(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. März 2007 (01.03.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/022959 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
A47L 9/10 (2006.01) *A47L 9/14* (2006.01)
A47L 9/12 (2006.01) *A47L 9/18* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/008252

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. August 2006 (23.08.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 041 170.3 26. August 2005 (26.08.2005) DE
10 2005 047 812.3 5. Oktober 2005 (05.10.2005) DE
10 2005 061 725.5
21. Dezember 2005 (21.12.2005) DE
10 2005 061 742.5
21. Dezember 2005 (21.12.2005) DE
10 2006 006 011.3 8. Februar 2006 (08.02.2006) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **MIELE & CIE. KG** [DE/DE]; Schutzrechte/Verträge, Carl-Miele-Strasse 29, 33332 Gütersloh (DE).

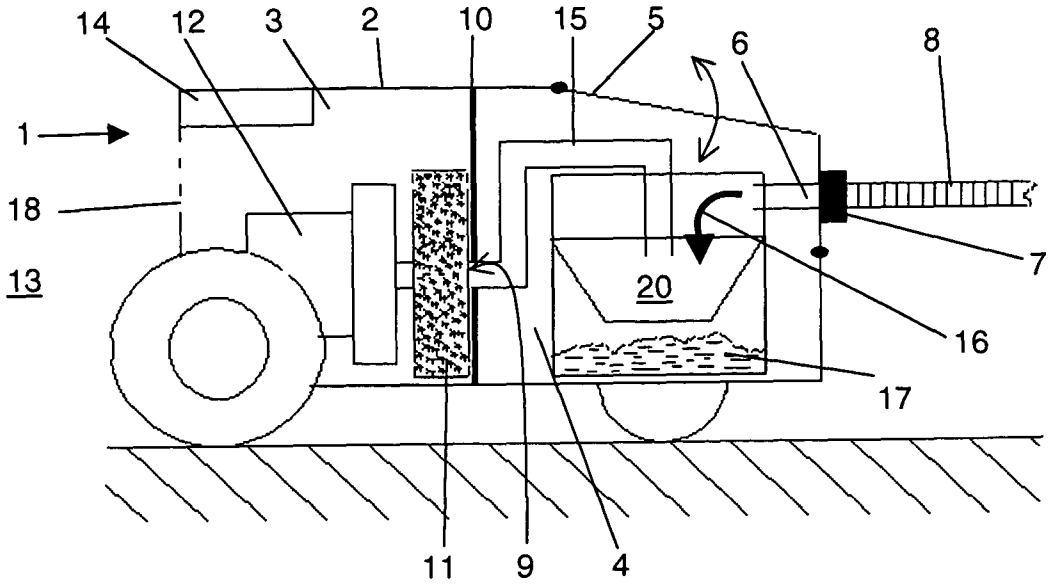
(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **BERTRAM, Andre** [DE/DE]; Berkensiek 24, 33739 Bielefeld (DE). **ENNEN, Günther** [DE/DE]; Ringstrasse 59, 32130 Enger (DE). **KINNIUS, Jörg** [DE/DE]; Auf dem Drescher 10, 32139 Spenge (DE). **TIEKÖTTER, Stefan** [DE/DE]; Runenweg 16, 33699 Bielefeld (DE). **WEGENER, Dirk** [DE/DE]; Traberweg 26, 33649 Bielefeld (DE). **WOLF, Cornelius** [DE/DE]; Am Waldschlösschen 58, 33739 Bielefeld (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR TREATING DUST AND DEVICES FOR CARRYING OUT THIS METHOD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR BEHANDLUNG VON STAUB UND VORRICHTUNGEN ZUR DURCHFÜHRUNG EINES SOLCHEN VERFAHRENS



(57) Abstract: The invention relates to a method for treating dust (17) and to devices for carrying out this method. In order to improve disposal with regard to hygiene points of view, the invention provides that the dust (17) is separated in a vacuum cleaner (1) into at least two fractions, which differ in the size and/or mass of the dust particles, and that a dust binding agent (43, 52, 60, 84, 122, 134, 170) is added to a fraction.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/022959 A2

SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)*

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)*

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Behandlung von Staub (17) und Vorrichtungen zur Durchführung eines solchen Verfahrens. Um die Entsorgung unter Hygienegesichtspunkten zu verbessern wird vorgeschlagen, dass der Staub (17) in einem Staubsauger (1) in mindestens zwei Fraktionen getrennt wird, welche sich durch die Größe und/oder Masse der Staubpartikel unterscheiden, und dass einer Fraktion ein Staubbindemittel (43, 52, 60, 84, 122, 134, 170) zugegeben wird.

Beschreibung

Verfahren zur Behandlung von Staub und Vorrichtungen zur Durchführung eines solchen Verfahrens

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Behandlung von Staub in einem Staubsauger. Darüber hinaus betrifft die Erfindung verschiedene Vorrichtungen zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

Bei Staubsaugern, insbesondere bei Bodenstaubsaugern, 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 verschließbaren 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 Feinstaubs 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.

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.

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

- kompakter Aufbau;
- eine dem Staubbeutel vergleichbare Filterleistung;

- hygienische Entnahmemöglichkeit des gesammelten Staubs;
- geringe Saugleistungsverluste.

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. Fliehkraftabscheider, sogenannte Zyklone (EP 0 647 114 B1);

Die beiden letztgenannten Systeme bieten die Möglichkeit, den Staubsammelbehälter einfach zu entnehmen, zu entleeren und bei Verschmutzung zu reinigen. Bei handelsüblichen Systemen, insbesondere bei den Fliehkraftabscheidern, wird bisher versucht, die von den Staubbeuteln bekannte Staubabscheidung nachzubilden. Aus diesem Grund ist die Trenngrenze der Abscheider sehr klein, aufgrund der unscharfen Trennung befinden sich deshalb 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.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Behandlung von Staub und Vorrichtungen zur Durchführung eines solchen Verfahrens zu schaffen, bei dem (denen) die Entsorgung unter Hygienegesichtspunkten verbessert ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst und durch Vorrichtungen mit den Merkmalen der weiteren unabhängigen Patentansprüche gelöst.

Erfindungsgemäß wird der Staub in mindestens zwei Fraktionen getrennt, welche sich durch die Größe oder Masse der Staubpartikel unterscheiden, und einer Fraktion wird ein Staubbindemittel zugegeben, so dass der Staub nicht nur lose in einem Staubsammelraum abgelegt wird, sondern eine gewisse Bindung und Vernetzung erfährt und bei der Entleerung des Staubsammelraumes keine Verwirbelung stattfindet. Die Belastung durch Feinstaub, pathogene Partikel oder andere Schadstoffe ist dadurch reduziert und der Umgang mit dem Staubsammelraum, der in regelmäßigen Intervallen geleert werden muss, wird deutlich hygienischer und der Inhalt des Staubsammelraumes kann als Gemisch, z.B. als Klumpen, auf einmal entsorgt werden.

Die Fraktion, deren Staubpartikel mehrheitlich kleiner sind als die Fraktion, der ein Staubbindemittel zugegeben wird, kann dann in vorteilhafter Weise von einem Feinstaubfilter

aufgenommen werden. Hierdurch wird vermieden, dass Partikel dieser Fraktion wieder an die Raumluft zurückgegeben und dort verwirbelt werden.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform wird der Staub in drei Fraktionen getrennt, welche sich durch die Größe und/oder Masse der Staubpartikel unterscheiden, und der Fraktion mit Staubpartikeln, welche mehrheitlich mittlere Größe oder Masse besitzen, wird ein Staubbindemittel zugegeben. Die erste Fraktion, die nur grobe Teile enthält, kann ohne jegliches Aufstauben auch ohne Bindemittel entleert werden. Daher wird nur für die mittlere Fraktion ein Staubbindemittel benötigt. Die zur Bindung benötigte Menge kann dabei gegenüber Verfahren, die die ersten beiden Fraktionen in einem Behälter sammeln, erheblich reduziert werden.

Dabei sollten die Einrichtungen, mit denen der Staub getrennt wird, derart dimensioniert werden, dass die erste Fraktion mehrheitlich Staubpartikel mit einer Größe von mehr als 200 µm enthält, dass die zweite Fraktion mehrheitlich Staubpartikel mit einer Größe zwischen 200 µm und 30 µm enthält und dass eine dritte Fraktion mehrheitlich Staubpartikel mit einer Größe von weniger als 30 µm enthält. Die Partikel der dritten Fraktion sind mit 30 µm teilweise noch sehr groß, was wiederum einen Feinstaubfilter mit sehr großer Aufnahmekapazität bedingt. Hierdurch wird aber erreicht, dass in der zweiten Fraktion auch bei einer unscharfen Trennung nur sehr wenig lungengängige Feinstaubpartikel vorhanden sind. Dies stellt sicher, dass Benutzer beim Entleeren des Behälters für die zweite Fraktion auch dann nicht oder nur gering gefährdet sind, wenn sie sich gegen die Benutzung eines Staubbindemittels entscheiden oder dessen Zugabe vergessen haben.

Es ist auch vorteilhaft, wenn die Zugabe des Staubbindemittels in einem in den Staubsauger einsetzbaren und von dort entnehmbaren Staubsammelbehälter erfolgt. Hierdurch ist einerseits eine einfache Entleerung des Konglomerats aus Staub und Staubbindemittel ohne zusätzliche Behälter möglich, andererseits wird eine einfache Reinigung des Staubsammelbehälters ermöglicht.

Bezüglich anderer zweckmäßiger oder sogar vorteilhafter Gestaltungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird auf die weiteren abhängigen Ansprüche 6 bis 19 verwiesen.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des vorbeschriebenen Verfahrens besitzt Mittel zur Trennung von mittels einem Staubsauger aufgesaugten Staub in mindestens zwei Fraktionen, welche sich durch die Größe der Staubpartikel unterscheiden, Mittel zur Zugabe eines Staubbindemittels in die in einem Staubsammelbehälter befindliche Fraktion und einen Feinstaubfilter zur Aufnahme der Fraktion, deren Staubpartikel mehrheitlich kleiner sind als die Fraktion, der ein Staubbindemittel zugegeben wird.

Eine geeignete Vorrichtung zur Trennung des Staubs arbeitet nach dem Massenträgheitsprinzip. Sie wird in einem Staubsauger eingesetzt, der einen Lufteinlass, einen Luftauslass und einen festwandigen Sammelbehälter umfasst. Der Lufteinlass und der Luftauslass sind vom Sammelbehälter durch eine Trennwand mit einer Öffnung abgeteilt, und die Anordnung des Lufteinlasses, des Luftauslasses und der Trennwand mit ihrer Öffnung bewirken eine schlagartige Umlenkung des Luftstroms in der Art, so dass Staubpartikel mit einer vorbestimmten Mindestgröße aus dem Luftstrom abgeschieden werden und im Sammelbehälter unterhalb der Trennwand verbleiben. Eine solche Vorrichtung ist in vorteilhafter Weise mit einem Staubbindemittel einsetzbar, kann aber auch in Staubsaugern eingesetzt werden, bei denen der Sammelbehälter in herkömmlicher Weise ohne Zugabe von Staubbindemittel entleert wird.

Die Vorteile einer solchen Trennvorrichtung ergeben sich durch die Trennung von Grob- und Feinstaub innerhalb des Behälters, was eine hygienische Entleerung ermöglicht. Der Sammelbehälter kann ohne Aufstauben einfach entleert werden, da nur geringe Mengen an Feinstaub in diesem Behälter vorhanden sind. Der Feinstaub kann in vorteilhafter Weise durch das Staubbindmittel neutralisiert werden.

Hierzu ist es vorteilhaft, wenn die Auslassöffnungen und der Feinstaubfilter sich in der oberen Deckfläche und in den daran anschließenden Seitenwänden erstrecken (Anspruch 29). Ein weiterer Vorteil ergibt sich durch den kompakten Aufbau, welcher eine Anpassung an die Innenkonturen eines Staubsammelraums eines Staubsaugers, insbesondere eines Bodenstaubsaugers ermöglicht (Anspruch 31).

Bei dem Behälter ist erfindungsgemäß der Lufteinlass als Öffnung in einer Deckfläche des Behälters ausgebildet und die Trennwand ist wenigstens im Bereich ihrer Öffnung annähernd parallel zur Deckfläche angeordnet (Anspruch 22).

In einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Öffnung in der Trennwand von einem zum Lufteinlass gerichteten Kragen umgeben (Anspruch 23). Hierdurch wird der Raum zwischen der oberen Deckfläche und der Trennwand vergrößert und besitzt ein ausreichendes Aufnahmevolumen für den Feinstaub. Außerdem wird der Volumenstrom durch den Ringspalt auch dann vergleichmäßigt, wenn die Lufteinlassöffnung innerhalb des Feinstaubfilters unsymmetrisch angeordnet ist.

Eine optimale Umlenkung des Luftstroms wird dadurch erreicht, dass beide Öffnungen kreisförmig ausgebildet sind und einen zylindrischen oder kegelstumpfförmigen Spalt bilden (Anspruch 24). Dabei sollte die Breite des Spalts derart dimensioniert sein, dass die durch den Spalt gebildete zylindrische bzw. kegelstumpfförmige Mantelfläche etwa der Querschnittsfläche

der Lufteinlassöffnung entspricht (Anspruch 25). Hierdurch werden Turbulenzen im Sammelbehälter vermieden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist die Trennwand mit einer Bypass-Öffnung versehen (Anspruch 26). Hierdurch wird ein Aufwirbeln des Grobstaubs innerhalb des Sammelbehälters vermieden, da der aus Luftverwirbelungen resultierende Überdruck aus dem Sammelbehälter abgeführt wird.

Zur Erleichterung des Handlings beim Entleeren ist der Sammelbehälter abnehmbar vom Rest des Behälters ausgebildet (Anspruch 27). Ein vorteilhafter Aufbau des Staubabscheide-Behälters ergibt sich dadurch, dass er neben dem Sammelbehälter einen Deckel und die Trennwand umfasst, wobei der Deckel den Lufteinlass, Öffnungen für den Luftauslass und einen Feinstaubfilter beinhaltet (Anspruch 28). Hierdurch können Trennwand und Deckel separat ausgebildet werden, was einerseits die Fertigung erleichtert und andererseits eine einfache Entnahme des Feinstaubfilters zur Reinigung ermöglicht.

Ein besonders vorteilhafter Staubabscheide-Behälter besitzt mindestens zwei Sammelbehälter zur Aufnahme von Staubfraktionen mit unterschiedlicher Partikelgröße bzw. –masse, die strömungsmäßig in Reihe hintereinander angeordnet sind. Dabei sollten die Behälter derart ausgebildet sein, dass die Trenngrenze des ersten Behälters bei ca. 200 µm und die Trenngrenze des zweiten Behälters bei ca. 30 µm liegt. Die erste Fraktion, die nur grobe Teile enthält, kann ohne jegliches Aufstauben auch ohne Bindemittel entleert werden. Daher wird nur für die mittlere Fraktion ein Staubbindemittel benötigt. Die zur Bindung benötigte Menge kann dabei gegenüber Verfahren, die die ersten beiden Fraktionen in einem Behälter sammeln, erheblich reduziert werden. Ein solcher Staubabscheide-Behälter kann aber, insbesondere von Nicht-Allergikern, auch ohne Verwendung eines Staubbindemittels eingesetzt werden, da in der zweiten Fraktion auch bei einer unscharfen Trennung nur sehr wenig lungengängige Feinstaubpartikel vorhanden sind. Dies stellt sicher, dass Benutzer beim Entleeren des Behälters für die zweite Fraktion auch dann nicht oder nur gering gefährdet sind, wenn sie sich gegen die Benutzung eines Staubbindemittels entscheiden oder dessen Zugabe vergessen haben.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Zugabe eines Staubbindemittels in den Staubsammelbehälter kann als extern, vom Staubsauger getrennt, Staubsauger-intern oder in einem Saugvorsatz des Staubsaugers angeordnet sein. Zweckmäßige oder sogar vorteilhafte Ausführungsformen einer solchen Vorrichtung sind in den abhängigen Ansprüchen 37 bis 54 offenbart.

Ein geeigneter Feinstaubfilter sollte mindestens eine Speicherkapazität von 200 Gramm besitzen. Da aufgrund der Trenngrenze von 30 µm relativ große und massereiche Partikel in

den Feinstaubfilter gelangen, wäre ein handelsüblicher Filter mit einer Aufnahmekapazität von 10 Gramm schnell erschöpft. Dies widerspräche dem Gedanken eines Staubsaugers, welcher kein oder nur wenig Verbrauchsmaterial benötigen soll. Aus diesem Grund wird eine Filterkapazität gewählt, welche bei normalen Nutzungsgewohnheiten eine Standzeit von mehr als einem Jahr gewährleistet. Neben der erhöhten Standzeit wird noch der Vorteil eines geringen Strömungsverlustes von nur ca. 20% (am Ende der Standzeit, bezogen auf den Ausgangszustand) erzielt. Der Einsatz eines solchen Filters erfolgt vorzugsweise bei einem Staubsauger, bei dem ein Staubbindemittel für die nächstgrößere Fraktion verwendet wird. Ein Einsatz eines solchen Filters ist aber auch ohne Staubbindemittel möglich, insbesondere dann, wenn die Trenngrenzen des Staubabscheide-Behälters so scharf sind, dass die nächstgrößere Fraktion keine lungengängigen Partikel enthält.

Zweckmäßige oder sogar vorteilhafte Ausführungsformen eines solchen Feinstaubfilters sind durch die nachfolgenden abhängigen Ansprüche 56 bis 65 gekennzeichnet.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von mehreren Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1	eine schematische Ansicht eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Staubsaugers;
Figur 2	eine perspektivische Ansicht des Staubsammelraumes des Staubsaugers der Figur 1 in Explosionsdarstellung;
Figur 3	eine Draufsicht auf den Staubsauger der Figur 1;
Figur 4	eine geschnittene Seitenansicht eines Staubsammelraumes mit Dosiereinrichtung;
Figur 5	eine teilweise geschnittene Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Staubsammelraumes mit Dosiereinrichtung;
Figur 6	eine teilweise geschnittene Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Staubsammelraumes mit Heizeinrichtung;
Figuren 7a, b	zwei Ansichten eines Staubsammelraumes gemäß einer alternativen Ausführungsform;
Figur 8	eine schematische Ansicht einer separaten Einrichtung zur Bindung des Staubes und
Figur 9	eine geschnittene Detailansicht der Einrichtung der Figur 8 mit einer Kassette;
Figur 10	einen Staubsammelbehälter mit Pressvorrichtung;
Figur 11	einen Staubsammelbehälter mit Rührwerk;
Figuren 12a, b	eine weitere Alternative der Staubbindung;

Figuren 13 bis 15	einen Staubsauger bzw. Staubsammelbehälter mit Staubbindung durch ein elektromagnetisches Feld;
Figur 16	die Schemaskizze eines Drei-Fraktionen-Staubabscheiders;
Figur 17	einen Staubsammelbehälter mit Wasserzuführung;
Figur 18	den Staubsammelbehälter gemäß Figur 17 beim Entleerungsvorgang;
Figur 19	den Querschnitt durch einen erfindungsgemäß ausgebildeten Staubabscheide-Behälter 1;
Figur 20	den Staubabscheide-Behälter 1 nach Figur 1 in der Ansicht von oben;
Figuren 21, 22	weitere Ausführungsformen von erfindungsgemäß ausgebildeten Staubabscheide-Behältern 1;
Figuren 23, 24	eine besonders vorteilhafte Ausführungsform eines erfindungsgemäß ausgebildeten Staubabscheide-Behälters mit einer Staubtrennung in drei Fraktionen;
Figuren 25, 26	den prinzipiellen Aufbau eines erfindungsgemäßen Feinstaubfilters;
Figuren 27, 28	detailliert eine erste Ausführungsform des Feinstaubfilters in Draufsicht und Seitenansicht
Figur 29	eine zweite Ausführungsform des Feinstaubfilters in Draufsicht.

Die Figur 1 zeigt rein schematisch einen Staubsauger 1 im Längsschnitt. Der Staubsauger 1 besitzt in bekannter Weise ein Gehäuse 2, welches in einen Gebläseraum 3 und einen Staubsammelraum 4 unterteilt ist. Der Staubsammelraum 4 wird durch einen schwenkbaren Deckel 5 verschlossen und besitzt eine erste Öffnung 6, in die die Kupplung 7 eines Saugschlauchs 8 mündet. An den Saugschlauch 8 können unter eventueller Zwischenschaltung eines Saugrohrs (nicht dargestellt) verschiedene Saugvorsätze (ebenfalls nicht dargestellt) angeschlossen werden. Eine zweite Öffnung 9 ist in der Trennwand 10 zwischen Staubsammelraum 4 und Gebläseraum 3 angeordnet. Hinter dieser Öffnung 9 befindet sich ein Feinstaubfilter 11. Dahinter ist in dem Gebläseraum 3 ein Motorgebläse 12 angeordnet, welches mit seiner Saugseite zum Feinstaubfilter 11 bzw. zur Öffnung 9 gerichtet ist und mit seiner Ausblasseite über weitere Öffnungen 18 – evtl. mit vorgeschaltetem Filter (nicht dargestellt) – mit der Umgebungsluft 13 verbunden. Über dem Gebläseraum ist ein Aufnahmeraum 14 für eine Gerätesteuerung und Bedien- und Anzeigeelemente (siehe Figur 3) angeordnet. Beim Einschalten des Gebläses 12 wird in bekannter Weise die staubbeladene Luft, in der Figur durch den Pfeil 16 symbolisiert, über den Saugschlauch 8 durch den Staubsammelraum 9 geleitet. Um dort den Grobstaub 17 zu separieren, ist dort in ebenfalls bekannter Weise ein staubbeutelloses Staubsammelsystem eingesetzt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist dies ein Fliehkraftabscheider 20, die eingangs genannten Varianten Massenträgheitsabscheider oder Staubkassette sind ebenfalls denkbar. Der verwendete Abscheider ist derart dimensioniert, dass innerhalb des Staubsammelbehälters eine Fraktion gesammelt wird, deren Bestandteile mehrheitlich größer als 30 µm sind.

Figur 2 zeigt den Fliehkraftabscheider 20 als Einzelheit. Er umfasst einen Zyklonkegel 21, der mit einer Luftzuführung 22 und einer Luftabführung 23 versehen ist. Die Luftzuführung 22 steht strömungsmäßig mit der Öffnung 6 in Verbindung, die Luftabführung 23 über die Leitung 15 mit der Öffnung 9 (s. Figur 1). Der Zyklonkegel 21 wird in einen zylindrischen Behälter 24 eingesetzt, der, wie in der Figur gezeigt, in eine rohrförmige Halterung 25 und einen darunter angeordneten Staubsammelbehälter 26 unterteilt sein kann. Die angesaugte staubbeladene Luft wird im Zyklonkegel 21 in eine Drehbewegung versetzt, so dass nach dem Fliehkraftprinzip der Grobstaub 17 an die Außenwand gedrückt wird und nach unten in den Staubsammelbehälter 26 fällt. Im weiteren Luftweg wird dann noch der Feinstaub durch den Feinstaubfilter 11 abgeschieden. Ist der Behälter 26 gefüllt, was über Füllstands-, Druck oder Staubmengensensoren oder einfach durch Messung der Einschaltzeiten des Gebläses ermittelt werden kann (nicht dargestellt), wird dies dem Benutzer über eine Anzeigevorrichtung 35 (s. Figur 3) mitgeteilt.

Figur 3 zeigt die Draufsicht auf einen erfindungsgemäß ausgebildeten Staubsauger 1. Hier sind in einem Bedienfeld 30 neben den bekannten Bedien- und Anzeigeelementen wie Ein-/Ausschalter 31, Wechselanzeige 32 für den Feinstaubfilter 11, Kabelaufrolltaste 33 und Leistungssteller 34 weitere Elemente vorgesehen, deren Funktion später erklärt ist. Unter anderem kann dies die vorbeschriebene Anzeige 35 zum Entleeren des Staubsammelbehälters 26 sein. In den folgenden Ausführungsbeispielen (Figuren 4 und 5) wird zur Aktivierung der Wechselanzeige ein aus der EP 0 759 157 B1 bekannter Piezosensor verwendet, welcher an die Gerätesteuerung - in der Figur durch den gestrichelten Kasten 36 symbolisch angedeutet - ein Signal gibt, das mit der aufgesaugten Staubmenge korreliert. Der Benutzer kann dann den Staubsammelbehälter 26 vom Rest des Fliehkraftabscheiders 20 trennen und den Grobstaub 17 entleeren. Hier setzt die Erfindung ein:

Um ein Aufstauben des Grobstaubs beim Entleeren des Staubsammelbehälters zu vermeiden, wird diesem ein Staubbindemittel zugegeben. Ein Staubbindemittel im Sinne der Erfindung stellt ein ein- oder mehrkomponentiges Additiv dar, welches in fester und/oder flüssiger und/oder gasförmiger Phase vorliegt, wobei die Phase ggf. veränderbar ist, um den in loser ungebundener Form vorliegenden aufgesaugten Staub zu durchdringen, zu vermischen und zumindest teilweise eine Bindung des Staubes vorzunehmen. Das Staubbindemittel soll neben dem Grobstaub insbesondere auch den im Staubsammelbehälter vorhandenen Feinstaub, Keime, Bakterien, Pollen und andere Schadstoffe binden, um bei der Entsorgung eine Verwirbelung und die daraus resultierende Belastung für den Benutzer zu vermeiden. Dadurch kann der gefüllte Staubsammelraum auf hygienische Weise entleert werden, ohne dass es zu einem Aufstauben kommt. Als Staubbindemittel können entsprechend geeignete dispergierbare Flüssigkeiten, Pulver, Schaum, Granulat oder feste, insbesondere tablettenförmig gepresste Stoffe verwendet werden. Außerdem können dem Staubbindemittel Duftstoffe, reinigende oder

keimhemmende Substanzen zugesetzt sein. Die Zugabe des Staubbindemittels in den Staubsammelbehälter erfolgt durch eine dafür geeignete Vorrichtung, die entweder innerhalb des Staubsaugers oder in einem Saugvorsatz integriert ist oder als externe Apparatur mit einer Aufnahme für den Staubsammelbehälter ausgebildet ist.

In den Figuren 4 und 5 sind Ausführungsbeispiele von Staubsammelbehältern gezeigt, in denen ein Staubbindemittel zugegeben und mit dem Staub vermengt wird. Als Staubbindemittel kann eine Flüssigkeit, Pulver, Schaum oder Granulat verwendet werden, auch Mischformen sind denkbar. Insbesondere bei der Verwendung von Granulat sollte diesem ein Stoff zugesetzt werden, welcher die Anhaftung des Staubs verbessert. Ferner kann das Staubbindemittel mit Mitteln angereichert sein, die eine reinigende Wirkung besitzen, beispielsweise durch Beigabe von Tensiden oder ähnlichen die Reinigung fördernde Substanzen. Auch bakterizide, bakteriostatische, und/oder fungizide Mittel können beigegeben werden, um eine Verkeimung innerhalb des Staubsammelbehälters zu vermeiden. Diese Eigenschaften werden beispielsweise durch die Dotierung des Materials mit Silberionen erreicht. Ferner können Duftstoffe eingesetzt werden, um den Umgang mit dem Staubsammelraum angenehmer zu machen.

Das Staubbindemittel muss zur Erfüllung seiner Funktion im Sinne der Erfindung mit dem Staub in Kontakt treten, wobei folgende mögliche Varianten zur Dosierung bestehen:

- Das Staubbindemittel wird vom Benutzer direkt in den Staubsammelbehälter dosiert. Diese Möglichkeit ist äußerst kostengünstig realisierbar, da keine zusätzlichen aktiven Wirkelemente in den Staubsauger eingebaut werden müssen, wobei nachteilig ist, dass der Verbraucher mit dem eingesaugten Staub in Kontakt kommen kann, bevor dieser gebunden ist. Um diesen Nachteil zu beseitigen, kann das Staubbindemittel durch Einschalten des Gebläses in den Staubsammelbehälter eingesaugt werden.
- Das Staubbindemittel wird über eine Dosiervorrichtung in den Staubsammelbehälter gegeben, wobei die Aktivierung über am Staubsauger, am Saugvorsatz oder an der externen Apparatur angeordnete Betätigungsmittel erfolgt.
- Das Staubbindemittel wird automatisch vom Staubsauger oder vom Saugvorsatz dosiert. Dies kann bei eingeschaltetem Gebläse durch entsprechende Dosiereinrichtungen im Bereich der Luftzuführung erfolgen, oder direkt in den Staubsammelbehälter.
- Das Staubbindemittel wird am Anfang eines Saugprozesses dosiert, wobei entweder die für den Staubsammelbehälter notwendige Menge nach Entleerung einmalig zugegeben wird oder über mehrere Teilschnitte eine Dosierung erfolgt. Ferner kann die Zugabe des Staubbindemittels auch nach dem Saugvorgang erfolgen. Die Aktivierung der hierzu notwendigen Dosiervorrichtung bezüglich der Menge, des Zugabezeitpunkts und/oder der Zugabefrequenz kann zeit-, füllstands- oder staubmengengesteuert sein. Hierzu können die gleichen Vorrichtungen benutzt werden wie zur eingangs beschriebenen Wechselanzeige.

- Das Staubbindemittel wird automatisch beim Einsetzen des Staubsammelbehälter zugegeben.

Vorteilhaft ist die Verwendung von Mitteln zum Durchmischen von Staub und Staubbindemittel, insbesondere bei der Zugabe des Mittels am Anfang oder am Ende des Saugvorgangs oder bei Zugabe in einer externen Apparatur. Hierzu können mechanische oder motorische Mittel verwendet werden, die den Behälter in Bewegung, Drehung oder Schwingung versetzen.

In dem in Figur 4 gezeigten Ausführungsbeispiel ist in der Luftzuführung 22 ein Staubmengensensor 41 angeordnet, der die Menge des durchströmenden Staubes erfasst. Ferner ist in der Luftzuführung 22 eine Dosiervorrichtung 42 für Pulver und/oder Granulat als Staubbindemittel 43 vorgesehen. Die vom Staubmengensensor 41 erfasste Menge wird an die Gerätesteuerung 36 weitergegeben, und diese veranlasst bei Vorliegen einer Menge, welche eine Entleerung des Sammelbehälters 26 erforderlich macht, dass das Staubbindemittel über eine Dosierklappe 44 in die Luftzuführung 22 abgegeben und dort mit der noch staubbeladenen Luft verwirbelt wird. Aufgrund der nachfolgenden zyklonartigen Verwirbelung der Luft mit dem Staub 17 und dem Staubbindemittel 43 wird eine optimale Vermischung erreicht. Das Staubbindemittel 43 wird zusammen mit dem Staub 17 in dem Behälter 26 gesammelt und kann dann in regelmäßigen Abständen entsorgt werden. Die Dosierung des Staubbindemittels 43 kann über Klappen, Kolben, Schnecken und/oder Düsen erfolgen. Dabei kann die Zugabe des Staubbindemittels entweder unmittelbar in dem Staubsammelraum 26 oder im Bereich der Luftzuführung 22 erfolgen, z.B. kann die Zugabe bereits an dem Saugvorsatz des Staubsaugers 1 erfolgen (nicht dargestellt).

In Figur 5 ist eine weitere Ausführungsform eines Staubsammelbehälters 26 dargestellt, bei dem der Grobstaub 17 gebunden wird. Hierfür ist an dem Behälter 26 mindestens eine Sprüheinrichtung 50 vorgesehen, mittels der ein Fluid 52 in den Staubsammelraum 26 abgegeben werden kann. Die Sprüheinrichtung 50 umfasst einen Vorratsbehälter 53, in dem das Fluid 52 als Staubbindemittel angeordnet ist. Ferner sind von der Gerätesteuerung 36 aktivierbare Dosierpumpen 54 vorgesehen, um mittels Schläuchen 55 das flüssige Staubbindemittel 52 in den Staubsammelbehälter 26 zu fördern. Hierfür sind ein oder mehrere Düsen 51 vorgesehen, aus denen das aus den Schläuchen 55 geförderte Fluid 52 in den Staubsammelraum 26 abgegeben und zerstäubt wird. Das dispergierte, staubbindende Fluid 52 ist schematisch durch den Sprühnebel 56 dargestellt. Das Staubbindemittel 52 kann eine glykolhaltige oder glyzerinhaltige Flüssigkeit sein, die die Oberflächenspannung auf Werte von weniger als 40 mN/m reduziert und ggfs. mit fungiziden, bakteriostatischen und/oder bakteriziden Inhaltsstoffen ergänzt ist. Ebenso denkbar ist die Verwendung eines hochverdünnten Klebers, beispielsweise Tapetenkleister. Das flüssige Staubbindemittel 52 sollte vorzugsweise jedoch dispergierbar sein. Anstelle eines Fluids können bei entsprechender Ausbildung der Dosierpumpen und

Düsen ebenfalls pulver-, schaum- oder granulatförmige Medien versprüht werden. Zur Dosierung können anstelle der Pumpen 54 auch andere Druck erzeugende Elemente eingesetzt werden. Ferner kann das Staubbindemittel 52 auch über steuerbare Ventile zugeführt und mit Ultraschall dispergiert werden. Die Steuerung der Zuführung des flüssigen Staubbindemittels 52 kann auch hier abhängig von den Daten eines Staubmengensensors 41 erfolgen, alternativ aber auch nach einer der anderen zuvor aufgezählten Varianten. Die Wände des Staubsammelraumes 26 können für eine kostengünstige Herstellung aus Kunststoff gefertigt sein. Es ist natürlich auch möglich, eine antihaftende Beschichtung vorzusehen, um die Reinigung zu erleichtern.

In Figur 6 ist ein Ausführungsbeispiel eines Staubsammelraumes 26 gezeigt, bei dem der Staub 17 durch einen Stoff gebunden wird, der zunächst geschmolzen wird und nach der Aufnahme des Staubs 17 erkaltet und dann aus dem Staubsammelraum 26 entfernt werden kann. Hierzu wird beispielsweise Paraffin 60 verwendet, was dem Behälter als Tablette 61 oder Granulat 84 (s. Figur 9) zugegeben wird. An dem Behälter 26 ist eine Wärmequelle 62 vorgesehen, die über eine Spannungsversorgung 63 mit elektrischer Energie versorgt wird.

Wie in Figur 6 weiter zu sehen ist, befindet sich am Boden des Behälters 26 eine Aufnahme 64 für die Paraffintablette 61. Ferner ist schematisch der Staub 17 dargestellt, der auf der Paraffintablette 61 liegt. In regelmäßigen Abständen kann der Behälter 26 aus dem Staubsauger 1 entnommen und gereinigt werden.

Beim Saugen wird der Hausstaub zunächst mit Hilfe des Fliehkraftabscheiders 20 fraktioniert, wobei Partikel mit einem Durchmesser < 30 μm den Fliehkraftabscheider 20 passieren und in dem Feinstaubfilter 11 gebunden werden. Alle weiteren Staubbestandteile 17 fallen infolge der Gravitation auf das Paraffin 60. Bei einem bestimmten Füllgrad wird die Wärmequelle in Form einer Heizplatte 62 über die Spannungsversorgung 63 mit elektrischer Energie versorgt, wodurch das Paraffin 60 von der festen in die flüssige Phase überführt wird. Es kann auch die Abwärme des Gebläses 12 verwendet werden.

Die Dichte des Paraffins 60 liegt in einer Größenordnung von < 1 g/cm^3, etwa im Bereich zwischen 0,5 und 0,7 cm^3. Nach dem archimedischen Prinzip werden alle Körper in dem Paraffin 60 versinken, die eine Dichte > ca. 0,8 g/cm^3 aufweisen. Diese Bedingungen erfüllen Hausstaubpartikel 17, deren Dichte im Bereich > 1g/cm^3 liegt. Aufgrund der Größenverhältnisse der Dichte der einzelnen Stoffe und des relativ einfach zu erreichenden Phasenwechsels der Paraffintablette 61 gelingt es so, den in dem Behälter 26 befindlichen Staub 17 einfach zu binden und in dem Paraffin 60 zu versenken. Wenn der Behälter 26 ausreichend gefüllt ist, kann der abgekühlte Klumpen aus Paraffin 60 und gebundenem Staub 17 ohne Aufstauben entsorgt werden. Insbesondere die unpolare, molekulare Struktur des Paraffins 60 und dessen niedrige Oberflächenspannung sorgt dafür, dass im Gegensatz zu Wasser, Partikel grund-

sätzlich in der flüssigen Phase des Paraffins 60 leicht einsinken können. Ferner kann der Schmelzpunkt des Paraffins 60 in einem weiten Bereich eingestellt werden.

Damit das ausgehärtete Paraffin 60 leicht aus dem Staubsammelbehälter 26 entfernt werden kann, befindet sich die Paraffintablette 61 in dem Bereich der Aufnahme 64, die aus einem repulsiven (antihaftenden) Material oder einem Material mit einer repulsiven Oberfläche besteht, vorzugsweise Silikon. Aufgrund der besseren Wärmeleitfähigkeit kann die Aufnahme auch aus mit Teflon beschichtetem Aluminium bestehen. Die Aufnahme 64 kann dabei lösbar in dem Behälter 26 aufgenommen sein, um herausgenommen zu werden und durch eine neue Paraffintablette 61 ggf. mit einer neuen Aufnahme 64 ersetzt zu werden.

Neben Stoffen, deren Phase durch Zuführung von Wärmeenergie veränderbar ist, können auch Substanzen, deren Viskosität durch Bewegungsenergie verändert werden kann – sogenannte tixotrope Stoffe – als Staubbindemittel Verwendung finden. Als Beispiel seien hier Cellulose-Suspensionen genannt

In Figur 7a und 7b ist eine herausnehmbare Kassette 70 als Staubsammelbehälter gezeigt, die einen Teil des Staubsammelraumes 4 bei einem Staubsauger 1 bildet, so wie er beispielsweise in Figur 1 gezeigt ist. Anders als bei dem vorangegangen Ausführungsbeispiel ist die Kassette 70 durch einen tassenförmigen Behälter 75 gebildet, der durch einen Deckel 71 verschließbar ist. An dem Deckel 71 sind Griffe 72 und ein mittiger Verschluss 73 vorgesehen. In der Kassette 70 ist wieder eine Paraffintablette 61 als Staubbindemittel vorgesehen. Der Boden des tassenförmigen Behälters 75 kann wiederum aus einer repulsiven (antihaftenden) Schicht, beispielsweise Teflon oder beschichtetem Aluminium bestehen. Um einen guten Übergang der Schmelzwärme auf die Paraffintablette 61 zu gewährleisten, kann der Boden aus Metall, z.B. aus Aluminium bestehen. Der Behälter 75 kann im Bereich der Seitenwand aus einem flexiblen Material, vorzugsweise Silikon bestehen, um ein gutes Herauslösen der Paraffintablette 61 zu ermöglichen. Ferner kann der Behälter 75 auf einfache Weise gereinigt und mehrfach verwendet werden. Am Boden des Behälters 75 ist ferner eine Aufnahme 74 vorgesehen, in die eine Antriebswelle eingreifen kann.

In den Figuren 8 und 9 ist ein separates Zusatzgerät 80 dargestellt, um den in der Kassette 70 enthaltenen Staub 17 zu binden. Das Zusatzgerät 80 besteht im Wesentlichen aus einem Oberteil 81 und einem Unterteil 82, die lösbar und/oder beweglich miteinander verbunden sind. Dadurch kann die Kassette 70 nach Abnahme des Oberteils 81 in das Zusatzgerät 80 eingefügt werden. Das Oberteil 81 enthält neben einem Einfülltrichter 83 für ein Staubbindemittel wie beispielsweise Paraffingranulat 84 bzw. Paraffinpulver eine Bedien- und Anzeigeeinheit 85 mit einem Steuergerät 86. Das Steuergerät 86, beispielsweise ein Mikrokontroller, enthält ein speziell für die Staubbindung konzipiertes Programm mit definierten Schritten und Parametern,

das über die Bedien- und Anzeigeeinheit 85 betätigt werden kann. Ferner dokumentiert die Bedien- und Anzeigeeinheit 85 den aktuellen Status der Staubbindung.

Nach dem Einsetzen der Kassette 70 kann über eine Schleuse 91 automatisch oder manuell das Staubbindemittel 84 zugegeben werden. Das Paraffingranulat 84 dient somit zum Versiegeln des in dem Behälter 75 befindlichen Gemisches an Paraffin 60 und Staub 17.

Das Unterteil 82 dient zur Aufnahme der Kassette 70, die auf einer Welle 87 eines Antriebs 88 angeordnet ist. Der Antrieb 88 versetzt die Kassette 70 in Bewegung, vorzugsweise in eine Rotationsbewegung im Dauer- und/oder Impulsbetrieb. Die Rotation bewirkt eine bessere Durchmischung des Paraffins 60 mit Staub 17 in der flüssigen Phase durch das Wirken der Fliehkraft.

Ferner liegt die Kassette 70 mit ihrem Boden auf einer Wärmequelle 89 zum Schmelzen einer Paraffintablette 61 auf. Die Wärmequelle 89 ist ebenfalls beweglich angeordnet und kann über Antriebe 90 in vertikaler Richtung verfahren werden. Immer wenn der Staubbehälter 75 rotiert, wird die Wärmequelle 89 abgesenkt. Alle Antriebe 88 und 90 sowie die Wärmequelle 89 werden vom Steuergerät 86 programmabhängig ein- und ausgeschaltet. Ferner können im Oberteil 81 oder Unterteil 82 Kühlaggregate (nicht dargestellt), beispielsweise Gebläse oder Peltierelemente angeordnet werden, um das Erstarren des Paraffins 60 zu beschleunigen.

Für die Entsorgung des Staubes 17 wird zunächst die gefüllte Staubkassette 70 in das Zusatzgerät 80 eingelegt. Dann wird die Wärmequelle 89 eingeschaltet, bis die Paraffintablette 61 geschmolzen ist. Danach wird die Wärmequelle 89 ausgeschaltet und die Kassette 70 auf die Welle 87 des Antriebes 88 abgesetzt. Die Kassette 70 wird dann gedreht, wobei Staub 17 und geschmolzenes Paraffin sich vermischen. Ferner kann Paraffingranulat 84 über die Schleuse 86 zugegeben werden. Anschließend wird die Staubkassette 10 angehalten und das flüssige Paraffin 60 abgekühlt. Danach kann die Staubkassette 70 entnommen und die in der Kassette 70 enthaltene Mischung entsorgt werden.

Neben den beschriebenen Verfahren zur Applikation des Staubbindemittels – vorzugsweise Paraffin – besteht des weiteren die Möglichkeit, den Staub in das flüssige Paraffin zu pressen, um den Bindemitteleinsatz zu minimieren. Figur 10 zeigt einen Staubsammelbehälter 26, der mit einer solchen Pressvorrichtung 100 ausgerüstet ist. Hierzu wird in dem entnehmbaren Staubsammelbehälter 26 ein Kompressionsstempel 101 angeordnet, der manuell oder auch automatisch, d. h. elektromotorisch oder auch aerodynamisch, angetrieben wird und dadurch auf den Grobstaub 17 bzw. das Bindemittel gepresst. Nach dem Einschalten der Heizplatte 62 wird der Staub in das flüssige Bindemittel – vorzugsweise Paraffin 60 – gepresst und somit durch Verdichten ein „Staub-Bindemittel-Presskuchen“ erzeugt. Der Pressvorgang kann nach

jedem Ausschalten des Staubsaugers oder bei vollständig gefülltem Sammelbehälter durchgeführt werden.

Es besteht des weiteren die Möglichkeit, den Staub mit Hilfe eines Rührwerks mit dem Staubbindemittel zu vermengen. Hierzu wird in dem in Figur 11 dargestellten Staubsammelbehälter 26 ein Rührwerk 110 angeordnet, das manuell aber auch automatisch über eine drehbare Achse 111 angetrieben wird. Der Grobstaub 17 bedeckt teilweise oder ganz die Schaufeln 112 des Rührwerks 110. Innerhalb bzw. oberhalb des Staubsammelbehälters befindet sich eine Dosiervorrichtung 113 mit dem Staubbindemittel 114. Das Bindemittel 114 wird kontinuierlich (z. B. während des Betriebs) oder diskontinuierlich (z. B. nach jedem Einschalten oder bei vollständig gefülltem Staubsammelbehälter) auf den Grobstaub 17 dosiert. Mit Hilfe des Rührwerks 110 wird das Bindemittel 114 homogen mit dem Staub 17 durchmischt, wodurch der Bindemitteleinsatz minimiert werden kann.

Die Figuren 12a und 12b zeigen den prinzipiellen schematischen Aufbau einer weiteren Möglichkeit der Staubbindung. Hier werden in den Staubsammelbehälter Pads 120 eingelegt, die den Boden vollständig bedecken. Die Pads 120 bestehen aus mindestens zwei Komponenten, einem ersten Speichermedium 121 mit Staubbindemittel 122 sowie einem zweiten Speichermedium 123 für den Grobstaub 17. Vorzugsweise sind die Pads 120 als Verbrauchsmaterial ausgeführt. Das Material des ersten Speichermediums ist porös bis grobporig, schwammartig und flüssigkeitsspeichernd, vorzugsweise kommt Schaumstoff zum Einsatz. Es ist mit einem flüssigen Staubbindemittel 121 getränkt. Das Staubbindemittel 121 liegt im Idealfall als Flüssigkeit mit niedrigem Dampfdruck - wie z. B. Glycerin oder Glykol - vor. Das zweite Speichermedium 123 für den Staub muss flüssigkeitsleitend und –speichernd sein, grobporig, faserartig. Vorzugsweise werden an dieser Stelle Cellulosefasern verwendet, wobei die Fasern in den Schaumstoff eingespritzt werden, um einen guten Kontakt zum Staubbindemittel 121 zu gewährleisten. Cellulosefasern zeichnen sich durch eine hohe Kapillarität aus, wodurch das Staubbindemittel 121 aus dem Schaumstoff an die Oberfläche des zweiten Speichermediums 123 transportiert wird, um dort den Staub 17 zu benetzen bzw. zu binden und so ein Aufstauben zu vermeiden. An der Oberfläche des Speichermediums 123 bildet sich somit im Verlauf der Zeit ein „Staubkuchen", siehe Figur 4b. Bei erschöpfter Kapazität des ersten Speichermediums 122 wird der Pad 120 vorzugsweise durch den Bodenverschluss 124 des Staubsammelbehälters 26 zusammen mit dem gebundenen Staub 17 ohne Aufstauben entsorgt.

Die Figuren 13 bis 15 zeigen schematisch einen weiteren beutellosen Staubsauger 1 bzw. dessen Staubsammelbehälter. Der wesentliche Kerngedanke dieser Ausführungsform beinhaltet eine Vorrichtung zur Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes, mit Hilfe dessen die „Agglomerationsneigung“ des Grobstaubs 17 im Staubsammelbehälter 26 erhöht wird, um

somit ohne materielles Bindemittel als Additiv eine hygienische Entnahme des Staubs zu ermöglichen. Realer Hausstaub neigt aufgrund seiner Zusammensetzung – im Wesentlichen enthält er organische Bestandteile – zur Bildung von Agglomeraten. So verbinden sich bevorzugt Allergene – wie Pollen und Milbenkot – mit größeren Partikeln im Hausstaub. Verantwortlich hierfür sind elektrostatische Kräfte aufgrund von Polarisation sowie Adhäsionskräfte infolge einer klebrigen Partikeloberfläche. Mit Hilfe der gezeigten Vorrichtung und des nachfolgend beschriebenen Verfahrens werden die Eigenbindungskräfte des Hausstaubs verstärkt und ein Aufstauben insbesondere des Feinstaubanteils und der Allergene vermieden.

Die Figur 13 zeigt den prinzipiellen Aufbau der zielgerichteten Vorrichtung in dem beutellosen Staubsauger 1. Wesentliche Bestandteile der Vorrichtung sind die beiden sich gegenüberliegenden insbesondere plattenförmigen Elektroden 131 und 132 sowie der Hochspannungsgenerator 133. Bei dem Hochspannungsgenerator 133 kann es sich um einen vom Saugstrom des Staubsaugers aerodynamisch angetriebenen Bandgenerator oder um eine elektronische Spannungsvervielfacher-Schaltung handeln, die die Hochspannung aus der Netzspannung ableitet. Beide Einrichtungen – Hochspannungsgenerator 133 und Elektroden 131 und 132 dienen zur Erzeugung eines vorzugsweise elektrischen Feldes, symbolisiert durch den gestrichelten Pfeil 134. Die Elektroden 131 und 132 stellen ein aktives kondensatorförmiges System bzw. Gebilde dar.

Figur 14 (Perspektive) und Figur 15 (Schnitt) beschreiben den Aufbau der Vorrichtung im Detail. Wie die Figur 14 zeigt, besteht das Staubsammelsystem des beutellosen Staubsaugers im Wesentlichen aus dem zylindrischen Staubsammelbehälter 26 und der Luftzuführung 22. Der aufgesaugte Grobstaub 17 setzt sich aufgrund der Gravitationskraft im Bodenbereich des Staubsammelbehälters 26 ab. Innerhalb des Staubsammelbehälters befinden sich die beiden gegenüberliegenden, einen Kondensator bildenden, konturorientierten Hochspannungselektroden 131 und 132, wobei die obere Elektrode 131 beweglich (automatisch oder manuell) ausgeführt ist, so dass der Plattenabstand durch die Translation verringert werden kann. Die untere Elektrode 132 befindet sich im Bodenbereich des Staubsammelbehälters 26. Der Staub 17 stellt somit das Dielektrikum des Kondensators dar. Beide Kondensator-Elektroden 131 und 132 sind über einen vom Mikrocontroller 135 gesteuerten Schalter 136 mit dem Hochspannungsgenerator 133 verbunden. Das elektrische Feld 134 bildet sich zwischen den beiden Elektroden 131 und 132 aus. Das bewegliche Elektrodensystem 131 und 132 bildet demzufolge eine als Kondensator ausgebildete Staubpresse, wobei die Presswirkung durch Zuschalten des elektrischen Feldes 134 verstärkt wird.

Zur weiteren Erklärung der Erfindung zeigt die Figur 15 die bereits beschriebene Vorrichtung nochmals im Schnitt. Vorzugsweise wird die untere Elektrode 131 kippbar bzw. schwenkbar ausgeführt, um den gepressten Staub entnehmen zu können. Bei der vom Hochspannungsgenerator 133 erzeugten Hochspannung handelt es sich vorzugsweise um eine stationäre Gleichspannung in der Größenordnung 1 kV bis 3 kV. Durch das Pressen des Staubs unter Zuschalten des elektrostatischen Feldes werden Polarisationseffekte im Staub verstärkt sowie Adhäsionskräfte effektiver ausgenutzt, so dass eine Staubbindung „von selbst", d. h. ohne materielles Additiv, stattfindet und ein Aufstauben beim Ausschütten vermieden wird. Der Vorgang des Pressens unter Zuschaltung des elektrostatischen Feldes wird vorzugsweise dann ausgeführt, wenn der Staubsammelbehälter gefüllt ist. Als weitere Alternative kommt in Betracht, das Pressen mit Hilfe eines Sensors 41 (s. Figur 4) staubmengengesteuert durchzuführen. Ferner besteht die Möglichkeit, das Pressen nach jedem Einschalten des Gebläses 12 auszulösen. Weiterhin ist es möglich, in Abhängigkeit vom Signal des Staubmengensensors 41 die Press-Parameter wie z. B. die Presszeit und die Hochspannungshöhe zu variieren. Die Verwendung einer Vorrichtung zum Pressen von Staub 17 unter Zuschaltung eines elektrostatischen Felds in einem beutellosen Staubsauger 1 weist die Vorteile auf, dass der Staub ohne Verwendung eines Beutels und/oder eines anderen materiellen Bindemittels hygienisch, d. h. ohne Aufstauben entsorgt werden kann und keine Feinstaubproblematik beim Entleeren entsteht.

Die Vorrichtung zur Erzeugung des elektromagnetischen Feldes kann bzgl. ihrer Lage relativ zum Staubsammelbehälter: innerhalb, oberhalb bzw. unterhalb angeordnet sein. Sie kann außerdem aktiv, d. h. generatorisch, mehrteilig oder kondensatorförmig ausgebildet sein, das Feld kann konstant oder variabel, rämlich oder zeitlich stationär oder instationär sein. Es sind mindestens zwei Elektroden vorhanden, eine kann den Boden des Staubsammelbehälters bilden, sie können plattenförmig, konturorientiert oder rund sein, gegenüberliegend angeordnet, linear verfahrbar, eine Elektrode schwenkbar. Der Elektroden-Abstand kann variabel sein, beispielsweise durch motorische oder manuelle Veränderung. Der Generator zum Betrieb der Vorrichtung kann triboelektrisch (Beispiel: aerodynamisch bewegter Bandgenerator) oder elektronisch (Beispiel: Spannungsvervielfacherschaltung) arbeiten, das Hochspannungssignal gleich- oder wechselförmig mit hoher Frequenz sein. Die Aktivierung des Generators und das Pressen können einmalig (bei gefülltem Behälter), mehrmalig (nach jedem Einschalten), kontinuierlich, diskontinuierlich oder staubmengengesteuert erfolgen, zur Entnahme kann eine Elektrode ausschwenken.

In einer weiteren Variante wird Wasser als Staubbindemittel verwendet. Die Figur 16 zeigt schematisch einen Drei-Fraktionen-Staubabscheider 160 mit einem Grobstaubbehälter 161 mit Grobstaub (erste Fraktion 162), einem Behälter 163 für die zweite, mittlere Staubfraktion 164,

sowie einem Feinstaubfilter 165 mit Feinstaub (dritte Fraktion 166). Der konstruktive Aufbau des gesamten Abscheiders ist an anderer Stelle erläutert.

Der in den Staubabscheider 160 gelangte Staub wird folgendermaßen getrennt:
Der Grobstaub 162 umfasst mehrheitlich Partikel im Korngrößenbereich von mehr als ca. 200 µm, die im Grobstaubbehälter 161 gesammelt werden. Partikel, bei denen die Korngröße mehrheitlich im Bereich von ca. 30 µm bis ca. 200 µm liegen, werden im Staubsammelbehälter 163 gesammelt; Partikel, die kleiner als 30 µm sind, gelangen mehrheitlich in den Feinstaubfilter 165. Bei diesen Betrachtungen ist zu beachten, dass die Trenngrenzen unscharf sind. Deshalb beinhaltet die zweite Fraktion 164 auch Feinstaub 166, welcher bekanntlich beim Entleeren zum Aufstauben neigt. Für die zweite Staubfraktion 164 wird deshalb ein Staubsammelbehälter 163 verwendet, mit dessen Hilfe und der Applikation von Wasser 170 eine hygienische Staubentnahme möglich ist.

Die Figur 17 zeigt den Aufbau eines geeigneten Staubsammelbehälters 163 mit dem Staub 164, einer Staubzuführung 171 mit Ventilklappe 172, einem Wassereinfüllventil 173, einem Entlüftungsventil 174, einer Schütte 175, einer Ausflussöffnung 176 sowie einer Schüttenzuführung 177. Wasser 170 eignet sich hervorragend zur Bindung von Staub. Mit Hilfe des über das Wassereinfüllventil 173 eingefüllten Wassers 170 wird der Staub 164 im Staubsammelbehälter 163 ggfs. durch Schütteln des Behälters 163 mit dem Staub 164 vermischt. Die Schütte 175 mit der Ausflussöffnung 176 ist in der in der Figur 17 gezeigten Lage verschlossen und das Entlüftungsventil 174 nicht betätigt, d. h. geschlossen.

Die Figur 18 zeigt dann den Stausammelbehälter 163 während des Entleerungsvorgangs. Nach guter Durchmischung von Wasser 170 und Staub 164 entsteht ein Wasser-Staub-Gemisch, das durch Schwenken der Schütte 175 über die Ausflussöffnung 176 und die trichterförmige Schüttenzuführung 177 entleert werden kann. Die zugegebene Wassermenge ist so zu bemessen, dass ein gut fließfähiges Gemisch entsteht. Zur Entleerung muss das Entlüftungsventil 174 geöffnet werden. Vorteilhafterweise sind die Innenwände des Staubsammelbehälters 163 sowie alle anderen Einzelteile mit einer Antihaftschicht (Lotusblüteneffekt) behandelt bzw. überzogen. Um die Behälter 161 und 163 separat entleeren zu können, sind sie trennbar ausgebildet. Zur Vermeidung von Verwechslungen sind optische Unterschiede, insbesondere Ausführungen in unterschiedlichen Farben ratsam. Die Verwendung von Wasser 170 als Staubbindemittel weist den Vorteil auf, dass der Staub 164 ohne Verwendung eines speziellen materiellen Bindemittels hygienisch, d. h. ohne Aufstauben entsorgt werden kann, somit ist kein kostenintensives Verbrauchmaterial notwendig.

Die Figuren 19 bis 24 zeigen Staubabscheide-Behälter, bei denen die Staubtrennung aufgrund des Massenträgheitsprinzips erfolgt. Der in Figur 19 dargestellte, mit 201 bezeichnete Staubabscheide-Behälter besitzt im Wesentlichen einen dreiteiligen Aufbau. Er besteht aus

einem Sammelbehälter 202, einem Deckel 203 und einer dazwischen angeordneten Trennwand 204. Alle drei Teile sind als Stecksystem miteinander verbunden und können zur Reinigung getrennt werden.

Der Sammelbehälter 202 besteht aus einem festwandigen, luftundurchlässigen Kunststoffteil und ist hinsichtlich seiner Konturen dem Staubsammelraum eines in der Zeichnung nicht dargestellten Bodenstaubsaugers angepasst. Er kann einen eckigen oder runden Querschnitt besitzen. Nach oben wird der Sammelbehälter 202 durch die Trennwand 204 verschlossen. Die Trennwand 204 ist mit einer ersten Öffnung 205 versehen, welche von einem Kragen 206 umgeben ist, der sich auf der dem Sammelbehälter 202 gegenüberliegenden Seite um die Öffnung 205 erstreckt. Zusätzlich ist eine zweite Öffnung 207 vorhanden, in die ein Grobstaubfilter 208 eingesetzt ist. Auf die Trennwand 204 ist der Deckel 203 aufgesetzt, dessen obere Deckfläche 209 wenigstens annähernd parallel zur Trennwand 204 ausgerichtet ist. Der Deckel 203 ist mit einer Öffnung 210 versehen, die den Lufteinlass bildet und zu diesem Zweck mit einem Luftansaugstutzen 211 umgeben ist. Der Luftauslass wird durch möglichst großflächige Auslassöffnungen 212 (siehe Figur 20) im Deckel 203 gebildet, die um die Lufteinlassöffnung 210 herum angeordnet sind und von einem innenliegenden Feinstaubfilter 213 verdeckt werden. Hierzu ist der Deckel 203 mit einer geeigneten, in Figur 20 dargestellten Gitterstruktur 214 versehen. Zur Erzielung einer größtmöglichen Wirkfläche erstrecken sich sowohl die Auslassöffnungen 212 als auch der Feinstaubfilter 213 in der oberen Deckfläche 209 und in den daran anschließenden Seitenwänden 215 des Deckels 203.

Die Lufteinlassöffnung 210 und die erste Öffnung 205 in der Trennwand 204 sind koaxial hintereinander angeordnet, hierdurch wird mittels des Kragens 206 ein umlaufender, kegelstumpfförmiger Spalt 216 gebildet, dessen Fläche etwa der Querschnittsfläche der Lufteinlassöffnung 210 entspricht. Durch Anordnung des Luftauslasses um die Lufteinlassöffnung 210 herum wird eine schlagartige Umlenkung der eingesaugten, staubbeladenen Luft erreicht, die in Figur 19 durch die Pfeile 217 symbolisiert ist. Große bzw. relativ schwere Staubpartikel 218 können aufgrund ihrer Massenträgheit dieser Richtungsänderung nicht folgen, behalten ihre Strömungsrichtung bei und fallen in den Sammelbehälter 202. Die jetzt vom Grobstaub befreite – nur noch mit Feinstaub beladene Luft – wird abschließend durch den Feinstaubfilter 213 geführt (s. Pfeile 219) und dort vom Feinstaub gereinigt. Dadurch wird die Luftbewegung im Sammelbehälter 202 minimiert und einmal abgesetzter Schmutz 220 – im Gegensatz zu bekannten Kesselsaugern, bei denen der Saugstrom komplett durch den Sammelraum geleitet wird - nicht wieder aufgewirbelt. In der scharfen Umlenkung treten zwangsläufig Turbulenzen und Wirbel auf, die sich in abgeschwächter Form bis in den Sammelbehälter fortsetzen können. Durch den hochsymmetrischen Aufbau des Ringspaltes 216 werden diese Effekte deutlich reduziert, eine weitere Verminderung wird durch die Ableitung über die als Bypass fungierende zweite Öffnung

207 in der Trennwand 204 erreicht. Der Filter 208 in der Öffnung verhindert eine Beaufschlagung des Feinstaubfilters 213 mit Grobstaub und muss hinsichtlich seiner Eigenschaften so dimensioniert sein, dass es den Grobstaub im Sammelbehälter 202 halten kann.

Um die erfindungsgemäßen Vorteile zu unterstützen, sind folgende Auslegungsrichtlinien vorteilhaft:

1. Die Fläche des Ringspaltes 216 ist in etwa gleich der Querschnittsfläche der Lufteinlassöffnung 210. Eine Veränderung der Querschnittsfläche würde zu einer Beschleunigung bzw. Verringerung der Luftgeschwindigkeit führen, was die Turbulenzen im Umlenkbereich vergrößern würde.
2. Der Durchmesser der Öffnung 205 ist 10-20% größer als der Durchmesser der Lufteinlassöffnung 210. Dadurch wird sichergestellt, dass alle Grobstaubteilchen 218 sicher vom Sammelbehälter 202 aufgefangen werden.
3. Die Höhe des Kragens 206 liegt vorteilhafterweise zwischen 10 und 30 mm. Ist der Abstand zu kurz, pflanzen sich Störungen aus dem Umlenkbereich bis in den Sammelbehälter 202 fort und führen dort zu erhöhten Luftgeschwindigkeiten. Ist der Abstand zu groß, erreichen die gröberen Staubteilchen 218 nicht mehr zuverlässig den Sammelbehälter 202.

Durch die vorgenannten Konstruktionsmerkmale wird ganz bewusst eine Trenngrenze von ca. 30 μm angestrebt, d.h. es sammelt sich nur gröberer Staub 218 im Sammelbehälter 202. Dadurch wird beim Leeren des Behälters 202 das von marktüblichen Zyklonabscheidern bekannte unhygienische Aufstauben verhindert. Allerdings enthält die Luft nach der Trennung durch die Umlenkung noch so viel Staub, dass ohne weitere Maßnahmen übliche Ausblasfilter hinter dem Gebläse (nicht dargestellt) völlig überlastet wären.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch das Nachschalten des Feinstaubfilters 213 gelöst. Dieses ist dabei vorteilhafter Weise so ausgelegt, dass es zusammen mit der Staubtrennung am Ringspalt 216 die Filterleistung eines handelsüblichen Staubbeutels erreicht. Der Filter 213 kann als Tiefen- bzw. Volumenfilter oder als Oberflächenfilter ausgebildet sein, und zwar als regenerierbarer Dauerfilter oder als auswechselbarer Wegwerffilter.

Die Figuren 21 und 22 zeigen zwei weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung, wobei funktionsgleiche Bauteile mit den gleichen Bezugszeichen wie in Figur 19 versehen sind.

Der in Figur 21 dargestellte Staubabscheide-Behälter 201 hat bei kompaktem Aufbau einen gegenüber der ersten Ausführung erheblich vergrößerten Feinstaubfilter 213, da hier neben der oberen Deckfläche 209 auch die Seitenflächen 221 als Filter ausgeführt sind. Dadurch wird die Aufnahmekapazität und demzufolge die Standzeit des Feinstaubfilters 213 deutlich erhöht, so

dass ein Austausch oder eine Rückreinigung nur noch sehr selten (ca. einmal jährlich) notwendig ist. Der festwandige Sammelbehälter 202 lässt sich leicht entleeren, wenn dessen Boden 222 entnehmbar ausgeführt ist.

Obwohl der überwiegende Teil des Feinstaubes im Inneren des Filters 213 gebunden ist, wird ein kleiner Teil die Oberfläche des Feinstaubfilters 213 und auch die gegenüberliegende Außenfläche des Sammelbehälters 202 verschmutzen. Daher besteht bei beiden bisher gezeigten Ausführungen die Gefahr, dass der Benutzer mit dem Feinstaub in Kontakt kommt, wenn der Feinstaubfilter 213 zum Reinigen oder Auswechseln ausgebaut wird.

Diesen Nachteil vermeidet die Ausgestaltung eines Staubabscheide-Behälters 201 nach Figur 22. Dort ist der Feinstaubfilter 213 als innenbeaufschlagter und baulich vom Sammelbehälter 202 getrennter Hohlkörper 223 ausgeführt. Er steht mit dem Raum 224, der sich zwischen der oberen Deckfläche 209 (die hier keine Filterfunktion hat) und der Trennwand 204 erstreckt, über eine Öffnung 225 mit angeformtem Befestigungsstutzen 226 in Verbindung. Auf diese Weise kann der Filter 213 vom Benutzer leicht und ohne Kontakt mit Feinstaub ausgewechselt werden.

Bei den vorbeschriebenen Staubabscheidern wird eine Staubtrennung in zwei Fraktionen – Grob- und Feinstaub erreicht. Will man beim Entleeren des Staubabscheide-Behälters 201 ein Aufstauben vermeiden, so kann dem Behälter 201 wie vorbeschrieben ein Staubbindemittel zugeführt werden. Da der Grobstaubanteil ca. 90 % der gesamten Staubmasse beträgt, ist der Verbrauch an Staubbindemittel sehr hoch. Die Figuren 23 und 24 offenbaren deshalb einen Staubabscheide-Behälter 300, mit dem sich der Staub insgesamt in drei Fraktionen unterteilen lässt, d. h., der Grobstaub wird in eine grobe Fraktion und eine mittlere Fraktion unterteilt (s. auch Figur 16). Die mit Schmutz 306, 307 beladene Luft gelangt über einen Anschluss 301 in einen ersten Sammelbehälter 302, in dem aufgrund der reduzierten Strömungsgeschwindigkeit durch die Schwerkraft die gröbste Schmutzfraktion 306 abgeschieden wird. Kleiner und leichtere Schmutzpartikel ab 200 µm werden trotz der reduzierten Luftgeschwindigkeit zum Ringspaltabscheider 303 weitergetragen. Dort wird eine mittlere Staubfraktion 307 abgetrennt und in einem zweiten Sammelbehälter 304 gesammelt. Die dritte und feinste Staubfraktion (< 30 μm) gelangt mit dem Luftstrom in den von innen beaufschlagten Feinstaubfilter 305 und wird dort abgeschieden.

Dies hat bei der Entleerung der Behälter folgenden Vorteil:
Die erste Fraktion, die nur grobe Teile enthält, kann ohne jegliches Aufstauben auch ohne Bindemittel entleert werden. Daher wird nur für die mittlere Fraktion ein Staubbindemittel benötigt. Die zur Bindung benötigte Menge kann dabei gegenüber Verfahren, die die ersten beiden Fraktionen in einem Behälter sammeln, erheblich reduziert werden.

Ein weiterer Vorteil ist die größere Freiheit bei der Wahl und der konstruktiven Auslegung des Verfahrens zur Feinstaubabtrennung. Werden nur zwei Fraktionen gebildet, müssen nämlich alle Strömungswege auf die größten vorkommenden Teile ausgelegt werden. Diese werden durch den Innendurchmesser des Zubehörs auf etwa 30 mm begrenzt. Da beim vorgeschlagenen Verfahren diese großen Teile bereits im ersten Sammelbehälter 302 verbleiben, hat man für die Feinstaubabtrennung eine Reihe neuer Möglichkeiten:

Statt einem Ringspaltabscheider 303 mit mindestens 30 mm Einlassdurchmesser, können wie in Figur 24 gezeigt, zwei oder mehrere parallel angeordnete kleinere Ringspaltabscheider 303a und 303b verwendet werden. Mehrere kleinere Abscheider haben bei gleicher Leistung weniger Strömungswiderstand als ein großer und lassen sich konstruktiv besser in einen vorhandenen Bauraum einfügen.

Der in verschiedenen Ausführungsformen in den Figuren 25 bis 29 dargestellte Feinstaub-Filter 400 ist den vorbeschriebenen Staubabscheide-Systemen nachgeschaltet. Unabhängig von der Ausführungsform als Fliehkraftabscheider / Zyklonabscheider (Figuren 1 bis 15) oder Abscheider nach dem Massenträgheitsprinzip / Ringspaltabscheider (Figuren 19 bis 24) hat der Feinstaubfilter 400 die Aufgabe, die den Vorabscheider passierenden Partikel zu binden, damit diese nicht wieder in die Umgebungsluft gelangen. Erfindungsgemäß ist das Staubabscheide-System derart aufgebaut, dass es gegenüber herkömmlichen Systemen eine größere Trenngrenze hat und somit nur Staub bis ca. 30 μm sammelt. Der Staub, der kleiner als 30 μm ist, im Folgenden als Feinstaub bezeichnet, gelangt mehrheitlich in den Feinstaubfilter 400.

Die Figuren 25 und 26 erläutern den prinzipiellen Aufbau des vorgeschlagenen Filtersystems, das vorzugsweise die Gestalt einer quaderförmigen Kassette besitzt. Eine rahmenförmige bzw. rechteckige breit- und beidseitig offene Halterung 401 enthält das vorder- und hinterseitige Filtermedium 402 bzw. 403. Ferner ist in der Oberseite der Halterung 401 die Luftzuführung 404 für die Abluft aus dem Staubabscheide-System angeordnet. Die Halterung 401 wird vorzugsweise als rechteckiger Faltrahmen ausgeführt. Als weitere Lösungsalternative wird vorgeschlagen, die Halterung 401 als umlaufend geschlossenen, luftdurchlässigen, porösen bzw. ebenfalls filtrierenden Hohlkörper auszuführen, in den das Filtermedium 402 bzw. 403 eingesetzt wird, wobei sich die Filtereigenschaften von filternder Halterung 401 und innen liegendem Filtermedium 402 bzw. 403 unterscheiden können. So kann die Halterung 401 vorzugsweise aus gesintertem Kunststoff oder einem vergleichbaren Material bestehen. Durch diese mehrstufige Filteranordnung lässt sich eine Feinstfilter-Qualität erreichen. Die Dimensionen der kassettenförmigen Filtergeometrie sind an die vorgegebenen Bauraumverhältnisse eines handelsüblichen Bodenstaubsaugers angepasst und sollten im Bereich einer Standardverpackung für Staubsauger-Filterbeutel, etwa 170 mm x 230 mm x 85 mm H x B x T liegen.

Figur 27 und Figur 28 zeigen detailliert eine Ausführungsform der ersten Lösungsalternative, Figur 29 eine weitere Ausführungsform dieser Alternative.

Figur 27 zeigt den Feinstaubfilter 400 in der Draufsicht mit dem Filtermedium 402 und 403 sowie der Luftzuführung 404. In dieser Ausführungsvariante besteht das Filtermedium 402, 403 aus einem hochspeicherfähigen mattenförmigen, vorzugsweise einem elektrostatisch geladenem synthetisch hergestelltem oder natürlichem Filtervlies, wobei die Mattendicke ca. 10 bis 20 mm beträgt. Die elektrostatische Aufladung erfolgt während des Herstellungsprozesses des Filtervlieses. Die Luftzuführung 404 wird vorzugsweise als Langloch ausgeführt, um eine optimale Anströmung des Filtermediums 402, 403 zu gewährleisten. Weiterhin zeigt die Figur 27 den zwischen dem Filtermedium 402, 403 und der Luftzuführung 404 angeordneten filtermaterialfreien Hohlraum 405, der ebenfalls eine optimale Anströmung des Filtermediums 402, 403 unterstützt.

Die Figur 28 zeigt nochmals den zwischen dem Filtermedium 402, 403 und der Luftzuführung 404 befindlichen filtermaterialfreien Hohlraum 405. Des weiteren ist der Abluftstrom aus dem Staubabscheide-System durch die Pfeile 406 symbolisiert. Die Filteranordnung kann noch verbessert werden, wenn sich in dem Hohlraum 405 zwischen den beiden Filtermedien 402, 403 Watte oder ein watteähnliches Material befindet. Versuche haben gezeigt, dass sich insbesondere kleinere Partikel < 15 µm in Watte gut binden bzw. speichern lassen.

Figur 29 beschreibt eine weitere Variante in der Draufsicht. Das Filtermedium 402, 403 besteht hier aus einem hochspeicherfähigen dünnen, vorzugsweise elektrostatisch geladenem, synthetisch hergestelltem oder natürlichem Filtervlies, wobei die Dicke der Vlieslage jetzt ca. 4 bis 7 mm beträgt. Um eine vergleichbare Staubaufnahmekapazität bei niedrigen Strömungsverlusten zu erreichen, muss das Filtervlies 402, 403 in dieser Ausführung gefaltet bzw. plissiert werden. Der „Plissierwinkel“ α beträgt ca. 30°. Durch die Plissierung wird eine große Filterfläche geschaffen. Bei Verwendung der oben beschriebenen Filtermatte wird die Kapazität im Wesentlichen durch eine hohe Tiefenspeicherung erreicht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Behandlung von Staub, bei dem der Staub in einem Staubsauger in mindestens zwei Fraktionen getrennt wird, welche sich durch die Größe und/oder Masse der Staubpartikel unterscheiden, und bei dem einer Fraktion ein Staubbindemittel zugegeben wird.

2. Verfahren zur Behandlung von Staub nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Fraktion, deren Staubpartikel mehrheitlich kleiner sind als die Fraktion, der ein Staubbindemittel zugegeben wird, von einem Feinstaubfilter aufgenommen wird.

3. Verfahren zur Behandlung von Staub nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Staub in drei Fraktionen getrennt wird, welche sich durch die Größe und/oder Masse der Staubpartikel unterscheiden, und dass der Fraktion mit Staubpartikeln, welche mehrheitlich mittlere Größe oder Masse besitzen, ein Staubbindemittel zugegeben wird.

4. Verfahren zur Behandlung von Staub nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine erste Fraktion mehrheitlich Staubpartikel mit einer Größe von mehr als 200 µm enthält, dass eine zweite Fraktion mehrheitlich Staubpartikel mit einer Größe zwischen 200 µm und 30 µm enthält und dass eine dritte Fraktion mehrheitlich Staubpartikel mit einer Größe von weniger als 30 µm enthält.

5. Verfahren zur Behandlung von Staub nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Zugabe des Staubbindemittels in einem in den Staubsauger einsetzbaren und von dort entnehmbaren Staubsammelbehälter erfolgt.

6. Verfahren zur Behandlung von Staub nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Menge und/oder der Zugabezeitpunkt und/oder die Zugabefrequenz des Staubbindemittels zeit-, füllstands- oder staubmengengesteuert erfolgt.

7. Verfahren zur Behandlung von Staub nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Zugabe des Staubbindemittels bei eingeschaltetem Gebläse in den Saugluftstrom vor dem Staubsammelbehälter oder direkt in den Staubsauger eingesetzten Staubsammelbehälter erfolgt.

8. Verfahren zur Behandlung von Staub nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Zugabe des Staubbindemittels zum Staubsammelbehälter nach dessen Einsetzen in den Staubsammelraum des Staubsaugers automatisch erfolgt.

9. Verfahren zur Behandlung von Staub nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Staubbindemittel ein ein- oder mehrkomponentiges Additiv verwendet wird, welches in fester und/oder flüssiger und/oder gasförmiger Phase vorliegt, wobei die Phase veränderbar sein kann, um den in loser ungebundener Form vorliegenden aufgesaugten Staub zu binden und/oder zu vermischen und dabei zumindest teilweise eine Bindung des Staubes vorzunehmen.

10. Verfahren zur Behandlung von Staub nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Phase des Staubbindemittels durch Zuführung bzw. Abführung von Energie, insbesondere Wärmeenergie oder Bewegungsenergie veränderbar ist.

11. Verfahren zur Behandlung von Staub nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Staubbindemittel mindestens eine der folgenden Materialien verwendet wird:
- eine insbesondere dispergierbare Flüssigkeit;
- ein Pulver;
- ein Schaum;
- ein Granulat;
- ein fester, insbesondere tablettenförmig gepresster Stoff.

12. Verfahren zur Behandlung von Staub nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass dem Staubbindemittel ein Duftstoff und/oder eine keimhemmende Substanz zugesetzt ist.

13. Verfahren zur Behandlung von Staub nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass dem Granulat ein Mittel zugesetzt ist, welches dessen Hafteigenschaften für Staub verbessert.

14. Verfahren zur Behandlung von Staub nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Staubbindung ein schwammartiger Gegenstand verwendet wird.

15. Verfahren zur Behandlung von Staub nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass der schwammartige Gegenstand auf dem Boden des Staubsammelbehälters angeordnet ist.

16. Verfahren zur Behandlung von Staub nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass der schwammartige Gegenstand mit einem flüssigen Staubbindemittel mit niedrigem Dampfdruck wie z. B. Glycerin oder Glykol getränkt ist.

17. Verfahren zur Behandlung von Staub nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass der schwammartige Gegenstand auf seiner zum Staubeintritt des Sammelbehälters gerichteten Seite mit einer flüssigkeitsleitenden Beschichtung mit hoher Kapillarität wie z. B. Cellulosefasern versehen ist.

18. Verfahren zur Behandlung von Staub nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Staubbindung durch Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes erfolgt.

19. Verfahren zur Behandlung von Staub nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass Wasser als Staubbindemittel verwendet wird.

20. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach mindestens einem der Ansprüche 2 bis 19, gekennzeichnet durch Mittel zur Trennung von mittels einem Staubsauger aufgesaugten Staub in mindestens zwei Fraktionen, welche sich durch die Größe der Staubpartikel unterscheiden, durch Mittel zur Zugabe eines Staubbindemittels in die in einem Staubsammelbehälter befindliche Fraktion und durch einen Feinstaubfilter zur Aufnahme der Fraktion, deren Staubpartikel mehrheitlich kleiner sind als die Fraktion, der ein Staubbindemittel zugegeben wird.

21. Vorrichtung zur Trennung von mittels einem Staubsauger aufgesaugten Staub in mindestens zwei Fraktionen, wobei der Staubsauger einen Lufteinlass, einen Luftauslass und einen festwandigen Sammelbehälter umfasst, insbesondere Vorrichtung nach Anspruch 20,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Lufteinlass und der Luftauslass vom Sammelbehälter durch eine Trennwand mit einer Öffnung abgeteilt sind, und dass die Anordnung des Lufteinlasses, des Luftauslasses und der Trennwand mit ihrer Öffnung eine schlagartige Umlenkung des Luftstroms in der

Art bewirken, dass Staubpartikel mit einer vorbestimmten Mindestgröße nach dem Massenträgheitsprinzip aus dem Luftstrom abgeschieden werden und im Sammelbehälter unterhalb der Trennwand verbleiben.

22. Staubabscheide-Behälter nach Anspruch 21,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Lufteinlass als Öffnung in einer Deckfläche des Behälters ausgebildet ist und dass die Trennwand wenigstens im Bereich ihrer Öffnung annähernd parallel zur Deckfläche angeordnet ist.

23. Staubabscheide-Behälter nach Anspruch 22,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Öffnung in der Trennwand von einem zur Lufteinlassöffnung gerichteten Kragen umgeben ist.

24. Staubabscheide-Behälter nach Anspruch 23,
dadurch gekennzeichnet,
dass beide Öffnungen kreisförmig ausgebildet sind und einen zylindrischen oder kegelstumpfförmigen Spalt bilden.

25. Staubabscheide-Behälter nach Anspruch 24,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Öffnungen koaxial angeordnet sind.

26. Staubabscheide-Behälter nach Anspruch 24 oder 25,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Breite des Spalts derart dimensioniert ist, dass die durch den Spalt gebildete zylindrische bzw. kegelstumpfförmige Mantelfläche etwa der Querschnittsfläche der Lufteinlassöffnung entspricht.

27. Staubabscheide-Behälter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 21 bis 26,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Trennwand mit einer Bypass-Öffnung versehen ist.

28. Staubabscheide-Behälter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 21 bis 27,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Sammelbehälter abnehmbar vom Rest des Behälters ausgebildet ist.

29. Staubabscheide-Behälter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 21 bis 28,
dadurch gekennzeichnet,
dass er neben dem Sammelbehälter einen Deckel und die Trennwand umfasst, wobei der Deckel den Lufteinlass, Öffnungen für den Luftauslass und einen Feinstaubfilter beinhaltet.

30. Staubabscheide-Behälter nach Anspruch 29,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Auslassöffnungen und der Feinstaubfilter sich in der oberen Deckfläche und in den daran anschließenden Seitenwänden erstrecken.

31. Staubabscheide-Behälter nach mindestens einem der Ansprüche 21 bis 28,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Feinstaubfilter als baulich vom Sammelbehälter getrennter Hohlkörper ausgeführt ist.

32. Staubabscheide-Behälter nach mindestens einem der Ansprüche 21 bis 31,
dadurch gekennzeichnet,
dass er an die Innenkonturen eines Staubsammelraums eines Staubsaugers, insbesondere eines Bodenstaubsaugers angepasst ist.

33. Staubabscheide-Behälter nach Anspruch 20, insbesondere nach mindestens einem der Ansprüche 21 bis 32,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens zwei Sammelbehälter zur Aufnahme von Staubfraktionen mit unterschiedlicher Partikelgröße bzw. –masse strömungsmäßig in Reihe hintereinander angeordnet sind.

34. Staubabscheide-Behälter nach Anspruch 33,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Behälter derart ausgebildet sind, dass die Trenngrenze des ersten Behälters bei ca. 200 µm und die Trenngrenze des zweiten Behälters bei ca. 30 µm liegt.

35. Vorrichtung zur Zugabe eines Staubbindemittels in einen Staubsammelbehälter, insbesondere Vorrichtung nach Anspruch 20,
gekennzeichnet durch ihre Ausbildung als externe, von einem Staubsauger getrennte Einrichtung.

36. Vorrichtung zur Zugabe eines Staubbindemittels in einen Staubsammelbehälter, insbesondere Vorrichtung nach Anspruch 20,
gekennzeichnet durch ihre Anordnung innerhalb eines Staubsaugers.

37. Vorrichtung zur Zugabe eines Staubbindemittels in einen Staubsammelbehälter, insbesondere Vorrichtung nach Anspruch 20, gekennzeichnet durch ihre Anordnung innerhalb eines Saugvorsatzes für einen Staubsauger.

38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 35 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass Betätigungsmittel vorgesehen sind, über welche die Zugabe des Staubbindemittels zum Staubsammelbehälter aktivierbar ist.

39. Vorrichtung nach Anspruch 37 oder 38, dadurch gekennzeichnet, dass der Staubsauger oder der Saugvorsatz mit einer Steuereinrichtung ausgestattet ist, über welche die Zugabe des Staubbindemittels zum Staubsammelbehälter zu mindestens einem der nachfolgenden Zeitpunkte automatisch aktivierbar ist:
- vor dem Beginn des Saugvorgangs;
- zum Beginn des Saugvorgangs;
- während des Saugvorgangs;
- nach Beendigung des Saugvorgangs.

40. Vorrichtung nach Anspruch 39, gekennzeichnet durch einen Druck-, Füllstands- oder Staubmengensensor zur Erkennung des Füllzustandes des Staubsammelbehälters.

41. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 39 oder 40, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Zugabe des Staubbindmittels als von der Steuereinrichtung betätigbare Dosiereinrichtung ausgebildet sind.

42. Vorrichtung nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, dass die Dosiereinrichtung als Dosierpumpe für flüssige, schaum-, pulver- oder granulatförmige Medien ausgebildet ist.

43. Vorrichtung nach Anspruch 42, gekennzeichnet durch eine der Dosierpumpe nachgeschaltete Düse zur Verteilung des Staubbindemittels.

44. Vorrichtung nach Anspruch 43, dadurch gekennzeichnet, dass die Dosiereinrichtung als von der Steuereinrichtung betätigbares Ventil ausgebildet ist.

45. Vorrichtung nach Anspruch 44,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dosiereinrichtung als entleerbares Magazin, Dosierklappe, Dosierschnecke oder Dosierkolben für feste, pulver- oder granulatförmige Medien ausgebildet ist.

46. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 35 bis 45,
gekennzeichnet durch eine Pressvorrichtung zum Einpressen des Staubs in das Staubbindemittel.

47. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 35 bis 45,
gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Vermischen von Staub und Staubbindemittel.

48. Vorrichtung nach Anspruch 47,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Einrichtung zum Vermischen von Staub und Staubbindemittel als Rührwerk ausgebildet ist.

49. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 35 bis 48,
gekennzeichnet durch eine auf den Staubsammelbehälter wirkende Heizeinrichtung.

50. Vorrichtung nach Anspruch 49,
gekennzeichnet durch eine auf den Staubsammelbehälter wirkende Kühleinrichtung.

51. Vorrichtung nach Anspruch 49 oder 50,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Heizeinrichtung und/oder die Kühleinrichtung im Staubsammelbehälter angeordnet ist.

52. Vorrichtung nach Anspruch 49 oder 50,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Heizeinrichtung und/oder die Kühleinrichtung im Staubsauger angeordnet ist.

53. Vorrichtung nach Anspruch 49 oder 50,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Heizeinrichtung und/oder die Kühleinrichtung in einer vom Staubsauger räumlich getrennten Aufnahmevorrichtung für den Staubsammelbehälter angeordnet ist.

54. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 35 bis 53,
dadurch gekennzeichnet,
dass wenigstens Teile des Sammelbehälters mit einer Antihaftbeschichtung ausgestattet sind.

55. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 35 bis 54,
dadurch gekennzeichnet,
dass wenigstens Teile des Sammelbehälters elastisch ausgebildet sind.

56. Feinstaubfilter, insbesondere zur Verwendung in einer Vorrichtung nach Anspruch 20,
gekennzeichnet durch eine Speicherkapazität von mindestens 200 Gramm Feinstaub.

57. Feinstaubfilter nach Anspruch 56,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Filter als Kassettenfilter ausgebildet ist und als Filtermaterial ein mattenförmiges Filtervlies verwendet wird.

58. Feinstaubfilter nach Anspruch 57,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kassette quaderförmig ausgebildet ist, wobei eine zentrale Luftzuführung in einer Deckfläche und die Luftabführung auf zwei gegenüberliegenden Wandseiten erfolgt.

59. Feinstaubfilter nach Anspruch 58,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Filtervlies in den die Luftabführung bildenden Wandseiten angeordnet ist.

60. Feinstaubfilter nach Anspruch 59,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen den beiden Vliesmatten ein von Vlies freigehaltener Speicherraum ausgebildet ist.

61. Feinstaubfilter nach Anspruch 60,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Speicherraum wenigstens teilweise mit Watte gefüllt ist.

62. Feinstaubfilter nach einem der Ansprüche 56 bis 61,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Vliesmatten plissiert sind.

63. Feinstaubfilter nach Anspruch 62,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Plissierwinkel α ca. 30° beträgt.

64. Feinstaubfilter nach einem der Ansprüche 56 bis 63,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Vliesmatten elektrostatisch aufgeladen sind.

65. Feinstaubfilter nach einem der Ansprüche 56 bis 64,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Vliesmatten aus synthetischem Material hergestellt sind.

66. Feinstaubfilter nach einem der Ansprüche 56 bis 65,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Vliesmatten aus Naturfaser hergestellt sind.

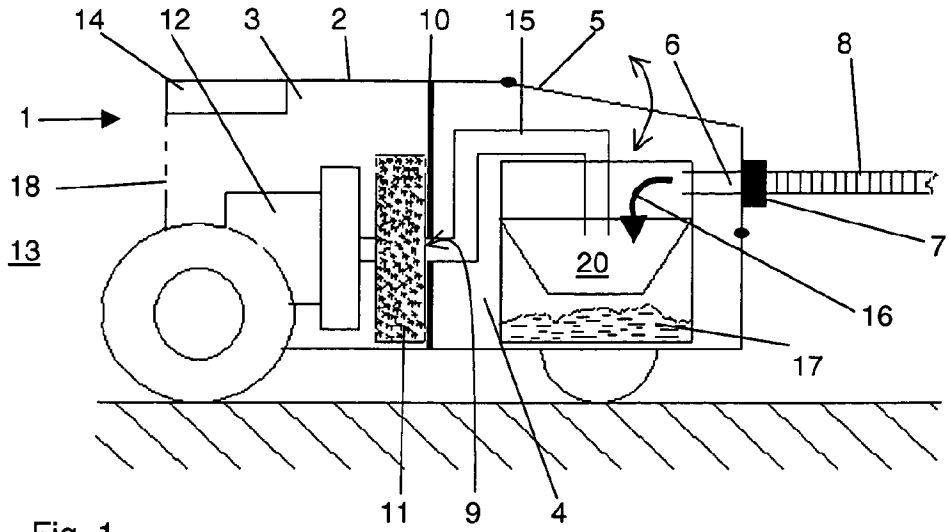


Fig. 1

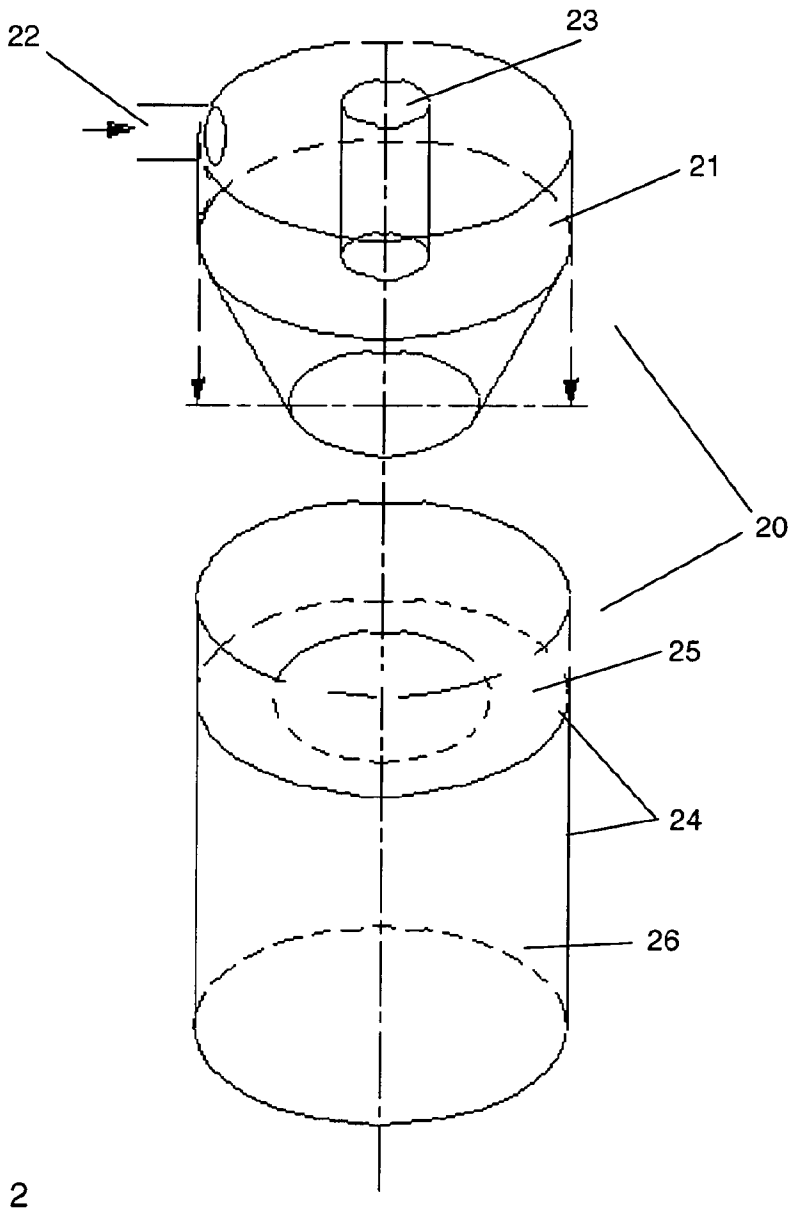


Fig. 2

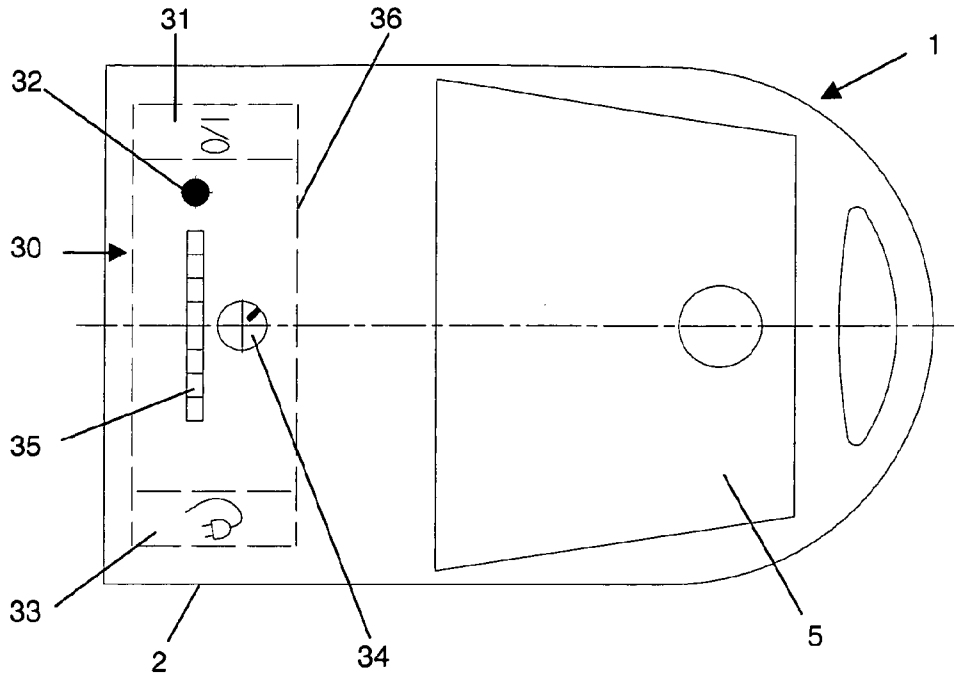


Fig. 3

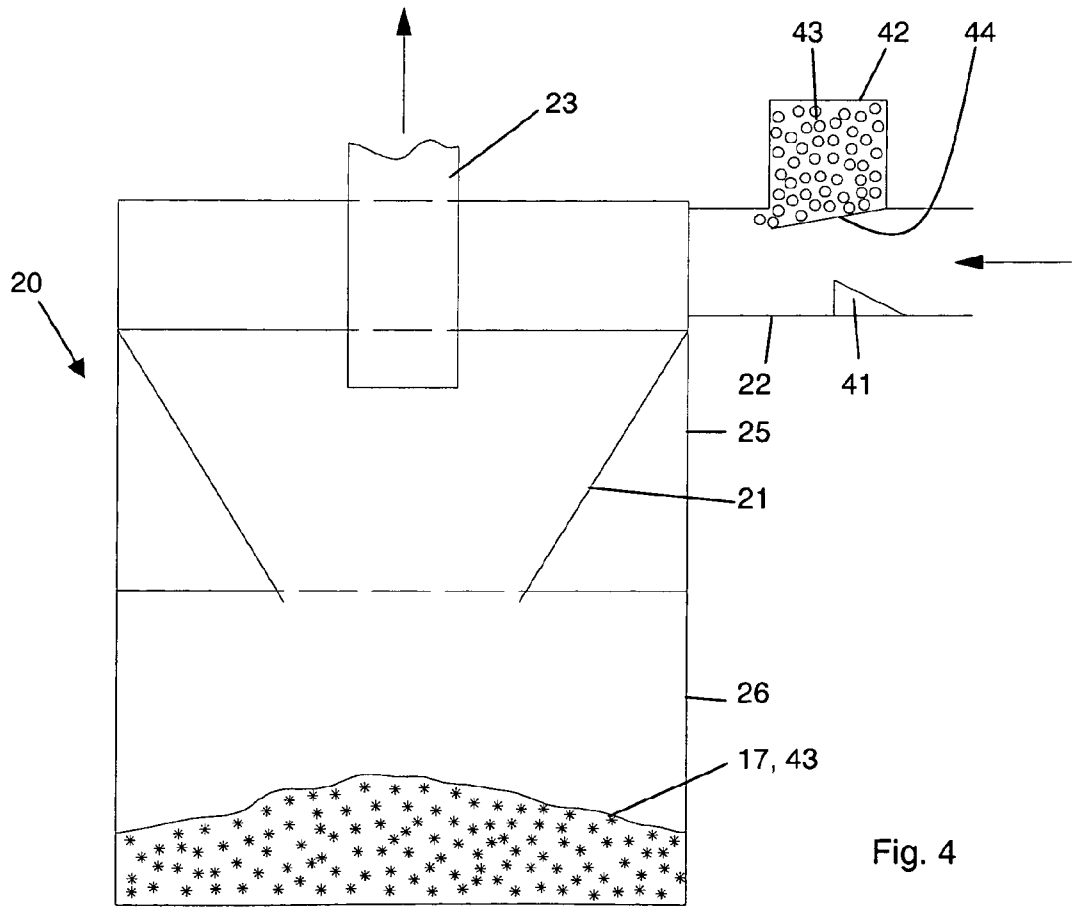


Fig. 4

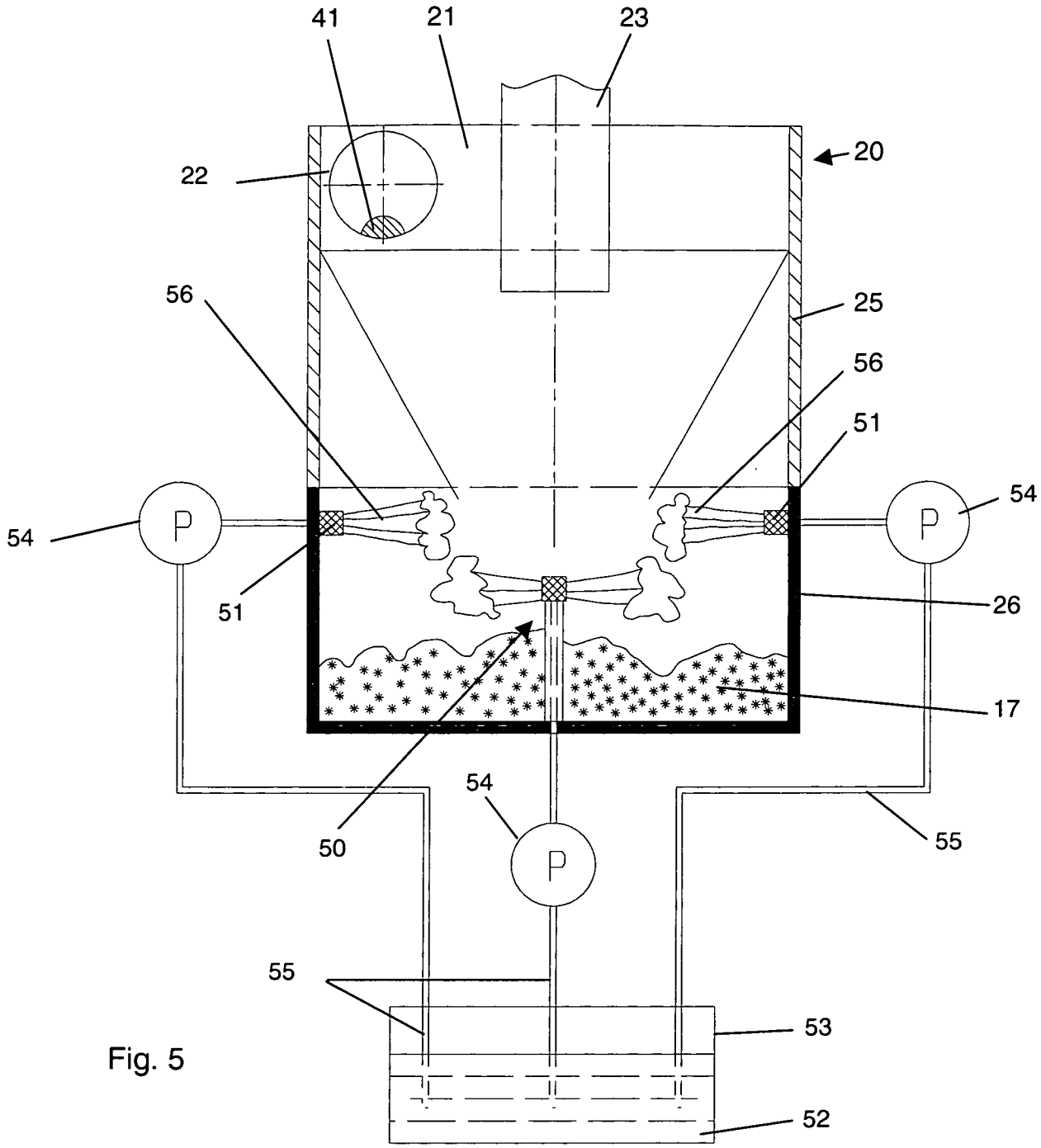


Fig. 5

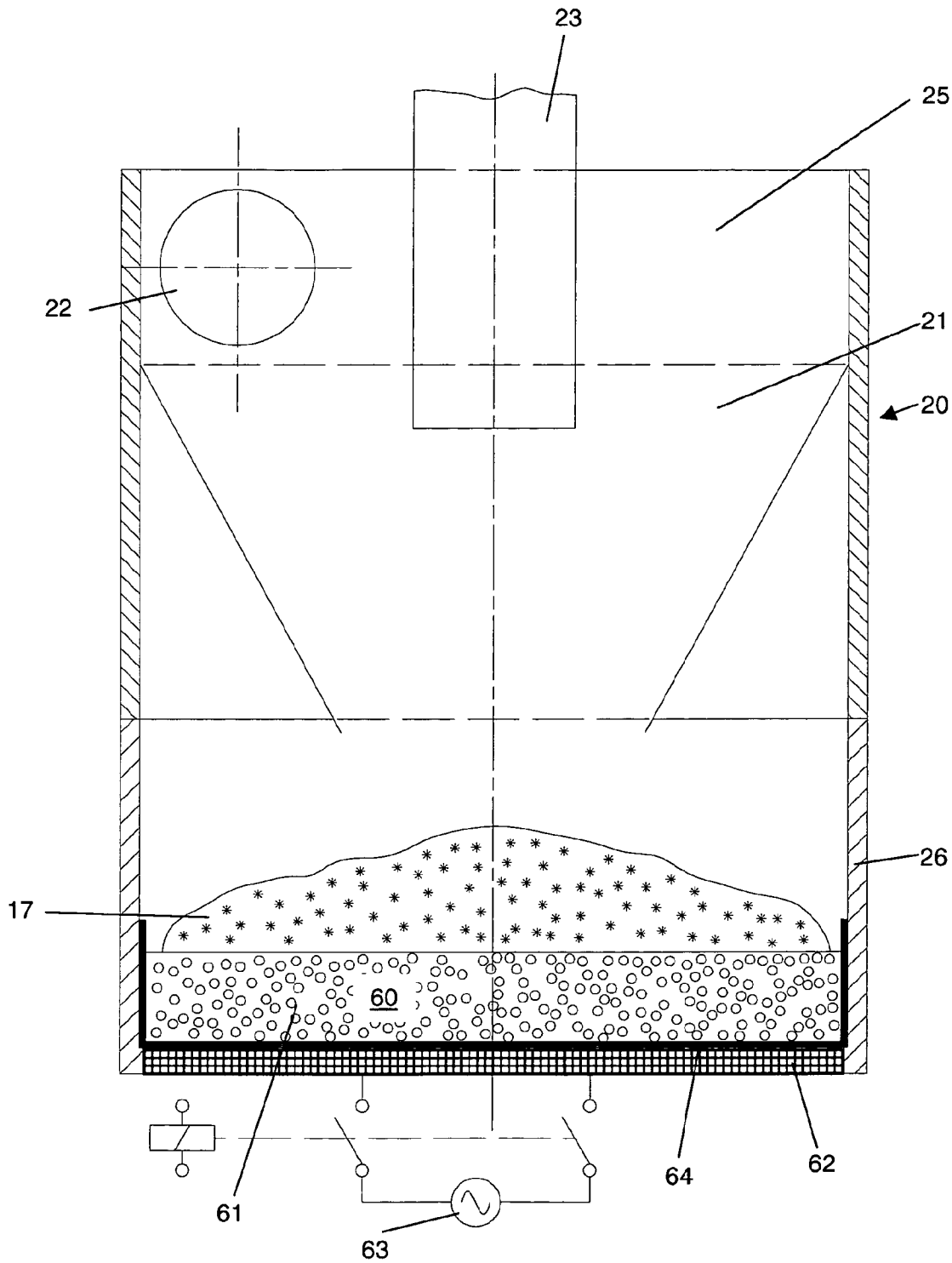


Fig. 6

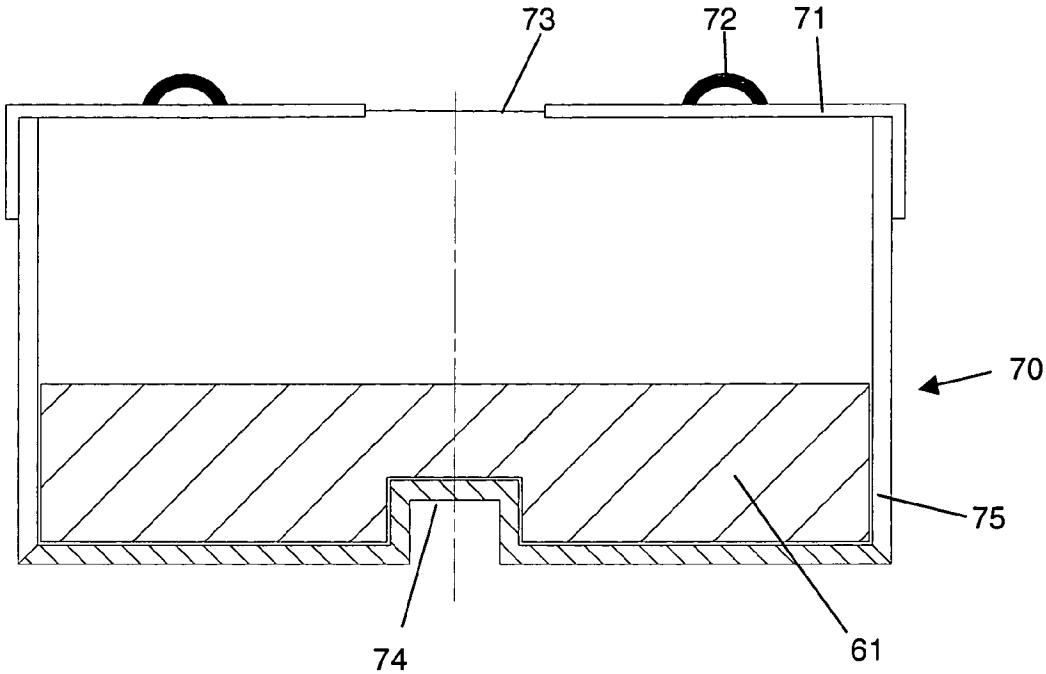


Fig. 7a

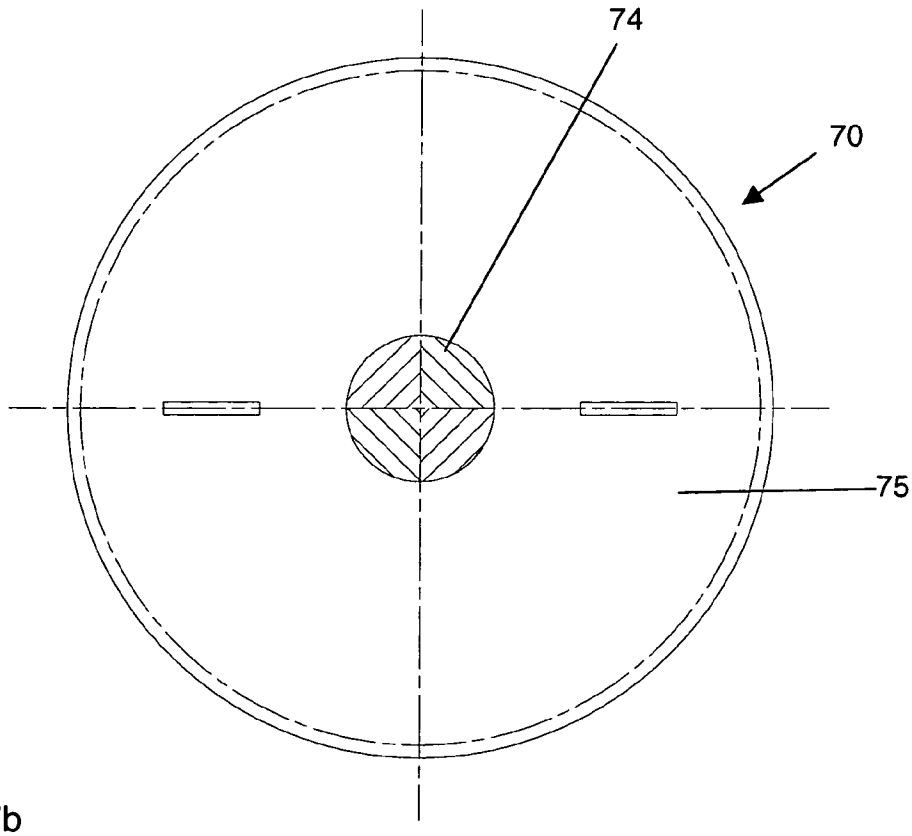


Fig. 7b

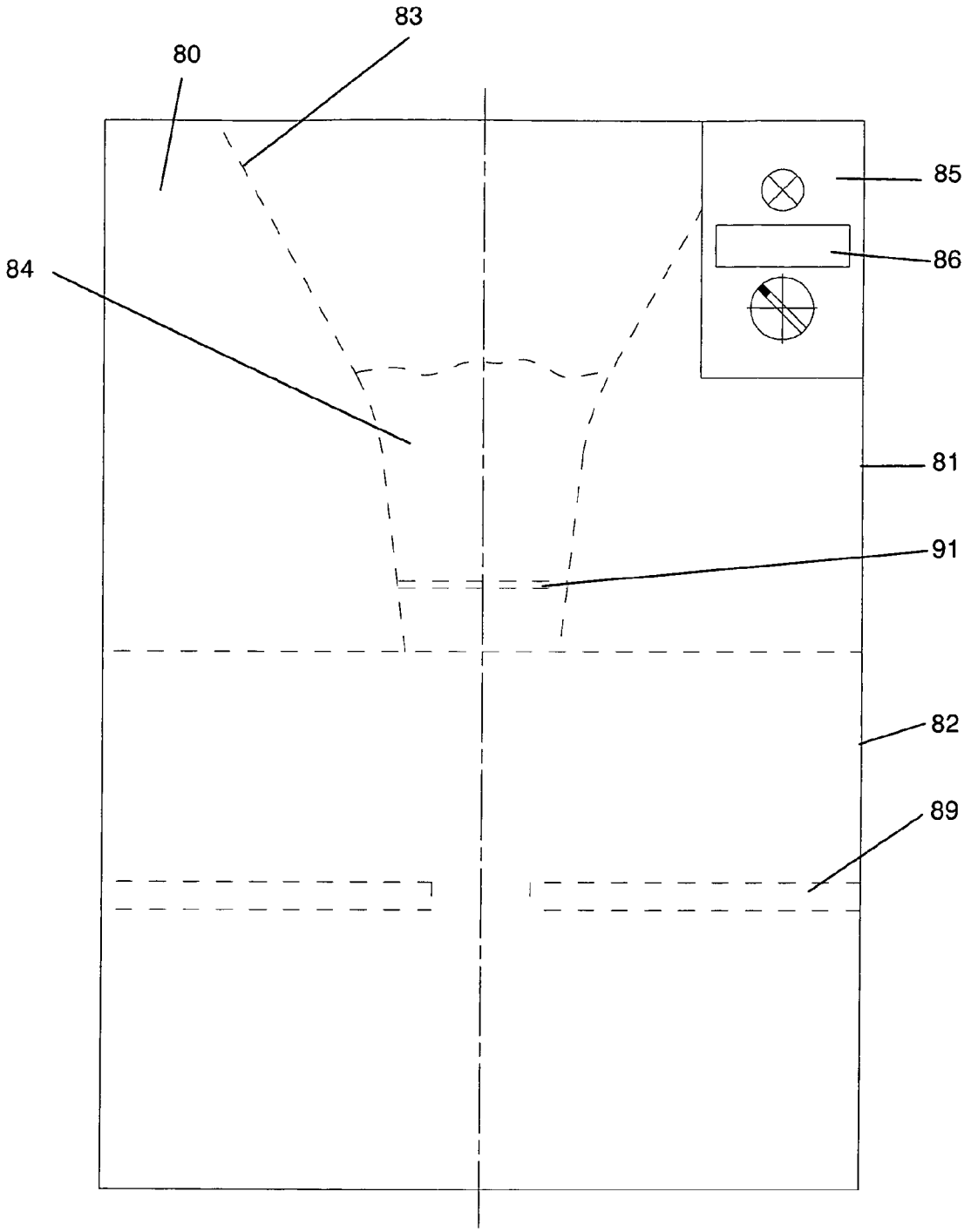


Fig. 8

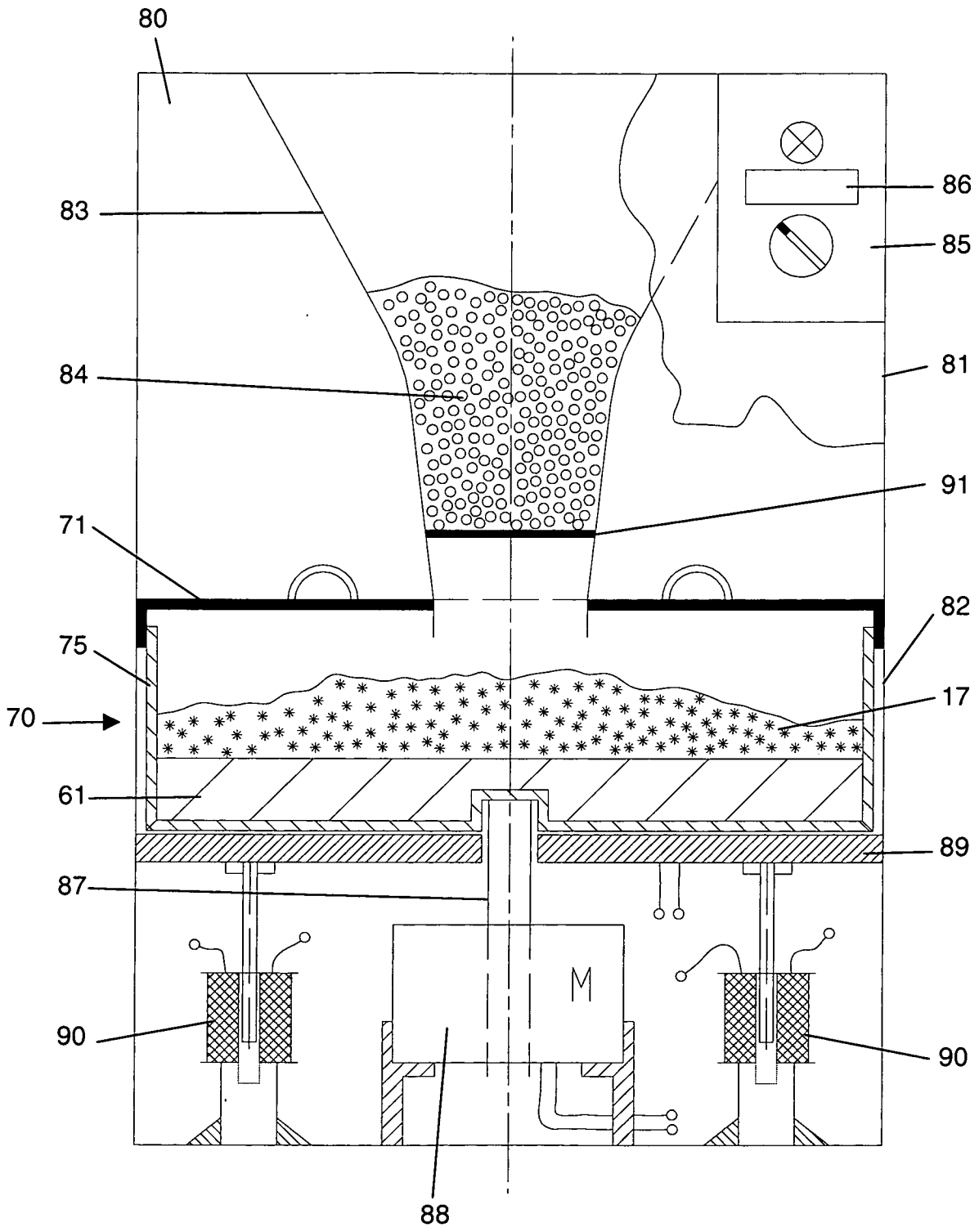


Fig. 9

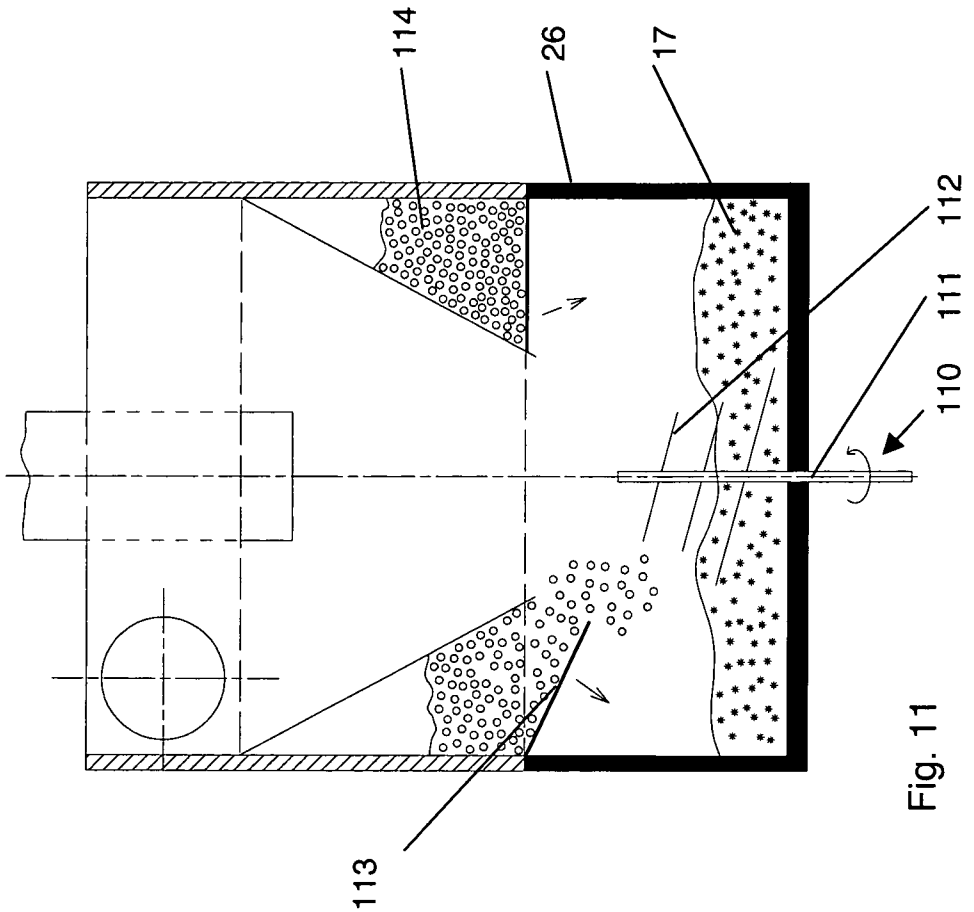


Fig. 11

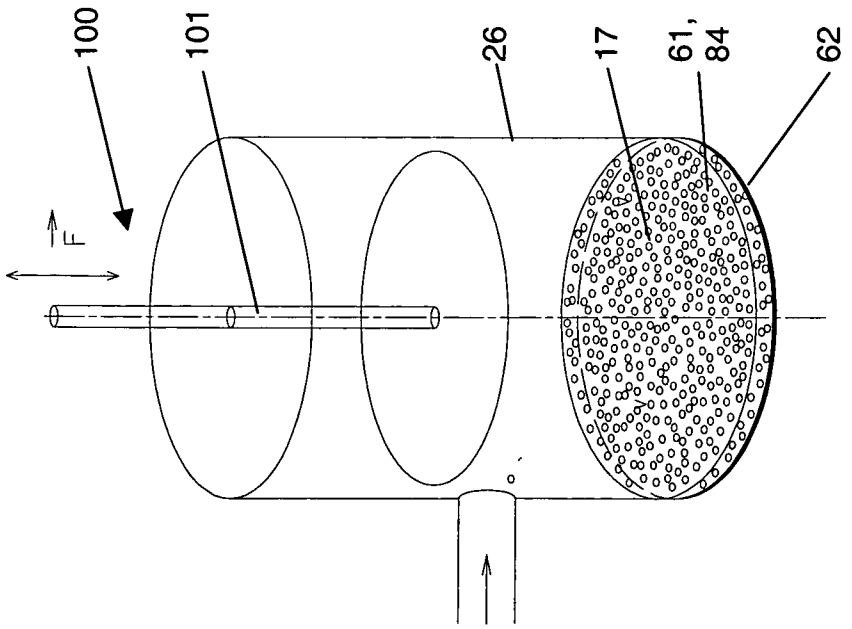


Fig. 10

Fig. 12a

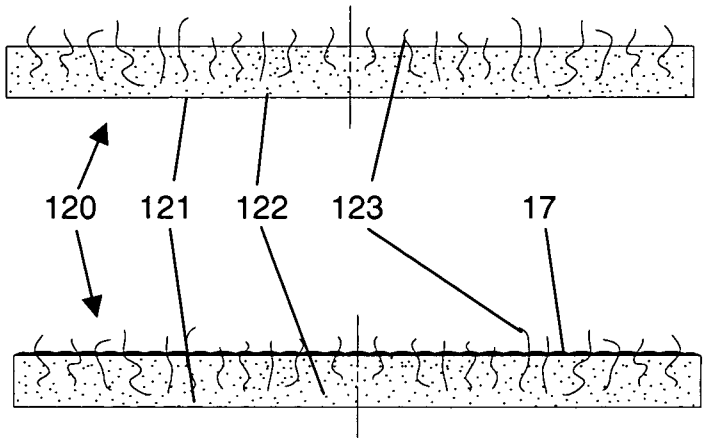


Fig. 12b

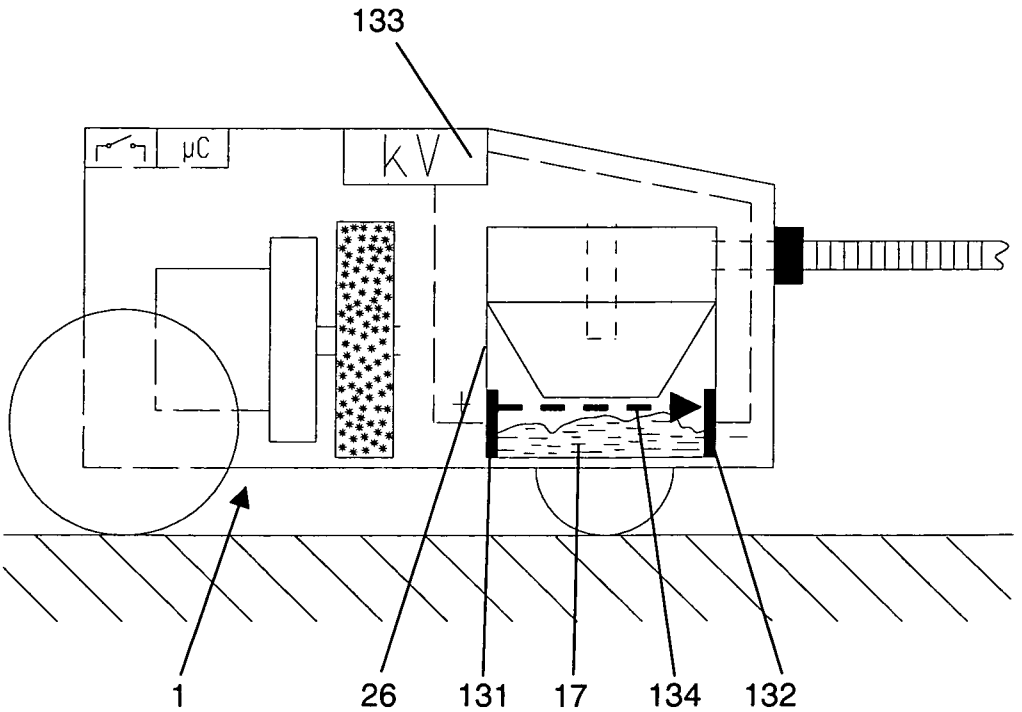


Fig. 13

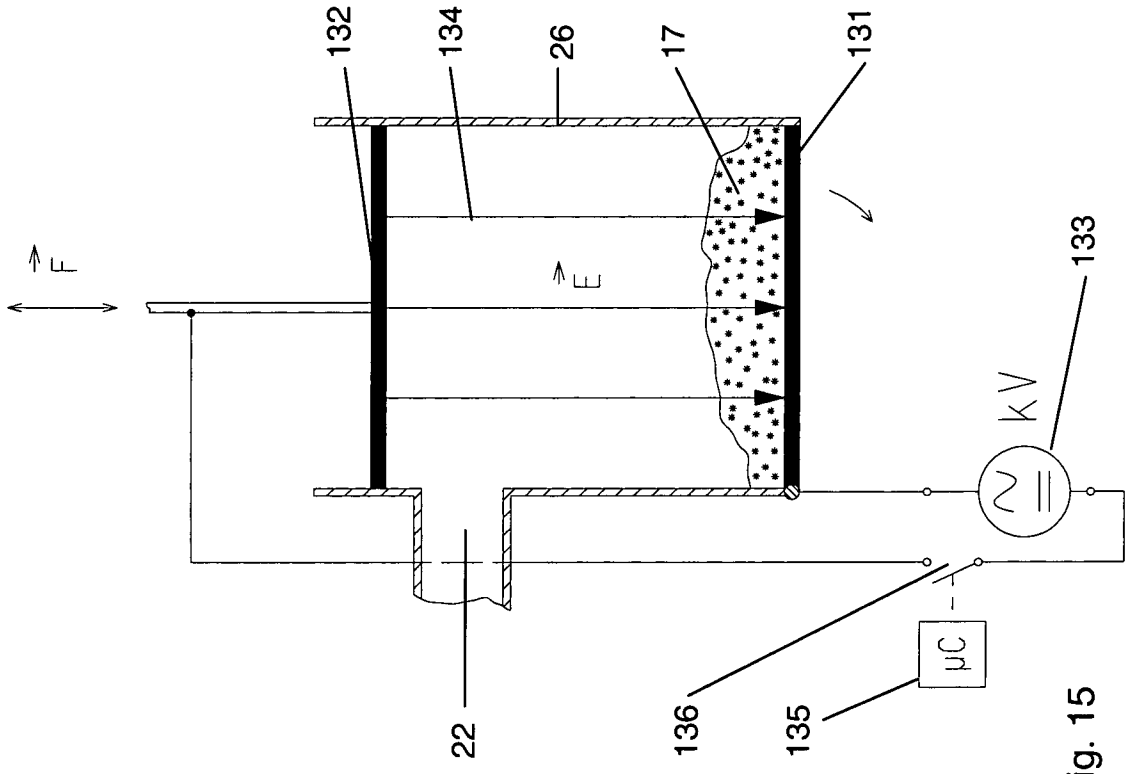

132
134
26
17
131
F
E
133
kV
22
136
135
µC

Fig. 15

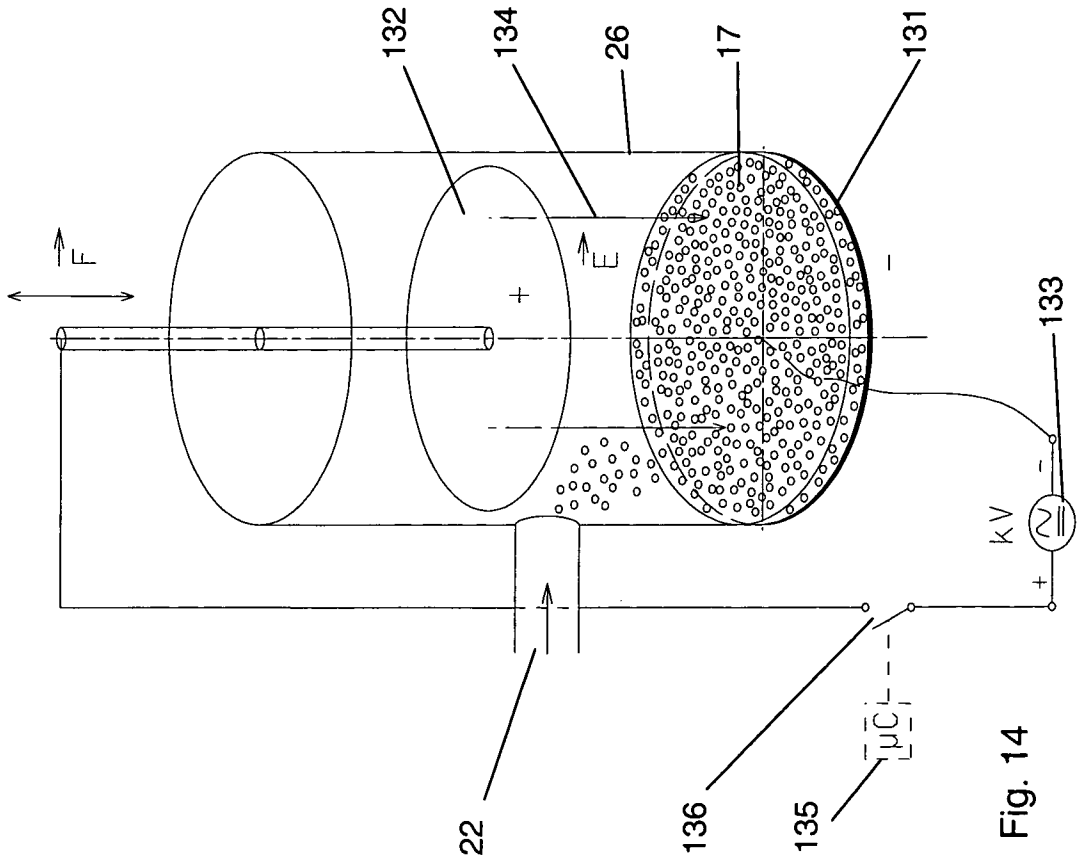

132
134
26
17
131
F
E
133
kV
22
136
135
µC

Fig. 14

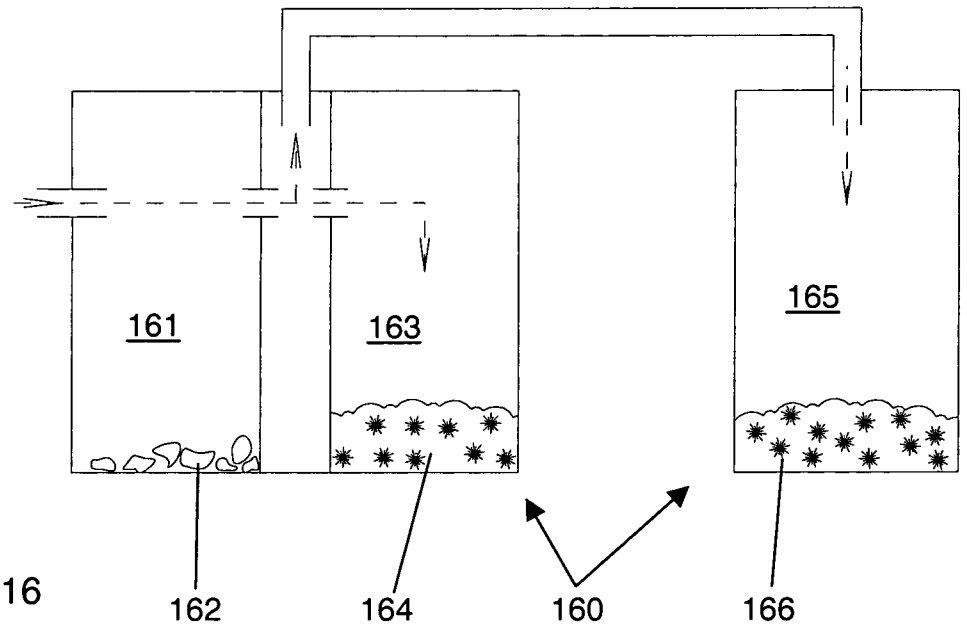


Fig. 16

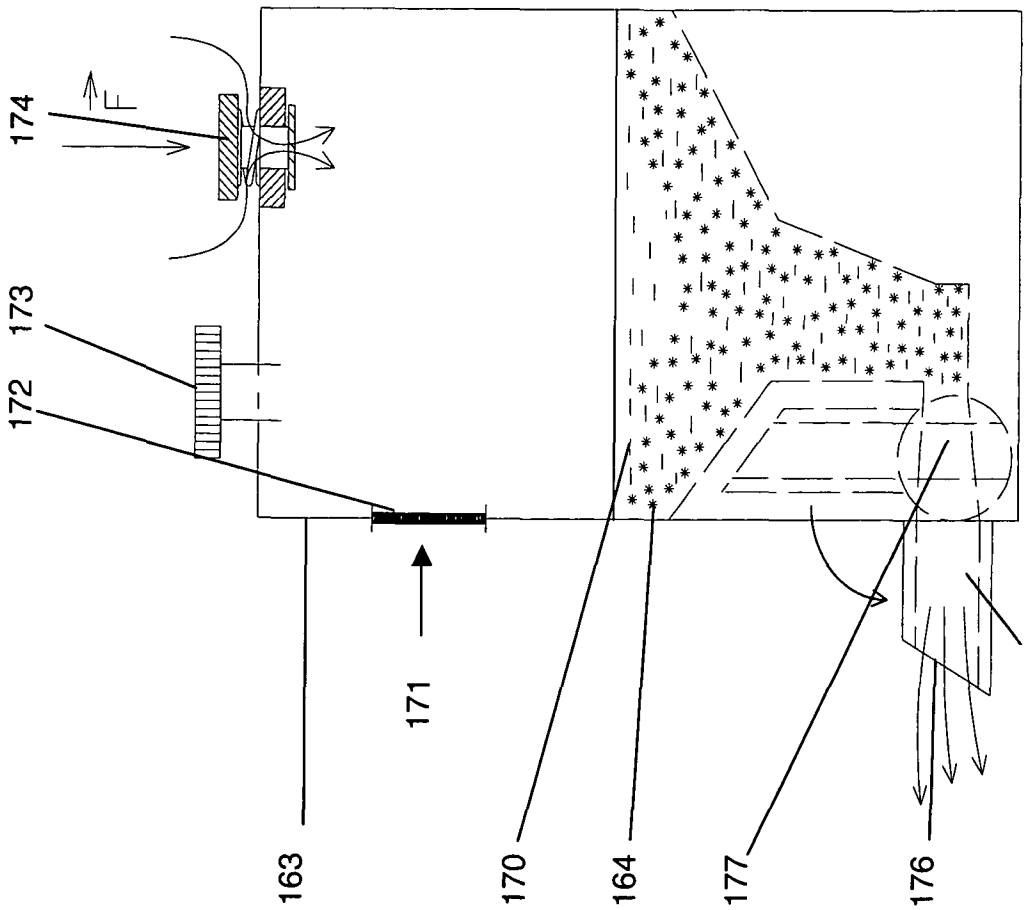


Fig. 18

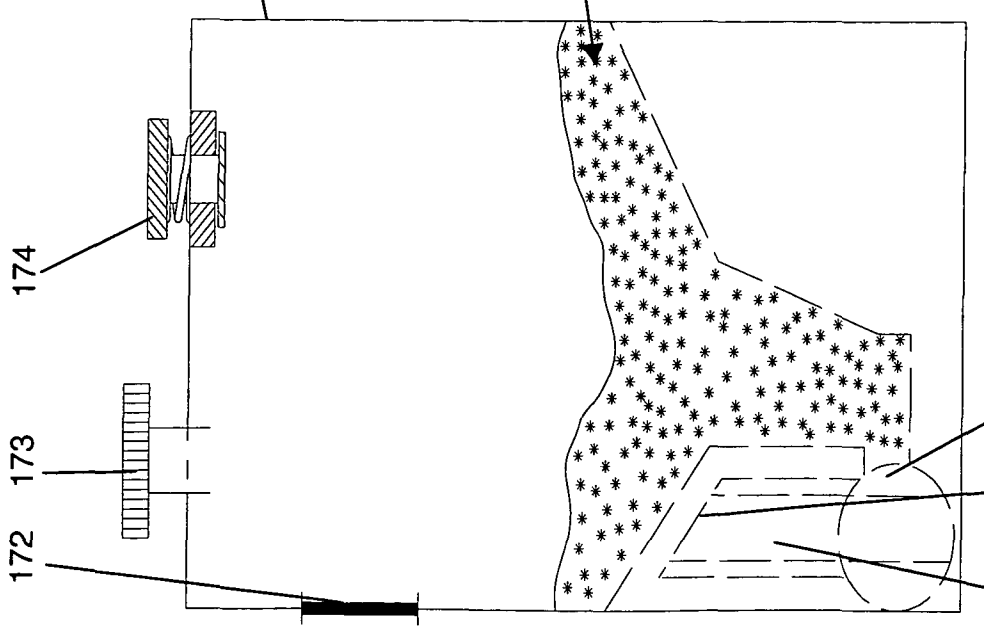


Fig. 17

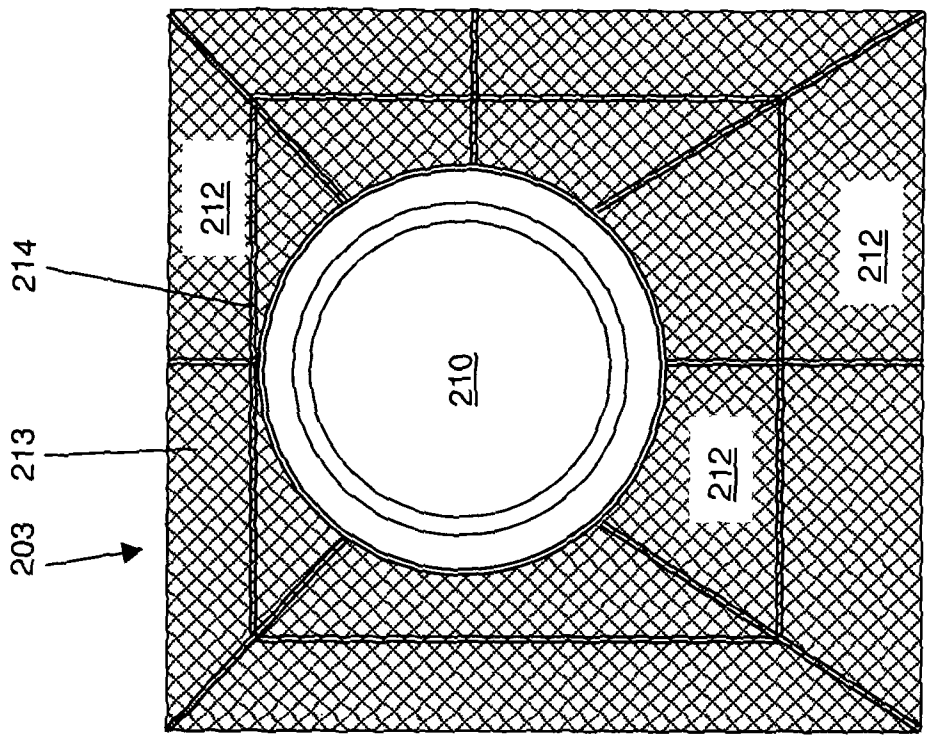

214
213
203
212
210
212
212

Fig. 20

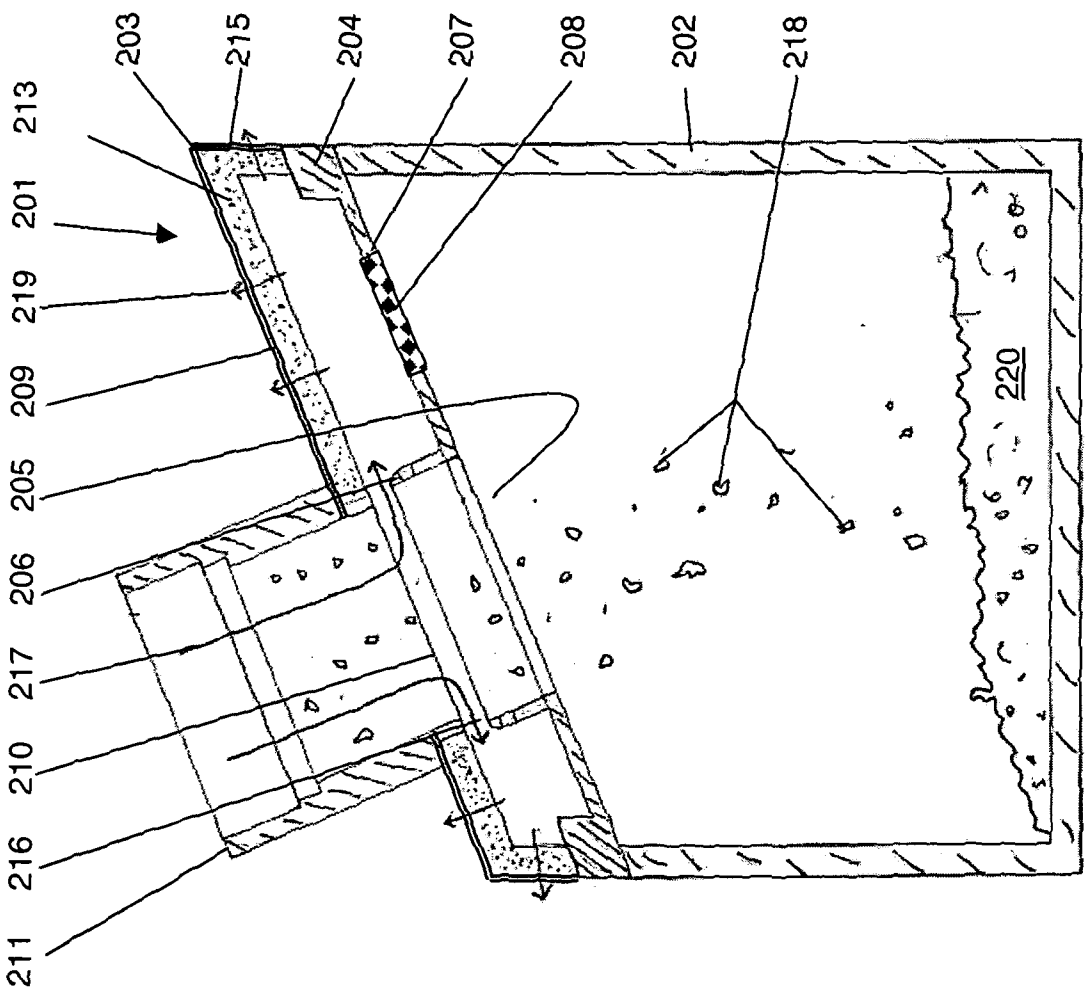

213
201
219
209
205
206
217
210
216
211
203
215
204
207
208
202
218
220

Fig. 19

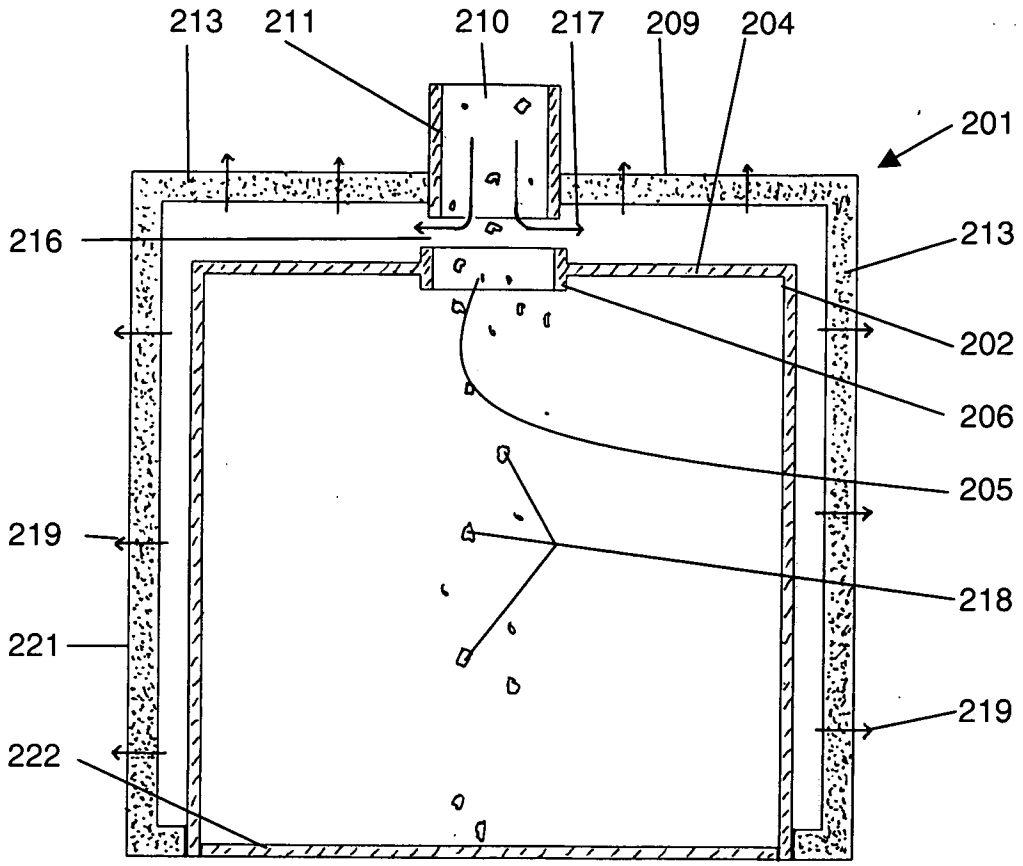

213
211
210
217
209
204
201
216
213
202
206
205
219
218
221
219
222

Fig. 21

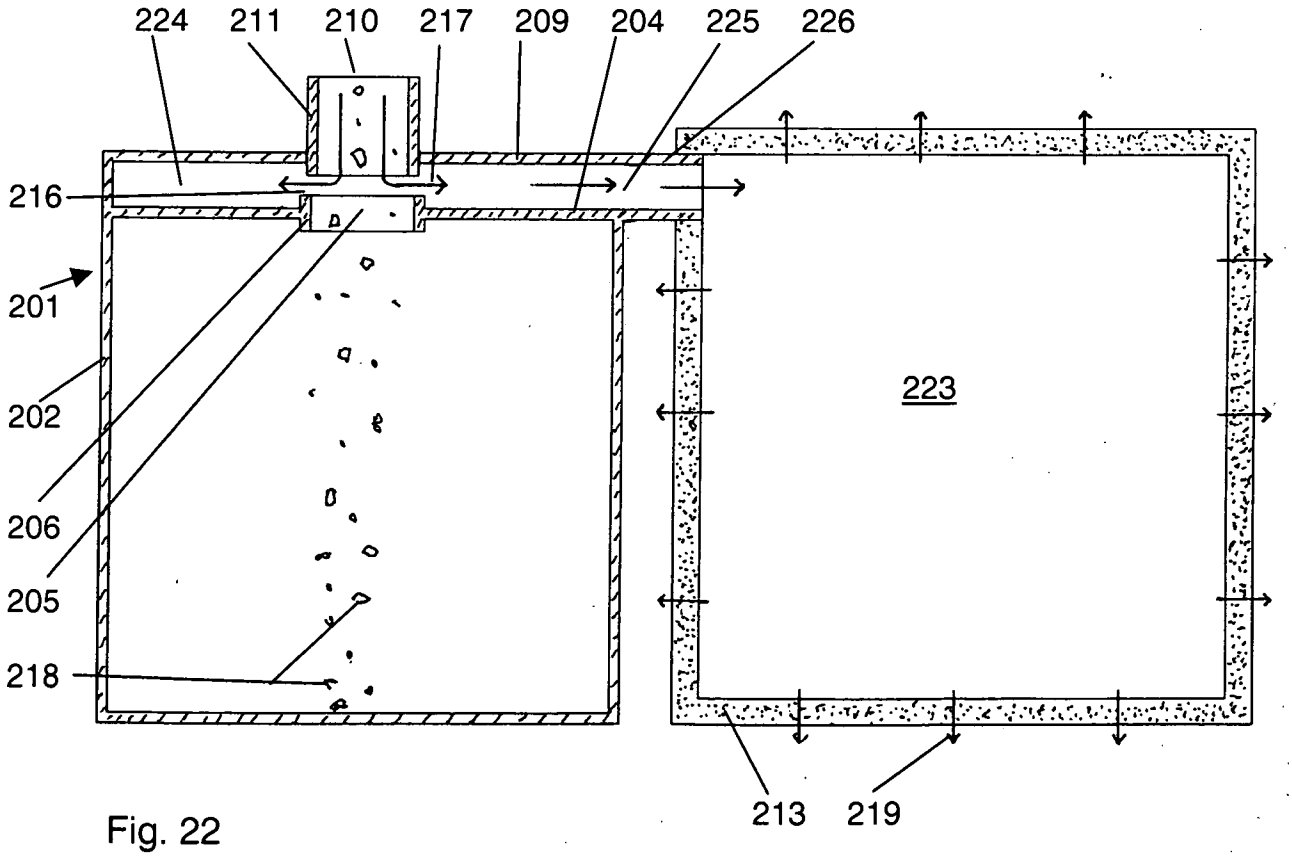

224
211
210
217
209
204
225
226
216
201
202
206
205
218
223
213
219

Fig. 22

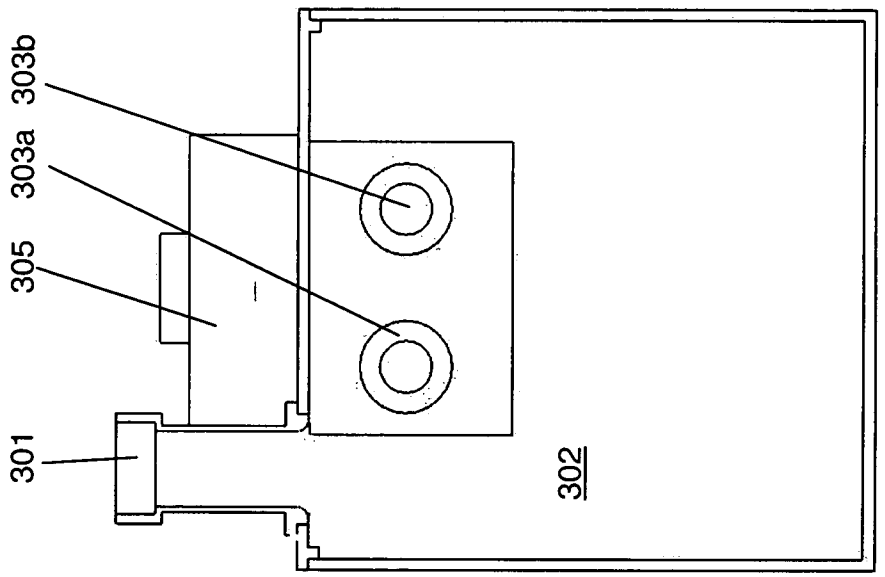


Fig. 24

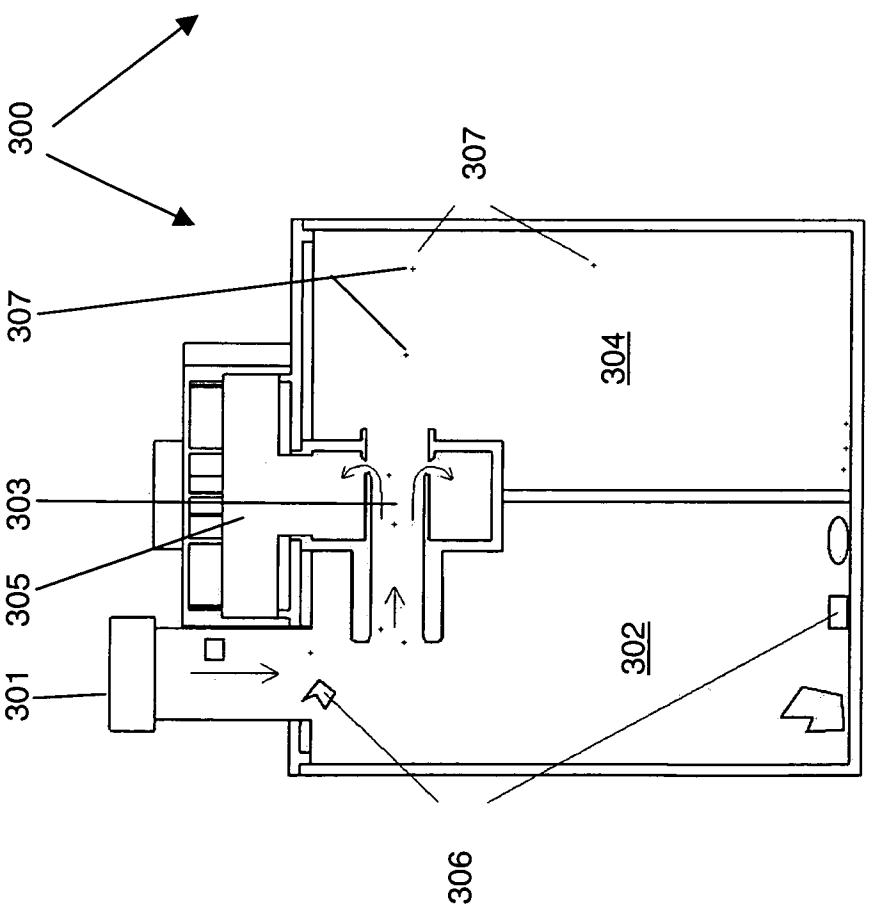


Fig. 23

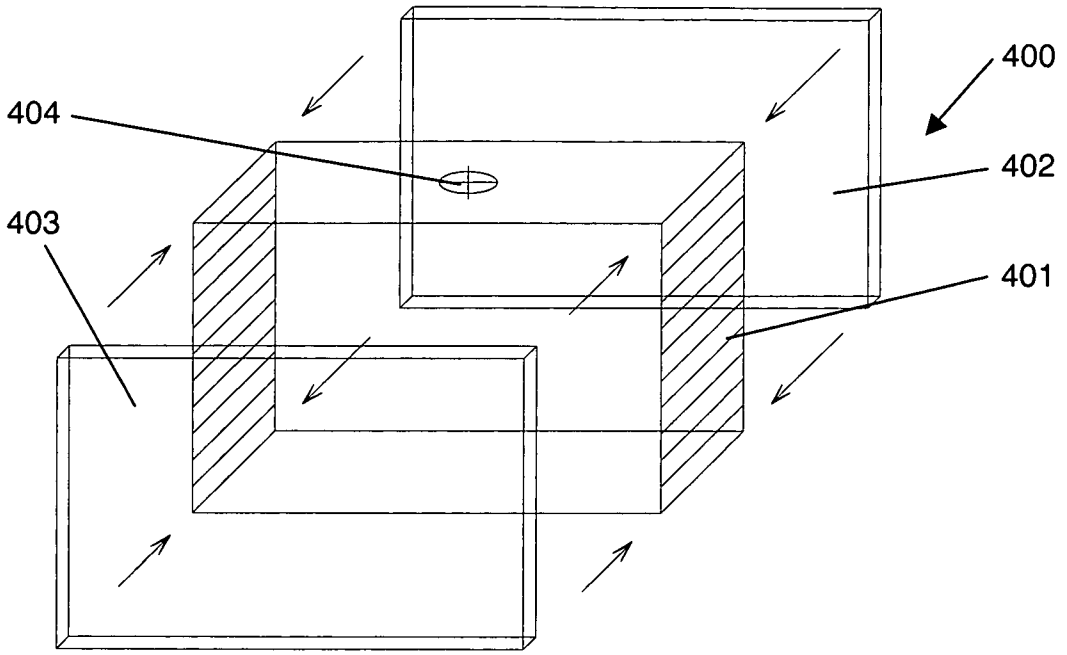


Fig. 25

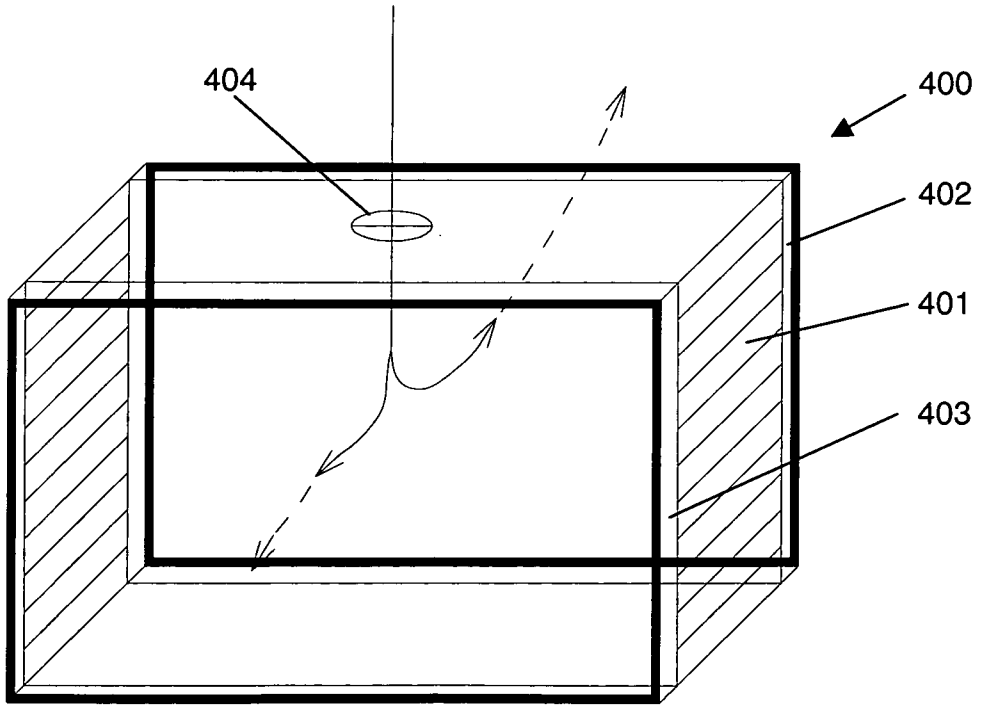


Fig. 26

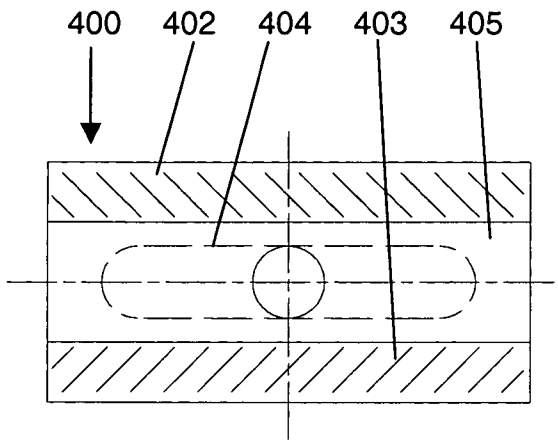


Fig. 27

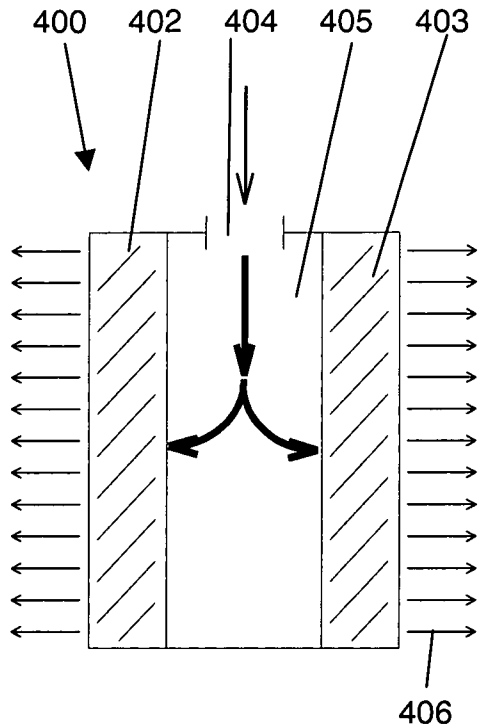


Fig. 28

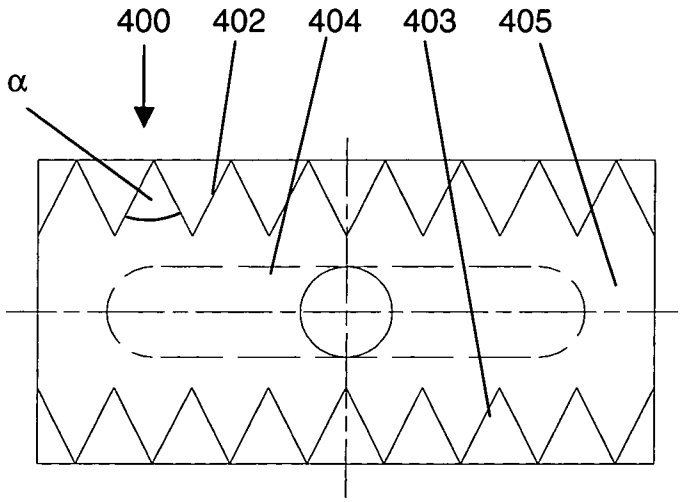


Fig. 29