

(19)



(11)

EP 2 078 488 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
26.02.2014 Patentblatt 2014/09

(51) Int Cl.:
A47L 9/16 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08021146.9**

(22) Anmeldetag: **05.12.2008**

(54) **Vorrichtung zum Abscheiden von Staub aus staubbeladener Luft, insbesondere zur Verwendung in einem Staubsauger**

Device to remove dust from air full of dust, especially for use in a vacuum cleaner

Dispositif destiné à la séparation de poussière d'air chargé en poussière, notamment en vue de l'utilisation dans un aspirateur

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **14.01.2008 DE 102008004393**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.07.2009 Patentblatt 2009/29

(73) Patentinhaber: **Miele & Cie. KG
33332 Gütersloh (DE)**

(72) Erfinder:
• **Bertram, Andre
33739 Bielefeld (DE)**
• **Tiekötter, Stefan
33699 Bielefeld (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 1 602 308 EP-A2- 1 985 217
DE-A1-102006 046 328**

EP 2 078 488 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Abscheiden von Staub aus staubbeladener Luft, insbesondere zur Verwendung in einem Staubsauger, in Form eines Zyklon-Abscheiders, bei dem die Luft einem wenigstens annähernd rotationssymmetrischen Behälter über einen tangential angeordneten Einlass zugeführt wird und nach dem Durchströmen einer Staubsammelkammer über einen axial angeordneten Auslass abgeführt wird.

[0002] Bei Staubsaugern, insbesondere bei Bodentaubsaugern, kommen Staubrückhaltesysteme zum Einsatz, die in der Regel zwischen dem Lufteinlass eines Staubsammelraums und der Saugseite eines Gebläses angeordnet sind und den aufgenommenen Staub vor dem Eintritt in das Gebläse zurückhalten. Die bekannteste Variante ist ein als Beutel geformter Filter, welches innenbeaufschlagt ist, d. h., der Staub lagert sich im Inneren des Beutels ab. Dem Beutel ist in der Regel noch ein Feinstaubfilter nachgeschaltet, welcher Staubpartikel in der Größenordnung von weniger als 2 µm aufnimmt, die den Beutel passieren. Die Entfernung dieses Staubanteils aus der Raumluft gewinnt mit der ansteigenden Zahl von Allergikern an Bedeutung, da diese Partikel wegen ihrer geringen Größe lungengängig sind und deshalb zu einer gesundheitlichen Belastung führen. Bei Erreichen der maximalen Aufnahmekapazität, die bei ca. 400 Gramm liegt, muss der Beutel ausgetauscht werden, dies kann insbesondere bei verschleißbaren Beuteln hygienisch erfolgen, da der Staub im Beutel bleibt und mit diesem entsorgt wird. Ein solcher Austausch ist je nach Gebrauchsgewohnheit mehrmals im Jahr erforderlich und verursacht Kosten. Auch der Feinstaubfilter muss nach einer gewissen Nutzungszeit ausgetauscht werden, hier sind jedoch die Intervalle wegen der geringen Menge des Feinstaubes größer, von den Herstellern wird ein Austausch nach ca. einem Jahr empfohlen. Wegen der geringen Partikelgrößen entsteht ein kleiner Masseanteil an Feinstaub, deshalb besitzen handelsübliche Feinstaubfilter ein Fassungsvermögen von etwa 10 Gramm.

[0003] In manchen Kleinstsaugern, Mehrzwecksaugern oder Gewerbegeräten gibt es außenbeaufschlagte Filter, die das Gebläse umgeben. Der Vorteil ist die größere Aufnahmekapazität, der Nachteil besteht darin, dass die Filter dieser Staubsauger nur für Grobstaub ausgelegt sind, der Feinstaub, welcher allergieauslösende Pollen und Mikroorganismen beinhaltet, passiert den Filter und wird vom Gebläse in den Raum zurückgeblasen und dabei sogar aufgewirbelt.

[0004] Es besteht der Wunsch nach einem wiederverwendbaren Filtersystem für Grobstaub, welches folgende Eigenschaften besitzt:

- kompakter Aufbau;
- hygienische Entnahmemöglichkeit des gesammelten Staubs;

- geringe Saugleistungsverluste;
- geringe Geräuschentwicklung.

[0005] Hier sind im Wesentlichen folgende Systeme bekannt:

1. auswaschbare und wiederverwendbare Textilfilterbeutel (DE 199 11 331 C1); hier bestehen in erster Linie Bedenken hinsichtlich der Hygiene, da die stark verunreinigten Beutel zunächst manuell geleert und anschließend in der Waschmaschine gewaschen werden müssen;
2. Staubkassetten aus porösem Sintermaterial (EP 1 179 312 A2);
3. Fliehkraft-Abscheider, auch Zyklon-Abscheider genannt (EP 0 647 114 B1).

[0006] Die beiden letztgenannten Systeme bieten die Möglichkeit, den Staubsammelbehälter einfach zu entleeren, zu entleeren und bei Verschmutzung zu reinigen. Bei handelsüblichen Systemen, insbesondere bei den Zyklon-Abscheidern, wird bisher versucht, die von den Staubbeuteln bekannte Staubabscheidung nachzubilden. Aus diesem Grund ist die Trenngrenze der Abscheider bei Gebläseleistungen von 1500 bis 2200 Watt, die in gewöhnlichen Haushaltsstaubsaugern üblich sind, sehr niedrig und es befinden sich große Mengen von lungengängigem Feinstaub in den Staubsammelbehältern. Das Entleeren dieser Behälter führt dann dazu, dass die leichteren Bestandteile des ausgeschütteten Staubs auffliegen und sich in der Luft verteilen. Hierdurch werden insbesondere Allergiker belastet.

[0007] Um dies zu vermeiden, wird in der WO 2007/022959 A2 vorgeschlagen, ein Staubabscheidesystem auf Basis eines Massenträgheits-Abscheiders zu verwenden, mit welchem der Staub in drei Fraktionen getrennt werden kann, wobei die Trenngrenzen bei Staubpartikelgrößen von 200 µm (1. Stufe) und bei 30 µm (2. Stufe) liegen. In einer vorteilhaften Ausführungsform wird der zweiten Fraktion, bei der die Staubpartikel mehrheitlich eine Größe zwischen 30 µm und 200 µm besitzen, ein Staubbindemittel zugegeben. Es kann dann vorteilhaft sein, wenn in dem Sammelbehälter, der diese zweite Fraktion aufnimmt, eine gerichtete Luftverwirbelung stattfindet, um Staubpartikel und Staubbindemittel zu vermischen. Eine solche Luftverwirbelung findet in dem Staubsammelbehälter des vorbeschriebenen Massenträgheits-Abscheiders nicht statt.

[0008] Aus der DE 10 2006 046 328 B4 ist ein Zyklon-Abscheider bekannt, welcher aus einer Kombination eines Tangential-Abscheiders und eines Axial-Abscheiders besteht. Dem Axial-Abscheider ist ein trichterförmiger Kragen vorangestellt.

[0009] Die EP 1 985 217 A2 und die EP 1 602 308 A1 zeigen Zyklon-Abscheider, bei denen dem Auslass ein trichterförmiger Bereich vorgeschaltet ist. Dieser trägt jedoch nicht zur Änderung der Strömungsgeschwindigkeit bei, da Teile des Auslasses hinter dem Trichter perforiert

sind.

[0010] Der Erfindung stellt sich somit das Problem, eine Vorrichtung zum Abscheiden von Staub aus staubbeladener Luft zu offenbaren, welche einerseits auf dem Prinzip des Zyklon-Abscheiders basiert und deshalb eine Verwirbelung der Staubpartikel im Staubsammelbehälter verursacht und bei welcher andererseits die Trenngrenze weit über der Partikelgröße von lungengängigem Feinstaub (weniger als 2 µm) liegt.

[0011] Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den nachfolgenden Unteransprüchen.

[0012] Die mit der Erfindung erreichbaren Vorteile ergeben sich dadurch, dass der Behälter derart ausgebildet ist, dass die Strömungsgeschwindigkeit des Luftstroms im Einstrombereich des Auslasses geringer als im Bereich des Einlasses ist, indem der mittlere Abstand des Einlasses von der Symmetrieachse geringer ist als der Radius des Auslasses. Hierdurch wird erreicht, dass nur große Partikel in der Staubsammelkammer verbleiben.

[0013] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen rein schematisch dargestellt und wird nachfolgend näher beschrieben. Es zeigt

- Figur 1 einen Zyklon-Abscheider herkömmlicher Bauart,
- Figur 2 eine Prinzipskizze eines verbesserten Zyklon-Abscheiders,
- Figur 3 den Zyklon-Abscheider nach Figur 1 mit verbessertem Tauchrohr,
- Figur 4 den Zyklon-Abscheider nach Figur 2 mit einer Prallplatte.

[0014] Figur 1 zeigt einen tangential angeströmten Zyklon-Abscheider herkömmlicher Bauart. Dieser ist aus einem wenigstens annähernd rotationssymmetrischen, hier zylindrischen Behälter 1 aufgebaut und besitzt einen tangential angeordneten Einlass 2, über den die Luft zugeführt wird, und einen axial angeordneten Auslass in Form eines in den Behälter 1 ragenden Tauchrohrs 2. Der untere Teil des Behälters, der von der staubbeladenen Luft auf dem Weg vom Einlass 2 zum Auslass 3 durchströmt wird, fungiert als Staubsammelkammer 4.

[0015] Die Luft gelangt mit einer Einlaufgeschwindigkeit v_E durch den Einlass 2 in den Behälter 1 auf einer Kreisbahn mit dem Radius r_E , der dem mittleren Abstand des Einlasses 2 von der Symmetrieachse 5 des Behälters 1 entspricht. Dabei wird ein Luftwirbel mit dem Drehimpuls L erzeugt, der dem Produkt aus Einlafradius und -geschwindigkeit proportional ist:

$$L \approx v_E \times r_E$$

[0016] Die Luft verlässt den Behälter 1 durch den Aus-

lass 3, wobei sich der Luftwirbel auf den Radius r_T des Tauchrohrs 3 zusammenzieht. Da hier der Drehimpulserhaltungssatz

$L = \text{konstant}$

gilt, ergibt sich für die Tangentialgeschwindigkeit v_T am Tauchrohr 3:

$$v_T = v_E \times r_E / r_T$$

[0017] Bei herkömmlichen Zyklon-Abscheidern ist r_E immer deutlich größer als r_T ; üblicherweise zweibis viermal. Das bedeutet aber, dass die Tangentialgeschwindigkeit v_T am Tauchrohr 3 auch zwei- bis viermal höher ist als die Einlaufgeschwindigkeit v_E am Einlass 2. Für die Abscheidung der mitgeführten Staubteilchen ist die Zentrifugalbeschleunigung a_T am Tauchrohr ausschlaggebend, für die gilt

$$a_T \approx v_T^2$$

[0018] Bei gegebenem v_E wird die Zentrifugalbeschleunigung also um einen Faktor 4 - 16 erhöht. Dadurch werden auch kleinste Teilchen abgeschieden. Die Trenngrenze dieser Zyklon-Abscheider liegt bei den in Haushalts-Staubsaugern vorhandenen Gebläseleistungen im Bereich von 1500 bis 2200 Watt in der Größenordnung von 1 µm.

[0019] Herkömmliche Zyklon-Abscheider haben in Staubsaugern daher folgende Nachteile:

1. Durch die niedrige Trenngrenze von ca. 1 µm können sie zwar einen Staubbeutel nahezu ersetzen, belasten beim Entleeren die Atemluft aber mit sehr viel lungengängigem Feinstaub.
2. Durch die hohen Geschwindigkeiten werden auch die Druckverluste durch den Zyklon sehr hoch.
3. Außerdem führen die hohen Geschwindigkeiten noch zu einer erheblichen Geräuschentwicklung.

[0020] Der in Figur 2 dargestellte Abscheider vermeidet diese Nachteile, indem er die in die Staubsammelkammer 14 im unteren Teil des Behälters 11 einströmende Luft nicht beschleunigt, sondern abbremst. Erreicht wird dies dadurch, dass erfindungsgemäß der Radius r_{T2} des Tauchrohrs 13 größer als der mittlere Abstand r_{E2} des Einlasses 12 von der Symmetrieachse 15 ist. Die Luft gelangt mit der Einlaufgeschwindigkeit v_E mit einem sehr kleinen Radius r_{E2} in den Behälter. Nach unten weiten sich der Behälter 11 und das Tauchrohr 13 trichterförmig auf. So wird der Radius des im Einlassbereich erzeugten Wirbels zum Einstrombereich des Tauchrohrs 13 hin vergrößert und deshalb die Strömungsgeschwindigkeit des Luftstroms wegen des Drehimpulserhaltungssatzes und der Wandreibung abgebremst. Die Tan-

gentialgeschwindigkeit v_{T2} ist dann im Vergleich zu herkömmlichen Zyklon-Abscheidern mit tangentialer Anströmung mindestens um den Faktor 10 reduziert. Dadurch werden nicht nur der Druckverlust und die Geräuschentwicklung minimiert, sondern es wird auch noch die Trenngrenze in den Bereich von 20-30 μm verschoben. Im Staubsammelbehälter 14 verbleibt deshalb kein Feinstaub und er kann ohne Staubentwicklung geleert werden.

[0021] Figur 3 zeigt im Längsschnitt einen Abscheider, bei dem durch eine vorteilhafte Ausgestaltung des Tauchrohres 13 die Abscheidung von Feinstaub noch weiter verbessert wird. Hierzu ist der Einströmbereich des Tauchrohrs 13 von einem Gitter 16 umgeben, welches einen geschlossenen Boden 17 besitzt. Die gitterförmige Struktur erfüllt zwei Funktionen: Sie verleiht der Strömung, die in das Tauchrohr 13 eintritt und verbessert so die Trennschärfe des Zyklon-Abscheiders. Außerdem wirkt sie als Schutz für ein nachgeschaltetes Feinfilter (nicht dargestellt). Bei Betriebsstörungen (z.B. Zyklon verstopft oder nicht ordnungsgemäß geschlossene Bodenklappe 18) könnten sonst größere Mengen gröberer Schmutz in das Feinfilter gelangen und es verstopfen. Beide Funktionen könnten durch das gezeigte Gitter 16, aber auch durch eine Siebstruktur oder ein Lochblech verwirklicht werden. Die Gitteranordnung hat den Vorteil, dass sie sich leichter reinigen lässt. Denn nicht nur bei Betriebsstörungen, sondern auch im Normalbetrieb können sich gelegentlich Fasern im Strömungsgleichrichter verfangen.

[0022] Neben dem oben beschriebenen Wirbel existiert noch eine überwiegend vertikale Sekundärströmung (angedeutet durch die Pfeile 19), die Schmutzteilchen, die sich durch Flieh- und Schwerkraft am Behälterboden angesammelt haben, wieder aufwirbeln kann. Das Tauchrohr 13 ist daher nach unten durch den Gitterboden 17 strömungstechnisch abgeschlossen, damit die abgeschiedenen Teilchen nicht doch noch aufgewirbelt werden und weiter transportiert werden.

[0023] Eine weitere Verbesserung besteht darin, einen beruhigten Sammelbereich zu schaffen, in dem die Sekundärströmung so stark abgeschwächt wird, dass sie die abgeschiedenen Teilchen nicht mehr aufwirbeln kann. Bild 4 zeigt die Einbaumaßnahmen, mit denen ein solcher beruhigter Sammelbereich erreicht werden kann. Es sind dies

- ein konischer Ring 20, der die Sekundärströmung nach innen lenkt,
- und eine runde Prallplatte 21, deren Durchmesser in etwa dem kleinsten Durchmesser des konischen Ringes entspricht und die die noch vorhandene Vertikalkomponente der Sekundärströmung blockiert.

[0024] Größere Teilchen ($> 30\mu\text{m}$), die im Bereich des Tauchrohgitters 16 abgeschieden werden, gelangen durch die Sekundärströmung und die Schwerkraft in den

Spalt 22 zwischen konischem Ring 20 und Prallplatte 21. Hier werden sie durch die Fliehkraft nach außen und durch die Gravitation nach unten gedrückt und gelangen so in den unteren Teil des Staubsammelbehälters 14 zwischen Bodenklappe 18 und Prallplatte 21.

[0025] Der ursprüngliche Zyklonwirbel wird durch die Einbauten 20 und 21 nur wenig behindert, da sie rotationssymmetrisch sind. Daher ist er sogar im Sammelbereich noch in abgeschwächter Form vorhanden und kann benutzt werden, um den abgeschiedenen Staub mit einem Bindemittel zu vermischen.

[0026] Ring 20 und Prallplatte 21 sind hier im Zusammenspiel dargestellt, sie reduzieren aber auch einzeln bereits die Vertikalkomponente der Sekundärströmung 19.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Abscheiden von Staub aus staubbeladener Luft, insbesondere zur Verwendung in einem Staubsauger, in Form eines Zyklon-Abscheiders, bei dem die Luft einem wenigstens annähernd rotationssymmetrischen Behälter (11) über einen tangential angeordneten Einlass (12) zugeführt wird und nach dem Durchströmen einer Staubsammelkammer (14) über einen axial angeordneten Auslass abgeführt wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Behälter (11) derart ausgebildet ist, dass die Strömungsgeschwindigkeit des Luftstroms im Einströmbereich des Auslasses (3) geringer als im Bereich des Einlasses (12) ist, indem der mittlere Abstand (r_{E2}) des Einlasses (12) von der Symmetrieachse (15) geringer ist als der Radius (r_{T2}) des Auslasses.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Behälter (11) vom Einlass (12) zur Staubsammelkammer (14) erweitert ist, wobei die Erweiterung vorzugsweise trichterförmig ausgebildet ist.
3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Auslass (3) als in die Staubsammelkammer (14) ragendes Tauchrohr (13) ausgebildet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Tauchrohr (13) sich ausgehend von seinem Einströmbereich trichterförmig verjüngt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Einströmbereich des Tauchrohrs (13) von einem Sieb oder Gitter (16) umgeben ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Sieb oder Gitter (16) einen geschlossenen Boden (17) besitzt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Gitter (16) insbesondere im Bereich des Bodens (17) von einem konischen Ring (20) umgeben ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass unterhalb des Rings (20) eine Prallplatte (21) angeordnet ist.

Claims

1. A device for separating dust from dust-laden air, in particular for use in a vacuum cleaner, said device being in the form of a cyclone separator having an at least nearly rotationally symmetric container (11) to which the air is fed through a tangentially disposed inlet (12), the air then being passed through a dust collection chamber (14) and subsequently discharged through an axially disposed outlet,
Characterized in that,
the container (11) is configured such that the flow velocity of the air flow in the inflow region of the outlet (3) is lower than in the region of the inlet (12), wherein the mean distance (r_{E2}) of the inlet (12) from the axis of symmetry (15) is smaller than the radius (r_{T2}) of the outlet
2. The device as recited in claim 1, wherein the container (11) widens from the inlet (12) toward the dust collection chamber (14), the widened portion preferably having the shape of a funnel.
3. The device as recited in one of the preceding claims, wherein the outlet (3) takes the form of a dip tube (13) extending into the dust collection chamber (14).
4. The device as recited in claim 3, wherein the dip tube (13) tapers in the manner of a funnel, starting at its inflow region.
5. The device as recited in claim 3 or 4, wherein the inflow region of the dip tube (13) is surrounded by a screen or grid (16).
6. The device as recited in claim 5, wherein the screen or grid (16) has a closed bottom (17).
7. The device as recited in claim 5 or 6, wherein the grid (16) is surrounded by a conical ring

(20), in particular in the area of the bottom (17).

8. The device as recited in claim 7, wherein a baffle plate (21) is disposed below the ring (20).

Revendications

1. Dispositif destiné à séparer des poussières à partir d'air chargé de poussières, en particulier pour une utilisation dans un aspirateur, sous forme de séparateur cyclone dans lequel l'air est conduit à un récipient (11) au moins à peu près symétrique en rotation par le biais d'une entrée (12) disposée de façon tangentielle et puis, après avoir traversé un collecteur de poussières (14), est évacué par le biais d'une sortie disposée axialement,
caractérisé en ce que
le récipient (11) est constitué de telle sorte que la vitesse d'écoulement du flux d'air dans la zone d'arrivée de flux de la sortie (3) est plus faible que dans la zone de l'entrée (12) par le fait que la distance moyenne (r_{E2}) entre l'entrée (12) et l'axe de symétrie (15) est plus faible que le rayon (r_{T2}) de la sortie.
2. Dispositif selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
le récipient (11) s'élargit depuis l'entrée (12) vers le collecteur de poussières (14), l'élargissement étant de préférence en forme d'entonnoir.
3. Dispositif selon une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
la sortie (3) est constituée en tant que tube plongeur (13) faisant saillie dans le collecteur de poussières (14).
4. Dispositif selon la revendication 3,
caractérisé en ce que
le tube plongeur (13) se rétrécit en forme d'entonnoir à partir de sa zone d'arrivée de flux.
5. Dispositif selon la revendication 3 ou 4,
caractérisé en ce que
la zone d'arrivée de flux du tube plongeur (13) est entourée d'un tamis ou d'un treillis (16).
6. Dispositif selon la revendication 5,
caractérisé en ce que le tamis ou le treillis (16) possède un fond (17) fermé.
7. Dispositif selon la revendication 5 ou 6,
caractérisé en ce que
le treillis (16) est entouré d'une bague conique (20) en particulier dans la zone du fond (17).

8. Dispositif selon la revendication 7,
caractérisé en ce
qu'une plaque défléctrice (21) est disposée au-des-
sous de la bague (20).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

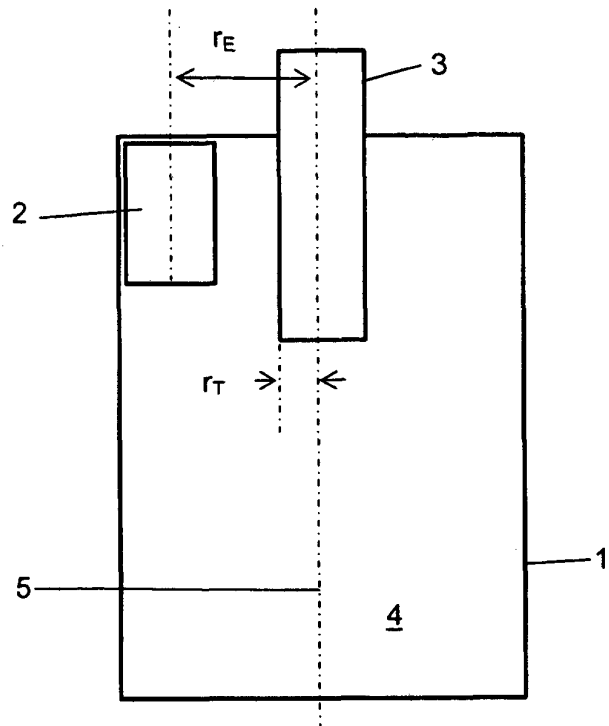


Fig. 1

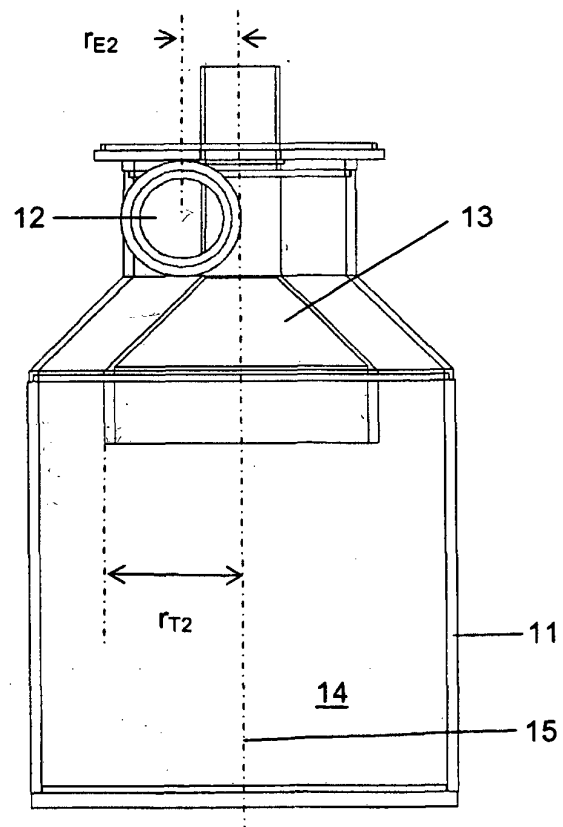
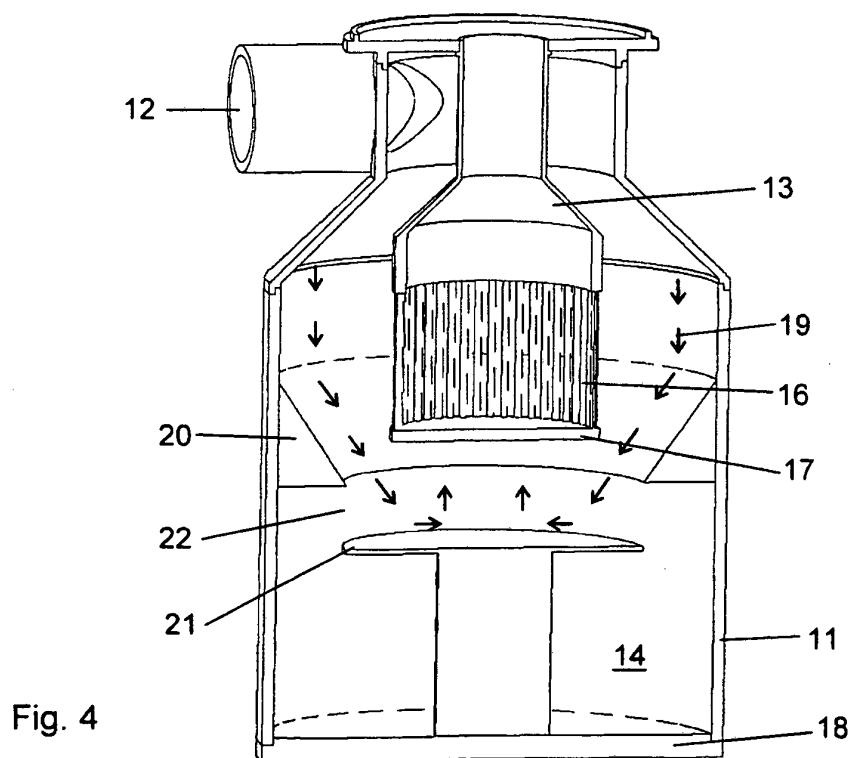
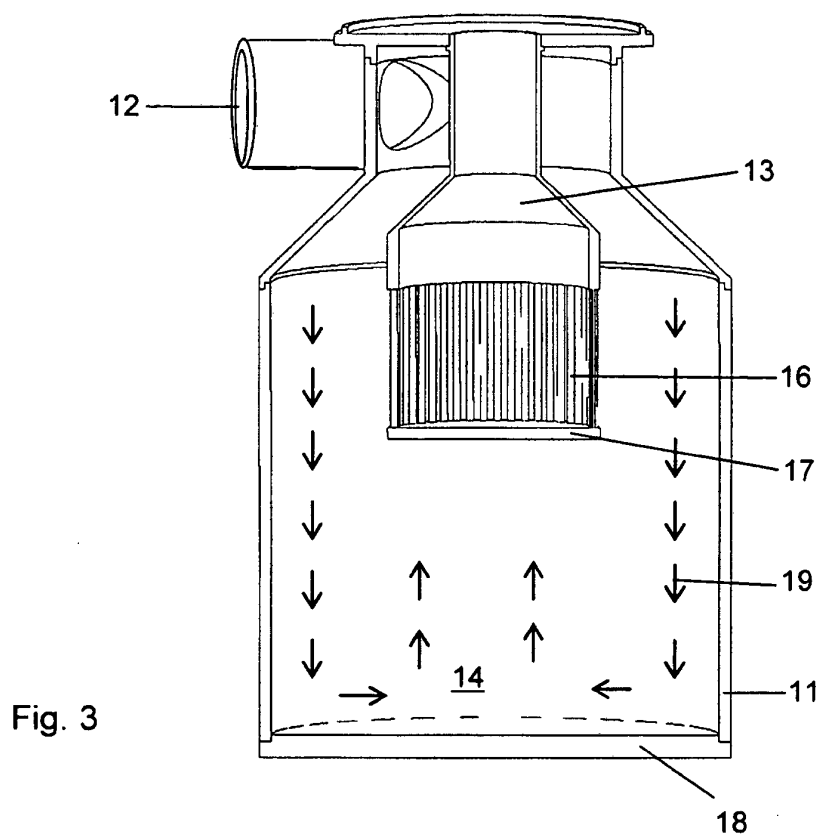


Fig. 2



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 19911331 C1 [0005]
- EP 1179312 A2 [0005]
- EP 0647114 B1 [0005]
- WO 2007022959 A2 [0007]
- DE 102006046328 B4 [0008]
- EP 1985217 A2 [0009]
- EP 1602308 A1 [0009]