5 die lastseitige Einleitung der Kraft in den Träger 5, durch die das Drehmoment am Lager 6 aufgefangen wird, durch den sich nach außen langsam öffnenden Stützbereich 7 in Richtung Last verschoben wird, die Aufhängung des schwingungsfähigen Systems dadurch kürzer wird, und deren Resonanzfrequenz sich daher mit zunehmender Auslenkung verstellt. Mit anderen Worten verschiebt sich bei kontinuierlich zunehmender Last der Einleitpunkt der Kraft kontinuierlich in Richtung der Last.



Eine Vorrichtung dieser Art zeichnet sich durch eine ganze Reihe weiterer Vorteile aus:

-) Durch die Verschiebung der Einleitung der Kraft am Träger 5 je nach seiner Auslenkung werden Ermüdungsbrüche des Trägers 5 vermieden, da es zu einer Verteilung der Schwingungsbelastungen über einen weiten Bereich des Trägers 5 kommt.
-) Bei der Zunahme der Last wird die Krafteinleitung am Träger 5 in Richtung Last verschoben; der Lastarm wird kleiner, es kommt zu einer Versteifung der Aufhängung und die Einleitung eines Gewaltbruches wird reduziert.
-) Durch die Verschiebung der Krafteinleitung am Träger 5 je nach seiner Auslenkung kommt es bei Schwingungen zu einer starken Dämpfung, da sich nicht nur die Schwingungsfrequenz mit der Auslenkung verändert, sondern sich die gesamte Aufhängung bei größerer Auslenkung versteift.
-) Durch die Zunahme der Schwingungsamplitude im Resonanzfall verschiebt sich der Aufpunkt der Last am Träger 5, was zu einer Verstimmung der Resonanz führt; daher ist eine resonante Anregung nur dann möglich, wenn die Anregung durch ein weißes Frequenzspektrum erfolgt, also alle anregenden Frequenzen mit gleicher Intensität vorhanden sind.

Insbesondere muss darauf geachtet werden, dass sich erfindungsgemäß der trompetenförmige Stützbereich 7 der Aufhängung im Ruhezustand dem Träger 5 tangential nähert, also der innere Querschnitt des Stützbereiches 7 in Richtung des Einspannbereiches 9 stetig in den inneren Querschnitt des Einspannbereiches 9 übergeht, sodass sich bei steigender Belastung der Aufpunkt der Last kontinuierlich in Richtung Last bewegt. Die Kurve der trompetenförmigen Öffnung des Stützbereiches 7, die die oben beschriebenen Vorgänge am besten umsetzt, wird sowohl durch die mechanischen Eigenschaften des Trägerwerkstoffes, als auch durch die auftretenden statischen und dynamischen Belastungen des Trägers 5 vorgegeben. Falls der



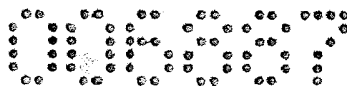
Träger 5 etwa ein Stab mit kreisförmigem Querschnitt ist, wird es in der Regel ein entsprechender Drehkörper um die Achse L des Stabes sein.

Wichtig für die optimale Funktion des beschriebenen Lagers 6 ist es, dass der Träger 5 im Lager 6 bis auf die Fertigungstoleranzen und das notwendige Spiel für Temperaturänderungen formschlüssig gehalten ist, aber nicht eingeschweißt, geklebt oder gekittet wird. Hierzu kann etwa der Träger 5 bei der Montage in das auf 700°C bis 800°C angelassene Lager 6 eingesetzt werden.

Natürlich kann eine Lagerung mithilfe eines Lagers 6 mit trompetenförmigem Stützbereich 7 auf beiden Seiten des Trägers 5 angewendet werden, da es dann zu einer noch deutlicheren Dämpfung gegenüber Schwingungen und zu einer höheren Versteifung bei Belastungen kommt. Außerdem lässt sich die Dämpfung erfindungsgemäß noch weiter durch eine geeignete Materialwahl der Innenfläche des Stützbereiches 7 erhöhen, die durch plastische Verformbarkeit beim Abrollen der Träger 5 Energie aufnimmt. Hierzu kann etwa ungehärteter und rostfreier Stahl, Messing, oder Bronze verwendet werden.

Die Kurve, nach der sich der Stützbereich 7 zu der Last hin öffnet, kann je nach technischer Problemstellung eine konstante, eine progressiv zunehmende, oder auch eine abnehmende Krümmung aufweisen. Allerdings muss in vorteilhafter Weise sichergestellt werden, dass sich die Öffnung des trompetenförmigen Stützbereichs 7 des Lagers 6 nach jedem Punkt der Krafteinleitung F1, F2, F3 (Fig.1 bis Fig.3) schwächer aufweitet, als es der Biegekurve der äußersten Kontur 8 für weiter zunehmende Belastungen entspricht.

Die Form des Stützbereiches 7 wird so bestimmt, dass die Krümmung der Schnittlinie der Innenfläche des Stützbereiches 7 mit der entsprechenden Ebene der Biegelinien des Trägers 5 ausreichend gering gewählt ist, sodass bei jeweils zunehmenden Lastinkrementen das jeweils anfängliche, lagerseitige und vom

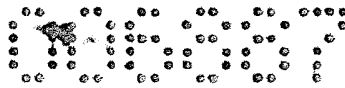


Stützbereich 7 beabstandete Biegekurveninkrement der in Belastungsrichtung B gesehen äußersten Kontur 8 des Trägers 5 in Anlage mit dem Stützbereich 7 gerät. Experimentell kann dieser trompetenförmige Verlauf bestimmt werden, indem etwa bei fester Einspannung des Trägers 5 seine in allen Richtungen gleichmäßig oder nach einem vorgegebenen Lastkollektiv vorgenommenen Auslenkungen punktweise mit steigender Belastung gemessen, oder durch Wachs- oder Tonstücke abgenommen werden, die am Lager 6 festgehalten sind.

Weist der Träger 5 einen Querschnitt auf, der über seine Länge nicht konstant ist und/oder von der Stabform abweicht, so kann der trompetenförmige Verlauf des Stützbereiches 7 so bestimmt werden, dass sich der trompetenförmige Verlauf als Einhüllende aller schrittweise mit steigender Belastung näher der Last aufgenommener Auslenkungspunkte des Trägers darstellt.

Besondere Vorteile besitzt eine solche Aufhängung, wenn der Träger 5 aus Gründen der elektrischen Isolation der Last aus Keramik oder einem anderen zum Spröbruch neigenden Werkstoff gefertigt werden muss, wie dies etwa bei der Sprühelektrode 3 einer Filteranordnung, wie sie im Folgenden beschrieben wird, notwendig ist. Die Fig. 4 zeigt hierfür eine Darstellung einer Ausführungsform eines plasmaregenerierten Russfilters, der aus einer Entladungseinheit 1, in der die Russpartikel elektrisch aufgeladen werden, und einer Abscheideeinheit 2, in der die aufgeladenen Partikel in einem keramischen Wabenkörper abgeschieden werden, besteht.

In der Fig. 5 ist ein Längsschnitt durch die Entladungseinheit 1 dargestellt, in der die auf Hochspannung stehende Sprühelektrode 3 von der auf Masse liegende Gegenelektrode 4 durch zwei stabförmige Träger 5 aus Keramik elektrisch isoliert aufgehängt ist. Die jeweils der Elektrode 3 abgewandten Enden 5a der beiden Träger 5 sind dabei in hülsenförmigen Außenlagern 6a gehalten, und die der Elektrode 3 zugewandten Enden 5b der Träger 5 in den hülsenförmigen Innenlagern 6b. Die keramischen Träger 5 müssen einerseits sehr dünn sein, um auf ihrer mit Russ verunreinigten



Oberfläche nicht zuviel Leakagestrom zu verursachen, aber andererseits hinreichend stabil gegen Schwingungen und Stöße, wie sie im Fahrbetrieb eines Autos unvermeidlich sind.

Insbesondere dürfen die keramischen Träger 5 im jahrelangen Betrieb keine Ermüdungsbrüche bekommen, und müssen bei starken Stößen durch schlechte Straßen eine hohe Auslenkung der Sprühelektrode 3 vermeiden, da sonst die Entladungsstrecke zwischen Sprühelektrode 3 und Gegenelektrode 4 lokal zu stark verringert wird, was elektrische Überschläge auslösen würde. Alle diese Probleme wurden erfindungsgemäß durch Lager 6 mit trompetenförmigen Stützbereichen 7 gelöst, in denen die Träger 5 eingespannt sind.

Die trompetenförmigen Stützbereiche 7 der Lager 6 sind im Detailausschnitt zur Fig. 5 übertrieben dargestellt. Der Stützbereich 7 wird sich in Richtung zur Last hinreichend langsam öffnen, um schon bei kleinen Auslenkungen oder Schwingungsamplituden eine Verlagerung des Angriffspunktes des Momentes F_2 (siehe Fig. 2) am keramischen Träger 5 und am trompetenförmigen Stützbereich 7 zu erreichen. Diese trompetenförmigen Stützbereiche 7 werden vorzugsweise durch Formpressen hergestellt und nach ihrer Bearbeitung und vor dem Zusammenstecken mit den kalten Trägern 5 auf etwa 700°C bis 800°C angelassen, um bis zu der maximalen Betriebstemperatur der Filteranordnung von etwa 650°C eine hinreichende Formschlüssigkeit zwischen Träger und Lager zu bekommen. In der Fig. 6 ist ein Querschnitt durch die Entladungseinheit 1 gemäß der Fig. 5 gezeigt, in der insbesondere die konzentrische Anordnung der Sprühelektrode 3 und der Gegenelektrode 4 ersichtlich ist.

Durch eine erfindungsgemäße Ausgestaltung der Lager 6 können Ermüdungsbrüche kaum mehr stattfinden, da sich die Einleitung der Kraft am keramischen Träger 5 fortwährend verschiebt, und resonant angeregte Schwingungen durch die sich ändernde Schwingungsamplitude sofort zu einer Verstimmung der Resonanzfrequenz führen. Gewaltbrüche bei extremen Auslenkungen



werden durch eine Reduktion des Lastarmes und dem damit inhärenten Abbau der Kraft an der Einspannung des Trägers 6 ebenfalls vermieden.

Besonders sinnvoll ist es, wenn sich auch auf der Seite der Sprühelektrode 3 das Innenlager 6b um den eingespannten Träger 5 gegen das feste Außenlager 6a hin trompetenförmig öffnet, da es dann zu einer noch deutlicheren Dämpfung gegenüber Schwingungen und zu einer höheren Versteifung bei Belastungen kommt.

In weiteren Ausführungsformen kann der Träger 5 ein elliptischer oder auch ein mehrkantiger keramischer Stab, vorzugsweise mit vier- oder sechseckigem Querschnitt aus z.B. gebranntem Aluminiumoxid, sein, da ein Drehen der Sprühelektrode 3 um ihre Achse während des Betriebes aus vielerlei Gründen unerwünscht ist. In diesem Fall muss auch der trompetenförmige Stützbereich 7 des Lagers 6 einen dem Querschnitt des Trägers 5 entsprechenden, inneren Querschnitt aufweisen. In anderen Worten muss der innere Querschnitt des Stützbereiches 7 um die Längsachse L des eingespannten Trägers 5 dieselbe Symmetrie aufweisen wie der Träger 5 selbst.

Zur weiteren Störung etwa auftretender Resonanzen ist es außerdem vorteilhaft, auf dem Träger 5 jeweils einen hülsen- oder ringförmigen Reiter laufen zu lassen, der mit Spiel am Träger 5 geführt ist. Der massive Reiter kann etwa aus Keramik oder Metall gefertigt sein, und nimmt durch das Spiel auftretende Schwingungsenergie in unterschiedlichen Positionen auf. Außerdem trägt er auch zur Erhöhung der Zeitstandsfestigkeit der keramischen Isolationsstrecke bei, da er durch die Beschleunigungen und Verzögerungen, denen das Fahrzeug während seines Betriebes ausgesetzt ist, den sich auf den stabförmigen Trägern 5 absetzenden Ruß durch seine Bewegung abschabt.

Bei einer hier beschriebenen Filteranordnung, bei der die an dem stabförmigen Träger 5 befestigte Elektrode 3 den Träger 5 hülsenförmig umgibt, ist es außerdem vorteilhaft, wenn die



Elektrode 3 an ihrem dem Austrittspunkt des Abgasstromes aus der Elektrodenanordnung zugewandten Ende mit Öffnungen versehen ist. Diese Öffnungen ermöglichen eine Gasströmung aus dem rückwärtigen Hohlraum der Elektrodenanordnung und verhindern ein Einströmen der aufgeladenen Russpartikel von hinten über den Träger 5, da sich dort eintretende Russpartikel bevorzugt durch Dipolkräfte auf dem Isolator ablagern.

Mithilfe der Erfindung wird somit eine Filteranordnung mit einer Elektrodenaufhängung 1 verwirklicht, bei der die Wahrscheinlichkeit von Ermüdungs- und Sprödb Brüchen der stabförmigen Träger 5, sowie resonanter Schwingungsanregungen verringert ist.



Patentansprüche:

1. Filteranordnung zum Abscheiden von Russpartikel aus einem Abgasstrom, die zumindest eine vom Abgasstrom durchströmte Elektrodenanordnung (1) zur Aufladung der Russpartikel und deren Anreicherung mit Sauerstoffionen, die mithilfe eines nachfolgenden, elektrischen Feldes oder rein mechanisch aus dem Abgasstrom, entfernt werden, umfasst, und die Elektrodenanordnung (1) zumindest eine Elektrode (3) aufweist, die an einem stabförmigen Träger (5) befestigt ist, wobei das der Elektrode (3) abgewandte Ende (5a) des zumindest einen Trägers (5) in einem hülsenförmigen Außenlager (6a) entlang eines Einspannbereiches (9) eingespannt ist, und im Einspannbereich (9) des zumindest einen Trägers (5) der innere Querschnitt des hülsenförmigen Außenlagers (6a) dem Querschnitt des Trägers (5) im wesentlichen entspricht, **dadurch gekennzeichnet**, dass am Einspannbereich (9) in axialer Richtung ein Stützbereich (7) anschließt, wobei der innere Querschnitt des Stützbereiches (7) in Richtung des Einspannbereiches (9) stetig in den inneren Querschnitt des Einspannbereiches (9) übergeht, und sich in entgegengesetzter Richtung in axialer Richtung aufweitet.
2. Filteranordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Krümmung der Schnittlinie der Innenfläche des Stützbereiches (7) mit einer Ebene von Biegelinien des Trägers (5), die sich jeweils bei zunehmender und in derselben Belastungsrichtung (B) wirkenden Last einstellen, ausreichend gering gewählt ist, sodass bei jeweils zunehmenden Lastinkrementen das jeweils anfängliche, lagerseitige und vom Stützbereich (7) beabstandete Biegekurveninkrement der in Belastungsrichtung (B) gesehen äußersten Kontur (8) des Trägers (5) in Anlage mit dem Stützbereich (7) gerät.



3. Filteranordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der innere Querschnitt des Stützbereiches (7) um die Längsachse (L) des eingespannten Trägers (5) dieselbe Symmetrie aufweist wie der Träger (5) selbst.
4. Filteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei Träger (5) vorgesehen sind, und die an ihnen befestigte Elektrode (3) mit zwei hülsenförmigen Innenlagern (6b) versehen ist, in das jeweils ein der Elektrode (3) zugewandtes Ende (5b) des jeweiligen Trägers (5) entlang eines Einspannbereiches (9) eingespannt ist, und deren innerer Querschnitt dem Querschnitt des jeweiligen Trägers (5) im Einspannbereich (9) im wesentlichen entspricht, wobei sich am Einspannbereich (9) in axialer Richtung jeweils ein Stützbereich (7) anschließt, wobei der innere Querschnitt des Stützbereiches (7) in Richtung des Einspannbereiches (9) stetig in den inneren Querschnitt des Einspannbereiches (9) übergeht, und sich in entgegengesetzter Richtung in axialer Richtung aufweitet.
5. Filteranordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Krümmung der Schnittlinie der Innenfläche des Stützbereiches (7) des jeweiligen Innenlagers (6b) mit einer Ebene von Biegelinien des Trägers (5), die sich jeweils bei zunehmender und in derselben Belastungsrichtung (B) wirkenden Last einstellen, ausreichend gering gewählt ist, sodass bei jeweils zunehmenden Lastinkrementen das jeweils anfängliche, lagerseitige und vom Stützbereich (7) beabstandete Biegekurveninkrement der in Belastungsrichtung (B) gesehen äußersten Kontur (8) des Trägers (5) in Anlage mit dem Stützbereich (7) gerät.
6. Filteranordnung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Querschnitt des Stützbereiches (7) des jeweiligen Innenlagers (6b) um die Längsachse (L)



des eingespannten Trägers (5) dieselbe Symmetrie aufweist wie der Träger (5) selbst.

7. Filteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger (5) im hülsenförmigen Außenlager (6a) formschlüssig gehalten ist.
8. Filteranordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger (5) im hülsenförmigen Innenlager (6b) formschlüssig gehalten ist.
9. Filteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine stabförmige Träger (5) einen kreisförmigen Querschnitt aufweist.
10. Filteranordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger (5) über einen Teilbereich seines eingespannten Bereiches einen von der Kreisform abweichenden Querschnitt aufweist.
11. Filteranordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der von der Kreisform abweichende Querschnitt durch einen ebenen Anschliff im Umfangsbereich des Trägers (5) verwirklicht wird.
12. Filteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Stützbereich (7) des hülsenförmigen Außenlagers (6a) eine Beschichtung aus einem plastisch verformbaren Material aufweist.
13. Filteranordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Stützbereich (7) der hülsenförmigen Innenlager (6b) eine Beschichtung aus einem plastisch verformbaren Material aufweist.
14. Filteranordnung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem plastisch



verformbaren Material um ungehärteten und rostfreien Stahl, Messing, oder Bronze handelt.

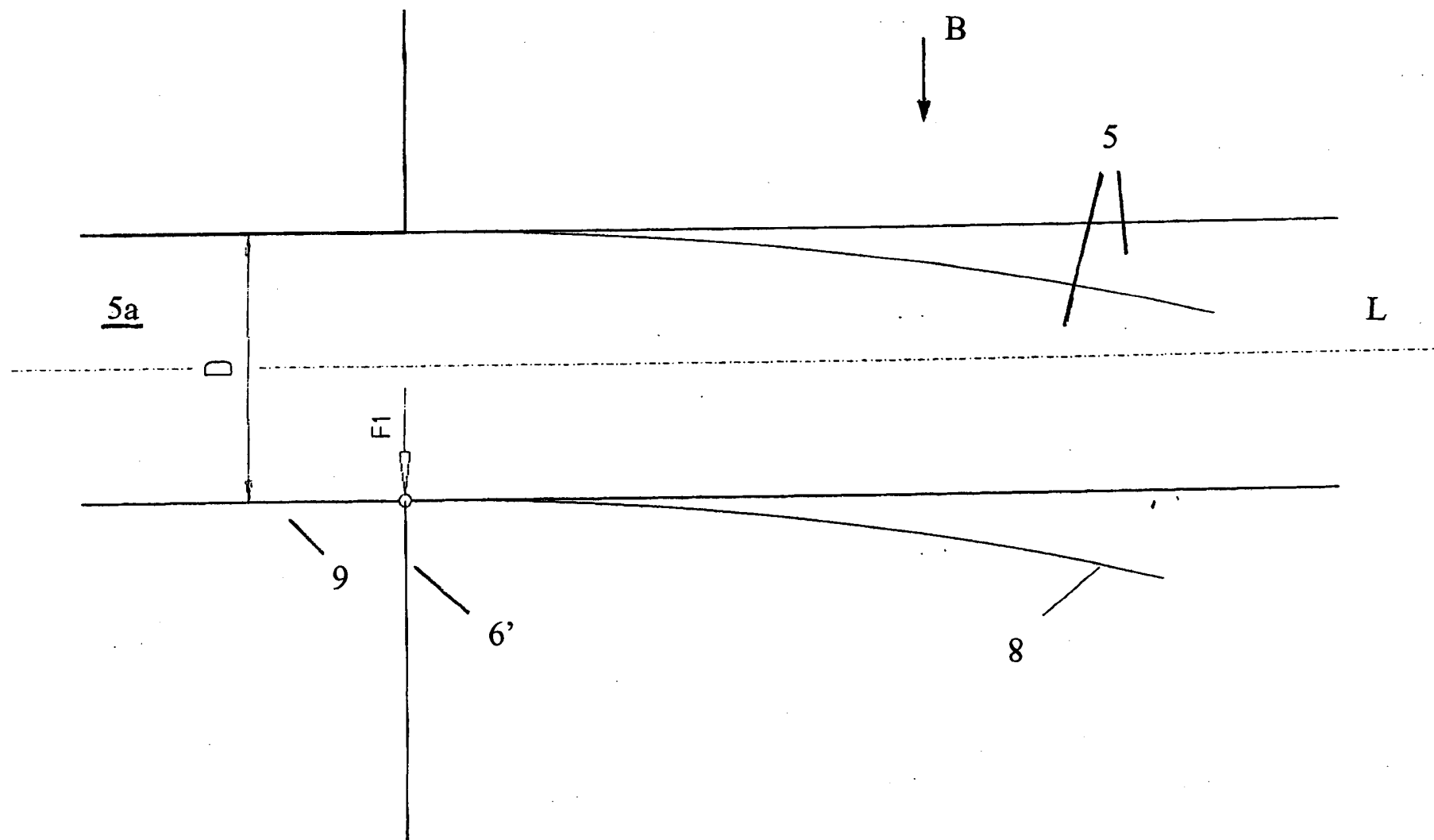
15. Filteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein hülsen- oder ringförmiger Reiter vorgesehen ist, der mit Spiel am Träger (5) geführt ist.
16. Filteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die an dem stabförmigen Träger (5) befestigte Elektrode (3) den Träger (5) hülsenförmig umgibt, und an ihrem dem Austrittspunkt des Abgasstromes aus der Elektrodenanordnung zugewandten Ende mit Öffnungen versehen ist.

Wien, am 29.06.2006

Die Patentanwälte

P. Kliment, P. Henhapel

Fig. 1



3300

Fig. 2

5a

5

7

8

9

F1

F2

6

2/6

Fig. 3

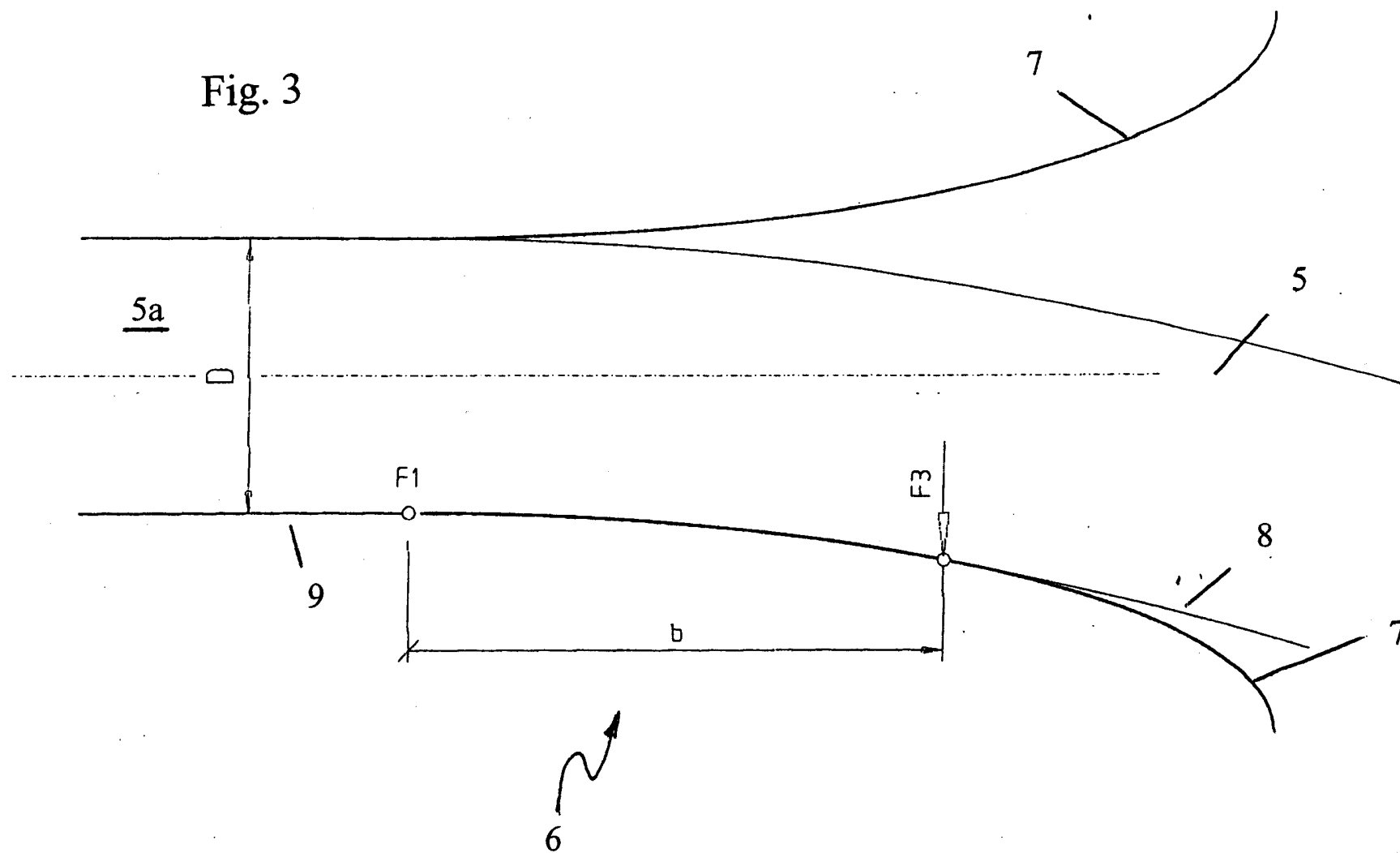


Fig. 4

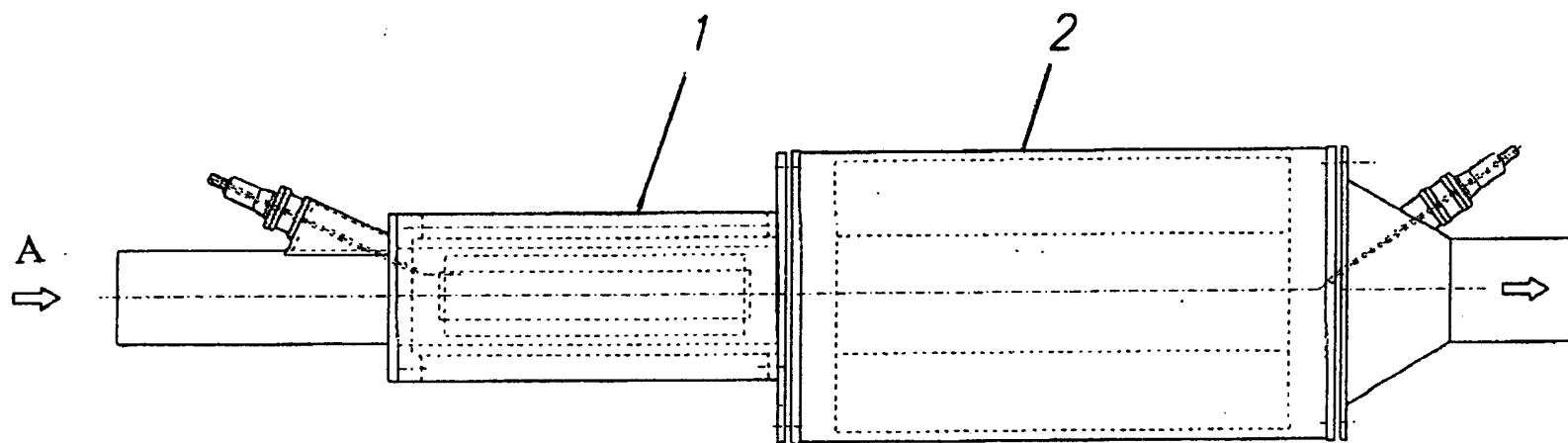


Fig. 5

