

(19)



(11)

EP 2 659 821 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

06.11.2013 Patentblatt 2013/45

(51) Int Cl.:

A47L 9/16 (2006.01)(21) Anmeldenummer: **13165294.3**(22) Anmeldetag: **25.04.2013**

(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: **BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH****81739 München (DE)**

(72) Erfinder:

- **Schmitt, Florian**
97702 Münnerstadt (DE)

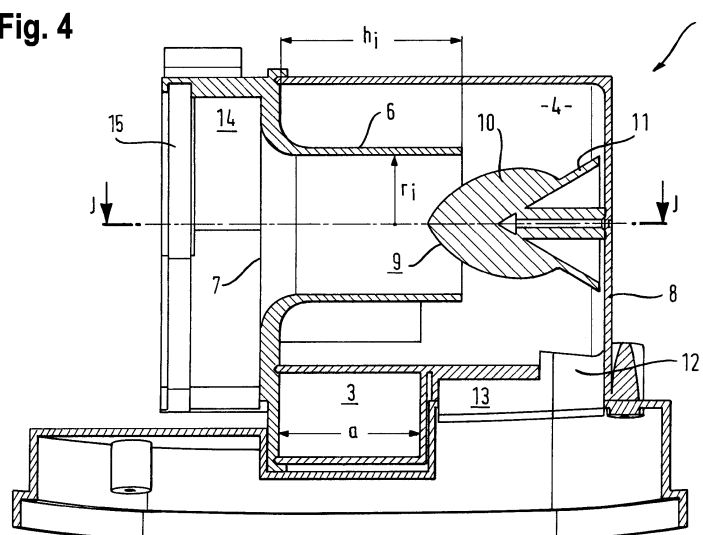
- **Seith, Thomas**
97616 Bad Neustadt (DE)

(30) Priorität: **03.05.2012 DE 102012207351****(54) Dimensionen eines Wirbelrohrabscheiders**

(57) Wirbelrohrabscheider mit einem Innenradius r_a , wobei der Wirbelrohrabscheider ein Tauchrohr mit dem Innenradius r_i , der Querschnittsfläche F_i und der Höhe h_i aufweist und wobei gilt $r_a = S_{ra} \cdot r_i$ und wobei S_{ra} mindestens 1,6 und höchstens 2,4 beträgt. Dabei ist S_{hi} mindestens 0,5 und höchstens 7. Zudem weist der Wirbelrohrabscheider eine Einlauföffnung auf, die eine Querschnittsfläche F_e , eine Einlaufhöhe a und eine Einlaufbreite b aufweist, wobei gilt $b = S_b \cdot r_a$, $a = r_i^2 \times S_a \times \pi / b$ und $F_e = S_f \times F_i$. Dabei beträgt S_b mindestens 0,42 und höchstens 0,6. S_a ist mindestens 0,2 und höchstens 0,65. S_f ist mindestens 0,2 und höchstens 0,9.

Die Erfinder haben in Simulationen und Experimenten herausgefunden, dass durch die gewählten Parame-

ter ein Wirbelrohrabscheider bereitgestellt werden kann, der einen geringeren Druckverlust aufweisen kann und bei gleichbleibender oder sogar verbesserter Staubabscheidung einen Gebläsemotor mit einer geringeren Leistungsaufnahme benötigt. Die Verbesserungen des erfindungsgemäßen Wirbelrohrabscheiders können dabei in der Produktion zu geringeren Kosten führen. Zugleich kann ein Wirbelrohrabscheider, der die erfindungsgemäßen Verbesserungen aufweist, ein geringeres Geräusch aufweisen. Die erfindungsgemäßen Parameter können eine Konstruktionshilfe beim Entwurf eines Wirbelrohrabscheiders darstellen. Damit ist eine einfachere und schnellere Grobauslegung beim Entwerfen eines Wirbelrohrabscheiders möglich.

Fig. 4**EP 2 659 821 A2**

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wirbelrohrabscheider mit einem Innenradius r_a , wobei der Wirbelrohrabscheider ein Tauchrohr mit dem Innenradius r_i aufweist und wobei gilt

$$r_a = S_{ra} \times r_i.$$

Hintergrund der Erfindung

[0002] Aus der Praxis sind Wirbelrohrabscheider bekannt, die zum Beispiel in Staubsaugern eingesetzt werden. In solch einem Wirbelrohrabscheider tritt staubbeladene Luft an einem Ende durch eine Einlauföffnung in den Innenraum des Wirbelrohrabscheiders ein. Die Luft bewegt sich dann schraubenförmig zu dem anderen Ende des Wirbelrohrabscheiders. Dort kann der Staubanteil der Luft auf Grund der Zentrifugalkraft durch eine Staubauswurföffnung aus dem Wirbelrohrabscheider austreten. Sodann bewegt sich die Luft im Innenraum des Wirbelrohrabscheiders wieder in Richtung des einen Endes und tritt durch ein Tauchrohr, das in eine Luftauslassöffnung führt, aus dem Wirbelrohrabscheider aus.

[0003] Die Offenlegungsschrift DE 102005056921 A1 offenbart einen Fliehkraftabscheider für einen Staubsauger. Der Fliehkraftabscheider weist einen Lufteintritt für die staubbeladene Luft, ein Wirbelrohr zum Abscheiden des Staubes aus der in eine Drehbewegung versetzbaren Luft und einen Luftauslass für gereinigte Luft auf. Der Fliehkraftabscheider weist eine weitere Öffnung auf, welche mit einem lösbaren Deckel verschlossen ist, wobei die Wand des Fliehkraftabscheiders oder eine Aufnahmewand und die Wand des Deckels ineinander greifen.

[0004] In der Offenlegungsschrift DE 1507853 wird ein nach dem Drehströmungsprinzip arbeitender Schmutzabscheider beschrieben, der eine zylindrische Strömungskammer aufweist, in die tangential zur Kammerwand gerichtet und gegen den Kammerboden geneigt wenigstens eine Ansaugdüse einmündet und an deren bodenferner Stirnwand zentrisch ein Absaugkanal angeordnet ist, wobei in der Strömungskammer eine scheibenförmige Blende angeordnet ist, die die Strömungskammer in zwei miteinander in Verbindung stehende Räume teilt.

Der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen verbesserten Wirbelrohrabscheider bereitzustellen. Insbesondere soll ein Staubsauger, der mit einem solchen Wirbelrohrabscheider ausgestattet ist, eine geringere Leistungsaufnahme und ein geringeres Geräusch bei gleichbleibender oder verbesserter Staubabscheide-

leistung aufweisen.

Erfindungsgemäße Lösung

[0006] Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt erfindungsgemäß durch einen Wirbelrohrabscheider mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche 1, 6, 10, 13 und/oder 15. Ferner wird die erfindungsgemäße Aufgabe durch den Staubsauger aus Anspruch 19 und die Verwendung des Wirbelrohrabscheiders in einem Staubsauger gelöst, wie in Anspruch 20 formuliert.

[0007] Ein Wirbelrohrabscheider besteht aus einer ersten und einer gegenüberliegenden zweiten Stirnfläche, die durch eine oder mehrere Seitenwände verbunden sind. Die Stirnflächen und die Seitenwand beziehungsweise Seitenwände umschließen den Innenraum des Wirbelrohrabscheiders. Der Wirbelrohrabscheider weist vorzugsweise eine Einlauföffnung auf, durch die Luft in seinen Innenraum strömen kann. Die bevorzugte Einlauföffnung befindet sich in einer Seitenwand, vorzugsweise näher an der ersten Stirnfläche als an der zweiten Stirnfläche. Die einströmende Luft kann sich auf einer schraubenförmigen Bahn durch den Innenraum bewegen. Diese Bahn weist zum einen eine rotatorische als auch eine translatorische Komponente auf. Letztere wird im Folgenden als erste Transportrichtung bezeichnet. Die erste Transportrichtung zeigt vorzugsweise von der ersten Stirnfläche in Richtung der zweiten Stirnfläche. An der zweiten Stirnfläche kann die Luft eine Umlenkung erfahren, sodass sie in einer entgegen gerichteten, zweiten Transportrichtung vorzugsweise in ein Tauchrohr eintreten kann, das vorzugsweise mit einer Luftauslassöffnung verbunden ist, durch die die Luft aus dem Wirbelrohrabscheider austreten kann. Die Luftauslassöffnung befindet sich dabei vorzugsweise in der ersten Stirnfläche. Wenn die Luft von der ersten in die zweite Transportrichtung umgelenkt wird, wird von einer Luftumkehr gesprochen.

[0008] Der Wirbelrohrabscheider kann dazu dienen, Partikel aus partikelbeladener Luft abzuscheiden. Die Abscheidung von Partikeln - insbesondere Staub - geschieht dabei vorzugsweise in einem Bereich des Wirbelrohrabscheiders, in dem die Luftumkehr stattfindet. Der Wirbelrohrabscheider weist dazu - vorzugsweise in dem genannten Bereich - eine Staubauslassöffnung auf, durch die die abgeschiedenen Partikel aus dem Wirbelrohrabscheider austreten können.

[0009] Der Innenraum des Wirbelrohrabscheiders weist vorzugsweise eine zumindest annähernd kreiszylindrische Form auf. Dabei bilden die Endflächen des Kreiszylinders die Stirnflächen des Wirbelrohrabscheiders. Die Achse des Kreiszylinders wird dabei als Achse des Wirbelrohrabscheiders bezeichnet. Der Radius des Kreiszylinders wird Innenradius r_a genannt. Das bevorzugte Tauchrohr weist ebenfalls eine zumindest annähernd kreiszylindrische Form auf. Der Kreiszylinder des Tauchrohres hat einen Radius r_i und eine Höhe h_i . Dabei ist eine Endfläche des bevorzugten Tauchrohres zumin-

dest teilweise zum Innenraum hin und die andere Endfläche vorzugsweise zumindest teilweise zur Luftauslassöffnung hin luftdurchlässig gestaltet. Das Ende des Tauchrohres, das sich an der Luftauslassöffnung befindet wird als das Austrittsende, das andere als das freie Ende bezeichnet.

[0010] Vorzugsweise liegt das Tauchrohr coaxial im Innenraum des Wirbelrohrabscheiders. Dadurch ist es möglich, dass die Luft, die durch den Innenraum um das Tauchrohr herum zirkuliert, einen Raum von zumindest annähernd konstanter Breite durchströmt.

[0011] Die bevorzugte Einlauföffnung, durch die die Luft den Innenraum des Wirbelrohrabscheiders betritt, weist in axialer Richtung des Wirbelrohrabscheiders eine maximale Ausdehnung von dem Austrittsende bis zum freien Ende des Tauchrohres auf. So kann ein Kurzschluss der Luftströmung vermieden werden. Ein Luftstrom ist dann kurzgeschlossen, wenn die Luft direkt - ohne in wesentlichem Ausmaß in Zirkulation zu gelangen - von der Einlauföffnung in das Tauchrohr eintritt.

[0012] Die Einlauföffnung ist bevorzugt die Projektion eines Einlaufrechtecks auf die Mantelfläche des kreiszylindrischen Innenraums. Die Projektionsrichtung ist parallel zum Normalenvektor des Einlaufrechtecks. Das Einlaufrechteck hat dabei je zwei Seiten mit der Länge a und b. Die Seiten mit der Länge a liegen parallel zur Achse des Wirbelrohrabscheiders. a ist damit die Einlaufhöhe der Einlauföffnung. Die Seiten mit der Länge b sind radial zur Kreisachse gelegen, besitzen ein Ende in der Mantelfläche und das zweite Ende innerhalb des Innenraums. b wird die Einlaufbreite genannt.

[0013] Die Verwendung des erfindungsgemäßen Wirbelrohrabscheiders in einem Staubsauger und der erfindungsgemäße Staubsauger mit dem erfindungsgemäßen Wirbelrohrabscheider weisen den Vorteil auf, dass sie ein höheres Verhältnis von Staubabscheidung zu Gebläseleistung bewirken können. Das bedeutet einerseits, dass bei gleichbleibender Gebläseleistung eine verbesserte Staubabscheidung erreicht werden kann. Andererseits kann bei gleichbleibender Staubabscheideleistung eine geringere Gebläseleistung verwendet werden. Dies kann eine geringere Geräuschbelastung zur Folge haben. Zudem ist es dadurch möglich, einen kleineren und/oder günstigeren Gebläsemotor zu verwenden.

[0014] Durch die erfindungsgemäße Wahl des Wertes S_{ra} kann ein Wirbelrohrabscheider bereitgestellt werden, der bei gleichem Innenradius ein Tauchrohr aufweist, das im Vergleich zum Stand der Technik einen größeren Radius r_i aufweist. Die Erfinder haben erkannt, dass ein größerer Radius r_i des Tauchrohres überraschenderweise nicht zu einem Kurzschluss der Luftströmung führt. Durch das breitere Tauchrohr wird die engste Stelle des Wirbelrohrabscheiders bei gleichem Innenradius des Wirbelrohrabscheiders wesentlich größer gestaltet, wodurch der Druckabfall verringert werden kann, ohne dass notwendigerweise ein merklicher Abfall der Staubabscheideleistung beobachtet werden kann. Die Geschwindigkeit an der Staubauslassöffnung ist auf Grund

des erhöhten Volumenstroms gleich hoch oder sogar höher.

[0015] Durch die erfindungsgemäße Wahl von S_{hi} - und das daraus resultierende breitere und kürzere Tauchrohr - kann die Bahn der Luft im Wirbelrohrabscheider auf eine bis zwei Umdrehungen begrenzt werden, so dass Energie eingespart werden kann, ohne dass die Staubabscheideleistung verringert wird. Die erfindungsgemäße Wahl der Werte S_a und S_b führt zu einer kürzeren (a ist kleiner), jedoch breiteren (b ist größer) Fläche F_e der Einlauföffnung. Dies hat zur Folge, dass gröberer Schmutz besser in den Wirbelrohrabscheider eintreten kann. Die kürzere Einlauffläche kann dabei einen Kurzschluss der Luftströmung wirksam verhindern.

[0016] Erfindungsgemäß wird S_F so gewählt, dass eine im Verhältnis zur Querschnittsfläche F_i des Tauchrohrs kleinere Fläche der Einlauföffnung F_e entsteht. Die kleinere Einlauföffnung kann zu einer größeren Beschleunigung der Luft beim Eintritt in den Wirbelrohrabscheider führen und kann so in einer verbesserten Rotation der Luft resultieren.

[0017] Die Erfinder haben in Simulationen und Experimenten herausgefunden, dass durch die gewählten Parameter ein Wirbelrohrabscheider bereitgestellt werden kann, der einen geringeren Druckverlust aufweist und bei gleichbleibender oder sogar verbesserter Staubabscheidung einen Gebläsemotor mit einer geringeren Leistungsaufnahme benötigt. Die Verbesserungen des erfindungsgemäßen Wirbelrohrabscheiders können dabei in der Produktion zu geringeren Kosten führen. Zugleich kann ein Wirbelrohrabscheider, der die erfindungsgemäßen Verbesserungen aufweist, ein geringeres Geräusch aufweisen. Die erfindungsgemäßen Parameter können eine Konstruktionshilfe beim Entwurf eines Wirbelrohrabscheiders darstellen. Damit ist eine einfachere und schnellere Grobauslegung beim Entwerfen eines Wirbelrohrabscheiders möglich.

Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung

[0018] Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen, welche einzeln oder in Kombination miteinander eingesetzt werden können, sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsform weist der erfindungsgemäße Wirbelrohrabscheider ein Tauchrohr mit der Höhe h_i auf, wobei gilt $h_i = S_{hi} \times r_i$ und wobei S_{hi} mindestens 0,8 und höchstens 7 beträgt. S_{hi} ist bevorzugt höchstens 6, besonders bevorzugt höchstens 5, besonders bevorzugt höchstens 4, besonders bevorzugt höchstens 3, besonders bevorzugt höchstens 2 und ganz besonders bevorzugt höchstens 1,2. S_{hi} ist bevorzugt mindestens 0,9, besonders bevorzugt mindestens 1,0 und ganz besonders bevorzugt mindestens 1,1. Ganz besonders bevorzugt ist S_{hi} 1,132. Durch das breitere Tauchrohr wird die engste Stelle im Wirbelrohrabscheider erweitert und der Druckabfall kann so verringert werden.

[0020] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform enthält der Wirbelrohrabscheider eine Einlauföffnung, die eine Einlaufbreite b aufweist, wobei gilt $b = S_b \times r_a$ und wobei S_b mindestens 0,41 und höchstens 0,6 beträgt. S_b ist bevorzugt mindestens 0,42, besonders bevorzugt mindestens 0,43 und ganz besonders bevorzugt 0,44. S_b ist bevorzugt höchstens 0,55 und besonders bevorzugt 0,5. Ganz besonders vorzugsweise beträgt S_b 0,45. Durch die breitere Einlauföffnung kann gröberer Schmutz besser in den Wirbelrohrabscheider eindringen, was zu einer höheren Staubabscheideleistung führen kann.

[0021] In einer bevorzugten Ausführungsform weist der erfindungsgemäße Wirbelrohrabscheider eine Einlauföffnung mit der Einlaufhöhe a und der Einlaufbreite b auf, wobei gilt $a = r_i^2 \times S_a \times \pi / b$ und wobei S_a mindestens 0,2 und höchstens 0,7 beträgt. S_a ist bevorzugt höchstens 0,65 und besonders bevorzugt höchstens 0,6. Ganz besonders vorzugsweise beträgt S_a 0,584. S_a beträgt vorzugsweise mindestens 0,3, besonders vorzugsweise mindestens 0,4 und ganz besonders vorzugsweise mindestens 0,5. Die kürzere Einlauföffnung kann dazu führen, dass ein Kurzschluss der Luftströmung vermieden wird.

[0022] Der Wirbelrohrabscheider besitzt in einer Ausführungsform eine Einlauföffnung mit der Einlauffläche F_e und einer Querschnittsfläche des Tauchrohrs F_i , wobei gilt $F_e = S_F \times F_i$ und S_F mindestens 0,2 und höchstens 0,7 beträgt. S_F ist bevorzugt mindestens 0,3, besonders bevorzugt mindestens 0,4 und ganz besonders bevorzugt mindestens 0,5. Zugleich ist S_F bevorzugt höchstens 0,6. Ganz besonders vorzugsweise gilt $S_F = 0,584$. Die kleinere Einlauföffnung bedeutet, dass die einströmende Luft besser beschleunigt werden kann und so eine schnellere Rotation entstehen kann, die zu einer höheren Staubabscheidung führen kann.

[0023] Der Wirbelrohrabscheider weist in einer bevorzugten Ausführungsform in seinem Innenraum ein Luftführungsmittel auf. Erfindungsgemäß ist es bevorzugt, dass das Luftführungsmittel an der zweiten Stirnfläche liegt. Dadurch kann die Luft besonders effektiv umgelenkt und in das Tauchrohr geleitet werden. Dies kann zu einer Verringerung des Druckverlustes und zu einem größeren Verhältnis von Staubabscheideleistung zu Gebläseleistung führen.

[0024] Das bevorzugte Luftführungsmittel umfasst ein flächenartiges Element. Dadurch kann vorteilhafterweise erreicht werden, dass die Luft besonders effizient von der ersten in die zweite Transportrichtung umgekehrt wird und zugleich Geräuschentwicklung und Druckverlust verringert werden.

[0025] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das flächenartige Element des Luftführungsmittels zum Beispiel ein Blatt, eine Schaufel, eine Platte oder ein Flügel. Das bevorzugte flächenartige Element weist in Richtung der Luftauslassöffnung eine lineare, progressive oder degressive Steigung auf. Insbesondere erstreckt sich das bevorzugte flächenartige Element

schraubenförmig in Richtung der Luftauslassöffnung. Das bevorzugte flächenartige Element ist schaufelförmig ausgebildet, das heißt es ist im Querschnitt senkrecht zur Achse des Wirbelrohrabscheiders gekrümmt ausgeformt. Durch die verschiedenen Ausgestaltungen des Luftführungsmittels mit einem flächenartigen Element lassen sich Staubabscheideleistung, Geräuschentwicklung und Druckverlust von verschiedenen geformten Staubabscheideeinheiten verändern, so dass den Entwicklern Parameter zur Verfügung stehen, um die Eigenschaften der Staubabscheideeinheiten zu optimieren und auf die jeweiligen Bedürfnisse anzupassen. Vorteilhafterweise umfasst das Luftführungsmittel mehrere flächenartige Elemente, zum Beispiel 2, 3 oder 4 flächenartige Elemente, vorzugsweise von der vorbeschriebenen Art. Dadurch können benachbarte flächenartige Elemente des Luftführungsmittels gerade oder schraubenartig in Richtung des Luftauslasses verlaufende Kanäle ausbilden, die sich besonders gut zum Beeinflussen der Rotation der Luft eignen. Durch die lineare, progressive oder degressive Steigung der flächenartigen Elemente und die im Falle mehrerer flächenartiger Elemente ausgebildeten schraubenartigen Kanäle, ist eine besonders sanfte Ablenkung und Abschwächung der Rotation der Luft möglich, was energetisch von Vorteil sein kann.

[0026] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Luftführungsmittel einen Apexkegel. Ein Apexkegel kann zum Beispiel ein gerader oder schiefer Kegel oder Kegelstumpf sein, ein solcher Apexkegel muss also nicht notwendigerweise spitz zulaufen. Auch muss die Mantellinie nicht notwendigerweise gerade sein, sondern sie kann auch zur Achse des Apexkegels hin konkav oder von der Achse weg konvex gekrümmt sein. Ein bevorzugter Apexkegel ist im Wesentlichen rotationssymmetrisch. In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist das Luftführungsmittel in Form eines Apexkegels so angeordnet und ausgebildet, dass dieser Apexkegel den Luftstrom von einem äußeren in einen inneren Bereich des Wirbelrohrabscheiders lenkt. Das bevorzugte Luftführungsmittel besteht im geometrischen Sinne aus dem flächenartigen Element, das den Apexkegel durchdringt. Mit anderen Worten bedeutet das, dass das flächenartige Element unmittelbar aus einem Apexkegel herausragt. Es sind jedoch auch Ausführungen denkbar, in denen das flächenartige Element vom Apexkegel beabstandet angebracht ist. Zum Beispiel kann das Luftführungsmittel auf die Spitze oder Deckfläche des Apexkegels aufgebracht sein, gegebenenfalls auch beabstandet durch einen Stift.

[0027] Das Luftführungsmittel ist vorzugsweise in einem inneren Bereich des Wirbelrohrabscheiders angeordnet. Ein innerer Bereich des Wirbelrohrabscheiders im Sinne der vorliegenden Erfindung ist ein Bereich, der in den Richtungen senkrecht zur Transportrichtung nicht bis zu einer Mantelwand des Staubabscheideraums reicht. Der innere Bereich ist von einem äußeren, bis zur Mantelwand reichenden Bereich umschlossen. Durch die Lage des Luftführungsmittels im inneren Bereich des

Staubabscheideraums kann eine besonders effiziente Umkehr der Transportrichtung erreicht werden. Dies kann zu einer Reduzierung des Druckverlustes und zu einer Geräuschreduzierung beitragen.

[0028] In einer Ausführung der Erfindung ist das Luftführungsmittel stationär in dem Wirbelrohrabscheider angeordnet. In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist zumindest ein Teil des Luftführungsmittels beweglich im Wirbelrohrabscheider angeordnet, besonders bevorzugt ist ein Teil des Luftführungsmittels rotierbar. Ganz besonders vorzugsweise umfasst der bewegliche Teil ein oder mehr flächenartige Elemente. In einer bevorzugten Ausführung des erfindungsgemäßen Wirbelrohrabscheiders wird der rotierbare Teil des Luftführungsmittels durch den Luftstrom angetrieben. Umgekehrt sind auch Ausführungen möglich, bei denen der rotierbare Teil des Luftführungsmittels nicht durch die Luft, sondern durch ein anderes Mittel, zum Beispiel durch einen Motor, vorzugsweise einen elektrischen Motor, in Rotation versetzt wird. Vorzugsweise dreht sich der rotierbare Teil des Luftführungsmittels entgegen der Rotationsrichtung der Luft. Hierdurch lässt sich eine besonders effektive Abschwächung der Rotation der Luft erreichen und dadurch der Druckverlust weiter reduzieren. Umgekehrt ist auch denkbar, den rotierbaren Teil in Rotationsrichtung der Luft zu drehen, um dadurch die Staubabscheideleistung des Wirbelrohrabscheiders zu erhöhen.

[0029] Vorzugsweise beträgt S_{ra} mindestens 1,8, besonders vorzugsweise mindestens 1,9 und ganz besonders vorzugsweise mindestens 2,0. Zugleich beträgt S_{ra} vorzugsweise höchstens 2,4, besonders vorzugsweise höchstens 2,3, besonders vorzugsweise höchstens 2,2 und ganz besonders vorzugsweise höchstens 2,1. Durch die erfindungsgemäße Verwendung eines Tauchrohrs mit einem größeren Radius kann der Druckabfall im Wirbelrohrabscheider verringert werden und so eine geringere Geräuschbelastung resultieren und/oder ein kleinerer Gebläsemotor verwendet werden.

[0030] Vorzugsweise beträgt der Abstand zwischen der ersten Stirnfläche, die die Luftauslassöffnung enthält, und der dazu am nächsten liegenden Kante der Einlauföffnung mindestens 3 mm und höchstens 15 mm. Besonders bevorzugt ist dieser Abstand mindestens 5 mm und höchstens 10 mm. Die größere Nähe der Einlauföffnung an der ersten Stirnfläche kann einen Kurzschluss der Luftströmung verhindern.

[0031] Die in der vorstehenden Beschreibung, den Ansprüchen und den Zeichnungen offenbarten Merkmale können sowohl einzeln, als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungen von Bedeutung sein.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0032] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen werden nachfolgend anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele, auf die die Erfindung jedoch

nicht beschränkt ist, näher beschrieben.

[0033] Es zeigen schematisch:

- Figur 1 einen erfindungsgemäßen Wirbelrohrabscheider in einem Staubsauger in der Draufsicht;
- Figur 2 einen erfindungsgemäßen Wirbelrohrabscheider im Querschnitt, wobei die Querschnittsebene rechtwinklig zu seiner Achse ist;
- Figur 3 der erfindungsgemäße Wirbelrohrabscheider in einem Staubsauger in einem Querschnitt parallel zur Bodenfläche des Staubsaugers, wobei die Querschnittsebene die Achse des Wirbelrohrabscheiders enthält;
- Figur 4 einen Querschnitt des Wirbelrohrabscheiders in einer Ebene rechtwinklig zu den Ebenen aus Figur 2 und Figur 3, die ebenso die Achse des Wirbelrohrabscheiders enthält.

Ausführliche Beschreibung anhand von Ausführungsbeispielen

[0034] Die Figuren 1 bis 4 enthalten verschiedene Darstellungen desselben erfindungsgemäßen Wirbelrohrabscheiders in einem Staubsauger 16. Figur 1 zeigt den Wirbelrohrabscheider in der Draufsicht. Figur 2 zeigt den Querschnitt durch die in Figur 1 gezeigte Linie GG. Figur 3 zeigt einen Querschnitt durch den Wirbelrohrabscheider in einer Ebene, die senkrecht zur Ebene in Figur 2 verläuft, die Achse des Wirbelrohrabscheiders enthält und parallel zum Boden des Staubsaugers liegt. Figur 4 zeigt einen Querschnitt durch die Ebene, die rechtwinklig zu der Ebene in Figur 2 und zu der Ebene in Figur 3 liegt und die die Achse des Wirbelrohrabscheiders enthält.

[0035] Beim Betrieb des Staubsaugers 16 wird Luft durch den Saugluftstutzen 1 eingesaugt. Die Luft gelangt danach durch den Lufteinlasskanal 2 und die Einlauföffnung 3 tangential in den kreiszylindrisch ausgebildeten Innenraum 4 des Wirbelrohrabscheiders 5. Dort zirkuliert die Luft schraubenförmig um das Tauchrohr 6 bis sie die der Luftauslassöffnung 7 gegenüberliegende zweite Stirnfläche 8 erreicht. An dieser zweiten Stirnfläche 8 ist ein Luftführungsmittel 9 angebracht, das vier flächenartige Elemente 10 und einen Apexkegel 11 umfasst. An dem Luftführungsmittel 9 erfährt die Luft eine Umkehr der Transportrichtung und wird in das Tauchrohr 6 umgeleitet. Von dort aus tritt sie durch die Luftauslassöffnung 7 aus. Angrenzend an die zweite Stirnfläche 8 des Wirbelrohrabscheiders 5 befindet sich die Staubauslassöffnung 12, durch die Staub und weitere Partikel in der Saugluft durch Zentrifugalkräfte, die bei der Rotation der Luft entstehen, in den Staubauffangbehälter 13 befördert werden. Die Saugluft verlässt das Tauchrohr 6 durch die Luftauslassöffnung 7 in die nachgeschaltete Filterkam-

mer 14, die ein Gebläseschutzfilter 15 zum Schutz der Motor-Gebläse-Einheit des Staubsaugers 16 enthält.

[0036] In dieser Ausführungsform weist der Wirbelrohrabscheider 5 eine kreiszylindrische Form mit dem Radius r_a auf und beinhaltet ein kreiszylindrisches Tauchrohr 6 mit dem Radius r_i , das coaxial im Wirbelrohrabscheider 5 liegt. Die Dimensionen der Einlauföffnung 3 sind dargestellt in Figur 2 und Figur 4. Figur 2 zeigt die im Vergleich zum Stand der Technik größere Einlaufbreite b . Die kleinere Einlaufhöhe a ist gezeigt in Figur 4 und entspricht in diesem Fall zugleich der Höhe des Lufteinlasskanals. Das Tauchrohr weist dabei eine Höhe h_i auf, wobei gilt $h_i = S_{hi} \times r_i$. S_{hi} ist in diesem Fall 1,132. Der Radius des kreiszylindrisch ausgeformten ist $r_a = S_{ra} \times r_i$. S_{ra} ist hier 2,1.

[0037] Durch Simulationen und Experimente ist es den Erfindern gelungen, einen Wirbelrohrabscheider mit besonders günstigen Dimensionen zu entwickeln. Der erfindungsgemäße Wirbelrohrabscheider kann eine verbesserte Staubabscheidung und einen geringeren Druckabfall aufweisen und kann so mit einem Gebläsemotor, der eine geringere Geräuschentwicklung bietet und eine reduzierte Leistungsaufnahme zeigt verwendet werden.

[0038] Mit der Erfindung gelingt es vorteilhafterweise, einen verbesserten Wirbelrohrabscheider bereitzustellen. Zudem kann ein Staubsauger, der mit einem solchen Wirbelrohrabscheider ausgestattet ist, eine geringere Leistungsaufnahme und ein geringeres Geräusch bei gleichbleibender oder verbesserter Staubabscheideleistung aufweisen.

[0039] Die in der vorstehenden Beschreibung, den Ansprüchen und den Zeichnungen offenbarten Merkmale können sowohl einzeln, als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausgestaltungen von Bedeutung sein.

Bezugszeichenliste

1	Saugluftstutzen 1
2	Lufteinlasskanal 2
3	Einlauföffnung 3
4	Innenraum des Wirbelrohrabscheiders
5	Wirbelrohrabscheider
6	Tauchrohr
7	Luftauslassöffnung
8	zweite Stirnfläche
9	Luftführungsmittel
10	flächenartiges Element
11	Apexkegel
12	Staubauslassöffnung
13	Staubauffangbehälter
14	Filterkammer
15	Gebläseschutzfilter
16	Staubsauger

Patentansprüche

1. Wirbelrohrabscheider (5) mit einem Innenradius r_a , wobei der Wirbelrohrabscheider (5) ein Tauchrohr (6) mit dem Innenradius r_i aufweist und wobei gilt $r_a = S_{ra} \times r_i$, **dadurch gekennzeichnet, dass** S_{ra} mindestens 1,8 und höchstens 2,4 beträgt.
2. Wirbelrohrabscheider (5) nach Anspruch 1, wobei das Tauchrohr (6) eine Höhe h_i aufweist und wobei gilt $h_i = S_{hi} \times r_i$, **dadurch gekennzeichnet, dass** S_{hi} mindestens 0,8 und höchstens 7 beträgt.
3. Wirbelrohrabscheider (5) nach einem der vorherigen Ansprüche, der eine Einlauföffnung (3) enthält, die eine Einlaufbreite b aufweist, wobei gilt $b = S_b \times r_a$, **dadurch gekennzeichnet, dass** S_b mindestens 0,41 und höchstens 0,6 beträgt.
4. Wirbelrohrabscheider (5) nach einem der vorherigen Ansprüche, der eine Einlauföffnung (3) mit der Einlaufhöhe a und der Einlaufbreite b aufweist, wobei gilt $a = r_i^2 \times S_a \times \pi / b$, **dadurch gekennzeichnet, dass** S_a mindestens 0,2 und höchstens 0,7 beträgt.
5. Wirbelrohrabscheider (5) nach einem der vorherigen Ansprüche, der eine Einlauföffnung (3) mit der Einlauffläche F_e und eine Querschnittsfläche des Tauchrohrs (6) F_i besitzt, wobei gilt $F_e = S_F \times F_i$, **dadurch gekennzeichnet, dass** S_F mindestens 0,2 und höchstens 0,7 beträgt.
6. Wirbelrohrabscheider (5) mit einem Tauchrohr (6), das einen Innenradius r_i und eine Höhe h_i aufweist und wobei gilt $h_i = S_{hi} \times r_i$, **dadurch gekennzeichnet, dass** S_{hi} mindestens 0,8 und höchstens 7 beträgt.
7. Wirbelrohrabscheider (5) nach Anspruch 6 mit einem Innenradius r_a , wobei der Wirbelrohrabscheider (5) eine Einlauföffnung (3) enthält, die eine Einlaufbreite b aufweist, wobei gilt $b = S_b \times r_a$, **dadurch gekennzeichnet, dass** S_b mindestens 0,41 und höchstens 0,6 beträgt.
8. Wirbelrohrabscheider (5) nach Anspruch 6 oder 7, der eine Einlauföffnung (3) mit der Einlaufhöhe a und der Einlaufbreite b aufweist, wobei gilt $a = r_i^2 \times S_a \times \pi / b$, **dadurch gekennzeichnet, dass** S_a mindestens 0,2 und höchstens 0,7 beträgt.
9. Wirbelrohrabscheider (5) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, der eine Einlauföffnung (3) mit der Einlauffläche F_e und eine Querschnittsfläche des Tauchrohrs (6) F_i besitzt, wobei gilt $F_e = S_F \times F_i$, **dadurch gekennzeichnet, dass** S_F mindestens 0,2 und höchstens 0,7 beträgt.
10. Wirbelrohrabscheider (5) mit einem Innenradius r_a ,

wobei der Wirbelrohrabscheider (5) eine Einlauföffnung (3) aufweist, die eine Einlaufbreite b aufweist, wobei gilt $b = S_b \cdot r_a$, **dadurch gekennzeichnet, dass** S_b mindestens 0,41 und höchstens 0,6 beträgt.

einem der Ansprüche 1 bis 18 in einem Staubsauger (16).

11. Wirbelrohrabscheider (5) nach Anspruch 10 mit einem Tauchrohr (6), das den Innenradius r_i besitzt, wobei die Einlauföffnung (3) eine Einlaufhöhe a aufweist und wobei gilt $a = r_i^2 \times S_a \times \pi / b$, **dadurch gekennzeichnet, dass** S_a mindestens 0,2 und höchstens 0,7 beträgt.

5
10
12. Wirbelrohrabscheider (5) nach Anspruch 10 oder 11, der eine Einlauföffnung (3) mit der Einlauffläche F_e und ein Tauchrohr (6) mit einer Querschnittsfläche F_i besitzt, wobei gilt $F_e = S_F \times F_i$, **dadurch gekennzeichnet, dass** S_F mindestens 0,2 und höchstens 0,7 beträgt.

15
13. Wirbelrohrabscheider (5) mit einem Tauchrohr (6), das den Innenradius r_i besitzt, wobei der Wirbelrohrabscheider (5) eine Einlauföffnung (3) aufweist, die eine Einlaufhöhe a und eine Einlaufbreite b aufweist, wobei gilt $a = r_i^2 \times S_a \times \pi / b$, **dadurch gekennzeichnet, dass** S_a mindestens 0,2 und höchstens 0,7 beträgt.

20
25
14. Wirbelrohrabscheider (5) nach Anspruch 13, der eine Querschnittsfläche des Tauchrohrs (6) F_i besitzt und dessen Einlauföffnung (3) eine Einlauffläche F_e aufweist, wobei gilt $F_e = S_F \times F_i$, **dadurch gekennzeichnet, dass** S_F mindestens 0,2 und höchstens 0,7 beträgt.

30
15. Wirbelrohrabscheider (5) mit einem Tauchrohr (6), das eine Querschnittsfläche F_i besitzt und mit einer Einlauföffnung (3), die eine Einlauffläche F_e aufweist, wobei gilt $F_e = S_F \times F_i$, **dadurch gekennzeichnet, dass** S_F mindestens 0,2 und höchstens 0,7 beträgt.

35
40
16. Wirbelrohrabscheider (5) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wirbelrohrabscheider (5) in seinem Innenraum (4) ein Luftführungsmittel (9) aufweist.

45
17. Wirbelrohrabscheider (5) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Luftführungsmittel (9) ein flächenartiges Element (10) umfasst.

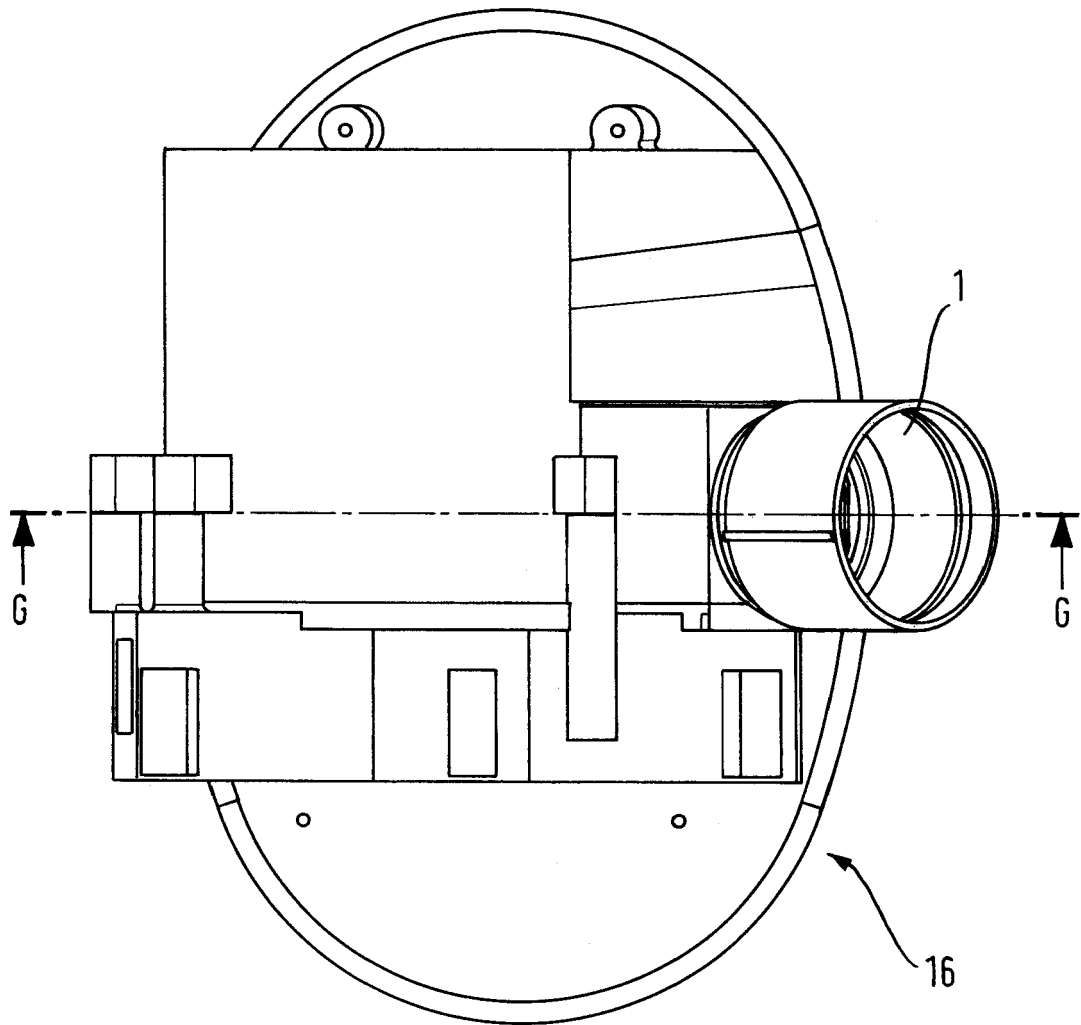
50
18. Wirbelrohrabscheider (5) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Luftführungsmittel (9) einen Apexkegel umfasst.

55
19. Staubsauger (16) mit einem Wirbelrohrabscheider (5) nach einem der vorherigen Ansprüche.

55
20. Verwendung eines Wirbelrohrabscheiders (5) nach

55

Fig. 1



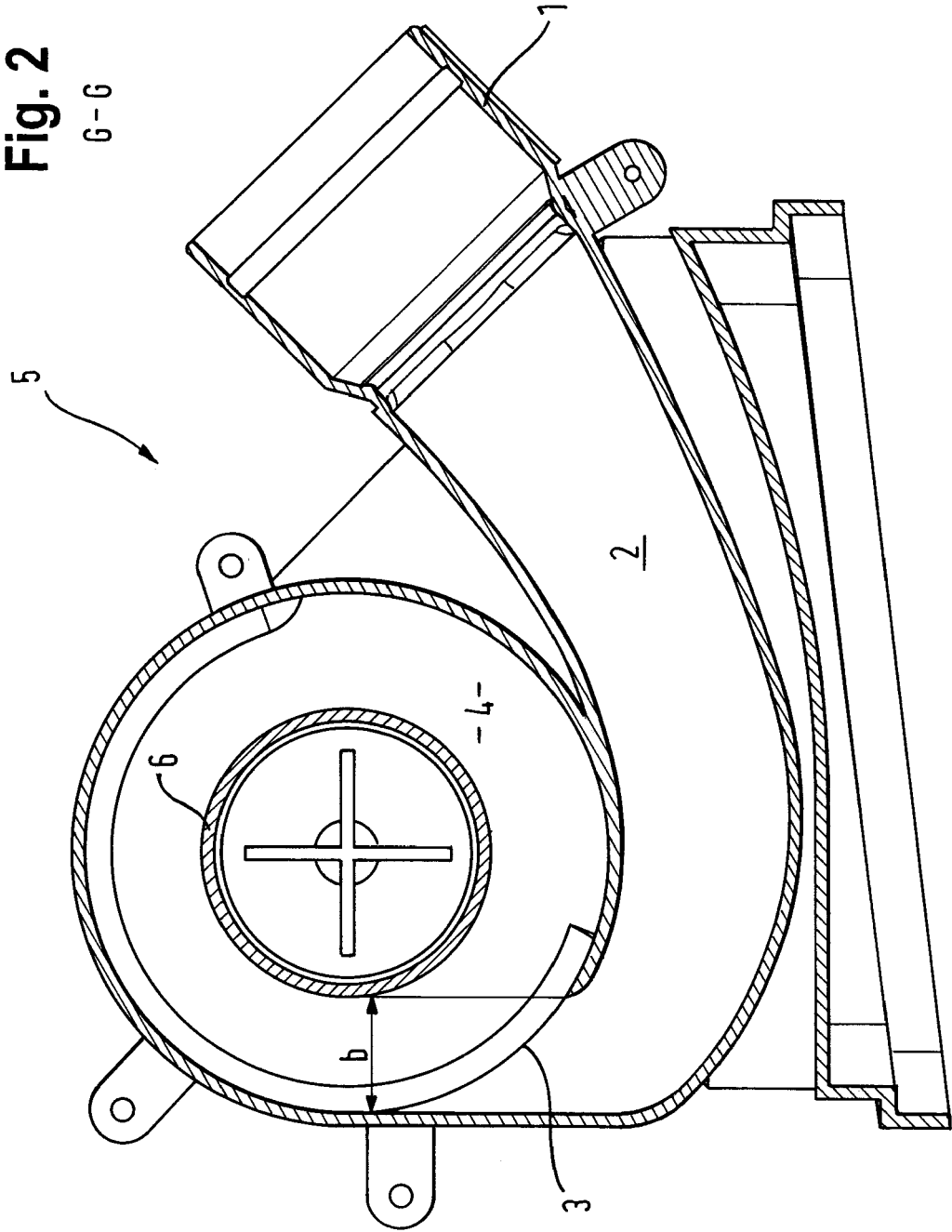
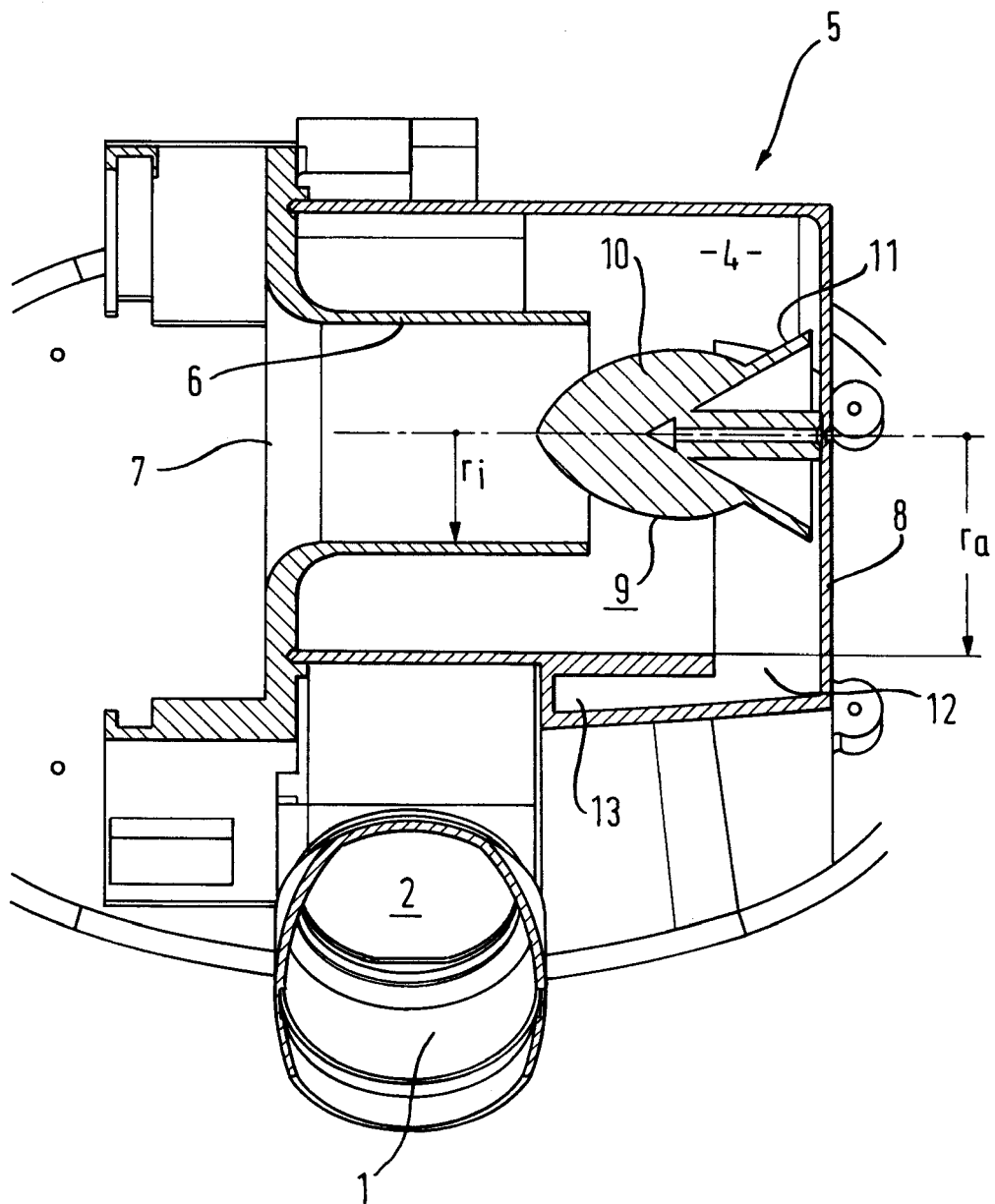
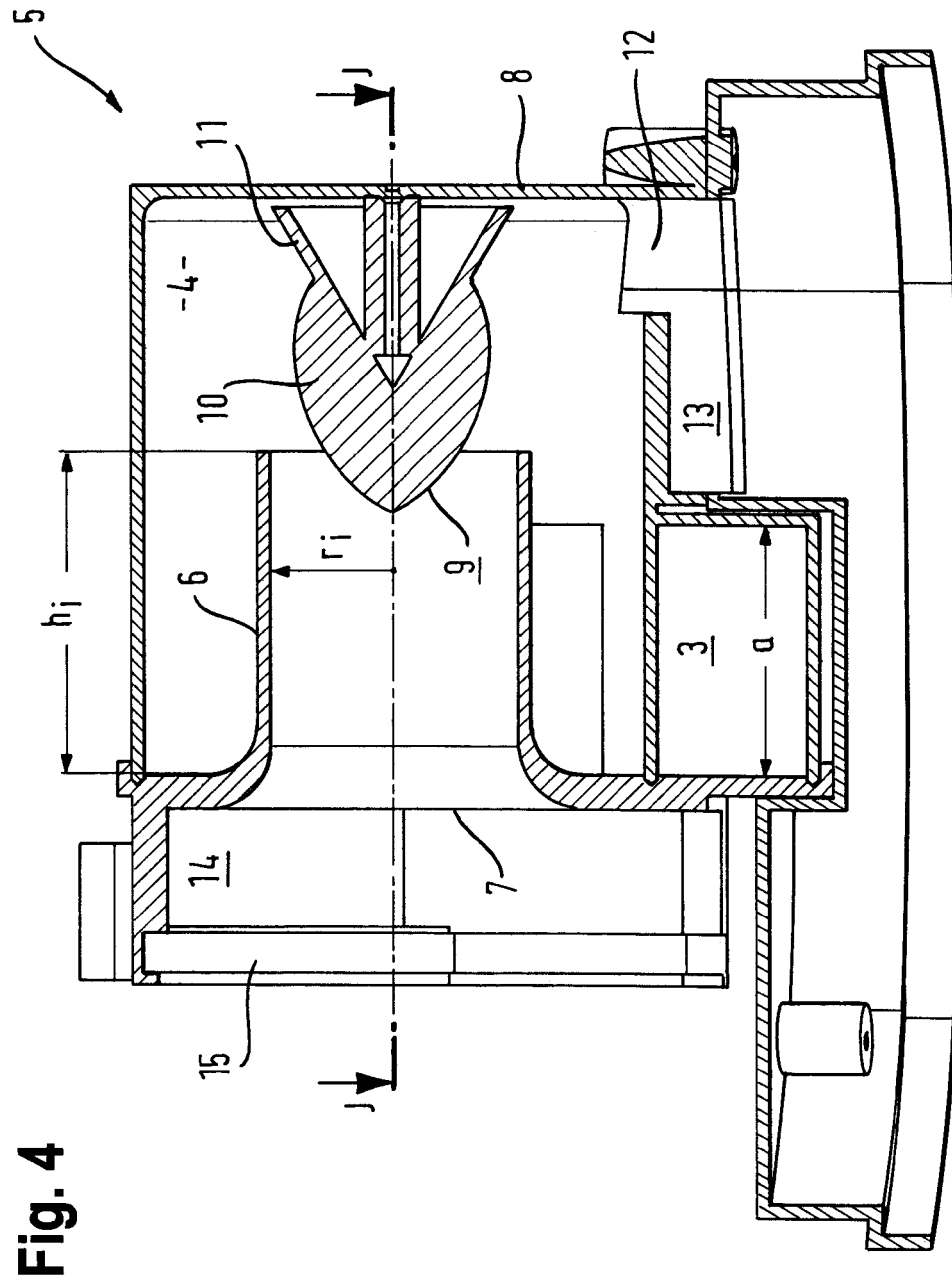


Fig. 3

J - J





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 102005056921 A1 [0003]
- DE 1507853 [0004]