

(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
18. Juli 2013 (18.07.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/104796 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B01D 46/52 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/050585

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Januar 2013 (14.01.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 000 490.7
13. Januar 2012 (13.01.2012) DE

(71) Anmelder: MANN+HUMMEL GMBH [DE/DE]; LC-IP,
Hindenburgstr. 45, 71638 Ludwigsburg (DE).

(72) Erfinder: RIEGER, Mario; Am Altneckar 12, 71691
Freiberg (DE). HASENFRATZ, Robert; Badstr. 32,
71334 Waiblingen (DE). HARENBROCK, Michael;
Bidembachstr. 19, 71640 Ludwigsburg (DE). NGUYEN,
Duc, Cuong; Braunschweiger Str. 2b, 30880 Laatzen
(DE). NEEF, Pascal; Im Hummelbaum 24, 71272
Renningen (DE). BLOSSEY, Werner; Im Aurain 5/1,
71726 Benningen (DE). RÖSGEN, André; Im
Wiesengrund 8, 73630 Remshalden (DE). JESSBERGER,
Thomas; Ernst-Ludwig-Kirchner-Weg 4, 71679 Asperg
(DE). MADEIRA, Pedro Miguel Pereira; Wobachstr. 63,
74321 Bietigheim-Bissingen (DE). HEIM, Michael;
Schertlinstr. 20, 71691 Freiberg (DE). SCHMID, Martin;
Stieglerstr. 21, 94419 Reisbach (DE). MBADINGA-
MOUANDA, Gelase; Melitta-Schöpf-Str. 3, 76137
Karlsruhe (DE). WEBER, Andreas; Schumannstr. 30,

71691 Freiberg (DE). THALMANN, Christian;
Kämmererstr. 37, 67346 Speyer (DE). SCHMID, Mike;
Lehmgrubenweg 5, 72072 Tübingen (DE). MENSSEN,
Jörg; Brächterstr. 20, 71732 Tamm (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: AIR FILTER ELEMENT AND AIR FILTER

(54) Bezeichnung : LUFTFILTERELEMENT UND LUFTFILTER

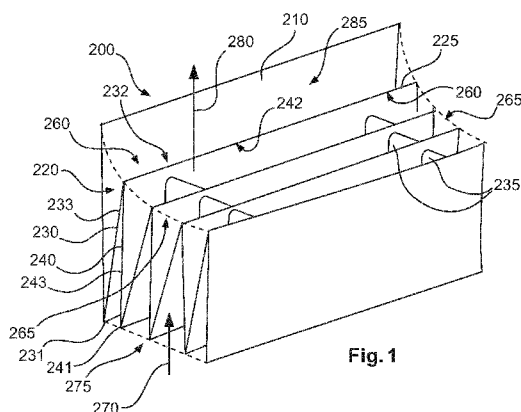


Fig. 1

(57) Abstract: Disclosed are an air filter element, a filter housing, and an air filter in which the air filter elements have a high filtering capacity and a long service life by increasing the filter surface of an air filter element taking into account structural requirements for the air filter housing.

(57) Zusammenfassung: Luftfilterelement, Filtergehäuse und Luftfilter mit einer hohen Filterleistung und einer hohen Lebensdauer der Luftfilterelemente durch eine Vergrößerung der Filterfläche eines Luftfilterelementes unter Berücksichtigung baulicher Vorgaben für das Luftfiltergehäuse.

WO 2013/104796 A1

Luftfilterelement und Luftfilter

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft das technische Gebiet der Aufbereitung und Filterung von Luft, beispielsweise die Luftfiltration in einem Kraftfahrzeug, einer Bau- oder Landmaschine. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Luftfilterelement und einen Luftfilter.

Technischer Hintergrund der Erfindung

Luftfilter werden beispielsweise in der Luftzufuhr von Brennkraftmaschinen verwendet, um die für die Verbrennung zugeführte Luft von Schadstoffen und Schmutzpartikeln zu reinigen, so dass einem Verbrennungsprozess in der Brennkraftmaschine nur gereinigte Luft zugeführt wird.

Ein Luftfilter weist eine Einströmöffnung für ungereinigte Rohluft und eine Ausströmöffnung für die gefilterte Reinluft sowie ein Filterelement auf, wobei das Filterelement die eigentliche Filterfunktion erfüllt. Die Luftzufuhr der Brennkraftmaschine erfolgt über die Ausströmöffnung des Luftfilters, wobei die Brennkraftmaschine die benötigte Luft bzw. Luftmenge ansaugt. Das Filterelement bzw. Luftfilterelement besteht aus einem Filtermedium, beispielsweise einem Filterpapier, durch welches die zu filternde Luft strömt, wenn die Brennkraftmaschine Luft ansaugt, so dass die Schmutzpartikel in dem Filtermedium von der durchströmenden Luft abgetrennt bzw. abgeschieden werden.

Üblicherweise ist das Filtermedium gefaltet (Faltenfilter) oder weist eine Vielzahl von Filterkammern (Flötenfilter) auf, um die Oberfläche des Filters zu vergrößern, wodurch sich auch die Lebensdauer eines Luftfilterelementes verlängert, da eine größere Filteroberfläche mehr Schmutzpartikel aufnehmen kann, bevor der durch abgeschiedenen Staub verursachte Druckverlust am Filtermedium derart angestiegen ist, dass die Luft zu der Brennkraftmaschine nicht mehr in der benötigten Menge durchgelassen wird bzw. die Luft das Filtermedium nicht mehr passieren oder durchströmen kann.

Üblicherweise ist das Filterelement in einem Gehäuse angeordnet, wobei in dem Gehäuse vor der Ausströmöffnung des Luftfilters beispielsweise ein Funktionsbauteil in Form eines Zusatzfilterelementes angeordnet ist. Das Zusatzfilterelement erfüllt dabei die Aufgabe, dass durch den Luftfilter keine Rohluft zu der Brennkraftmaschine strömen kann, selbst wenn das Luftfilterelement aus dem Gehäuse entnommen ist. Damit sind üblicherweise innerhalb des Gehäuses des Luftfilters ein Hauptelement bzw. Luftfilterelement und ein Funktionsbauteil anzuordnen.

Weiterhin kann die bauliche Gestaltung des Gehäuses an äußere Gegebenheiten, z.B. die Platzverhältnisse in einem Motorraum eines Fahrzeugs, angepasst sein. Die bauliche Gestaltung des Gehäuses hat unmittelbaren Einfluss auf die Größe des Luftfilterelementes und damit auch auf die Filterleistung des Luftfilterelementes.

In Abhängigkeit des Volumens innerhalb des Luftfiltergehäuses, welches von dem Funktionsbauteil beansprucht wird, wird das Hauptelement bzw. Luftfilterelement entsprechend verkleinert bzw. die Tiefe

der Luftfilterfalten bzw. Filterkammern des Hauptelementes so angepasst, dass der Bauraum innerhalb des Luftfiltergehäuses aufgeteilt wird.

Üblicherweise werden die Falten des Luftfilterelementes so gefaltet bzw. die Tiefen der Filterkammern so gestaltet, dass diese eine gleiche Tiefe haben und stellen damit ein quaderförmiges Luftfilterelement dar. Damit kann es allerdings vorkommen, dass das Funktionsbauteil nicht den gesamten Bauraum einnimmt, welcher durch die quaderförmige Gestaltung des Hauptelementes im Inneren des Gehäuses freigegeben wird.

Die WO 98/47601 zeigt ein Filterelement in Gestalt eines Faltenfilterelementes für einen Luftfilter, wobei das Filterelement aus einem zickzackförmig gestalteten Filtereinsatz besteht.

Zusammenfassung der Erfindung

Es kann als eine Aufgabe der Erfindung gesehen werden, eine hohe Filterleistung und eine hohen Lebensdauer der Luftfilterelemente durch eine Vergrößerung der Filterfläche eines Luftfilterelementes unter Berücksichtigung baulicher Vorgaben für das Luftfiltergehäuse zu erzielen.

Es sind ein Luftfilterelement und ein Luftfilter gemäß den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche angegeben. Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus der folgenden Beschreibung.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist ein Luftfilterelement mit einer Anströmfläche, einer Abströmfläche, und einem Filtermedium angegeben, wobei sich das Filtermedium zwischen der Anströmfläche und der Abströmfläche erstreckt, wobei wenigstens eine der Anströmfläche und der Abströmfläche wenigstens abschnittsweise einen Rückversatz aufweist, wobei ein mit dem Luftfilterelement in Wirkzusammenhang zu bringendes Funktionsbauteil wenigstens teilweise in einen sich durch den Rückversatz ergebenden Freiraum einragen kann, wobei das mit dem Luftfilterelement in Wirkzusammenhang zu bringende Funktionsbauteil in einem Wirkzusammenhang stehen kann mit dem Rückversatz der Anströmfläche bzw. der Abströmfläche.

Das Filtermedium kann z.B. Papier, Vlies, Mikrofaserstoffe, Nanofaserstoffe oder Kunststoff aufweisen bzw. hieraus oder einer Mischung bzw. einem Verbund dieser Materialien bestehen.

Bei dem Rückversatz handelt es sich um einen Versatz einer Strömungsfläche (Anströmfläche oder Abströmfläche) in Richtung der gegenüberliegenden Strömungsfläche, wobei der Rückversatz nach wie vor Teil der Strömungsfläche ist. Ein Rückversatz kann dabei insbesondere durch einen Knick, eine Stufe oder eine Ausbuchtung oder Ausnehmung geformt werden, insbesondere kann der Rückversatz durch das Freivolumen oder die konkave Einbuchtung einer Strömungsfläche gebildet werden.

In Wirkzusammenhang steht ein Funktionsbauteil mit dem Luftfilterelement beispielsweise dann, wenn diese beiden Bauteile für einen Filtervorgang aufeinander abgestimmt sind bzw. der Filtervorgang erst

durch das gemeinsame Wirken dieser Bauteile erfolgt. Auch stehen das Funktionsbauteil und das Luftfilterelement in einem Wirkzusammenhang, wenn das Funktionsbauteil neben der reinen Filterung eine weitere Funktion wie z.B. chemische Filterung oder Leitung des Luftstroms wahrnimmt. Insbesondere kann dabei die bauliche Gestaltung des Funktionsbauteils und des Luftfilterelementes so aufeinander abgestimmt sein, dass die jeweiligen Oberflächen dieser Bauteile korrelieren, womit ein zur Verfügung stehender Bauraum für das Luftfilterelement und das Funktionsbauteil maximal ausgenutzt werden kann.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist wenigstens eine der Anströmfläche und der Abströmfläche einen Rückversatz mit einer eindimensionalen konkaven oder konvexen Form auf.

Insbesondere kann das Luftfilterelement in einfacher Weise aus einer einzelnen durchgehenden Medienbahn geformt werden, da die eindimensionale – im Gegensatz zu einer zweidimensionalen – konkave oder konvexe Form lediglich durch einen variablen Faltenkantenabstand beim Falten des Filtermediums erzeugt werden kann.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das Filtermedium ein aus Falten gefaltetes Filtermedium, wobei die Falten jeweils ein erstes Faltenblatt und ein zweites Faltenblatt aufweisen, die jeweils mit einer Faltenblattkante an einer Faltenkante aneinandergrenzen, wobei die ersten Faltenblätter benachbarter Falten im Wesentlichen parallel zueinanderliegen, wobei sich die ersten und zweiten Faltenblätter zwischen der Anströmfläche und der Abströmfläche erstrecken, wobei der Rückversatz eine Erstreckung entlang einer Erstreckungsrichtung der Faltenkanten aufweist.

Damit ermöglicht es das Luftfilterelement wie oben und im Folgenden beschrieben, eine große Filterfläche anzubieten sowie an die baulichen Gegebenheiten der Einsatzumgebung angepasst zu werden, da der Rückversatz eine Gestaltung der äußeren geometrischen Form des Luftfilterelementes ermöglicht.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung variiert die Faltentiefe in einer Richtung quer zu der Erstreckungsrichtung der Faltenkanten. Insbesondere variiert die Faltentiefe zwischen benachbarten Falten.

Die Faltentiefe einer Filterfalte in einer Richtung entlang der Faltenkante ist dabei konstant.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Luftfilterelement eine Stützstruktur auf. Insbesondere sorgt die Stützstruktur auch für ein seitliches Abdichten der Falten. Vorzugsweise weist die Stützstruktur einen Rückversatz, insbesondere in Form einer Einbuchtung, auf, der wenigstens abschnittsweise mit einem Verlauf des Rückversatzes der Anströmfläche bzw. Abströmfläche korrespondiert. Damit weist die Stützstruktur zumindest entlang des Rückversatzes eine mit dem Rückversatz korrespondierenden Rückversatz bzw. eine korrespondierende Einbuchtung auf, so dass eine Luftströmung in den bzw. aus dem Rückversatz von der Stützstruktur möglichst gering beeinträchtigt wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind die Faltenblätter seitlich an den nicht an Faltenblattkanten von jeweils benachbarten Filterblättern angrenzenden Faltenblattkanten in die Stützstruktur eingebettet. Damit kann insbesondere eine mechanische Festigkeit des Luftfilterelementes erhöht werden.

5

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind die Falten über den Rückversatz hinweg aus einer durchgehenden Medienbahn gefertigt. Im Gegensatz zu einem Luftfilterelement aus einer Mehrzahl von Medienbahnen entsteht damit keine Klebe- oder Fügenaht, sondern das Filtermedium ist aus durchgehendem Material gefertigt.

10

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind benachbarte Faltenblätter gegenseitig durch wenigstens eine Abstandshalteeinrichtung stabilisiert. Die Abstandshalteeinrichtung kann insbesondere aus einem Kunststoff gefertigt sein. Beispielsweise wird der geschmolzenen Kunststoff zum Ausbilden der Abstandshalteeinrichtung auf das Filtermedium aufgetragen. Vorzugsweise weist die Abstandshalteeinrichtung Klebstoffspuren bzw. Leimraupen auf. Die Abstandshalteeinrichtung, insbesondere die Leimraupen, sind abström- und/oder anströmseitig an dem Filtermedium angeordnet.

15

Die Abstandshalteeinrichtung bzw. Leimraupen können dabei senkrecht oder schräg zu der Anströmfläche oder der Abströmfläche angeordnet sein. Weiterhin können die Leimraupen bzw. Klebstoffspuren eine durchgehende Klebstoffspur oder eine unterbrochene bzw. gepunktete Klebstoffspur aufweisen und aus mehreren Klebstoffspursegmenten bestehen. Dabei können beispielsweise die Leimraupensegmente bzw. Klebstoffspursegmente so zueinander versetzt sein, dass die unterbrochene Spur einen Winkel zwischen 1° und 90° mit den Faltenkanten bzw. der Anströmfläche oder der Abströmfläche einschließt.

20

Die Abstandshalteeinrichtung kann dabei beispielsweise dafür sorgen, dass die Faltenblätter einen bestimmten Abstand zueinander einhalten bzw. kann sie insbesondere bewirken, dass ein Öffnungswinkel der Filterfalten gleichbleibt. Dies kann eine gleichbleibende hohe Filterleistung des Luftfilterelementes unterstützen, da sich die Faltenöffnungen aufgrund der Leimraupen nur in geringem Maße verändern können.

25

Insbesondere kann durch die Abstandshalteeinrichtung, insbesondere in Form von Leimraupen, einer Verkleinerung der Faltenöffnungen vorgebeugt werden. Die Faltenblätter einer Filterfalte können sich durch die zwischen ihnen angeordnete Abstandshalteeinrichtung nur in reduziertem Maße aufeinanderzubewegen.

30

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung verläuft die Abstandshalteeinrichtung, insbesondere in Form von Klebstoffspuren bzw. Leimraupen, parallel zu den nicht an Faltenblattkanten von jeweils benachbarten Filterblättern angrenzenden Faltenblattkanten.

35

Damit verläuft die Abstandshalteeinrichtung zumindest abschnittsweise in einer Richtung von der Anströmfläche zu der Abströmfläche bzw. umgekehrt und parallel zu der Stützstruktur. Sie setzt der Luftströmung auf diese Weise einen möglichst geringen Strömungswiderstand entgegen.

5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist eine Luftfilterelementanordnung mit einem Luftfilterelement wie oben und im Folgenden beschrieben und einem Funktionsbauteil angegeben, wobei das Funktionsbauteil wenigstens teilweise in den sich durch den Rückversatz ergebenden Freiraum einragt und wobei das Funktionsbauteil in einem Wirkzusammenhang mit dem Rückversatz der Anströmfläche bzw. der Abströmfläche steht.

10

Damit kann ein Funktionsbauteil mit einem Luftfilterelement wechselwirken, indem beispielsweise beide Bauteile innerhalb eines Luftfiltergehäuses angeordnet sind und durch die Gestaltung des Freiraums gemäß den Ausmaßen des Funktionsbauteils möglichst wenig Filterfläche des Luftfilterelementes verlorengeht bzw. die Filterfläche trotz der Anordnung eines Funktionsbauteils in dem Luftfiltergehäuse maximiert wird.

15

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Funktionsbauteil eine Schnittstellenfläche auf, wobei die Schnittstellenfläche wenigstens abschnittsweise eine Form aufweist, die mit dem Rückversatz der Anströmfläche bzw. der Abströmfläche korrespondiert. Damit wird insbesondere ermöglicht, dass das Funktionsbauteil baulich bzw. hinsichtlich seiner Form an das Luftfilterelement angepasst wird. Dabei wird die dem Luftfilterelement zugewandte Fläche bzw. Oberfläche des Funktionsbauteils als Schnittstellenfläche bezeichnet.

20

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung deckt die Stützstruktur entlang des Rückversatzes das Filtermedium seitlich ab. Damit dichtet bzw. verschließt die Stützstruktur das Filtermedium an derjenigen Oberfläche des Luftfilterelementes, welche senkrecht auf den Faltenkanten steht.

25

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die Stützstruktur eine erste Haltefläche und eine zweite Haltefläche auf, wobei der Rückversatz an der Stützstruktur zwischen der ersten Haltefläche und der zweiten Haltefläche der Stützstruktur ausgebildet ist.

30

Daraus ergibt sich, dass die erste Haltefläche und die zweite Haltefläche beim Einsetzen in ein Luftfiltergehäuse eine höhere Eindringtiefe haben als der Rückversatz an der Stützstruktur bzw. das Filtermedium, und der Luftfilter somit von der ersten und der zweiten Haltefläche gehalten wird.

35

Die erste Haltefläche und die zweite Haltefläche können auch fast punktgleich geformt bzw. punktförmig ausgeführt sein, d.h. sehr kleine geometrische Ausmaße kleiner als 1 cm² aufweisen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung erstreckt sich die dem Rückversatz an der Stützstruktur zugeordnete An- bzw. Abströmfläche des Filtermediums bis in einen Bereich seitlich des Rückversatzes an der Stützstruktur. Bei dem Bereich seitlich des Rückversatzes an der Stützstruktur handelt

40

es sich beispielsweise um den Bereich zwischen der ersten Haltefläche bzw. der zweiten Haltefläche und der maximalen Tiefe des der Rückversatz an der Stützstruktur in Form einer Einbuchtung. Dadurch, dass sich die An- bzw. Abströmfläche in den Bereich seitlich des der Rückversatz an der Stützstruktur bzw. der Einbuchtung erstreckt, kann die Oberfläche des Filtermediums trotz Rückversatz bzw. Einbuchtung maximiert werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die Stützstruktur eine (dritte) Haltefläche auf, die beispielsweise zwischen der ersten Haltefläche und der zweiten Haltefläche in dem Rückversatz an der Stützstruktur angeordnet ist. Damit liegt, insbesondere zusätzlich zu der ersten und zweiten Haltefläche, eine weitere (dritte) Haltefläche in z. B. der Einbuchtung auf einer Halteflächenaufnahme in einem Luftfiltergehäuse auf und kann für eine verbesserte Positionierung und Fixierung des Luftfilterelementes in dem Luftfiltergehäuse sorgen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung nimmt wenigstens eine von der ersten, zweiten und dritten Haltefläche eine Haltekraft in Richtung entlang der Erstreckungsfläche der Stützstruktur aufnimmt. Damit sorgt die Haltefläche bzw. sorgen die Halteflächen für eine Positionierung bzw. Fixierung des Luftfilterelementes in einem Luftfiltergehäuse. Die Halteflächen nehmen eine Haltekraft entlang bzw. parallel zu der Erstreckungsfläche der Stützstruktur auf, insbesondere in einer Richtung, welche in Strömungsrichtung der Luft durch den Luftfilter von der Anströmfläche zu der Abströmfläche verläuft.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die dem Rückversatz an der Stützstruktur zugeordnete An- bzw. Abströmfläche wenigstens abschnittsweise eine eindimensionale konkave oder konvexe Form auf, wobei die Krümmung der konkaven oder konvexen Form wenigstens abschnittsweise mit wenigstens einem Teil der Rückversatzes korrespondiert.

Für die eindimensionale konkave oder konvexe Form des Rückversatzes und der Abström- sowie Anströmfläche gelten sinngemäß die obigen Ausführungen zu der eindimensionalen konkaven oder konvexe Form, welche eine Erhöhung der Filterfläche ermöglichen kann.

Dass die jeweils ersten Faltenblattkanten benachbarter Falten im Wesentlichen parallel zueinanderliegen bedeutet, dass die Falten eine im Wesentlichen gleiche Erstreckungsrichtung aufweisen, was bedeutet, dass die Luftströmungsrichtung durch die Falten im Wesentlichen in die gleiche Richtung verläuft.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die dem Rückversatz zugeordnete An- bzw. Abströmfläche eine mit wenigstens einem Teil des Rückversatzes der Stützstruktur korrespondierende Form auf, indem mehrere Falten mit variierender Faltentiefe vorgesehen sind.

Vorteilhafterweise sind zumindest ein Teil der mehreren Falten mit variierender Faltentiefe aus einer durchgehenden Filtermedienbahn gefertigt. Damit erübrigt sich das Zusammensetzen mehrerer Teilfilter zu einem Luftfilterelement, und es kann aufgrund der variablen Faltentiefe der Falten im Vergleich zueinander z. B. eine gekrümmte Anströmfläche oder Abströmfläche bereitgestellt werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist ein Luftfilter mit einem Luftfiltergehäuse, einem Luftfilterelement und einem Funktionsbauteil angegeben, wobei das Luftfilterelement eine Anströmfläche, eine Abströmfläche und ein Filtermedium aufweist, wobei sich das Filtermedium zwischen der Anströmfläche und der Abströmfläche erstreckt, wobei wenigstens eine der Anströmfläche und der Abströmfläche einen Rückversatz aufweist, wobei das Funktionsbauteil wenigstens teilweise in den sich durch den Rückversatz ergebenden Freiraum einragt und wobei das Funktionsbauteil in einem Wirkzusammenhang steht mit dem Rückversatz der An- bzw. Abströmfläche des Luftfilterelementes.

Durch den Rückversatz kann eine bauliche Anpassung bzw. eine Anpassung hinsichtlich der geometrischen Form des Luftfiltergehäuses, des Luftfilterelementes und des Funktionsbauteils ermöglicht werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der Rückversatz an der Abströmfläche bzw. an der Anströmfläche eine eindimensionale konkave oder konvexe Form auf. Im Gegensatz dazu kann das Funktionsbauteil eine konvexe bzw. konkave Form aufweisen, so dass die geometrischen Formen des Luftfilterelementes und des Funktionsbauteils aneinander angepasst sind und ein zur Verfügung stehender Bauraum in einem Luftfiltergehäuse maximal ausgenutzt wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Funktionsbauteil eine Schnittstellenfläche auf, wobei die Schnittstellenfläche wenigstens abschnittsweise eine Form aufweist, die mit dem Rückversatz der Anströmfläche bzw. der Abströmfläche korrespondiert. Sinngemäß gilt auch für die Form der Schnittstellenfläche, dass deren Anpassung an den Rückversatz eine maximale Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Raumes in dem Luftfiltergehäuse ermöglichen kann.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das Funktionsbauteil als Zusatzfilterelement ausgestaltet, welches in den sich durch den Rückversatz ergebenden Freiraum wenigstens teilweise einragt, wobei das Zusatzfilterelement eine Anströmfläche und eine Abströmfläche aufweist, wobei eine von der Anströmfläche und der Abströmfläche des Zusatzfilterelementes mit einer von der Anströmfläche und der Abströmfläche des Luftfilterelementes korrespondiert. Das Zusatzfilterelement kann insbesondere als Vorfilter oder Nachfilter ausgeführt sein und damit entweder mit der Anströmfläche bzw. der Abströmfläche in Wirkzusammenhang stehen, wobei dann jeweils die entsprechende Strömungsfläche oder auch beide Strömungsflächen an dem Luftfilterelement einen Rückversatz aufweisen. Der Vorfilter kann beispielsweise ausgeführt sein, eine Vorreinigung der Luft vorzunehmen. Der Nachfilter kann ausgeführt sein, die Filterfunktion des Luftfilters auch dann zu gewährleisten, wenn im Falle des Austauschs des Luftfilterelementes weiterhin Luft durch den Luftfilter strömt oder aber auch im Fehlerfalle, wenn z.B. die Filterbahn des Luftfilterelementes beschädigt ist. Durch den Rückversatz in dem Luftfilterelement kann diesem platzsparend gemeinsam mit Vorfilter und/oder Nachfilter in dem Filtergehäuse angeordnet werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das Funktionsbauteil als Strömungsleitvorrichtung ausgestaltet, welche in den sich durch den Rückversatz ergebenden Freiraum wenigstens teilweise einragt, wobei die Strömungsleitvorrichtung wenigstens eine Leitfläche aufweist, deren Leitflächen-

kante auf die eine von der Anströmfläche und der Abströmfläche des Luftfilterelementes gerichtet ist. Die Strömungsleitvorrichtung kann eine Einströmung bzw. Abströmung der Luft in bzw. aus dem Luftfilter verbessern.

5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das Funktionsbauteil als Strömungsgleichrichter ausgestaltet, wobei der Strömungsgleichrichter einem mit dem Luftfilterelement in Wirkzusammenhang zu bringenden Luftmassensensor zugeordnet ist und wobei der Strömungsgleichrichter wenigstens teilweise in den sich durch den Rückversatz ergebenen Freiraum einragt.

10 Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das Funktionsbauteil als Gehäusestützrippe ausgestaltet, wobei die Gehäusestützrippe eine Haltefläche zum Halten des Luftfilterelementes aufweist, wobei die Gehäusestützrippe in den sich durch den Rückversatz ergebenen Freiraum wenigstens teilweise einragt. Die Gehäusestützrippe kann dabei eine Einbuchtung in der Gehäusewand sein. Die Haltefläche kann ausgeführt sein, die Stützstruktur bzw. eine Halteflächenaufnahme der Stützstruktur beim
15 Einsetzen des Luftfilterelementes in das Luftfiltergehäuse aufzunehmen, so dass die Position des Luftfilterelementes in dem Luftfiltergehäuse durch die Haltefläche bestimmt bzw. vorgegeben wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das Funktionsbauteil als Trennwand ausgestaltet, wobei die Trennwand teilweise in das Gehäuse einragt, wobei die Trennwand in den sich durch den
20 Rückversatz ergebenen Freiraum wenigstens teilweise einragt und eine Dichtfläche aufweist, die das Filtergehäuse mit dem Luftfilterelement anströmseitig in zwei Filterkammern teilt, die jeweils eine separate Einströmöffnung aufweisen. Insbesondere ist eine Einströmöffnung mit einer Ventileinrichtung versehen.

Damit ermöglicht die Trennwand das Anbieten von mehreren Einströmöffnungen, so dass beispielsweise
25 bei Verstopfung oder übermäßiger Verschmutzung einer Filterkammer Luft über die zweite Filterkammer eingesaugt wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das Funktionsbauteil als Adsorptionsfilterelement für Kohlenwasserstoffe ausgestaltet, welches in den sich durch den Rückversatz ergebenen
30 Freiraum wenigstens teilweise einragt. Damit kann eine gefilterte Luft zusätzlich einer chemischen Filterung unterzogen werden, wobei beide Filtervorgänge innerhalb des gleichen Luftfiltergehäuses stattfinden. Vor allem dient ein abströmseitig angeordnetes Adsorptionsfilterelement für Kohlenwasserstoffe aber dem Abfangen von Kohlenwasserstoffen, die beim Stillstand des Verbrennungsmotors durch den Luftfilter in die Umgebungsluft diffundieren könnten. Es können auch mehrere Adsorptionsfilterelemente
35 für Kohlenwasserstoffe in mehreren Freivolumen angeordnet sein.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das Funktionsbauteil als Resonatorgeometrie ausgestaltet, welche in den sich durch den Rückversatz ergebenen Freiraum wenigstens teilweise einragt. Die Resonatorgeometrie ermöglicht eine Geräuschdämmung des Luftstroms, welcher durch den
40 Luftfilter strömt, wobei die Geräuschdämmung direkt am Ort der Entstehung der Strömungsgeräusche, nämlich in dem Luftfiltergehäuse drinnen, erfolgt.

Das Luftfilterelement und der Luftfilter, wie oben und im Folgenden beschrieben, dienen insbesondere zur Luftfiltration in Kraftfahrzeugen, Bau- oder Landmaschinen. Im Speziellen dienen sie zur Filtration der Ansaugluft einer Brennkraftmaschine oder zur Filtration der Zuluft eines Fahrzeuginnenraums. Sie können aber auch derart abgewandelt ausgebildet sein, dass sie für andere Fluide, insbesondere auch Flüssigkeiten und Flüssigkeitsgemische genutzt werden. Im Speziellen können sie insofern weitgehend baugleich, aber als Kraftstoff- oder Ölfilterelement für Kraftfahrzeuge bzw. Kraftstoff- oder Ölfilter für Kraftfahrzeuge ausgebildet sein.

Die einzelnen Merkmale können selbstverständlich auch untereinander kombiniert werden, wodurch sich zum Teil auch vorteilhafte Wirkungen einstellen können, die über die Summe der Einzelwirkungen hinausgehen.

Im Folgenden werden mit Verweis auf die Figuren Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben.

Kurzbeschreibung der Figuren

Fig. 1 zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilterelementes gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht eines Luftfilterelementes gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 3 zeigt eine Schnittansicht eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 4 zeigt eine Schnittansicht eines Luftfilterelementes und eines Funktionsbauteils gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 5A zeigt einen Querschnitt eines Luftfilterelementes gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 5B zeigt einen Querschnitt eines Luftfilterelementes gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 5C zeigt einen Querschnitt eines Luftfilterelementes gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 5D zeigt einen Querschnitt eines Luftfilterelementes gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 5E zeigt einen Querschnitt eines Luftfilterelementes gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 5F zeigt einen Querschnitt eines Luftfilterelementes gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 5G zeigt einen Querschnitt eines Luftfilterelementes gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 6 zeigt einen Querschnitt eines Flötenfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 7 zeigt ein Luftfilterelement und ein Funktionsbauteil gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 8 zeigt eine isometrische Explosionsdarstellung eines Luftfilters mit Luftfilterelement, Gehäuse und Funktionsbauteil gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 8A zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilters mit Luftfilterelement, Gehäuse und Funktionsbauteil gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 9 zeigt eine Schnittansicht eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 9A zeigt eine Schnittansicht eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 9B zeigt eine Schnittansicht eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 10 zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 10A zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 11A zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilterelementes gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

5 Fig. 11B zeigt eine isometrische Darstellung eines Funktionsbauteils für einen Luftfilter gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 11C zeigt eine isometrische Darstellung eines Gehäuses eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

10 Fig. 12A zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilterelementes gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 12B zeigt eine isometrische Darstellung eines Funktionsbauteils für einen Luftfilter gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 13A zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilterelementes gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

15 Fig. 13B zeigt eine isometrische Darstellung eines Funktionsbauteils für einen Luftfilter gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 13C zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilterelementes gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

20 Fig. 13D zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilterelementes gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 14 zeigt eine Schnittansicht eines Luftfilters mit Hauptelement, Funktionsbauteil und Gehäuse gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 15 zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

25 Fig. 16 zeigt eine Schnittansicht einer isometrischen Darstellung eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 17 zeigt eine Schnittdarstellung eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 18 zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilterelementes gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

30 Fig. 19 zeigt eine Schnittansicht einer isometrischen Darstellung eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 20 zeigt eine Schnittansicht eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 21 zeigt eine Schnittansicht eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 22 zeigt eine Seitenansicht eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

35 Fig. 23 zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilterelementes gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 24 zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

40 Fig. 25 zeigt eine Schnittansicht einer isometrischen Darstellung eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 26 zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilterelementes gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 27 zeigt eine Vorderansicht eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 28 zeigt eine Schnittansicht eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

5 Fig. 29 zeigt eine Schnittansicht einer isometrischen Darstellung eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 30 zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilterelementes gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 31 zeigt eine Schnittdarstellung eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

10 Fig. 32 zeigt eine Schnittdarstellung einer isometrischen Ansicht eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 33 zeigt eine Schnittdarstellung einer isometrischen Ansicht eines Luftfilterelementes gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 34 zeigt eine Seitenansicht eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

15 Fig. 35 zeigt eine Schnittansicht einer isometrischen Darstellung eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 36 zeigt eine Seitenansicht eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 37 zeigt eine Schnittansicht einer isometrischen Darstellung eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

20 Fig. 38 zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilterelementes gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 39 zeigt eine Seitenansicht eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 40 zeigt eine Schnittansicht einer isometrischen Darstellung eines Luftfilters gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

25 Fig. 41 zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilterelementes gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 42 zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilters mit Gehäusedeckel, Luftfilterelement und Gehäusekörper gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

30 Fig. 43 zeigt eine isometrische Darstellung eines Zusatzfilterelementes für einen Luftfilter gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Die Darstellungen in den Figuren sind schematisch und nicht maßstabsgetreu.

Detaillierte Beschreibung von Ausführungsbeispielen

35 Werden in der folgenden Figurenbeschreibung gleiche Bezugsziffern verwendet, so betreffen diese gleiche oder ähnliche Elemente.

40 Fig. 1 zeigt ein Luftfilterelement 200 bzw. ein Hauptelement 200 eines Luftfilters. Das Luftfilterelement 200 weist eine Mehrzahl von Filterfalten 220 auf, wobei jede Filterfalte 220 von einem ersten Faltenblatt 230 und einem zweiten Faltenblatt 240 gebildet wird. Die Filterfalten 220 bzw. die ersten Faltenblätter 230 und die zweiten Faltenblätter 240 erstrecken sich dabei in einer Richtung von der Anströmrichtung

270 zu der Abströmrichtung 280 bzw. umgekehrt. Senkrecht zu der Anströmrichtung 270 bzw. Abströmrichtung 280 verläuft die Faltenkante 225 einer jeden Filterfalte 220. Die Faltenkante 225 stellt dabei den Übergang von einem ersten Faltenblatt zu einem zweiten Faltenblatt dar und wird sowohl an der Anströmfläche 275 als auch an der Abströmfläche 285 des Luftfilterelementes 200 gebildet.

5

Die Faltenkante 225 wird auf der Anströmseite bzw. Anströmfläche 275 von einer anströmseitigen Faltenblattkante 231 des ersten Faltenblattes 230 und von einer anströmseitigen Faltenblattkante 241 des zweiten Faltenblattes 240 gebildet. Analog dazu wird eine Faltenkante 225 auf der Abströmfläche 285 durch eine abströmseitige Faltenblattkante 232 des ersten Faltenblattes 230 und eine abströmseitige Faltenblattkante 242 des zweiten Faltenblattes 240 gebildet.

10

Eine Faltenblattkante 260, d. h. die anströmseitige Faltenblattkante 231 oder die abströmseitige Faltenblattkante 232 des ersten Faltenblattes 230 oder die anströmseitige Faltenblattkante 241 oder die abströmseitige Faltenblattkante 242 des zweiten Faltenblattes 240, wird gebildet, indem ein Faltenblatt auf die Filterfalte mit der Faltenkante des Faltenblattes trifft, d. h. dass die Faltenkanten zweier Faltenblätter die Filterfalte 220 bilden.

15

Von der Anströmfläche 275 zu der Abströmfläche 285 verlaufen eine seitliche Faltenblattkante 233 des ersten Faltenblattes 230 sowie eine seitliche Faltenblattkante 243 des zweiten Faltenblattes 240.

20

Die Filterwirkung des Luftfilterelementes 220 wird dadurch erzielt, dass ein Filtermedium genutzt wird, um die Filterfalten 220 zu bilden und dass ungereinigte Luft, sog. Rohluft, in Anströmrichtung 270 auf die Anströmfläche 275 strömt und durch das Filtermedium hindurch in Richtung der Abströmfläche 285 in Abströmrichtung 280 strömt und dabei gereinigt wird, so dass auf der Abströmfläche 285 Reinluft vorliegt.

25

Die Faltenkanten 225 aller Filterfalten 220 auf der Anströmfläche 275 bzw. auf der Abströmfläche 285 bilden eine sog. Einhüllende 265, wobei die eine Einhüllende 265 insbesondere eine einhüllende Fläche der Faltenkanten auf der Anströmfläche oder auf der Abströmfläche sein kann.

30

Die Faltenkanten 225 spannen ebenso die Anströmfläche und die Abströmfläche auf, wobei die Einhüllende derjenigen dieser beiden Flächen entspricht, welche ein Funktionsbauteil räumlich umschließt bzw. umgibt.

35

Hierbei handelt es sich um eine Verbindungslinie der Faltenkanten 225 an der Abströmfläche 285 oder an der Anströmfläche 275, wobei die Verbindungslinie senkrecht zu den Faltenkanten verläuft und die Verbindungslinie insbesondere mit Abströmfläche oder Anströmfläche eine eindimensionale konkave Fläche oder Form bildet.

40

Eine eindimensionale konkave Fläche weist dabei lediglich eine Krümmung in einer Richtung auf. Diese Krümmung der eindimensionalen konkaven Fläche in einer Richtung ergibt sich beispielsweise dadurch, dass die Faltentiefen benachbarter Filterfalten stetig abnehmen oder stetig zunehmen, so dass die

Faltenkanten 225 einen variablen Abstand zu der jeweils entgegengesetzten Fläche, d. h. Anströmfläche 275 oder Abströmfläche 285 haben. Die Einhüllende 265 und die Faltenkanten 225 bilden damit eine eindimensional gekrümmte konkave Fläche, da die eindimensionale konkave Fläche in Richtung der Einhüllenden 265 gekrümmt ist, in Richtung des Verlaufs der Faltenkanten 225 aber keine Krümmung aufweist.

In den Falten erstrecken sich Leimraupen 235 in einer Richtung von der Anströmfläche zu der Abströmfläche und sorgen für eine erhöhte Stabilität des Filtermediums.

Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht eines Luftfilterelementes 200 mit einer Mehrzahl von Filterfalten 220. Die Einhüllende 265 an der Abströmfläche 285 wird dadurch gebildet, dass die Faltenkante 225 einer jeden Filterfalte 220 einen unterschiedlichen Abstand zu der Anströmfläche 275 aufweist. Die sog. Faltentiefe 250 verläuft dabei in Richtung der Einhüllenden 265 je nach Betrachtungsrichtung entweder stetig abnehmend oder stetig zunehmend. Es können aber selbstverständlich auch benachbarte Filterfalten die gleiche Faltentiefe 250 aufweisen.

In anderen Ausführungsbeispielen kann die Einhüllende 265 aber auch so gestaltet sein, dass die Faltentiefe benachbarter Filterfalten zunächst abnimmt und dann erneut wieder zunimmt. Allgemein kann die Einhüllende 265 einen beliebigen Verlauf annehmen und dabei so ausgeführt sein, dass eine Anströmfläche 275 oder eine Abströmfläche 285 des Luftfilterelementes 200 den äußeren Gegebenheiten durch die Konstruktion eines Luftfilters oder eines Luftfiltergehäuses entspricht oder angepasst ist.

Wie der Darstellung in Fig. 2 zu entnehmen ist, strömt die Rohluft in Anströmrichtung 270 auf die Anströmfläche 275, dringt dann in die Filterfalten 220 ein, verteilt sich entlang der Luftfließrichtung 610 so, dass die Luft auf der Anströmseite durch das erste Faltenblatt 230 und das zweite Faltenblatt 240 einer jeden Filterfalte 220 hindurchdringt und dabei gefiltert wird, so dass die gefilterte Luft in Abströmrichtung 280 auf der Abströmfläche 285 aus dem Luftfilterelement 200 herauskommt, wobei die Luft auf der Abströmseite des Luftfilterelementes 200 als Reinluft bezeichnet wird.

Fig. 3 zeigt eine Schnittansicht eines Luftfilters 100, wobei der Luftfilter 100 einen Gehäusekörper 110 und einen Gehäusedeckel 120 aufweist, welche gemeinsam das Gehäuse des Luftfilters bilden.

Innerhalb des Gehäuses befindet sich ein Luftfilterelement 200 und ein Funktionsbauteil 300, beide jeweils angeordnet zum Filtern von durchströmender Luft. Das Luftfilterelement 200 ist in dem Gehäusekörper 110 angeordnet und wird von zwei Halteflächenaufnahmen 190 gehalten bzw. die Position des Luftfilterelementes 200 innerhalb des Gehäusekörpers 110 fixiert. Ebenso weist das Luftfilterelement 200 eine Dichtung 205 auf, welche zumindest für einen dichtenden Abschluss des Gehäusekörpers 110 mit dem Luftfilterelement sorgt. Zusätzlich kann durch die Dichtung 205 eine Abdichtung zwischen dem Gehäusekörper 110 und dem Gehäusedeckel 120 bzw. zwischen dem Luftfilterelement 200 und dem Gehäusedeckel 120 erfolgen. Die Dichtung 205 kann sowohl an dem Luftfilterelement 200 als auch an dem Gehäusekörper 110 oder dem Gehäusedeckel 120 angeordnet bzw. befestigt sein.

Funktionswesentlich für die Dichtung 205 ist, dass ungefilterte Luft an dem Luftfilterelement 200 vorbei zum Reinluftanschluss 140 erlangen kann. Außerdem sollte sie auch das Gehäuse des Luftfilters 100 zumindest weitgehend dicht verschließen. Dies bedeutet, dass Luft durch den Rohluftanschluss 130 oder durch die erste Einströmöffnung 130 in das Gehäuse des Luftfilters 100 eindringt, dort das Luftfilterelement 200 und das Funktionsbauteil 300 passiert und als gefilterte Reinluft am Reinluftanschluss 140 bzw. an der Ausströmöffnung 140 des Luftfilters 100 das Gehäuse des Luftfilters gefiltert verlässt.

Die Dichtung 205 ist dabei zwischen dem Gehäusekörper 110, dem Gehäusedeckel 120 und dem Luftfilterelement 200 vorgesehen, damit keine ungefilterte Luft in das Gehäuse des Luftfilters so eindringen kann, dass diese an dem Reinluftanschluss 140 das Gehäuse verlassen kann, ohne durch das Filtermedium des Luftfilterelementes 200 geströmt und gereinigt ist.

Der Gehäusekörper 110 weist eine Luftfilterelementaufnahme 150 auf, in welche ein sog. Filterkragen 207 eingreifen kann. Der Filterkragen 207 ist ausgeführt, das Luftfilterelement 200 mechanisch an den Gehäusekörper zu fixieren.

Der Luftstrom der zu reinigenden bzw. zu filternden Luft in dem in Fig. 3 gezeigten Luftfilter 100 verläuft über bzw. durch den Rohluftanschluss 130, das Luftfilterelement 200, das Funktionsbauteil 300 und den Reinluftanschluss 140. Dabei wird die Luft im Wesentlichen durch das Luftfilterelement 200 gereinigt, verlässt dieses an der Abströmfläche 285 und verlässt sodann das Gehäuse des Luftfilters 100 über das Funktionsbauteil 300.

Bei dem Funktionsbauteil 300 kann es sich dabei um ein Zusatzfilterelement oder um ein sonstiges Funktionsbauteil handeln, welches innerhalb des Gehäuses des Luftfilters 100 angeordnet ist.

Fig. 4 zeigt eine Schnittansicht eines Hauptelementes 200 bzw. eines Luftfilterelementes 200 und eines Funktionsbauteils 300 in Form eines sterngefalteten Zusatzfilterelementes 310 entlang der Schnittlinie A-A aus Fig. 3. Insbesondere ist der Fig. 4 zu entnehmen, dass das Funktionsbauteil 300 in bzw. an die Einhüllende 265 des Luftfilterelementes 200 angepasst ist.

Sowohl das Hauptelement 200 als auch das Funktionsbauteil in Form eines Zusatzfilterelements 310 weisen dabei Filterfalten 200 mit variabler Faltentiefe auf, wobei die Faltentiefe der jeweiligen Filterfalten so aufeinander abgestimmt ist, dass die Einhüllende 265 der Abströmfläche 285 des Luftfilterelementes 200 mit der Einhüllenden 265 der Anströmfläche 301 des Funktionsbauteils 300 bzw. der Anströmfläche 311 des Zusatzfilterelementes 310 korrespondiert.

Die Luftströmung durch das Hauptelement 200 und das Funktionsbauteil 300 verläuft so, dass die zu reinigende Luft auf der Anströmfläche 275 des Hauptelementes 200 in dieses eindringt, sodann das Hauptelement 200 auf der Abströmfläche 285 verlässt und anschließend auf der Anströmfläche 311 des Zu-

satzfilterelementes 310 in das Zusatzfilterelement eindringt und dieses an der Abströmfläche 312 verlässt.

Fig. 5A zeigt die Darstellung eines Querschnitts eines Luftfilterelementes 200, wobei die Abströmfläche 285 ein halbkreisförmiges Freivolumen aufweist, welches halbkreisförmige Freivolumen lediglich einen Teil der Abströmfläche 285 ausnimmt und das halbkreisförmige Freivolumen von der Einhüllenden 265 gebildet wird.

Fig. 5B zeigt den Querschnitt eines Luftfilterelementes 200, wobei die Abströmfläche 285 einen sägezahnförmigen Querschnitt aufweist. Der sägezahnförmige Querschnitt erstreckt sich dabei über die gesamte Breite des Luftfilterelementes 200. Die Einhüllende 265 verbindet die Faltenkanten 225 der Filterfalten des Filtermediums 210.

Es sei insbesondere darauf hingewiesen, dass die Anzahl der Filterfalten nicht von der Form und den Ausmaßen des Querschnitts der Abströmfläche 285, d. h. dem Verlauf der Einhüllenden 265, vorgegeben bzw. beeinflusst wird.

Ebenso wie in Fig. 5B gezeigt, kann das Luftfilterelement 200 in allen oben und im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen eine Vielzahl von Filterfalten aufweisen, wobei die Filterfalten bzw. die Anzahl der Filterfalten nicht von dem Verlauf oder dem Querschnitt der Einhüllenden 265 vorgegeben oder bestimmt werden.

Fig. 5C zeigt einen ellipsenförmigen bzw. halbkreisförmigen Verlauf der Einhüllenden 265 der Abströmfläche 285 des Luftfilterelementes 200. Dabei erstreckt sich der halbkreisförmige bzw. elliptische Verlauf der Einhüllenden 265 über die gesamte Breite des Luftfilterelementes 200 bzw. über die gesamte Breite der Abströmfläche 285.

Fig. 5D zeigt ein Luftfilterelement 200, dessen Abströmfläche 285 so verläuft, dass eine Filterfaltentiefe in einer Richtung der Einhüllenden 265 stetig abnimmt bzw. stetig zunimmt. Dabei kann die Einhüllende 265 der Faltenkanten auf der Abströmfläche in Form einer Hyperbel verlaufen, so dass sich eine konkave Form der Abströmfläche 285 ergibt. Die Einhüllende kann aber auch linear verlaufen, d.h. dass die Einhüllende keine Krümmung aufweist und damit eine einhüllende Linie ist.

Fig. 5E zeigt ein Luftfilterelement 200, dessen Abströmfläche 285 gestuft verläuft, wobei die Abstufungen der Abströmfläche 285 über einen halbkreisförmigen Verlauf der Einhüllenden 265 miteinander verbunden sind.

Fig. 5F zeigt ein Luftfilterelement 200, dessen Abströmfläche 285 trapezförmig verläuft, und zwar so, dass die Filterfaltentiefe der mittigen Filterfalten 220 höher ist als die Faltentiefe derjenigen Filterfalten am Rande der Querschnittsdarstellung. Die Einhüllende 265 der Abströmfläche kann dabei in den Bereichen

zunehmender Faltentiefe ausgehend von den Rändern zur Mitte des Luftfilterelementes 200 linear oder gekrümmt verlaufen.

Fig. 5G zeigt ein Luftfilterelement 200, dessen Anströmfläche 275 einen abgestuften Verlauf aufweist, und dessen Abströmfläche 285 einen Bereich linear abnehmender Faltentiefe und einen Bereich von konstanter Faltentiefe aufweist. Damit weist die Einhüllende einen trapezförmigen Verlauf auf, wobei es sich um eine symmetrische oder asymmetrische Form des trapezförmigen Verlaufs der Einhüllenden handeln kann.

Wie aus den Fig. 5F und 5G ersichtlich ist, können Anströmfläche 275 und Abströmfläche 285 einen beliebigen Verlauf bzw. eine beliebige Einhüllende der Faltenkanten aufweisen.

Ebenso können die Verläufe der Anströmfläche 275 und der Abströmfläche 285 wie in den Fig. 5A bis 5G gezeigt bei Flötenfiltern angewandt werden.

Bei den in den Fig. 5A bis 5G gezeigten Querschnitten des Luftfilterelementes 200 und den Verläufen der Einhüllenden 265 handelt es sich um beispielhafte und nicht abschließende Aufzählungen der möglichen Formen der Einhüllenden 265. Vielmehr kann über eine variabel gehaltene Faltentiefe der Filterfalten ein beliebiger Verlauf der Einhüllenden 265 der Faltenkanten auf der Anströmfläche 275 oder auf der Abströmfläche 285, aber auch auf beiden, der Abströmfläche 285 und der Anströmfläche 275, jeder gewünschte Verlauf der Einhüllenden 265 auf der entsprechenden Fläche erzielt werden.

Die Fig. 5A bis 5G zeigen jeweils als schraffierte Fläche das Freivolumen bzw. die Freivolumina 500, wobei die Freivolumina jeweils so ausgestaltet sind, dass sie die räumliche Differenz zu einem quaderförmigen Luftfilterelement ausgehend von einem der Luftfilterelemente wie oben und im Folgenden beschrieben, darstellen.

Fig. 6 zeigt eine Seitenansicht eines Flötenfilterelementes 600, wobei die Abströmfläche 285 entlang der Einhüllenden 265 so verläuft, dass die Filterkammern 605 eine unterschiedliche Filterkammerntiefe aufweisen.

Das Flötenfilterelement 600 zeichnet sich dadurch aus, dass die Filterkammern 605 wechselweise auf der Anströmfläche 275 bzw. auf der Abströmfläche 285 geöffnet bzw. verschlossen sind. Damit verläuft die Luftfließrichtung 610 durch das Flötenfilterelement 600 so, dass die anströmende Luft auf der Anströmfläche 275 in diejenigen Filterkammern 605 eindringt, welche in Richtung der Anströmfläche 275 geöffnet sind, sodann durch das Filtermedium 210 in die benachbarten Filterkammern 605 dringt, welche auf der Anströmfläche geschlossen und auf der Abströmfläche 285 geöffnet sind, wo die Luft das Flötenfilterelement 600 verlässt.

Die Anströmfläche 275 bei einem Flötenfilterelement wird durch die anströmseitigen Öffnungen der Filterkammern gebildet und analog dazu wird die Abströmfläche 285 durch die abströmseitigen Öffnungen der Filterkammern gebildet.

- 5 Die Filterkammern 605 des Flötenfilterelementes 600 zeichnen sich in der in Fig. 6 gezeigten Darstellung insbesondere dadurch aus, dass sie in einer Richtung von der Anströmfläche 275 zu der Abströmfläche 285 eine unterschiedliche Filterkammertiefe aufweisen.

10 Fig. 7 zeigt ein Luftfilterelement 200, welches mit dem Funktionsbauteil 300 in einem funktionalen Zusammenhang derart steht, dass das Luftfilterelement 200 auf der Abströmfläche 285 so geformt ist, dass wenigstens ein Teil des Luftfilterelementes 200 den Filterkragen 207 des Funktionsbauteils 300 entlang einer Andruckrichtung 305 drückt bzw. fixiert.

15 Damit kann beispielsweise erreicht werden, dass das Funktionsbauteil innerhalb des Gehäuses des Luftfilters in seiner Position gehalten wird oder überhaupt erst positioniert wird.

20 Die Einhüllende der Abströmfläche 285 des Luftfilterelementes 200 und die Einhüllende der Anströmfläche 301 des Funktionsbauteils 300 sind jeweils so geformt, dass sie einen korrespondierenden bzw. analogen Verlauf aufweisen. Damit wird insbesondere sichergestellt, dass das Volumen bzw. der Raum des Gehäuses des Luftfilters effizient ausgenutzt wird und das Hauptelement 200 und das Funktionsbauteil 300 bzw. das Zusatzfilterelement 310 eine möglichst große Filterfläche, d. h. eine möglichst große Oberfläche des Filtermediums, aufweisen.

25 Fig. 8 zeigt eine isometrische Ansicht eines Luftfilterelementes 200, eines Funktionsbauteils 300 und eines Gehäusekörpers 110 eines Luftfilters.

30 Das Luftfilterelement 200 weist einen umlaufenden Filterkragen 207 auf, welcher in die Luftfilterelementaufnahme 150 des Gehäusekörpers 110 eingreift, wenn das Luftfilterelement in den Gehäusekörper eingesetzt wird. Ebenso greift die Luftfilterelementaufnahme 150 in die Einbuchtung 294 des Stützelementes ein. An dem Filterkragen 207 bzw. an dem Luftfilterelement ist weiterhin eine Dichtung 205 entlang des Filterkragens angebracht, so dass die Dichtung 205 den Gehäusekörper 110 beim Einsetzen des Luftfilterelementes 200 dichtend an dem Gehäusekörper 110 abschließt.

35 Das Luftfilterelement 200 weist ein Filtermedium 210 auf, welches Filtermedium so gefaltet ist, dass in Richtung des Funktionsbauteils 300 an der Abströmfläche des Luftfilterelements ein Freivolumen 500 gebildet wird, wobei das Freivolumen 500 von der Einhüllenden 265 umgeben ist.

40 Senkrecht zu den Faltenkanten 225 des Filtermediums 210 verläuft ein Stützelement 290 bzw. eine Stützstruktur 290 mit der Einbuchtung 294, um zum einen die Filterfalten an ihren seitlichen Öffnungen dichtend abzuschließen, damit keine ungefilterte Luft seitlich an den Filterfalten des Filters passieren bzw. vorbeiströmen kann. Weiterhin fällt dem Stützelement 290 bzw. der Stützstruktur 290 die Aufgabe

zu, das Luftfilterelement 200 und das Filtermedium 210 zu stabilisieren. Ebenso ermöglicht das Stützelement 290 das Positionieren bzw. das Fixieren des Luftfilterelementes 200 beim Einsetzen in den Gehäusekörper 110 bzw. nach dem Einsetzen in den Gehäusekörper 110.

5 Das Positionieren des Luftfilterelementes 200 erfolgt durch die Halteflächenaufnahme 190 des Gehäusevorsprungs 194, wobei die Halteflächenaufnahme 190 dem Verlauf der Einhüllenden 265 des Luftfilterelementes 200 bzw. der Einbuchtung 294 angepasst ist. Beim Einsetzen des Luftfilterelementes 200 in den Gehäusekörper 110 greift also die Halteflächenaufnahme 190 in die Einbuchtung 294 des Stützelementes 290 und positioniert bzw. fixiert das Luftfilterelement in dem Gehäusekörper.

10

Die Halteflächenaufnahme 190 kann beispielsweise auf dem Gehäusevorsprung 194 angeordnet sein, wobei der Gehäusevorsprung eine Vertiefung der Gehäusekörperwand von außen nach innen darstellen kann, so dass diese Vertiefung in das Freivolumen 500 bzw. in die Einbuchtung 294 eingreift.

15

Weiterhin weist das Stützelement 290 eine erste Haltefläche 291, eine zweite Haltefläche 292 und eine dritte Haltefläche 296 auf, wobei die erste Haltefläche 291 ausgeführt ist, von einer Halteflächenaufnahme 191 in dem Gehäusekörper 110 aufgenommen zu werden, wobei die zweite Haltefläche 292 ausgeführt ist, von einer Halteflächenaufnahme 192 und wobei die dritte Haltefläche 296 ausgeführt ist, von einer Halteflächenaufnahme 196 in dem Gehäusekörper aufgenommen zu werden.

20

Damit ruht das Luftfilterelement 200 über die Halteflächen 291, 292 auf bzw. an den Halteflächenaufnahmen 191, 192 in dem Gehäusekörper 110 in einem eingesetzten Zustand des Luftfilterelementes in den Gehäusekörper.

25

Das Funktionsbauteil 300 ist in Form eines Kreiszylinders ausgeführt und ragt von der Ausströmöffnung 140 in das Innere des Gehäusekörpers 110 hinein. Dabei erstreckt sich eine axiale Richtung des Funktionsbauteils 300 parallel zu der Abströmrichtung an der Abströmfläche 285 des Luftfilterelementes 200 und parallel zu einer axialen Richtung der Ausströmöffnung 140. Zudem ist die Abströmrichtung an der Abströmfläche 285 des Luftfilterelementes 200 parallel oder zumindest in einem spitzen Winkel zu einer axialen Richtung der Ausströmöffnung 140. In anderen Worten erstreckt sich die axiale Richtung des Funktionsbauteils in Richtung der Filterkanten der Abströmfläche des Hauptelementes 200. In anderen Worten befindet sich damit die Ausströmöffnung 140 an dem Gehäusekörper 110 gegenüber der Abströmfläche 285 des Luftfilterelementes 200. Damit ändert sich eine hauptsächliche Luftströmungsrichtung zwischen Luftfilterelement 200 und Ausströmöffnung 140 nicht und wird beibehalten, wenn die Luft
30 über die Abströmfläche durch die Ausströmöffnung strömt.
35

Um Platz für das Funktionsbauteil im Inneren des Gehäusekörpers bei eingesetztem Luftfilterelement 200 zu schaffen, weist das Luftfilterelement das Freivolumen 500 auf.

Fig. 8A zeigt ein Luftfilterelement 200, ein Funktionsbauteil 300 und einen Gehäusekörper 110. Das Funktionsbauteil ist ein Zylinder mit kreisförmiger Grundfläche, dessen axiale Richtung sich parallel zu dem Verlauf der Filterkanten der Abströmfläche 285 erstreckt.

- 5 Die Ausströmöffnung 140 befindet sich dabei an einer Wand des Gehäusekörpers 110, so dass der Luftstrom ausgehend von der Abströmfläche 285 umgelenkt werden muss, um die Ausströmöffnung 140 zu passieren.

- 10 Fig. 9 zeigt eine Schnittdarstellung eines Gehäusekörpers 110 mit einem Luftfilterelement 200 und einem Funktionsbauteil 300, wie in Fig. 8 gezeigt, wobei das Funktionsbauteil und das Luftfilterelement in den Gehäusekörper eingesetzt sind.

- 15 Das Funktionsbauteil 300 ist dichtend auf die Ausströmöffnung 140 aufgesetzt. Damit muss Luft, welche das Luftfilterelement 200 an der Abströmfläche 285 verlässt, durch das Funktionsbauteil strömen, um den Gehäusekörper über die Ausströmöffnung 140 verlassen zu können.

- 20 Das Luftfilterelement 200 ist mit dem Gehäusekörper 110 über die Dichtung 205 dichtend abgeschlossen und die Filterfalten 220 weisen eine jeweilige Faltentiefe derart auf, dass die Filterfalten das Funktionsbauteil 300 umgeben.

- 20 Dabei sei insbesondere darauf hingewiesen, dass die Faltenkanten bzw. jede Faltenkante für sich keinen gekrümmten Verlauf aufweisen, d. h. dass die Faltenkanten in einer Richtung in die Zeichenebene hinein bzw. aus der Zeichenebene heraus senkrecht verlaufen.

- 25 Fig. 9A zeigt eine Schnittdarstellung eines Gehäusekörpers 110 mit einem Luftfilterelement 200 und einem Funktionsbauteil 300, wie in Fig. 8A gezeigt, wobei das Funktionsbauteil und das Luftfilterelement in den Gehäusekörper eingesetzt sind.

- 30 Das Funktionsbauteil erstreckt sich dabei in dem Freivolumen 500 des Luftfilterelementes, und zwar parallel zu dem Filterkantenverlauf der Abströmfläche 285, d.h. in einer Richtung aus der Zeichenebene heraus bzw. in die Zeichenebene hinein.

Fig. 9B zeigt eine Schnittdarstellung der Schnittlinie A-A aus Fig. 9A.

- 35 Wie deutlich zu erkennen ist, erstreckt sich das Funktionsbauteil in dem Freivolumen 500. Das Funktionsbauteil kann dabei eine beliebige Erstreckung innerhalb des Freivolumens 500 aufweisen, wobei eine möglichst große Ausnutzung des räumlichen Volumens des Freivolumens 500 durch das Funktionsbauteil mit einer erhöhten Oberfläche des Funktionsbauteils, beispielsweise einer Filterfläche eines Zusatzfilterelementes, einhergeht, wodurch sich insgesamt die funktionale Leistung des Funktionsbauteils oder Zusatzfilterelementes verbessern kann.
- 40

Fig. 10 zeigt eine isometrische Ansicht eines Gehäusekörpers mit eingesetztem Luftfilterelement 200. Das Luftfilterelement 200 weist zwei Stützelemente 290 auf, welche jeweils seitlich an dem Luftfilterelement 200 und senkrecht zu den Faltenkanten 225 der Anströmfläche 275 angeordnet sind. Natürlich verlaufen die Faltenkanten der Abströmfläche ebenfalls senkrecht zu den Stützelementen 290.

5

Fig. 10A zeigt analog zu Fig. 10 eine isometrische Ansicht des Gehäusekörpers mit eingesetztem Luftfilterelement 200 aus den Fig. 8A, 9A und 9B. Es ist zu erkennen, dass die Ausströmöffnung 140 an einer Wand des Gehäusekörpers 110 angeordnet ist, welche senkrecht zu dem Filterfaltenverlauf auf der Anströmfläche 275 und entsprechend auf der Abströmfläche 285 verläuft. Durch das Freivolumen 500 in dem Luftfilterelement 200 wird das in dem Gehäusekörper 110 zur Verfügung stehende Volumen so ausgenutzt, dass sowohl das Funktionsbauteil 300 als auch das Hauptelement 200 innerhalb des Gehäusekörpers angeordnet sind und beim Hauptelement eine maximale Filterfläche des Filtermediums erzielt wird.

10

15

Fig. 11A zeigt eine isometrische Ansicht eines Luftfilterelementes 200, wobei das Stützelement 290 an der Abströmfläche 285 einen Verlauf gem. der Einhüllenden 265 aufweist.

Fig. 11B zeigt ein Funktionsbauteil 300, welches mit dem Verlauf der Einhüllenden 265 des Luftfilterelementes 200 aus Fig. 11A korrespondiert.

20

Fig. 11C zeigt einen Gehäusekörper 110, welcher ausgeführt ist, das Funktionsbauteil 300 und das Luftfilterelement 200 aus den Fig. 11B bzw. 11A aufzunehmen.

25

Dabei weist der Gehäusekörper 110 eine Mehrzahl von Verschlusselementen 115 auf, um einen Gehäusedeckel mit dem Gehäusekörper zu verschließen. Weiterhin weist der Gehäusekörper 110 eine Ausströmöffnung bzw. einen Reinluftanschluss 140 auf.

30

Durch den sägezahnförmigen Verlauf der Oberfläche des Funktionsbauteils 300 aus Fig. 11D und den damit korrespondierenden Verlauf der Einhüllenden 265 der Abströmfläche 285 des Luftfilterelementes 200 aus Fig. 11A wird ermöglicht, dass das Funktionsbauteil 300 eine erhöhte Oberfläche und damit eine verbesserte Filterleistung im Vergleich zu einem ebenen bzw. flachen Funktionsbauteil aufweist und dennoch das Volumen, welches innerhalb des Gehäusekörpers 110 zur Verfügung steht, effizienter ausgenutzt wird.

35

Fig. 12A zeigt ein Luftfilterelement 200 mit einer Stützstruktur 290.

40

Die Stützstruktur 290 weist an der Abströmfläche 285 einen Verlauf entlang der Einhüllenden 265 auf. Weiterhin weist die Stützstruktur 290 eine erste Haltefläche 291 und eine zweite Haltefläche 292 auf, wobei sich zwischen der ersten Haltefläche 291 und der zweiten Haltefläche 292 die Einbuchtung 294 befindet bzw. angeordnet ist. Die Einbuchtung 294 entspricht im Wesentlichen dem Verlauf der Einhüllenden 265 einem Freivolumen 500 des Luftfilterelementes. Die erste Haltefläche und die zweite

Haltefläche sind ausgeführt, das Luftfilterelement 200 über die Stützstruktur 290 mit dem Gehäusekörper des Luftfilters zu fixieren bzw. zu positionieren.

Aufgrund von Vibrationen des Filtermediums des Luftfilterelementes 200 im Zuge des Filtervorgangs sind Berührungen des Filtermediums mit dem Gehäusekörper des Luftfilters zu vermeiden, da ansonsten das Filtermedium beschädigt werden kann. Damit dienen die erste Haltefläche 291 und die zweite Haltefläche 292 der Positionierung des Luftfilterelementes 200, ohne dass das Filtermedium einer Berührung mit dem Gehäusekörper ausgesetzt ist.

Fig. 12B zeigt ein Funktionsbauteil 300, welches mit dem Verlauf der Einhüllenden 265 des Luftfilterelementes 200 aus Fig. 12A korrespondiert.

Fig. 13A zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilterelementes 200. Das Stützelement 290 erstreckt sich dabei entlang einer Erstreckungsfläche 293, welche durch die Vektoren 293x und 293y aufgespannt wird.

Damit verläuft die Erstreckungsfläche 293 einer Stützstruktur 290 so, dass die Faltenkanten der Anströmfläche 275 und der Abströmfläche 285 senkrecht zu der Erstreckungsfläche 293 der Stützelemente 290 eines Luftfilterelementes 200 verlaufen.

Die Einhüllende 265 der Abströmfläche 285 entspricht einem Verlauf der Einbuchtungen 294 an dem Stützelement 290. Ebenso wie die erste Haltefläche 291 und die zweite Haltefläche 292 dienen die Einbuchtungen 294 der Fixierung und der Positionierung des Luftfilterelementes innerhalb des Gehäusekörpers.

Fig. 13B zeigt ein Funktionsbauteil 300, welches dem Verlauf der Einhüllenden 265 der Abströmfläche 285 des Luftfilterelementes 200 aus Fig. 13A entspricht.

Fig. 13C zeigt ein Luftfilterelement 200, wobei die Abströmfläche 285 sich als Ebene zwischen den Stützelementen 290 erstreckt. Die Filterkanten des Luftfilterelementes verlaufen im Zuge einer Ebene auf der Abströmfläche 285, dies bedeutet, dass die Faltentiefe aller Falten des Luftfilterelementes gleich ist.

Die Faltentiefe bzw. die Lage der Faltenkanten auf der Abströmfläche 285 und die Abströmfläche 285 an sich sind dabei so angeordnet, dass die Abströmfläche 285 mit sämtlichen ihr zugehörigen Faltenkanten sich ausgehend von der ersten Haltefläche 291 und der zweiten Haltefläche 292 sowie den Einbuchtungen 294 in einer Richtung zu der Anströmfläche 275 versetzt sind. Dies bedeutet, dass die Halteflächen 291, 292 und die Einbuchtungen 294 sich ausgehend von der Abströmfläche 285 in Richtung der Strömungsrichtung, welche von der Abströmfläche weg zeigt, erstrecken. Damit können die Haltefläche 291, 292 tiefer in einen Gehäusekörper eines Luftfilters hineinragen, als dies das Filtermedium bzw. die Faltenkanten der Abströmfläche 285 tun.

Die Abströmfläche 285 kann so angeordnet sein, dass die auf ihr befindlichen Faltenkanten des Filtermediums genau auf Höhe der Einbuchtungen 294 angeordnet sind.

Fig. 13D zeigt ein Luftfilterelement 200 analog zu dem Luftfilterelement 200 in Fig. 13C, wobei in Fig. 13D die Abströmfläche 285 nicht auf Höhe der Einbuchtungen 294 angeordnet ist, sondern einen bestimmten Abstand von der Einbuchtung aufweist.

Damit ragen von dem Luftfilterelement 200 beim Einsetzen in einen Gehäusekörper nicht nur die Halteflächen 291, 292 tiefer als die Abströmfläche 285 in den Gehäusekörper, sondern auch ein Teil der Stützelemente 290.

Die Fig. 13C und 13D zeigen damit einen Aufbau eines Luftfilterelementes, bei welchem sich die Abströmfläche 285 näher an der Anströmfläche 275 befindet als die Halteflächen 291, 292 und die Einbuchtungen 294 bzw. bei welchem sich die Anströmfläche 285 in einer Strömungsrichtung der Luft durch das Luftfilterelement 200 zwischen der Anströmfläche 275 und den Halteflächen 291, 292 sowie den Einbuchtungen 294 befindet.

Es sei darauf hingewiesen, dass der Abstand der Abströmfläche 285 von den Halteflächen 291, 292 und den Einbuchtungen 294 der Stützelemente variabel gestaltet sein kann und z.B. an die Gegebenheiten und baulichen Auflagen innerhalb des Gehäusekörpers angepasst werden kann.

Fig. 14 zeigt eine Schnittansicht eines Luftfilters 100. Das Gehäuse 105 weist den Gehäusedeckel 120 und den Gehäusekörper 110 auf, wobei der Gehäusekörper und der Gehäusedeckel mittels Verschlusselementen 115 aneinander fixiert bzw. verschlossen werden und eine Dichtung 205 das Gehäuse zwischen Gehäusekörper und Gehäusedeckel dichtend verschließt.

Innerhalb des Gehäusekörpers befindet sich das Hauptelement 200 bzw. das Luftfilterelement 200, dessen Abströmfläche die Form der Einhüllenden 265 aufweist und mit der Form des Funktionsbauteils 300 korrespondiert. Das Funktionsbauteil 300 ist mittels des Filterkragens 207 mit dem Gehäusekörper 110 verbunden.

Die Luft, welche durch das Luftfilterelement 200 und das Funktionsbauteil 300 geströmt ist, verlässt den Luftfilter 100 durch die Ausströmöffnung 140.

Fig. 15 zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilters 100, wobei der Luftfilter einen Gehäusekörper 110, einen Gehäusedeckel 120 und Verschlusselemente 115 zum Verschließen des Gehäusekörpers mit dem Gehäusedeckel aufweist. An dem Gehäusedeckel 120 ist eine erste Einströmöffnung 130 angeordnet und an dem Gehäusekörper 110 ist eine Ausströmöffnung 140 angeordnet. Die Rohluft strömt durch die Einströmöffnung 130 in den Luftfilter bzw. das Gehäuse hinein, wird im Luftfilter gefiltert und verlässt den Luftfilter durch die Ausströmöffnung bzw. den Reinluftanschluss 140.

Fig. 16 zeigt eine Schnittansicht einer isometrischen Darstellung des Luftfilters 100 aus Fig. 15. Innerhalb des Gehäusekörpers 110 ist das Luftfilterelement 200 angeordnet, wobei die zu filternde Luft das Luftfilterelement 200 aus Richtung der Einströmöffnung 130 passiert und den Gehäusekörper durch die Ausströmöffnung bzw. den Reinluftanschluss 140 verlässt.

5

Das Luftfilterelement 200 weist im Bereich der Ausströmöffnung 140 ein Freivolumen 500 auf. Im Bereich des Freivolumens 500 bilden die Faltenkanten 225 auf der Abströmfläche 285 des Luftfilterelementes 200 eine Einhüllende und somit ein Freivolumen des Luftfilterelementes, wobei das Profil des Luftfilterelementes bzw. der Verlauf der Einhüllenden auf der Abströmfläche der Position und der Ausströmrichtung des Reinluftanschlusses 140 angepasst ist, damit keine Stoßkante oder starke Umlenkung der Luftströmung, welche das Luftfilterelement 200 an der Abströmfläche verlässt, entsteht. Durch die gegenseitige Abstimmung der Position der Ausströmöffnung 140 und der Geometrie des Luftfilterelementes 200, d. h. dem Verlauf und der Größe des Freivolumens 500, kann die Luftströmung durch den Luftfilter und innerhalb des Gehäuses des Luftfilters optimiert werden und ein Druckverlust der durch den Luftfilter strömenden Luft vermindert werden.

10

15

Das Freivolumen 500 ermöglicht damit, dass der Luftstrom das Luftfilterelement 200 zunächst an der Abströmfläche verlässt und dann in Richtung der Ausströmöffnung 140 strömen kann, wobei das Freivolumen 500 an die Lage und die Größe der Ausströmöffnung 140 angepasst werden kann. Das Luftfilterelement 200 mit Falten von variabler Faltentiefe kann dabei einem Verlust von Filterfläche entgegenwirken, da das Freivolumen 500 lediglich an die Größe der Ausströmöffnung 140 angepasst ist und nicht eine Reduzierung der Faltentiefe aller Filterfalten erfolgt.

20

Fig. 17 zeigt eine Schnittansicht des Luftfilters aus Fig. 16. Wie eindeutig zu erkennen ist, weist die Ausströmöffnung 140 einen kreisförmigen Verlauf auf und die Einhüllende 265 verläuft so, dass das Freivolumen 500 an den Verlauf und die Geometrie der Ausströmöffnung 140 angepasst ist. Damit wird sichergestellt, dass die durch das Luftfilterelement 200 strömende Luft die Filterfalten an der Abströmfläche verlassen hat, bevor der Luftstrom in Richtung der Ausströmöffnung 140 umgelenkt wird. Insbesondere kann sich eine verbesserte Umlenkung der Luftströmung, welche an der Abströmfläche des Luftfilterelementes 200 vorliegt, dadurch ergeben, dass auch die Stützstruktur entlang der Einhüllenden 265 verläuft. Damit bildet das Freivolumen 500 einen Raum bzw. Hohlraum innerhalb des Gehäusekörpers 110, in welchem eine Umlenkung der Luftströmung, welche Luftströmung beim Verlassen des Luftfilterelementes 200 senkrecht zu den Faltenkanten 225 auf der Abströmfläche 285 verläuft, dahingehend, dass die Luftströmung parallel zu dem Verlauf der Faltenkanten 225 auf der Abströmfläche 285 verläuft, da die Ausströmöffnung 140 einen Verlauf der Luftströmung parallel zu den Faltenkanten erfordert.

25

30

35

Fig. 18 zeigt eine isometrische Ansicht eines Luftfilterelementes 200 mit einem halbkreisförmigen Freivolumen 500. Das Luftfilterelement 200 aus Fig. 18 entspricht dabei dem Aufbau des Luftfilterelementes 200 in den Figuren 15 bis 17.

40

Die Stützstruktur 290 weist eine erste Haltefläche 291 und eine zweite Haltefläche 292 auf, wobei sich zwischen den Halteflächen 291, 292 eine Einbuchtung 294 befindet, welche Einbuchtung 294 dem Verlauf der Einhüllenden 265 entspricht bzw. mit dem Verlauf der Einhüllenden 265 korreliert.

- 5 Fig. 19 zeigt einen Luftfilter mit einem Gehäusekörper 110, wobei ein Strömungsgleichrichter 510 durch eine Wand des Gehäusekörpers in das Innere des Luftfilters bzw. des Gehäusekörpers hineinragt.

Bei dem Strömungsgleichrichter 510 kann es sich beispielsweise um eine sog. Einströmtulpe handeln, welche in das Gehäuse hineinragt, damit sich die ausströmende Luft vor dem Passieren eines Luftmassenmessers 515 beruhigt, d. h. dass ein gleichmäßiger Luftfluss erzielt wird, ohne dass der Luftmassenmesser eine große Entfernung von der Gehäusewand aufweisen muss.

10

Für zuverlässige Messergebnisse des Luftmassenmessers 515 ist anzustreben, dass die an dem Luftmassenmesser vorbeiströmende Luft frei von Turbulenzen und unregelmäßigen Luftströmungen bzw. Luftströmungsverläufen ist. Daher erfordert das Anbringen eines Luftmassenmessers, dass die vorbeiströmende Luft gleichmäßig strömt. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass ein Strömungsgleichrichter in Form eines Rohres benutzt wird, wobei die durch dieses Rohr strömende Luft im Wesentlichen in eine Strömungsrichtung strömt, so dass die strömende Luft frei von Turbulenzen durch dieses Rohr strömt. Zusätzlich kann ein im Rohr angeordnetes Gitter 511 (in Fig. 19 nur angedeutet) Turbulenzen reduzieren.

15

20

Verlässt die gefilterte Luft auf der Abströmfläche das Luftfilterelement 200, dann muss diese Luft im Filter in der Fig. 19 zunächst umgelenkt werden, da die Ausströmöffnung 140 orthogonal zu der Abströmrichtung der Luft verläuft. Durch diese Umlenkung des Luftstromes entstehen Turbulenzen, so dass der Luftmassenmesser 515 nicht direkt bzw. unmittelbar dort an der Ausströmöffnung bzw. an dem Reinluftanschluss 140 angebracht werden kann, wo die Luft in die Ausströmöffnung hineinströmt.

25

Dadurch, dass der Strömungsgleichrichter bzw. die Einströmtulpe 510 in das Gehäuse bzw. den Gehäusekörper 110 hineinragt, kann der Luftmassenmesser in der Nähe der Gehäusewand des Gehäusekörpers 110 angebracht werden und dennoch eine strömungsfreie Strömung im Bereich des Luftmassenmessers ermöglicht werden.

30

Das Freivolumen 500 des Luftfilterelementes 200 kann entsprechend der geometrischen Form des Strömungsgleichrichters 510 angepasst werden. Damit ist die Einhüllende 265 der Faltenkanten auf der Abströmfläche des Luftfilterelementes 200 einem Querschnitt des Strömungsgleichrichters 510 angepasst.

35

Mit anderen Worten bedeutet dies, dass sich die Einströmtulpe beispielsweise auch mittig in einer Wand des Gehäusekörpers befinden kann und von dem Luftfilterelement ringförmig bzw. halbkreisförmig umschlossen wird, wodurch für die Filterfläche des Luftfilterelementes eine maximale Größe gewählt werden kann und so durch die in den Gehäusekörper hineinragende Einströmtulpe kein wesentlicher Filterflächenverlust erfolgt. Es wird nicht die Faltentiefe aller Filterfalten an die Montageposition des

40

Strömungsgleichrichters angepasst, sondern es weisen lediglich diejenigen Filterfalten eine geringere Faltentiefe auf, welche eine Querschnittsfläche der Strömungsgleichrichters überdecken.

Bei dem Luftmassenmesser 515 kann es sich beispielsweise um einen Heißfilm-Luftmassenmesser handeln. Hierbei erfolgt eine Luftmassenstrommessung über eine Änderung des elektrischen Widerstandes in einem Metallfilm, an welchem die Luft vorbeiströmt und diesen Metallfilm kühlt, wodurch sich der elektrische Widerstand des Metallfilms ändert und so eine Messung des Luftmassenstroms erfolgen kann.

Fig. 20 zeigt eine Seitenansicht eines Gehäusekörpers 110 mit Gehäusedeckel 120, wobei sich in dem Gehäusekörper ein Luftfilterelement 200 befindet.

Der Gehäusekörper 110 weist zwei Gehäuserippen 520 bzw. Gehäusestützrippen 520 mit jeweils einer Haltefläche 521 auf. Die Gehäuserippen 520 erstrecken sich in einer Längsrichtung zwischen der Anströmfläche und der Abströmfläche des Luftfilterelementes 200. Dabei ragen die Gehäuserippen 520 in Richtung des Verlaufs der Faltenkanten der Filterfalten in den Gehäusekörper 110 hinein, d.h. senkrecht zu der Anströmfläche und der Abströmfläche bzw. in Richtung des Stützelementes 290 des Luftfilterelementes 200.

Die Gehäusestützrippen 520 dienen der Versteifung und Formstabilität des Gehäusekörpers 110. Die Gehäuserippen 520 können eine variable Eindringtiefe in den Gehäusekörper aufzeigen und können sogar durchgängig in einer Verlaufsrichtung der Faltenkanten durch den Gehäusekörper verlaufen.

Die Gehäuserippen 520 weisen eine Haltefläche 521 auf, welche Haltefläche ausgeführt ist, eine Einbuchtung 294 des Stützelementes 290 des Luftfilterelementes 200 aufzunehmen und so das Luftfilterelement 200 innerhalb des Gehäusekörpers 110 zu positionieren und zu fixieren. Durch das Aufliegen der Einbuchtung 294 auf der Haltefläche 521 ist sichergestellt, dass die Filterfalten die Gehäusestützrippen nicht berühren, sondern die Gehäusestützrippen 520 lediglich von der Stützstruktur 290 berührt werden.

Fig. 21 zeigt eine Schnittansicht entlang der Schnittlinie B-B aus Fig. 20. Die Gehäuserippen 520 ragen jeweils seitlich in den Gehäusekörper 110 und das Luftfilterelement 200 hinein. Wie bereits oben dargestellt, kann die Eindringtiefe der Gehäuserippen 520 ein variables Maß aufweisen und beispielsweise auch durchgehend von einer Gehäusewand zu einer anderen Gehäusewand ausgeführt sein.

Fig. 22 zeigt eine Seitenansicht eines Gehäusekörpers 110 mit einem Gehäusedeckel 120. Der Gehäusekörper 110 weist zwei Gehäusestützrippen 520 auf, wobei eine erste Gehäusestützrippe 520 eine erste Haltefläche 521 und eine zweite Gehäusestützrippe 520 eine zweite Haltefläche 521 aufweist.

Die Gehäusestützrippen 520 können eine unterschiedliche Höhe, d.h. Erstreckung in Längsrichtung zwischen Anströmfläche und Abströmfläche des eingesetzten Luftfilterelementes, und insgesamt unterschiedliche geometrische Ausmaße, wie z.B. Breite, aufweisen.

Fig. 23 zeigt eine isometrische Ansicht eines Luftfilterelementes 200 passend zu dem Gehäusekörper 110 aus Fig. 22.

Das Luftfilterelement 200 weist zwei Freivolumen 500 auf, wobei ein erstes Freivolumen 500 bzw. eine erste Einbuchtung 294 von einer ersten Haltefläche 291 und einer zweiten Haltefläche 292 gebildet wird und ein zweites Freivolumen 500 bzw. eine zweite Einbuchtung 294 von der zweiten Haltefläche 292 und einer weiteren Haltefläche 291 gebildet wird.

Fig. 24 zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilters mit einem Gehäusekörper 110, wobei der Gehäusekörper 110 eine einzelne Gehäusestützrippe 520 aufweist.

Für die Ausführung des in Fig. 24 gezeigten Luftfilters gelten sinngemäß die Erläuterungen zu den Fig. 20 bis 23, mit dem Unterschied, dass Fig. 24 lediglich eine einzelne Gehäusestützrippe 520 zeigt.

Selbstverständlich kann ein Gehäusekörper 110 wie oben und im Folgenden beschrieben auch eine Mehrzahl von Gehäusestützrippen 520 aufweisen, insbesondere auch mehr Gehäusestützrippen als hier in den Figuren gezeigt, also beispielsweise drei oder mehr Gehäusestützrippen.

Fig. 25 zeigt eine Schnittansicht einer isometrischen Darstellung des Luftfilters aus Fig. 24.

Aus der Darstellung in Fig. 25 geht hervor, wie die Gehäusestützrippen 520 in das Luftfilterelement 200 eingreifen und das Luftfilterelement 200 über die Stützstruktur 290 in dem Gehäusekörper 110 fixieren. Dabei greifen die Gehäusestützrippen 520 von zwei Seiten in das Freivolumen 500 der Stützstruktur 290 bzw. des Luftfilterelementes 200.

Fig. 26 zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilterelementes 200 in Analogie zu der Darstellung in Fig. 25.

Das Luftfilterelement 200 weist zwei Stützelemente 290 auf, welche senkrecht zu einem Verlauf der Faltenkanten 225 auf der Anströmfläche 275 und der Abströmfläche 285 angeordnet sind.

An den Stützelementen 290 bzw. dem Luftfilterelement 200 bildet die Einhüllende 265 eine Einbuchtung 294 bzw. ein korrelierendes Freivolumen 500 für die Gehäusestützrippen 520, wobei die Einbuchtung 294 von der ersten Haltefläche 291 und der zweiten Haltefläche 292 gebildet wird.

Fig. 27 zeigt einen Luftfilter 100 mit einem Gehäusekörper 110 und einem Gehäusedeckel 120, welche mittels Verschlusselementen 115 miteinander verbunden sind. Innerhalb des Gehäusekörpers 110 befindet sich vor der Ausströmöffnung 140 ein Resonator 520 bzw. eine Hohlraumresonatorgeometrie 530, welche ausgeführt ist, Strömungsgeräusche der durch das Gehäuse strömenden Luft zu reduzieren.

Fig. 28 zeigt eine Schnittdarstellung eines Luftfilters entlang der Schnittlinie A-A aus Fig. 27.

Der Resonator 530 befindet sich innerhalb des Gehäusekörpers 110 in dem Freivolumen 500 entlang der Einhüllenden 265 an der Abströmfläche des Luftfilterelementes 200.

Ein Luftfilterelement mit Filterfalten von variabler Faltentiefe ermöglicht die Anbringung eines Resonators innerhalb des Gehäusekörpers und gleichzeitig die Maximierung der Filterfläche des Filtermediums des Luftfilterelementes. Der Resonator 530 befindet sich damit unmittelbar an der Ausströmöffnung 140 bzw. unmittelbar vor dem Anschluss einer externen Reinluftleitung. Damit wird eine nachträgliche Befestigung des Resonators an der Reinluftleitung oder auch an der Rohluftleitung außerhalb des Gehäuses vermieden und gleichzeitig die zur Verfügung gestellte Filterfläche des Luftfilterelementes 200 nur minimal reduziert, da das Freivolumen 500 auf die Ausmaße des Resonators 530 angepasst ist.

Fig. 29 zeigt eine Schnittansicht einer isometrischen Darstellung eines Luftfilters mit einem Gehäusekörper 110 und einem Gehäusedeckel 120, wobei sich innerhalb des Gehäusekörpers 110 ein Resonator 530 und ein Luftfilterelement 200 befindet. Dabei weist das Luftfilterelement 200 ein Freivolumen 500 auf, wobei das Freivolumen 500 an die räumlichen Ausmaße der Resonatorgeometrie 530 angepasst ist. Daneben, d.h. in einem Bereich des Gehäusekörpers, welcher nicht von der Resonatorgeometrie 530 beansprucht wird, weisen die Filterfalten des Luftfilterelementes 200 eine nicht reduzierte Filterfaltentiefe auf, so dass die Filterfläche des Filtermediums durch die Anbringung des Resonators 530 innerhalb des Gehäusekörpers 110 nur minimal reduziert wird.

Fig. 30 zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilterelementes 200 aus den Figuren 27 bis 29. Wie deutlich zu erkennen ist, weisen die Abströmfläche 285 und die Stützelemente 290 des Luftfilterelementes ein Freivolumen 500 gem. dem Verlauf der Einhüllenden 265 auf, wobei das Freivolumen 500 ausgeführt ist, einen Resonator aufzunehmen.

Weiterhin sind an den Stützelementen 290 jeweils eine erste Haltefläche 291 und eine zweite Haltefläche 292 angeordnet, wobei zwischen den Halteflächen 291, 292 eine Einbuchtung des Stützelementes 290 korrelierend zu dem Freivolumen 500 angeordnet bzw. geformt ist.

Fig. 31 zeigt einen Luftfilter 100, wobei sich in dem Gehäusekörper 110 ein Luftfilterelement 200 und eine Strömungsleitvorrichtung 540 bzw. Leitrippen 540 befinden.

Die Strömungsleitvorrichtung 540 weist eine Mehrzahl von Leitrippen auf, wobei jede Leitrippe eine Leitfläche 541 und eine Leitflächenkante 542 aufweist.

Die einzelnen Leitrippen der Strömungsleitvorrichtung 540 sind so angeordnet, dass sie eine Projektionsfläche der Abströmfläche 285 des Luftfilterelementes abdecken, um dadurch Turbulenzen oder Ungleichmäßigkeiten des Luftstroms hinter der Abströmfläche zu verhindern oder zu reduzieren. Damit ermöglicht das Anbringen einer Strömungsleitvorrichtung 540 die Herabsenkung einer Entfernung eines Luftmassenmessers 515 von dem Gehäusekörper 110 in der Ausströmöffnung 140.

Die Leitflächenkanten 542 der einzelnen Leitrippen bilden gemeinsam eine Einhüllende, welche der Einhüllenden 265 der Abströmfläche 285 des Luftfilterelementes 200 entspricht bzw. mit dieser korrespondiert. Damit wird eine optimale Aufteilung des Volumens innerhalb des Gehäusekörpers auf das Luftfilterelement 200 und die Strömungsleitvorrichtung 540 ermöglicht, da die Faltentiefe der Filterfalten an den Verlauf der Leitflächenkanten 542 der einzelnen Leitrippen der Strömungsleitvorrichtung 540 angepasst wird.

Im Gegensatz zu den variablen Filterfaltentiefen müsste sich beispielsweise bei einem Luftfilterelement mit konstanter Filterfaltentiefe die Tiefe der Filterfalten an derjenigen Filterfalte mit der geringsten Filterfaltentiefe orientieren. Dies würde zu einer erheblichen Einbuße der Filterfläche führen.

Fig. 32 zeigt eine Schnittansicht einer isometrischen Darstellung eines Luftfilters, in dessen Gehäusekörper 110 sich ein Luftfilterelement 200 und eine Strömungsleitvorrichtung 540 befinden. Die Anpassung der Abströmfläche des Luftfilterelementes 200 an den Verlauf der Leitflächen und der Leitflächenkanten der einzelnen Leitrippen der Strömungsleitvorrichtung ist deutlich zu erkennen.

Fig. 33 zeigt eine Schnittansicht einer isometrischen Darstellung eines Luftfilterelementes 200 mit einer Strömungsleitvorrichtung 540.

Die einzelnen Leitrippen der Strömungsleitvorrichtung 540 sind dabei an dem Stützelement 290 angebracht.

Die Umlenkfunktion für den Luftstrom der Strömungsleitvorrichtung 540 ist in der Fig. 33 besonders deutlich zu erkennen. Der Luftstrom verlässt die Abströmfläche des Luftfilterelementes 200 im Wesentlichen in Richtung des Verlaufs einer Filterfalte 220 und wird von den Leitrippen der Strömungsleitvorrichtung 540 in einer Richtung orthogonal zu dem Verlauf der Filterfalte 220 gelenkt.

Die Umlenkrichtung des Luftstromes durch die Leitrippen kann natürlich in einem beliebigen Winkel erfolgen und an die Position der Ausströmöffnung 140 an dem Gehäuse des Luftfilters angepasst werden.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Leitrippen der Strömungsleitvorrichtung 540 sowohl an den Stützelementen 290 eines Luftfilterelementes 200 angeordnet sein können, genauso gut können die Leitrippen der Strömungsleitvorrichtung 540 aber auch an dem Gehäusekörper 110 eines Luftfilters angeordnet sein.

Im Falle, dass die Strömungsleitvorrichtung 540 an dem Gehäusekörper eines Luftfilters befestigt ist, kann ein Wechsel des Luftfilterelementes erfolgen, ohne dass dabei die Strömungsleitvorrichtung 540 mit ausgetauscht wird. Ein Austausch der Strömungsleitvorrichtung mit einem Luftfilterelement kann beispielsweise nicht unbedingt nötig sein, da die Strömungsleitvorrichtung einer Verschmutzung nicht in dem Maße ausgesetzt ist wie das Luftfilterelement, dessen elementare Aufgabe die Filterung von Schmutzpar-

tikeln aus der Rohluft ist und somit eine Verschmutzung bzw. ein Verschleiß naturgemäß in einem stärkeren Ausmaß gegeben ist.

Fig. 34 zeigt eine Seitenansicht eines Luftfilters 100, wobei in dem Gehäusekörper 110 ein Luftfilterelement 200 und drei Adsorptionsfilterelemente für Kohlenwasserstoffe 550, insbesondere für leicht flüchtige Kohlenwasserstoffe, welche z.B. Aktivkohlmateriale aufweisen, angeordnet sind.

Bei den Adsorptionsfilterelementen für Kohlenwasserstoffe 550 kann es sich beispielsweise um eine Kohlenwasserstoffadsorptionsvorrichtung handeln. Die Adsorptionsfilterelemente für Kohlenwasserstoffe 550 sind dabei zwischen der Abströmfläche des Luftfilterelementes 200 und dem Reinluftanschluss 140 angeordnet. Freivolumina in dem Luftfilterelement ermöglichen dabei, dass die Adsorptionsfilterelemente für Kohlenwasserstoffe gemeinsam mit dem Luftfilterelement 200 in dem Gehäusekörper 110 angeordnet sein können und dabei die Filterfläche des Filtermediums des Luftfilterelementes 200 nur unwesentlich reduziert wird.

Die Adsorptionsfilterelemente für Kohlenwasserstoffe 550 können insbesondere fest mit dem Gehäusekörper 110 verbunden werden, d. h. dass sie beispielsweise einer mechanischen Belastung standhalten können.

Fig. 35 zeigt eine Schnittansicht einer isometrischen Darstellung eines Luftfilters, wobei der Gehäusekörper 110 ein Luftfilterelement 200 und drei Adsorptionsfilterelemente für Kohlenwasserstoffe 550 aufweist. Die Adsorptionsfilterelemente für Kohlenwasserstoffe 550 ragen in die Abströmfläche 285 des Luftfilterelementes 200 und in das Stützelement 290 hinein.

Fig. 36 zeigt einen Luftfilter 100 mit einem Gehäusekörper 110 und einem Gehäusedeckel 120. Der Gehäusekörper 110 weist eine erste Einströmöffnung 130 und eine zweite Einströmöffnung 131 auf. Der Gehäusedeckel 120 weist die Ausströmöffnung 140 auf. Das Luftfilterelement 200 weist eine geteilte Anströmfläche 275 auf, wobei die Anströmfläche 275 von einer Gehäusetrennwand 561 des Gehäusekörpers getrennt wird und eine erste Rohluftkammer 562 und eine zweite Rohluftkammer 563 bildet. Die Gehäusetrennwand 561 weist eine Dichtfläche 567 auf, so dass die erste Rohluftkammer 562 von der zweiten Rohluftkammer 563 dichtend getrennt ist.

Weiterhin weist der Gehäusekörper 110 eine Gehäuseluftströmklappe 560 auf, welche ausgeführt ist, den zweiten Rohluftanschluss bzw. die zweite Einströmöffnung 131 grundsätzlich, d.h. in einem ersten Betriebszustand, zu verschließen. Beispielsweise kann die Gehäuseluftströmklappe 560 mittels einer Spannfeder im geschlossenen Zustand gehalten werden. Selbstverständlich sind auch andere Schließmechanismen möglich, welche bei einem vorgegebenen Unterdruck in dem Gehäuse die Gehäuseluftströmklappe öffnen, so dass Luft einströmen kann.

Im ersten Betriebszustand des Luftfilters 100 strömt Luft durch die erste Einströmöffnung 130 in den Luftfilter ein und wird über die erste Rohluftkammer 562 gefiltert und verlässt den Luftfilter durch die

Ausströmöffnung 140. Im Falle von starken Verschmutzungen der ersten Rohluftkammer oder von Verstopfungen, beispielsweise durch angesaugten Schnee durch die erste Einströmöffnung 130, erhöht sich ein Unterdruck in dem Luftfiltergehäuse, weil über die Ausströmöffnung 140 weiterhin Luft aus dem Luftfilter gesaugt wird. Damit kann beispielsweise innerhalb des Gehäuses ein Unterdruck entstehen, welcher dazu führt, dass die Gehäuseluftströmklappe 560 die zweite Einströmöffnung 131 öffnet und so Luft durch die zweite Einströmöffnung 131 und die zweite Rohluftkammer 563 in das Gehäuse eingesaugt wird und der Luftfilter in einem zweiten Betriebszustand betrieben wird.

Fig. 36 zeigt, dass sich die variable Faltentiefe auch auf die Anströmfläche 275 des Luftfilterelementes 200 auswirken kann. Im Gegensatz zu den bisher gezeigten Ausführungsbeispielen, in welchen jeweils die Abströmfläche 285 ein Freivolumen aufwies, weist in Fig. 36 die Anströmfläche 275 ein Freivolumen auf.

In diesem Zusammenhang sei insbesondere darauf hingewiesen, dass sowohl die Anströmfläche 275 als auch die Abströmfläche 285 ein beliebig geformtes Freivolumen 500 für Elemente innerhalb des Gehäusekörpers 110 des Luftfilters 100 aufzeigen können, wie dies auch in den Fig. 5F und 5G gezeigt wurde.

Fig. 37 zeigt eine Schnittansicht einer isometrischen Darstellung eines Luftfilters mit einer ersten Rohluftkammer 562 und einer zweiten Rohluftkammer 563, welche jeweils über eine erste Einströmöffnung 130 bzw. eine zweite Einströmöffnung 131 mit Luft bzw. Rohluft versorgt werden, wobei die zweite Einströmöffnung 131 eine Gehäuseluftströmklappe 560 aufweist, welche ausgeführt ist, Luft durch die Einströmöffnung 131 lediglich im Falle einer Verstopfung der ersten Rohluftkammer 562 einströmen zu lassen. Die erste Rohluftkammer 562 ist von der zweiten Rohluftkammer 563 durch die Gehäusetrennwand 561 getrennt.

Fig. 38 zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilterelementes 200 der Ausführungsbeispiele in den Figuren 36 und 37. Die Anströmfläche 275 weist zwei zueinander abgestufte Teilflächen auf, welche durch das Freivolumen 500 in dem Luftfilterelement 200 und dem Stützelement 290 getrennt sind. Damit weist das Luftfilterelement 200 in Fig. 38 Filterfalten mit drei verschiedenen Filterfaltentiefen auf: Die Filterfalten im ersten Teil der Anströmfläche 275, die Filterfalten im Bereich des Freivolumens 500 und die Filterfalten im zweiten Bereich der Anströmfläche 275.

Ebenso wie das abströmseitige Ende bzw. Kante des Stützelementes 290 kann natürlich auch das anströmseitige Ende bzw. Kante des Stützelementes 290 eine erste Haltefläche 291 und eine zweite Haltefläche 292 aufweisen.

Die Halteflächen 291, 292 sind jeweils an der Anströmseite bzw. Abströmseite des Luftfilterelementes angebracht in Abhängigkeit der Einsetzrichtung des Luftfilterelementes in den Gehäusekörper. Wird das Luftfilterelement mit der Anströmfläche voran in den Gehäusekörper eingesetzt, befinden sich die Halteflächen 291, 292 in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel an der anströmseitigen Kante des Stützelementes. Umgekehrt befinden sich die Halteflächen 291, 292 in einem bevorzugten Ausführungs-

beispiel an der abströmseitigen Kante des Stützelementes, wenn das Luftfilterelement mit der Abströmfläche des Luftfilterelementes voran in den Gehäusekörper eingesetzt wird.

Fig. 39 zeigt einen Luftfilter 100 analog zu dem Luftfilter 100, welcher in Fig. 36 gezeigt wurde.

5

Fig. 36 zeigt die Gehäuseluftströmklappe 560 an der zweiten Einströmöffnung 131 im geöffneten Zustand, wobei Fig. 39 die Gehäuseluftströmklappe 560 der zweiten Einströmöffnung 131 im geschlossenen Zustand zeigt. Damit wird in der Darstellung in Fig. 39 lediglich Luft über die erste Einströmöffnung 130 in das Gehäuse des Luftfilters 100 eingesaugt. Im Gegensatz dazu wird in Fig. 36 Luft sowohl über die erste Einströmöffnung 130, als auch über die zweite Einströmöffnung 131 eingesaugt, soweit die erste Rohluftkammer 562 der ersten Einströmöffnung 130 nicht vollständig verstopft ist. Im Falle, dass die erste Rohluftkammer 562 in Fig. 36 vollständig verstopft ist, wird Luft lediglich über die zweite Einströmöffnung 131 und die zweite Rohluftkammer 563 eingesaugt.

10

15

Damit zeigt Fig. 36 den Luftfilter im zweiten Betriebszustand (d.h. Luft wird über die zweite Einströmöffnung angesaugt) und Fig. 39 den Luftfilter im ersten Betriebszustand (d.h. Luft wird über die erste Einströmöffnung eingesaugt).

20

Weiterhin im Unterschied zu Fig. 36 weist die Einhüllende 265 der Anströmfläche 275 des Luftfilterelementes keinen abgestuften sondern einen abgerundeten Übergang benachbarter Faltenkanten auf. Der abgerundete Verlauf der Einhüllenden 265 kann beispielsweise an die Öffnungsbewegung der Gehäuseluftströmklappe 560 angepasst sein und so zu einer weiteren Erhöhung der zur Verfügung stehenden Filterfläche des Luftfilterelementes beitragen.

25

Fig. 40 zeigt eine Schnittansicht einer isometrischen Darstellung des in Fig. 39 gezeigten Luftfilters.

30

Die Gehäusetrennwand 561 weist eine Haltefläche 568 auf, welche Haltefläche ausgelegt ist, das Luftfilterelement 200 im Bereich einer ersten Haltefläche oder einer zweiten Haltefläche 291, 292 des Stützelementes 290 aufzunehmen und zu positionieren bzw. zu fixieren. Weiterhin ist der Fig. 40 zu entnehmen, dass das Freivolumen 500 im Bereich der Anströmfläche des Luftfilterelementes 200 hinter der zweiten Einströmöffnung 131 ausgeführt ist, ein Öffnen der Gehäuseluftströmklappe 560 zu ermöglichen.

35

Fig. 41 zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilterelementes 200 für einen Luftfilter wie in den Fig. 39 und 40 gezeigt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Einhüllende 265 der Anströmfläche 275 und des Stützelementes 290 einen abgerundeten Verlauf im Bereich der zweiten Rohluftkammer 563 aufweist.

40

Ein Luftfilterelement 200 mit einem Freivolumen 500 für die Gehäusetrennwand 561 ermöglicht, dass die erste Rohluftkammer 562 und die zweite Rohluftkammer 563 von einer Gehäusetrennwand 561 mit variabler Höhe (d.h. in einer Richtung von der Abströmfläche zu der Anströmfläche) getrennt werden können, wobei die Filterfaltentiefe an die Höhe der Gehäusetrennwand angepasst werden kann. Damit kann

die Größe der ersten Rohluftkammer 562 und die Größe der zweiten Rohluftkammer 563 aneinander angepasst werden und ihr Größenverhältnis zueinander für die jeweiligen Bedürfnisse optimiert werden.

Das Stützelement 290 weist im Bereich der zweiten Rohluftkammer 563 eine erste Haltefläche 291 und eine zweite Haltefläche 292 auf, wobei das Stützelement 290 zwischen der ersten Haltefläche 291 und der zweiten Haltefläche 292 einen abgerundeten Übergang bzw. einen abgerundeten Verlauf aufweist.

Im Bereich der ersten Rohluftkammer 562 weist das Stützelement lediglich eine erste Haltefläche 291 auf.

Fig. 42 zeigt eine isometrische Darstellung eines Luftfilters 100 mit einem Gehäusedeckel 120, einem Luftfilterelement 200 und einem Gehäusekörper 110. Der Gehäusedeckel 120 weist eine Einströmöffnung 130 auf, wobei der Luftstrom durch den Gehäusedeckel von der Einströmöffnung auf die Anströmfläche 275 umlenkt. Die Strömungsrichtung des Luftstroms durch die Einströmöffnung 130 ist parallel zu der Anströmfläche 275 und muss entsprechend durch den Gehäusedeckel umgelenkt werden. Der Gehäusekörper 110 weist eine Gehäuserippe 520 und eine Ausströmöffnung 140 an einem Ausströmstutzen 141 auf.

Die Gehäuserippe 520 kann der Stabilität des Gehäusekörpers dienen, die Gehäuserippe 520 kann aber auch durch äußere Vorgaben des Einbauraums für den Luftfilter 100 vorgegeben sein.

Das Luftfilterelement 200 weist ein Stützelement 290 und eine umlaufende Dichtung 205 auf. Weiterhin weist das Luftfilterelement 200 eine ebene Anströmfläche 275 auf und eine Abströmfläche 285, wobei die Einhüllende 265 der Faltenkanten auf der Abströmfläche 285 ein Freivolumen bildet, wobei das Freivolumen an die Gehäuserippen 520 angepasst ist und dessen Verlauf bzw. die Einhüllende der Abströmfläche beispielsweise einen parabelförmigen Verlauf aufweist.

Ebenso wie der Gehäusedeckel ausgeführt ist, die Strömungsrichtung des Luftstroms auf der Anströmseite, d.h. von der Anströmöffnung 130 auf die Anströmfläche 275 umzulenken, ist auch der Ausströmstutzen 141 ausgeführt, die Strömungsrichtung des Luftstroms auf der Abströmseite, d.h. von der Abströmfläche 285 zu der Ausströmöffnung 140 umzulenken.

Es sei darauf hingewiesen, dass sowohl auf der Abströmseite als auch auf der Anströmseite eine beliebige Umlenkung des Luftstroms erfolgen kann.

Fig. 43 zeigt ein Funktionsbauteil 300, welches ausgeführt ist, mit dem Luftfilter 100 aus Fig. 42 und dem korrespondierenden Hauptelement 200 aus Fig. 42 verwendet zu werden.

Die Anströmfläche 311 des Funktionsbauteils 300 bzw. Zusatzfilterelementes 310 ist ausgeführt, mit dem Freivolumen 500 und der Einhüllenden 265 des Luftfilterelementes 200 in Fig. 43 zu korrespondieren.

Durch das so ausgestaltete Funktionsbauteil wird die Anströmfläche 311 und die Abströmfläche 312 des Zusatzfilterelementes 310 erhöht, womit die Filterleistung erhöht werden kann.

Fig. 44 zeigt eine mittige Schnittdarstellung eines Luftfilters 100 mit einem Gehäusekörper 110, einem Gehäusedeckel 120 und einem eingesetzten Filterelement 200. Ein Resonator 520, z.B. ein Breitbandresonator bzw. eine Hohlraumresonatorgeometrie 530, welche ausgeführt ist, Strömungsgeräusche der durchströmenden Luft zu reduzieren, ist platzsparend untergebracht. Der Resonator 530 wird senkrecht zur Zeichenebene der Fig. 44 durchströmt. Er befindet sich teilweise in dem Freivolumen 500 entlang der Einhüllenden 265 an der Abströmfläche des Luftfilterelements 200. Der Resonator 530 ist von einem Außenmantel 600 bzw. Resonatorgehäuse umgeben. Ein dem Filterelement 200 zugewandter Teil 601 des Außenmantels 600 wird durch einen Teil der Gehäusewand gebildet. Ein Teil 602 des Außenmantels 600 ist mit der Gehäusewand, z. B. mittels Schweißens, verbunden. In dem Außenmantel 600 ist eine Resonatoreinlegeiteil 603 angeordnet.

Ein Luftfilterelement 200 mit Filterfalten von variabler Faltentiefe ermöglicht die Anbringung eines Resonators 520 an dem Gehäusekörper 110 und gleichzeitig die Maximierung der Filterfläche des Filtermediums des Luftfilterelementes 200. In Fig. 44 sind einige Filterfalten schematisch durch gestrichelte Linien angedeutet. Die nicht gezeigten Faltenkanten 225 erstrecken sich folglich senkrecht zur Zeichenebene der Fig. 44 und damit parallel zur Durchströmungsrichtung des Resonators 530.

Das Freivolumen 500 ist an die räumlichen Ausmaße des Resonators 520 angepasst ist. Daneben, d.h. in einem Bereich des Gehäusekörpers 110, welcher nicht von dem Resonator 520 beansprucht wird, weisen die Filterfalten des Luftfilterelementes 200 eine nicht reduzierte Filterfaltentiefe auf, so dass die Filterfläche des Filtermediums durch die Anbringung des Resonators 520 am Gehäusekörper 110 nur minimal reduziert wird.

Fig. 45 zeigt eine Explosionsdarstellung der Bauteile des in Fig. 44 gezeigten Luftfilters 100. Der Teil 602 des Außenmantels 600 bzw. Gehäuses des Resonators 520 weist an seinen gegenüberliegenden Enden jeweils einen Resonatoranschluss 605 auf. An einem Anschluss strömt die Luft in den Resonator 520 hinein, an dem anderen Anschluss 520 wieder hinaus. Die Luftströmung durch den Resonator 520 ist von der Luftströmung durch das Filterelement 200 getrennt. Neben dem Resonator 520 ist der Gehäusekörper 110 mit einer Ausströmöffnung 140 versehen. Gegenüberliegend am Gehäusedeckel 120 ist eine Einströmöffnung 130 vorgesehen (Fig. 44).

Vorzugsweise weist das Filterelement 200 an den in Durchströmungs- bzw. Erstreckungsrichtung des Resonators 520 gegenüberliegenden Seiten jeweils eine Stützstruktur 290 mit einer Einbuchtung 294 auf.

Ansprüche

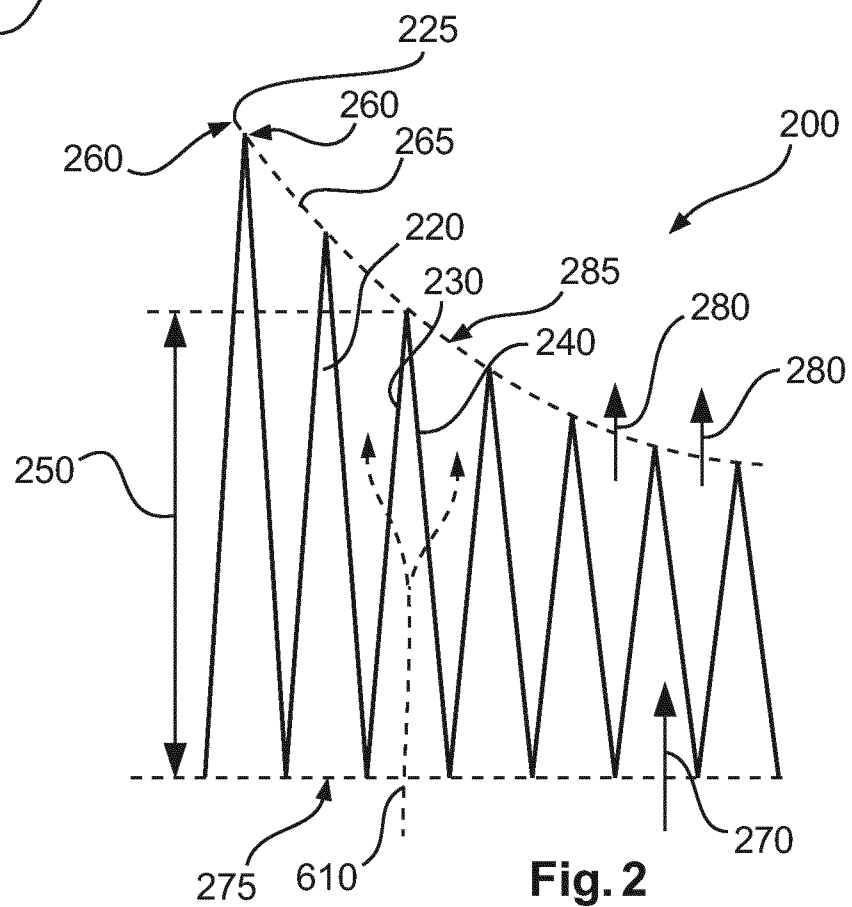
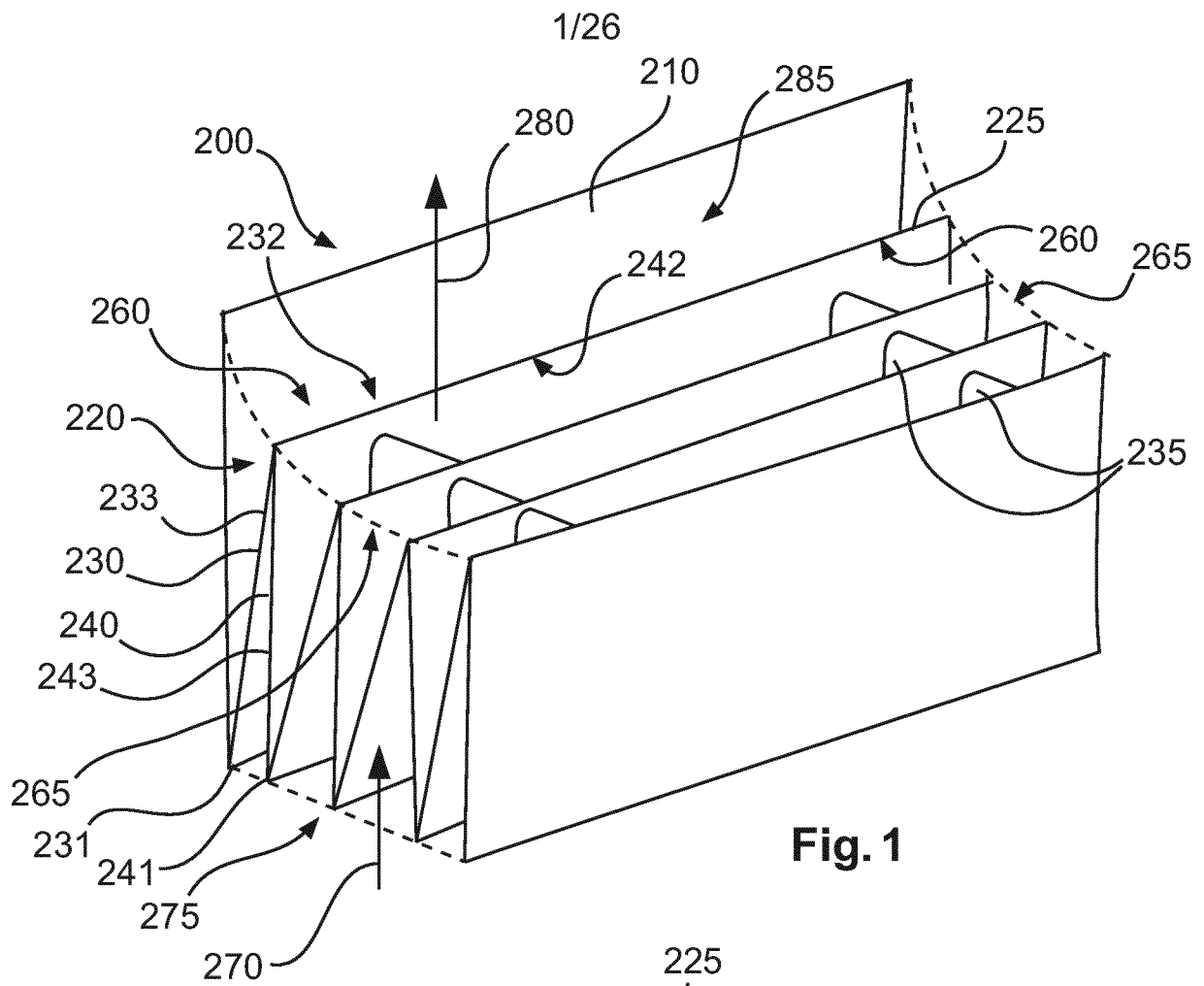
1. Luftfilterelement mit einer Anströmfläche (275), einer Abströmfläche (285), und einem Filtermedium (210), wobei sich das Filtermedium zwischen der Anströmfläche und der Abströmfläche erstreckt, wobei wenigstens eine der Anströmfläche und der Abströmfläche wenigstens abschnittsweise einen Rückversatz (500) aufweist, wobei ein mit dem Luftfilterelement in Wirkzusammenhang zu bringendes Funktionsbauteil wenigstens teilweise in einen sich durch den Rückversatz (500) ergebenden Freiraum einragen kann, wobei das mit dem Luftfilterelement in Wirkzusammenhang zu bringende Funktionsbauteil in einem Wirkzusammenhang stehen kann mit dem Rückversatz der Anströmfläche bzw. der Abströmfläche.
2. Luftfilterelement gemäß Anspruch 1, wobei der Rückversatz (500) eine eindimensionale konkave oder konvexe Form aufweist.
3. Luftfilterelement gemäß einem der Ansprüche 1 und 2, wobei das Filtermedium (210) ein aus Falten (220) gefaltetes Filtermedium ist, wobei die Falten jeweils ein erstes Faltenblatt (230) und ein zweites Faltenblatt (240) aufweisen, die jeweils mit einer Faltenblattkante (231, 241; 232, 242) an einer Faltenkante (225) aneinandergrenzen, wobei die ersten Faltenblätter (230) benachbarter Falten im Wesentlichen parallel zueinanderliegen, wobei sich die ersten und zweiten Faltenblätter (230, 240) zwischen der Anströmfläche (275) und der Abströmfläche (285) erstrecken, wobei der Rückversatz (500) eine Erstreckung entlang einer Erstreckungsrichtung der Faltenkanten (225) aufweist.
4. Luftfilterelement gemäß Anspruch 3, wobei die Faltentiefe (250) in eine Richtung quer zu der Erstreckungsrichtung der Faltenkanten (225) variiert.
5. Luftfilterelement gemäß Anspruch 4, wobei mehrere Falten (220) mit variablen Faltentiefen (250) aus einer durchgehenden Medienbahn gefertigt sind.
6. Luftfilterelement gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Luftfilterelement (200) eine Stützstruktur (290) aufweist, wobei vorzugsweise die Stützstruktur (290) einen Rückversatz, insbesondere in Form einer Einbuchtung (294), aufweist, der wenigstens abschnittsweise mit einem Verlauf des Rückversatzes (500) der Anströmfläche bzw. Abströmfläche korrespondiert.
7. Luftfilterelement gemäß Anspruch 6, wobei die Faltenblätter (230, 240) seitlich an den nicht an Faltenblattkanten von jeweils benachbarten Filterblättern angrenzenden Faltenblattkanten (233, 243) in die Stützstruktur (290) eingebettet sind.
8. Luftfilterelement gemäß einem der Ansprüche 3 bis 7, wobei die Falten (220) über den Rückversatz (500) hinweg aus einer durchgehenden Medienbahn gefertigt sind.
9. Luftfilterelement gemäß einem der Ansprüche 3 bis 8, wobei benachbarte Faltenblätter (230, 240)

gegenseitig durch wenigstens eine Abstandshalteeinrichtung stabilisiert sind, welche insbesondere parallel zu den nicht an Faltenblattkanten von jeweils benachbarten Filterblättern angrenzenden Faltenblattkanten (233, 243) verläuft.

- 5 10. Luftfilterelementanordnung mit einem Luftfilterelement (200) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 und einem Funktionsbauteil (300), wobei das Funktionsbauteil wenigstens teilweise in den sich durch den Rückversatz ergebenden Freiraum einragt, wobei das Funktionsbauteil in einem Wirkzusammenhang steht mit dem Rückversatz (500) der Anströmfläche bzw. der Abströmfläche.
- 10 11. Luftfilterelementanordnung gemäß Anspruch 10, wobei das Funktionsbauteil (300) eine Schnittstellenfläche (301, 302) aufweist, wobei die Schnittstellenfläche wenigstens abschnittsweise eine Form aufweist, die mit dem Rückversatz (500) der Anströmfläche (275) bzw. der Abströmfläche (285) korrespondiert.
- 15 12. Luftfilter mit einem Luftfiltergehäuse (110), einem Luftfilterelement (200) und einem Funktionsbauteil (300), wobei das Luftfilterelement eine Anströmfläche (275), eine Abströmfläche (285) und ein Filtermedium (210) aufweist, wobei sich das Filtermedium zwischen der Anströmfläche und der Abströmfläche erstreckt, wobei wenigstens eine der Anströmfläche und der Abströmfläche einen Rückversatz (500) aufweist, wobei das Funktionsbauteil wenigstens teilweise in den sich durch den Rückversatz ergebenden Freiraum einragt, wobei das Funktionsbauteil in einem Wirkzusammenhang steht mit dem Rückversatz der An- bzw. Abströmfläche des Luftfilterelementes.
- 20 13. Luftfilter gemäß Anspruch 12, wobei das Luftfilterelement als ein Luftfilterelement gemäß einem der Ansprüche 2 bis 9 ausgebildet ist.
- 25 14. Luftfilter gemäß einem der Ansprüche 12 und 13, wobei das Funktionsbauteil (300) eine Schnittstellenfläche (301, 302) aufweist, wobei die Schnittstellenfläche wenigstens abschnittsweise eine Form aufweist, die mit dem Rückversatz (500) der Anströmfläche (275) bzw. der Abströmfläche (285) korrespondiert.
- 30 15. Luftfilter gemäß einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei das Funktionsbauteil (300) als Zusatzfilterelement (310) ausgestaltet ist, welches in den sich durch den Rückversatz (500) ergebenden Freiraum wenigstens teilweise einragt, wobei das Zusatzfilterelement eine Anströmfläche (311) und eine Abströmfläche (312) aufweist, wobei eine von der Anströmfläche und der Abströmfläche des Zusatzfilterelementes mit einer von der Anströmfläche (275) und der Abströmfläche (285) des Luftfilterelementes (200) korrespondiert.
- 35 16. Luftfilter gemäß einem der Ansprüche 12 bis 15, wobei das Funktionsbauteil (300) als Strömungsleitvorrichtung (540) ausgestaltet ist, welche in den sich durch den Rückversatz (500) ergebenden Freiraum wenigstens teilweise einragt, wobei die Strömungsleitvorrichtung wenigstens eine Leitfläche (541) aufweist, deren Leitflächenkante (542) auf die eine von der Anströmfläche (275) und der Ab-
- 40

strömfläche (285) des Luftfilterelementes (200) gerichtet ist.

- 5 17. Luftfilter gemäß einem der Ansprüche 12 bis 16, wobei das Funktionsbauteil (300) als Strömungsgleichrichter (510) ausgestaltet ist, wobei der Strömungsgleichrichter (510) einem mit dem Luftfilterelement in Wirkzusammenhang zu bringenden Luftmassensensor (516) zugeordnet ist und wobei der Strömungsgleichrichter wenigstens teilweise in den sich durch den Rückversatz (500) ergebenden Freiraum einragt.
- 10 18. Luftfilter gemäß einem der Ansprüche 12 bis 17, wobei das Funktionsbauteil (300) als Gehäusestützrippe (520) ausgestaltet ist, wobei die Gehäusestützrippe eine Haltefläche (521) zum Halten des Luftfilterelementes aufweist, wobei die Gehäusestützrippe in den sich durch den Rückversatz (500) ergebenden Freiraum wenigstens teilweise einragt.
- 15 19. Luftfilter gemäß einem der Ansprüche 12 bis 18, wobei das Funktionsbauteil (300) als Trennwand (561) ausgestaltet ist, wobei die Trennwand teilweise in das Gehäuse einragt, wobei die Trennwand in den sich durch den Rückversatz (500) ergebenden Freiraum wenigstens teilweise einragt und eine Dichtfläche (567) aufweist, die das Filtergehäuse (105) mit dem Luftfilterelement (200) anströmseitig in zwei Filterkammern (562, 563) teilt, die jeweils zumindest eine separate Einströmöffnung aufweisen, wobei insbesondere wenigstens eine der Einströmöffnungen mit einer Ventileinrichtung versehen ist.
- 20 20. Luftfilter gemäß einem der Ansprüche 12 bis 19, wobei das Funktionsbauteil (300) als Adsorptionsfilterelement für Kohlenwasserstoffe (550) ausgestaltet ist, welches in den sich durch den Rückversatz (500) ergebenden Freiraum wenigstens teilweise einragt.
- 25 21. Luftfilter gemäß einem der Ansprüche 12 bis 20, wobei das Funktionsbauteil (300) als Resonatorgeometrie (530) ausgestaltet ist, welche in den sich durch den Rückversatz (500) ergebenden Freiraum wenigstens teilweise einragt.



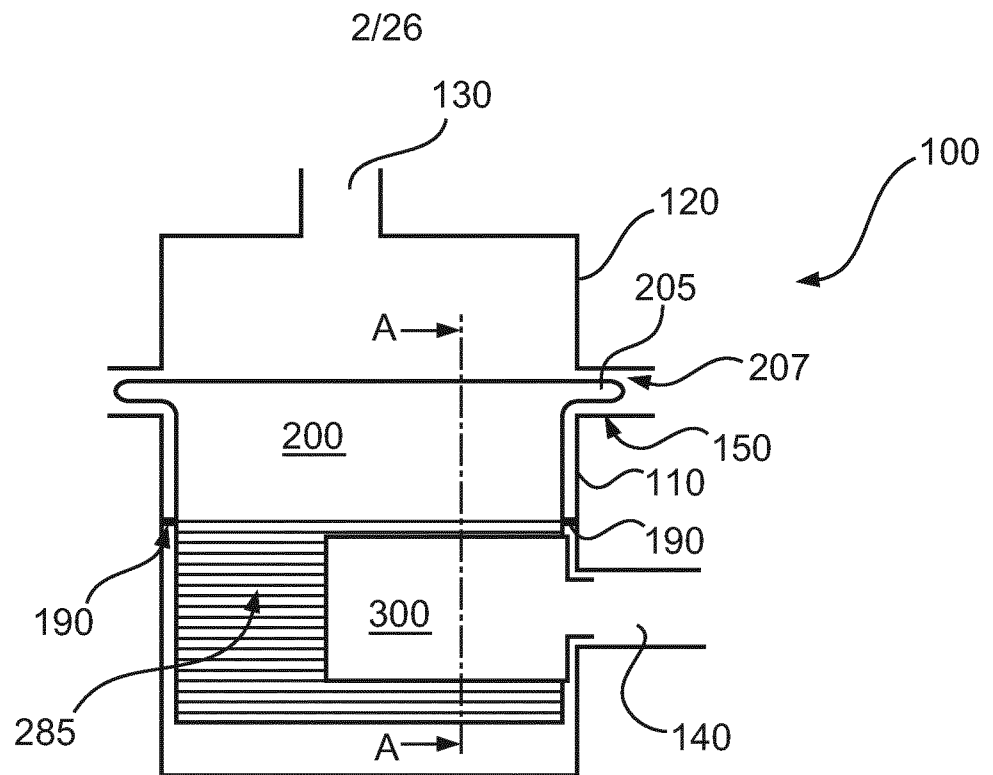


Fig. 3

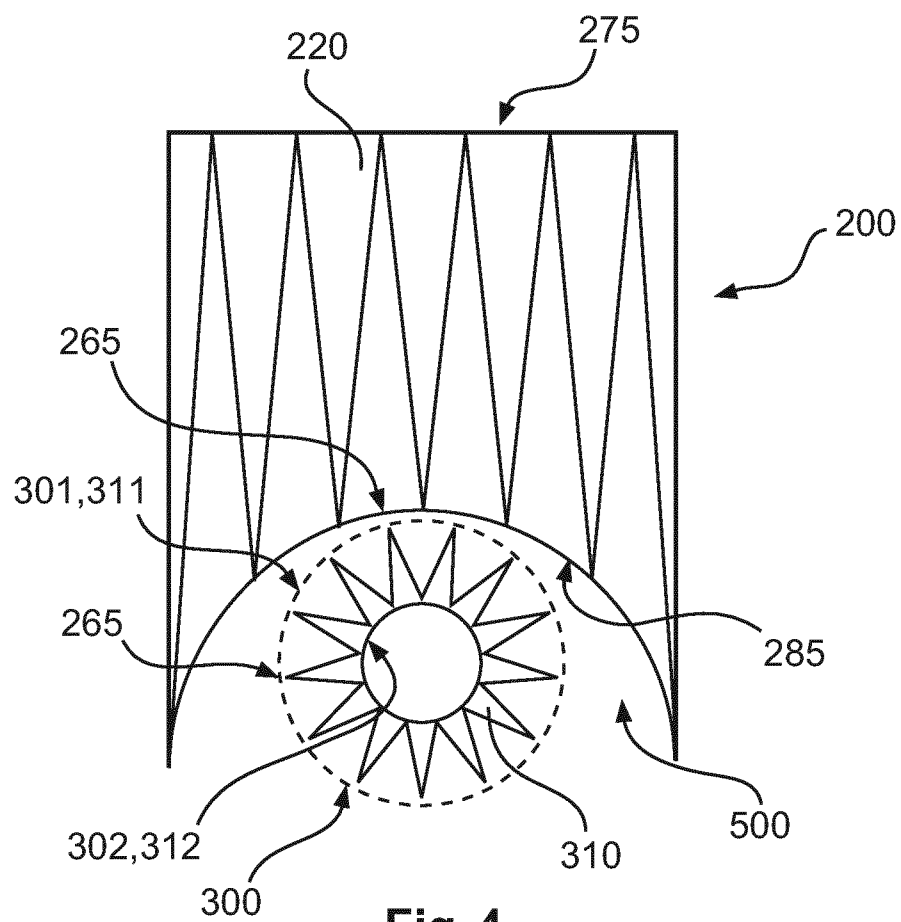


Fig. 4

3/26

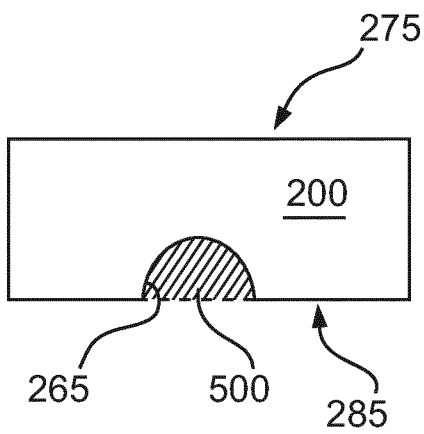


Fig. 5A

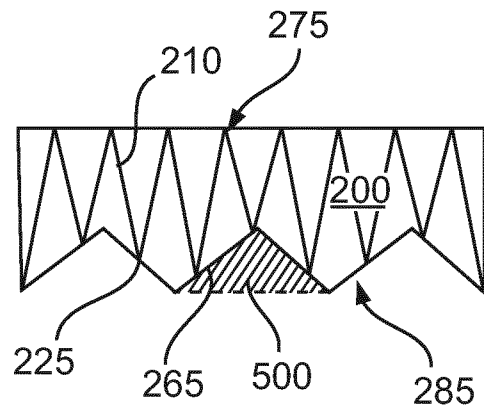


Fig. 5B

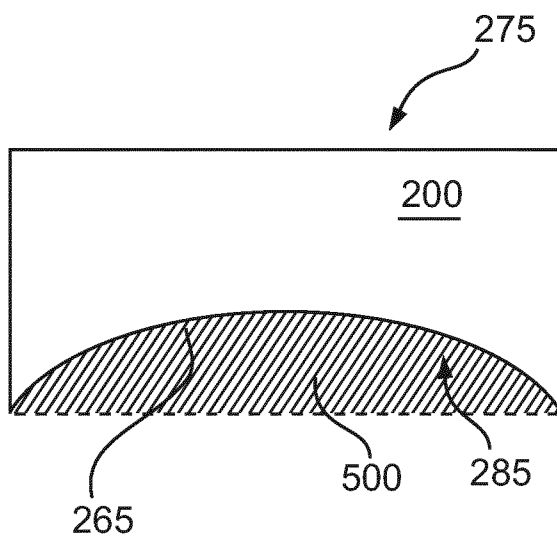


Fig. 5C

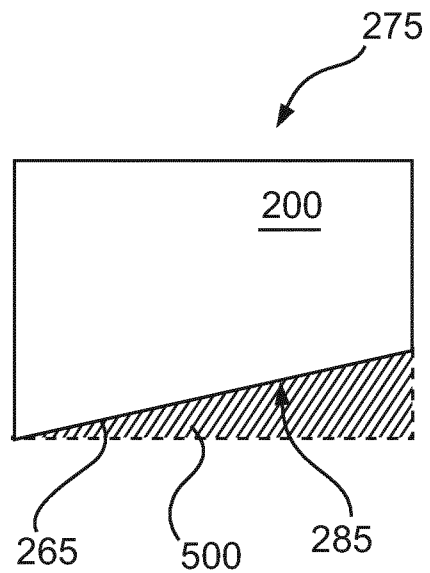


Fig. 5D

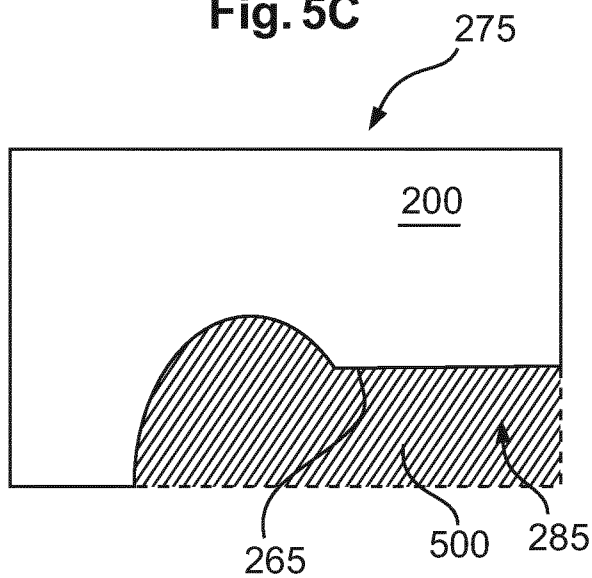


Fig. 5E

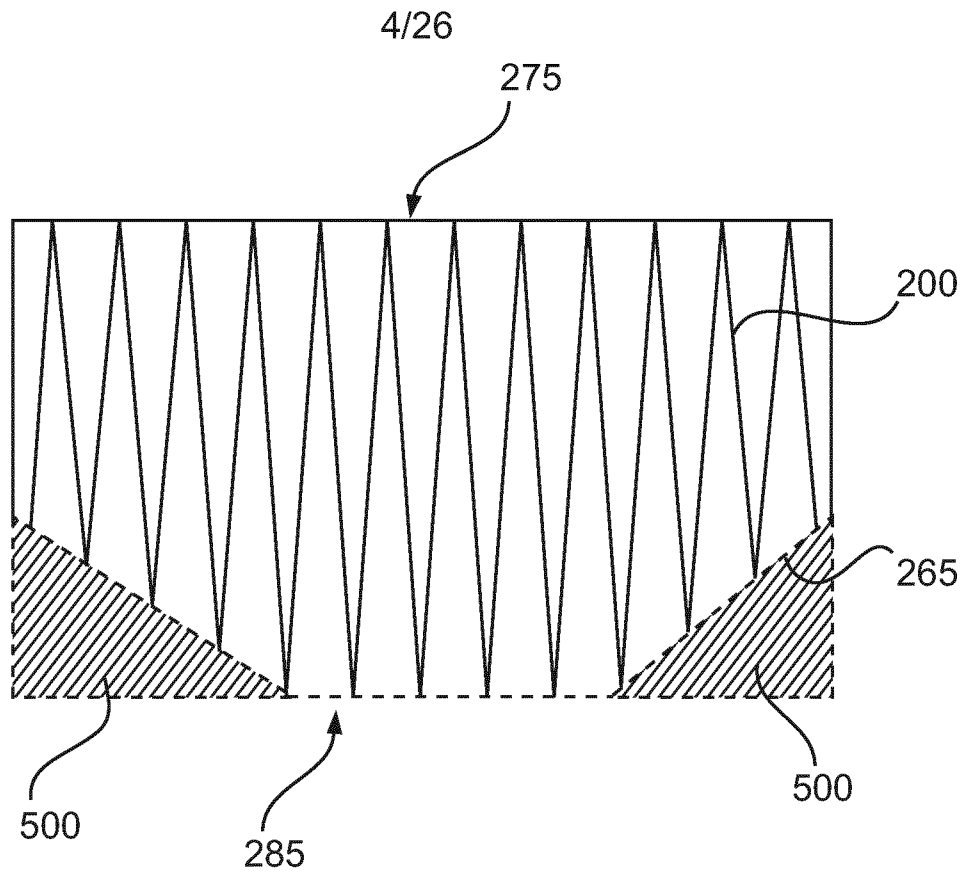


Fig. 5F

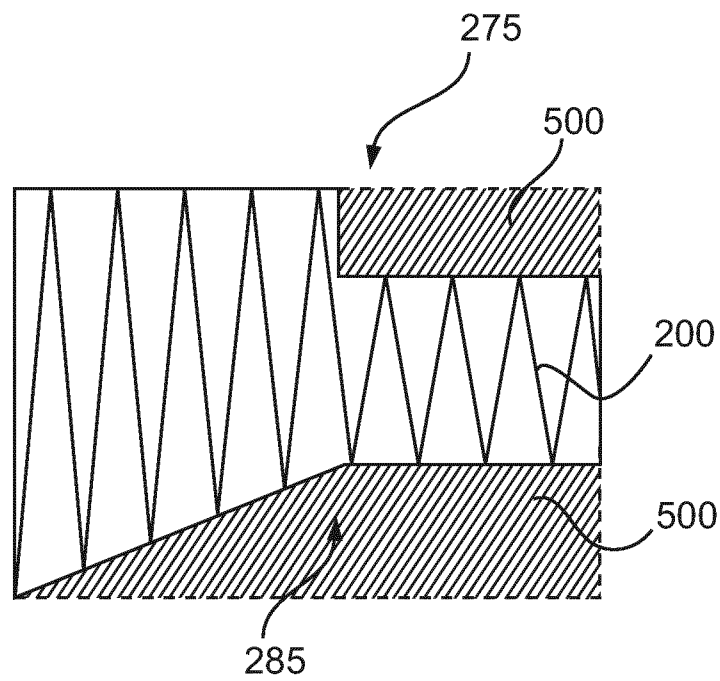


Fig. 5G

5/26

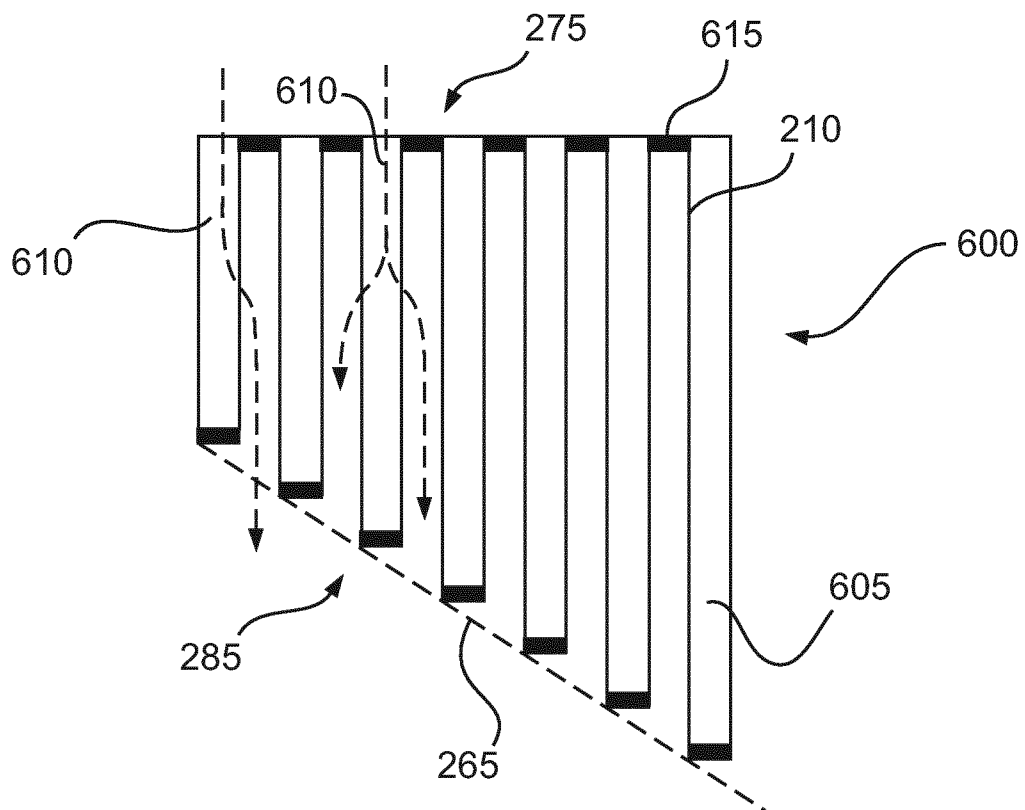


Fig.6

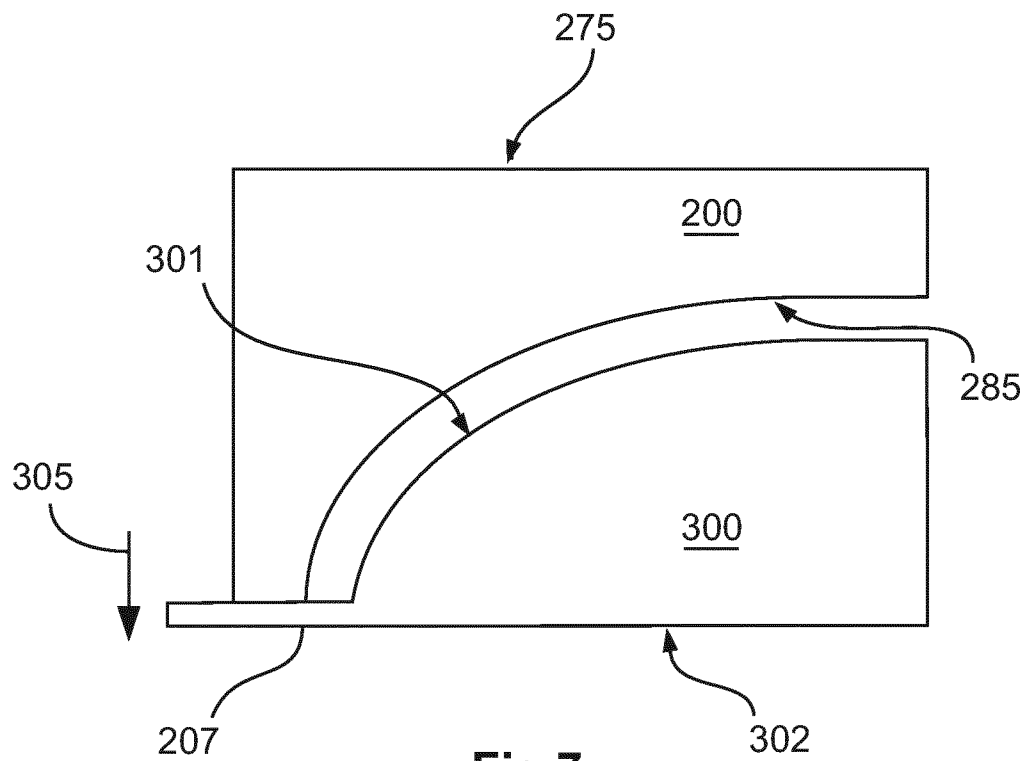


Fig.7

6/26

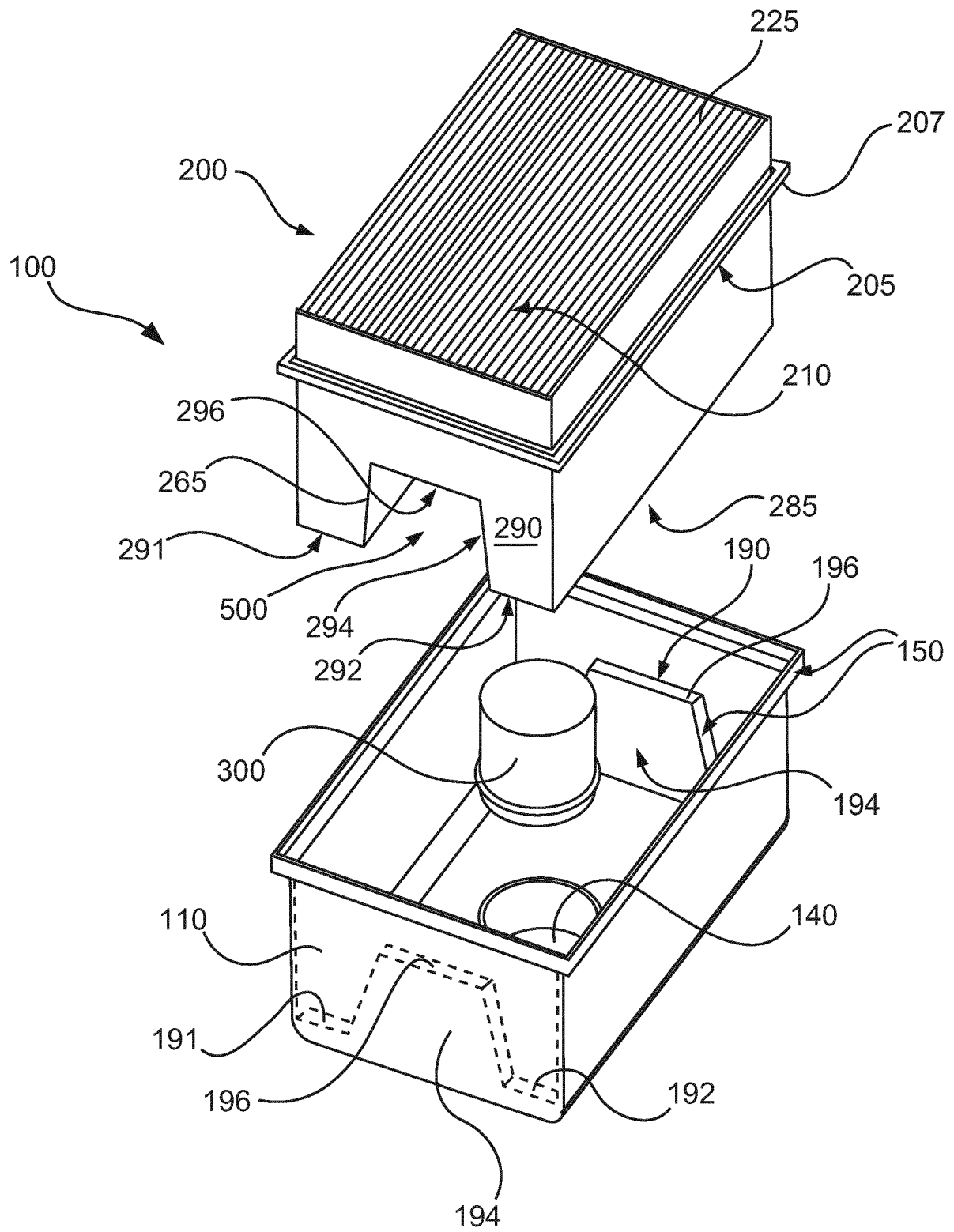


Fig.8

7/26

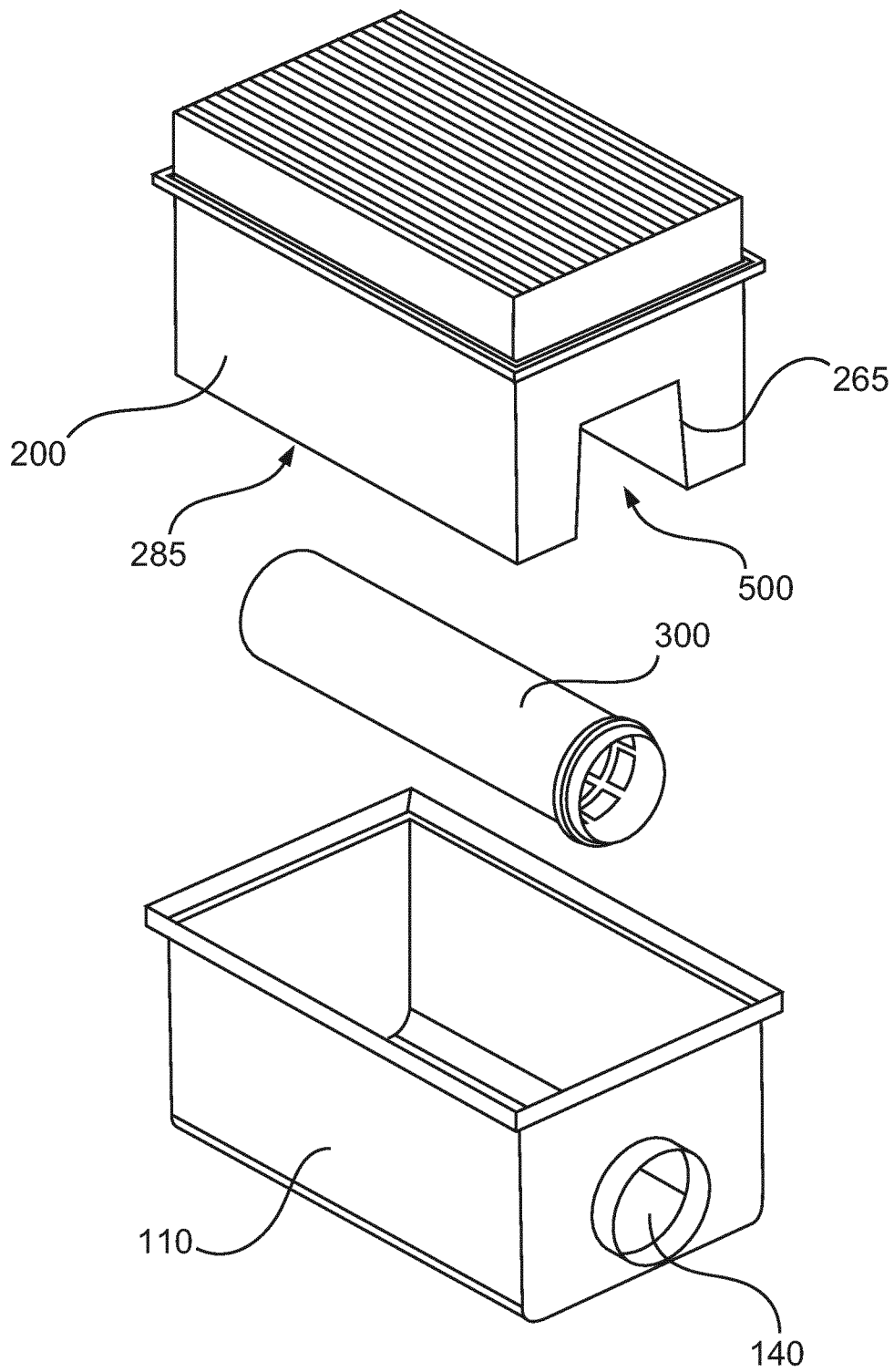


Fig.8A

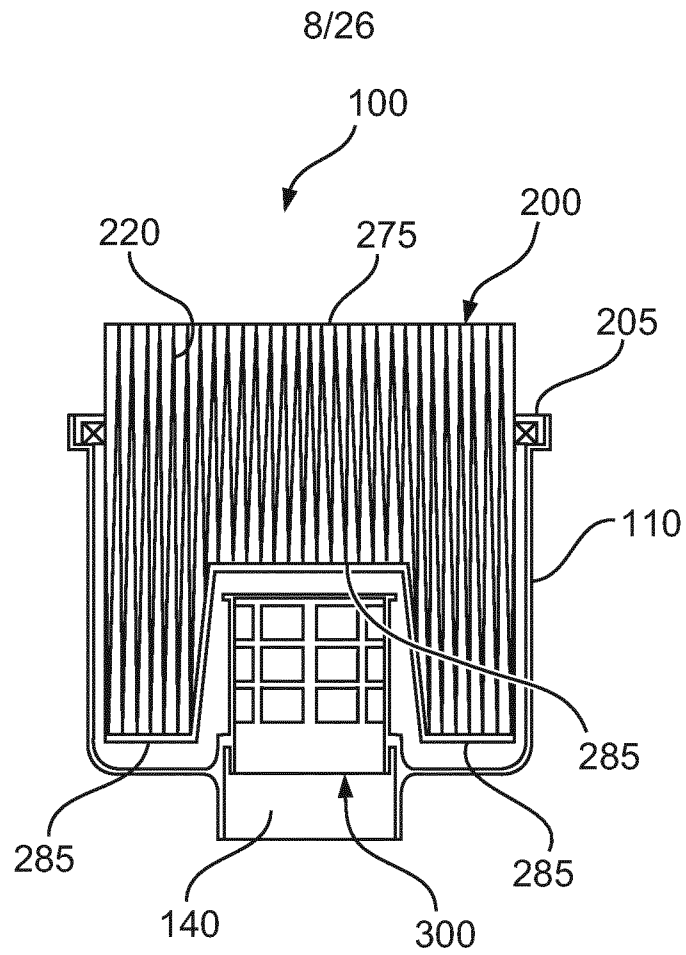


Fig.9

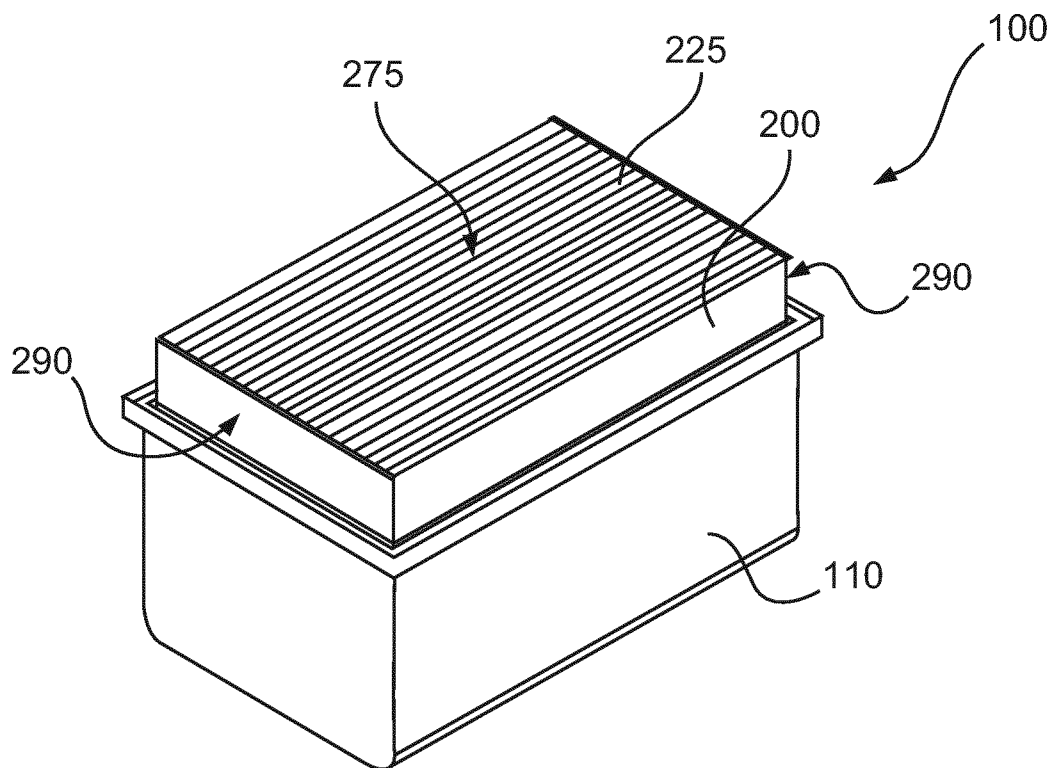


Fig.10

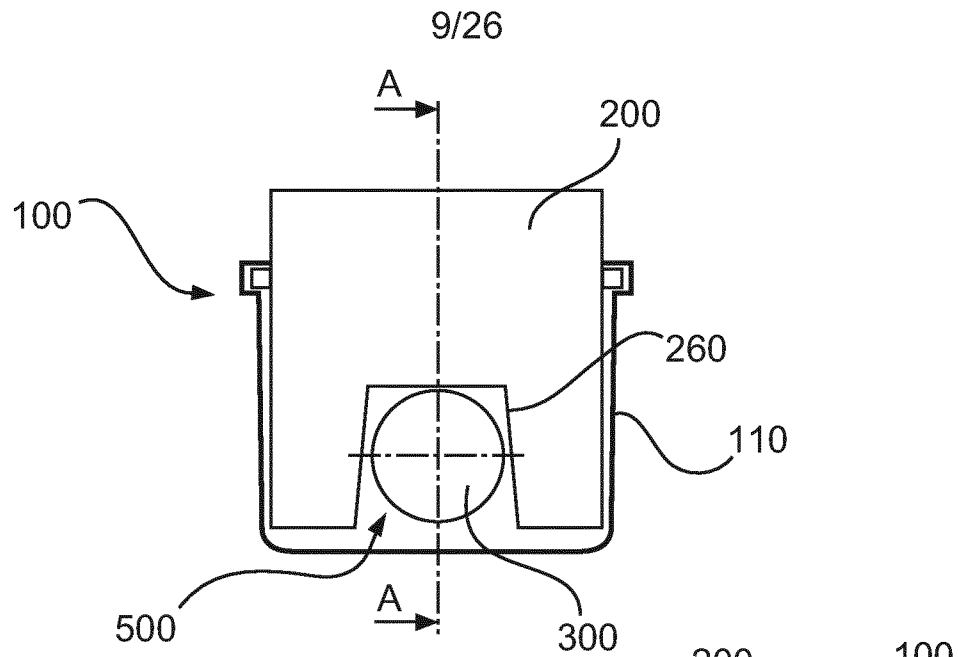


Fig. 9A

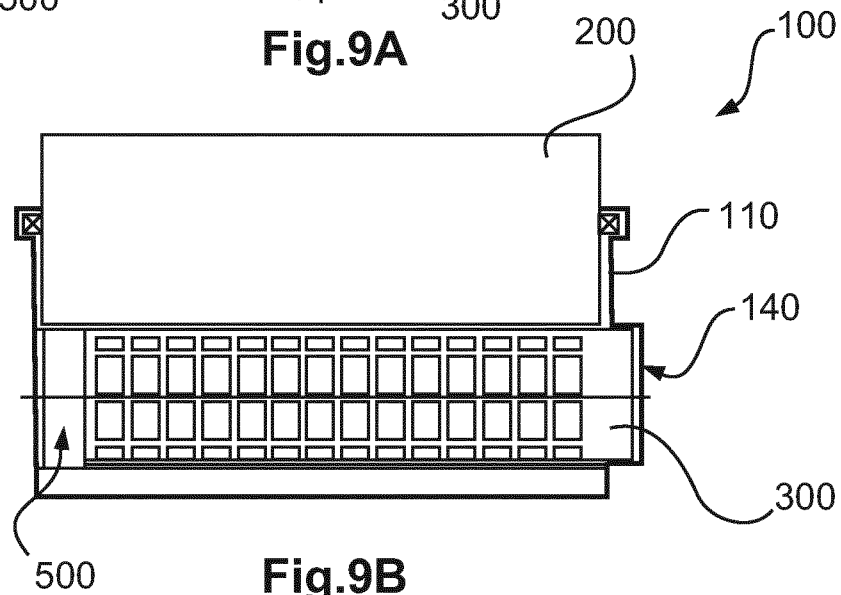


Fig. 9B

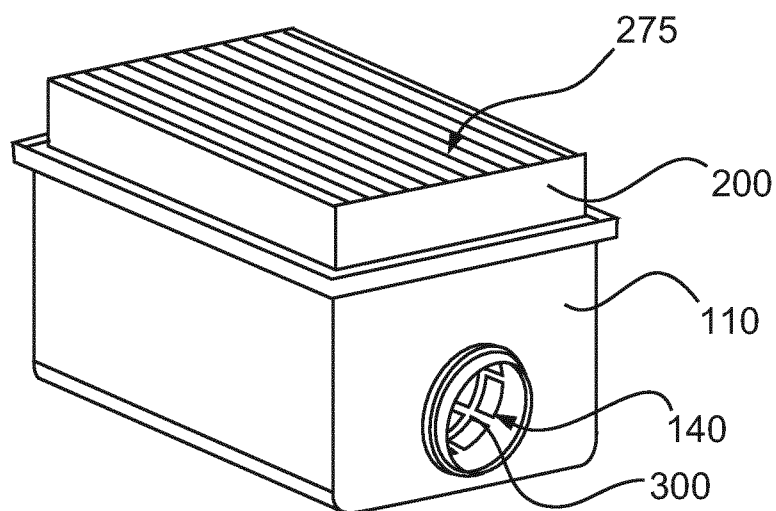


Fig. 10A

10/26

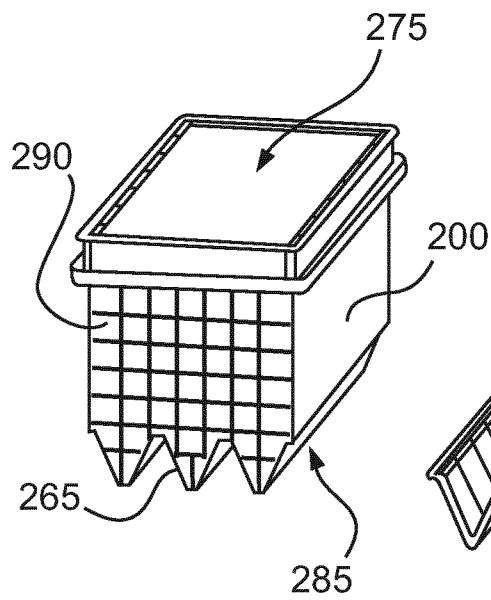


Fig.11A

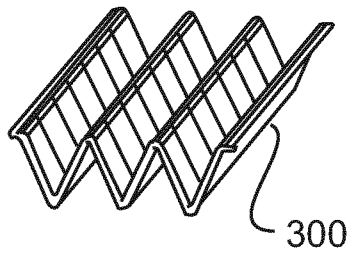


Fig.11B

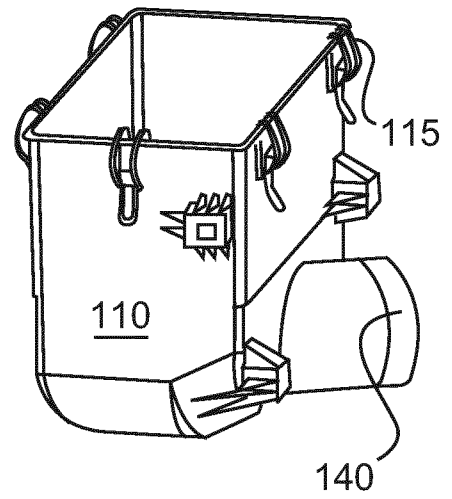


Fig.11C

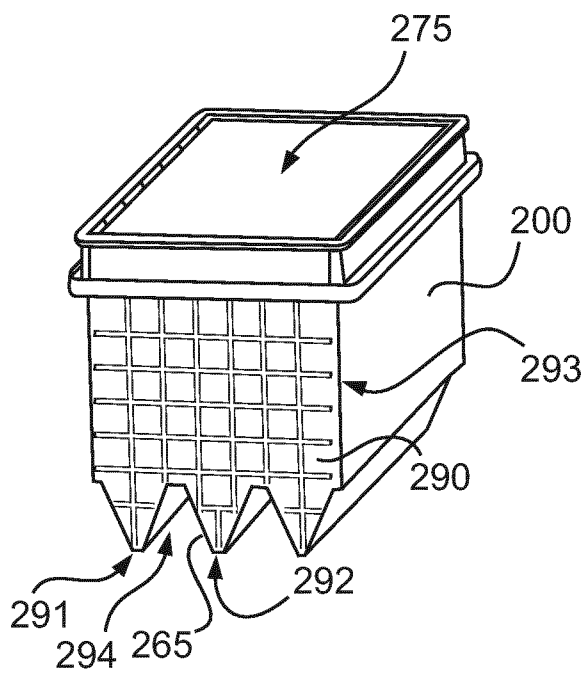


Fig.12A

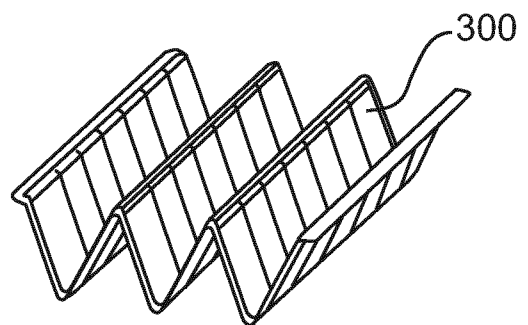


Fig.12B

11/26

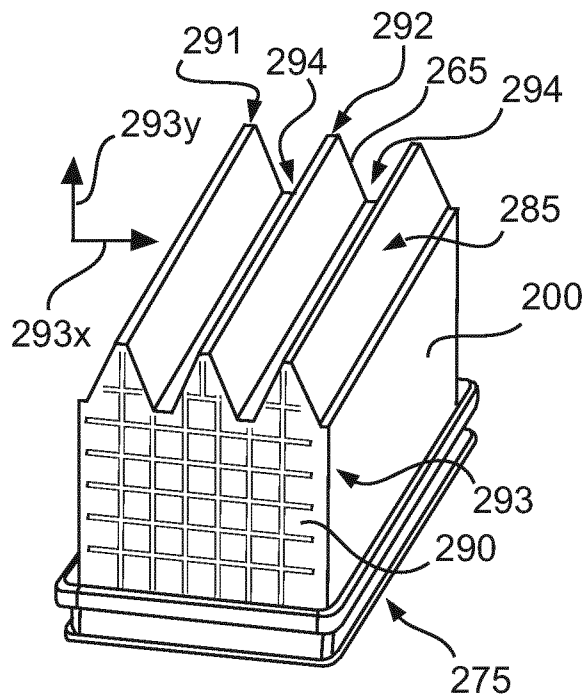


Fig.13A

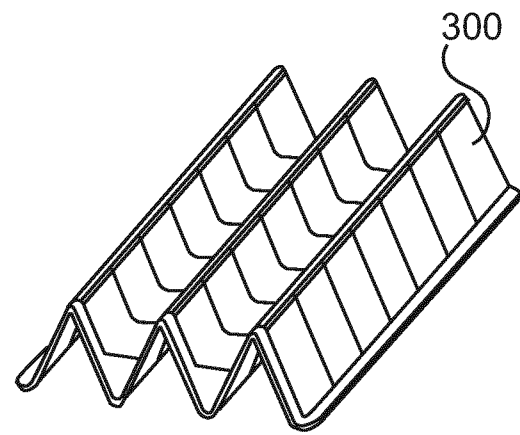


Fig.13B

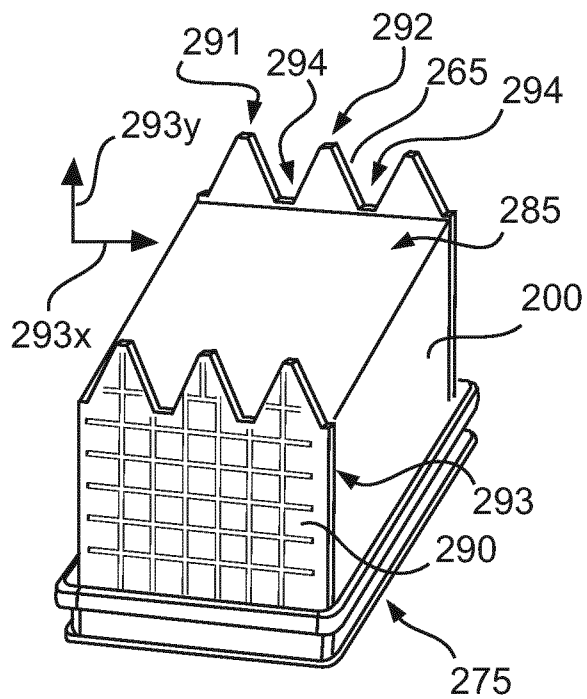


Fig.13C

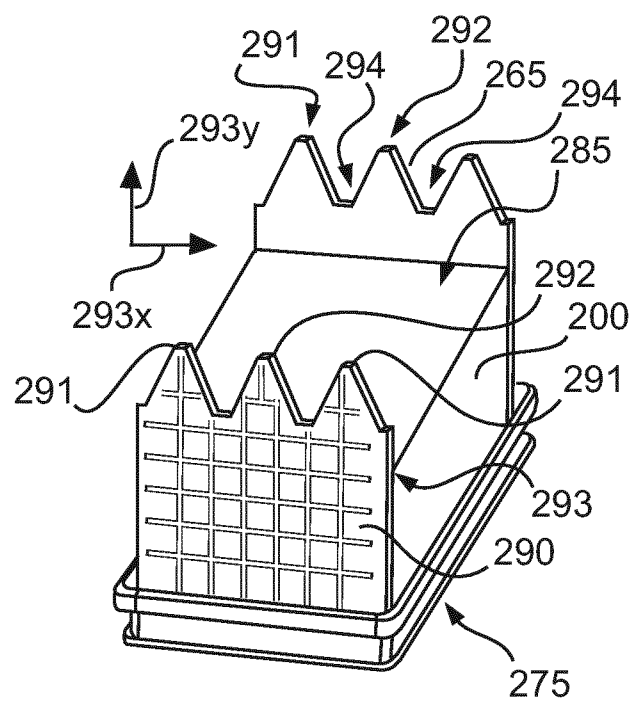
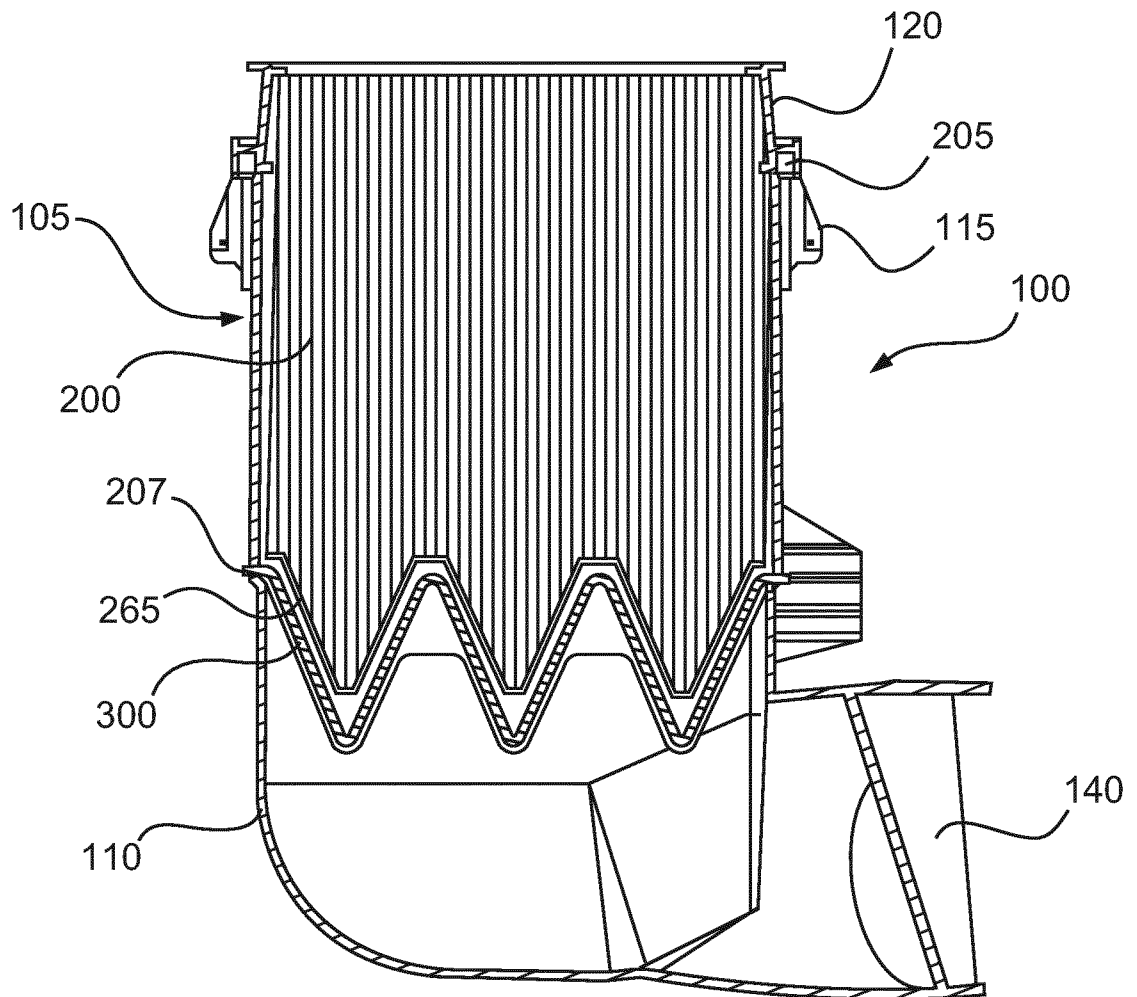


Fig.13D

12/26

**Fig.14**

13/26

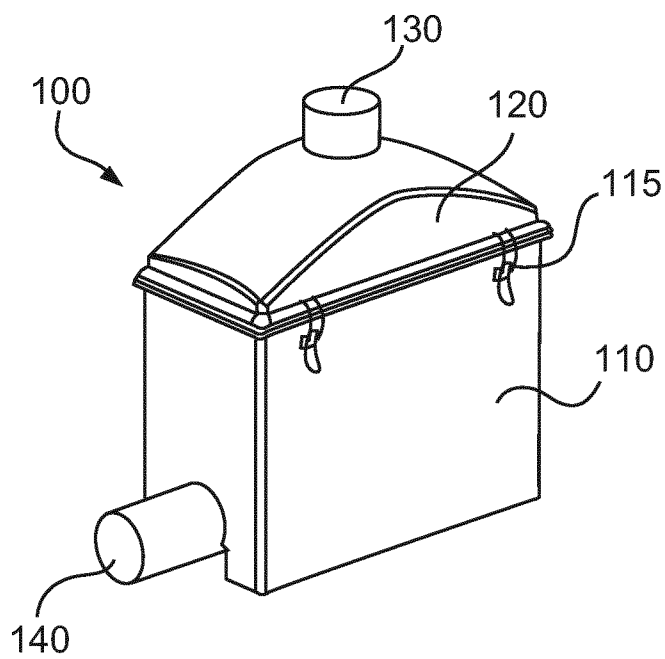


Fig. 15

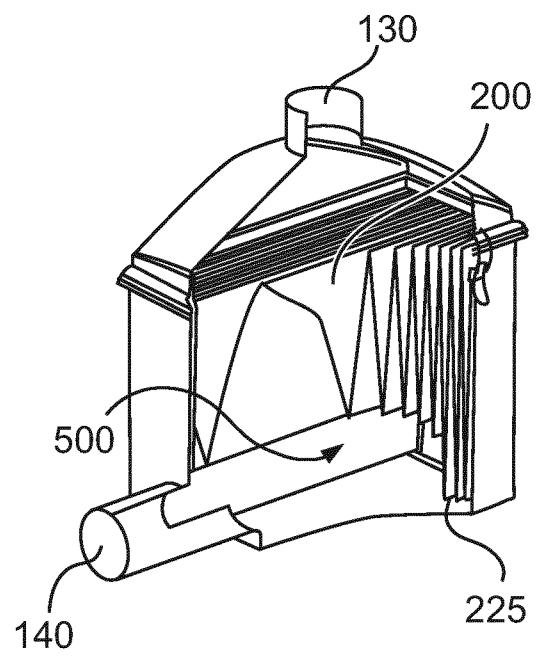


Fig. 16

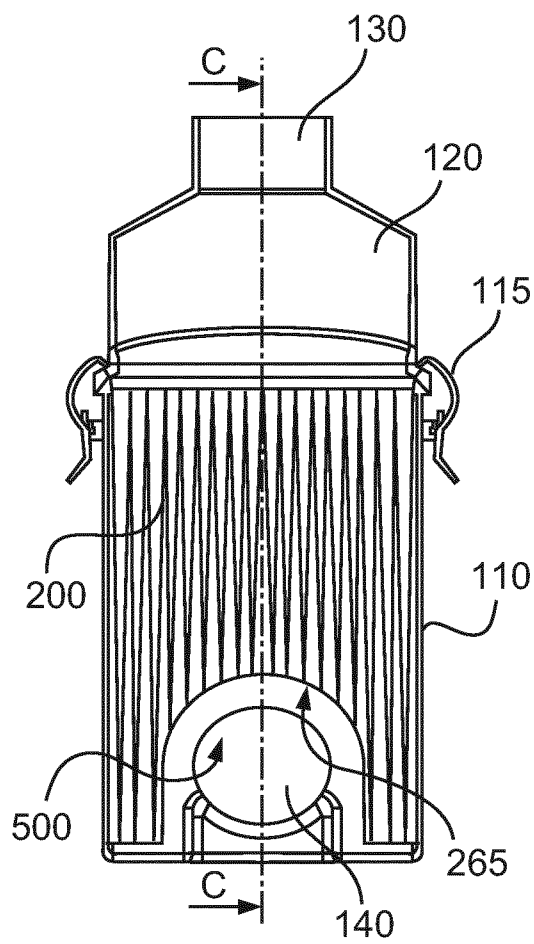


Fig. 17

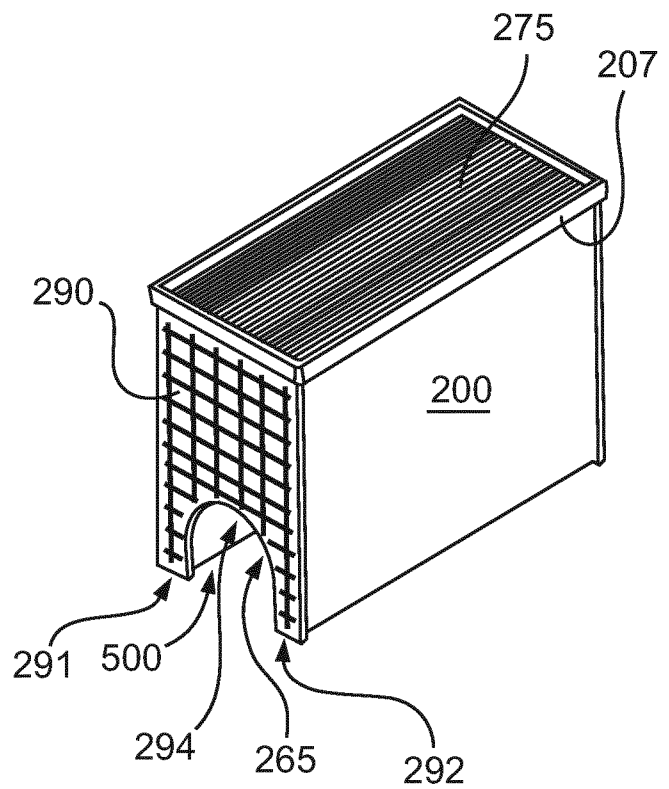


Fig. 18

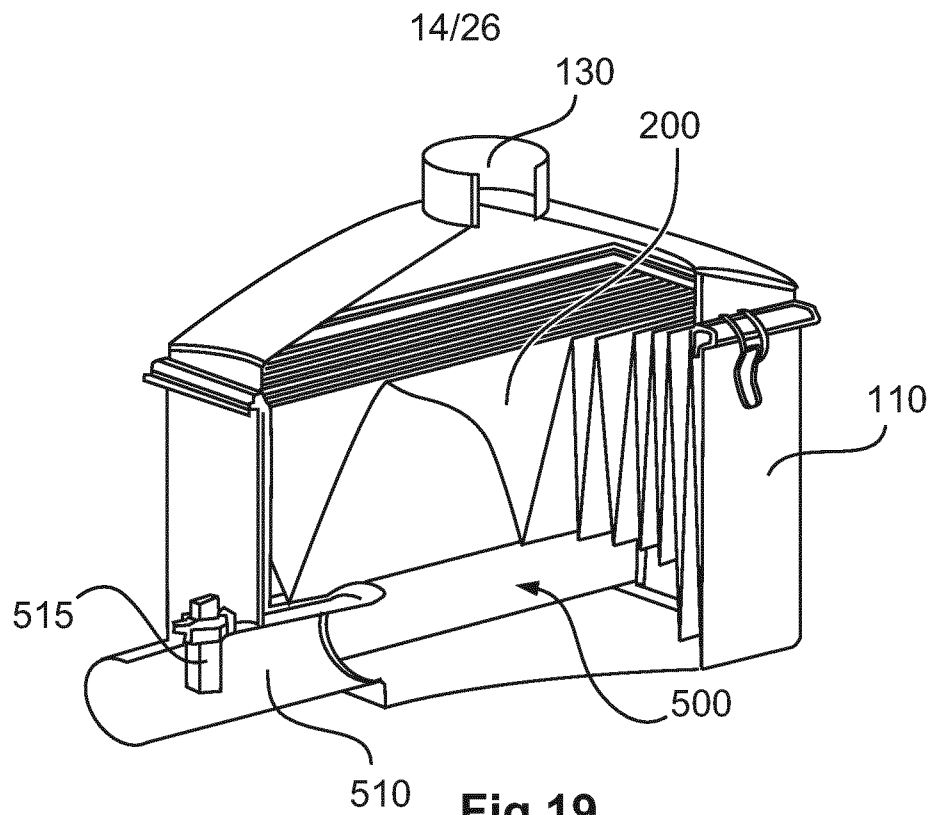


Fig.19

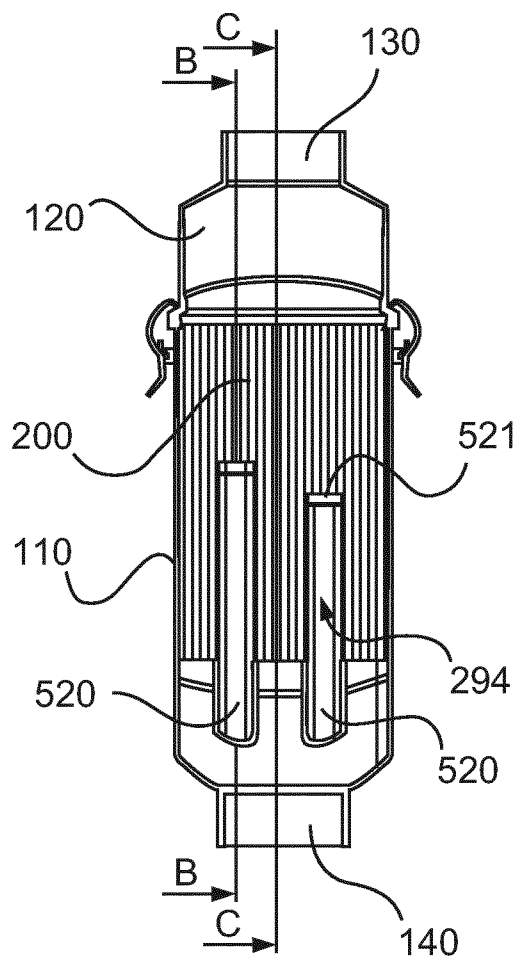


Fig.20

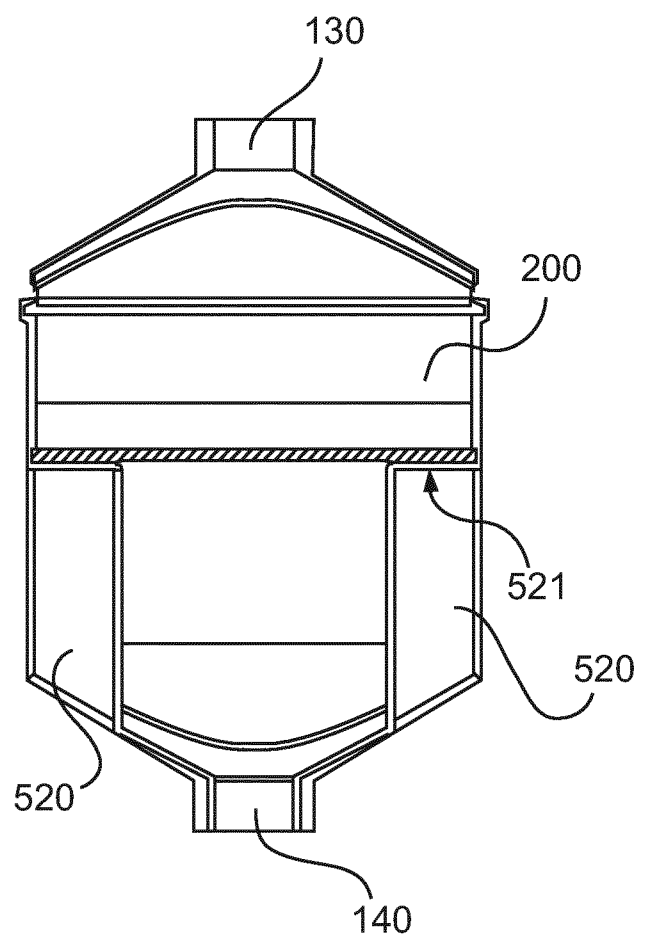


Fig.21

15/26

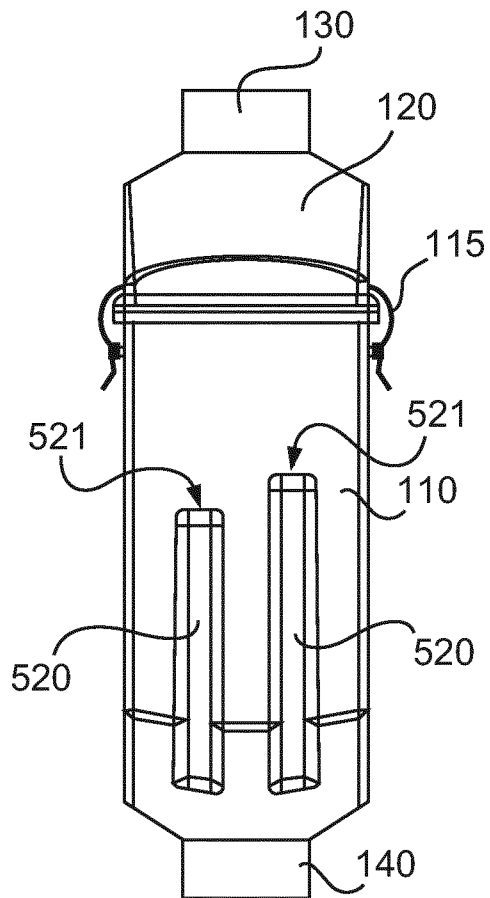


Fig. 22

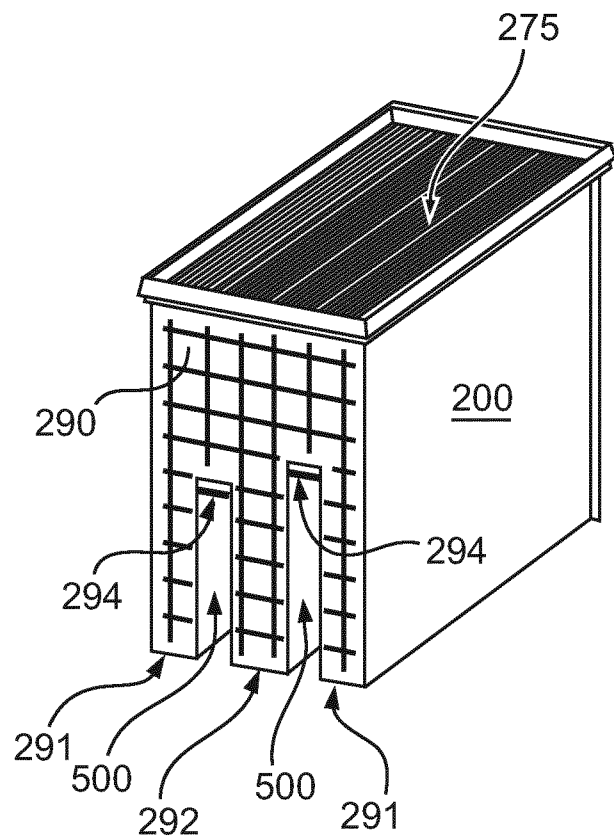


Fig. 23

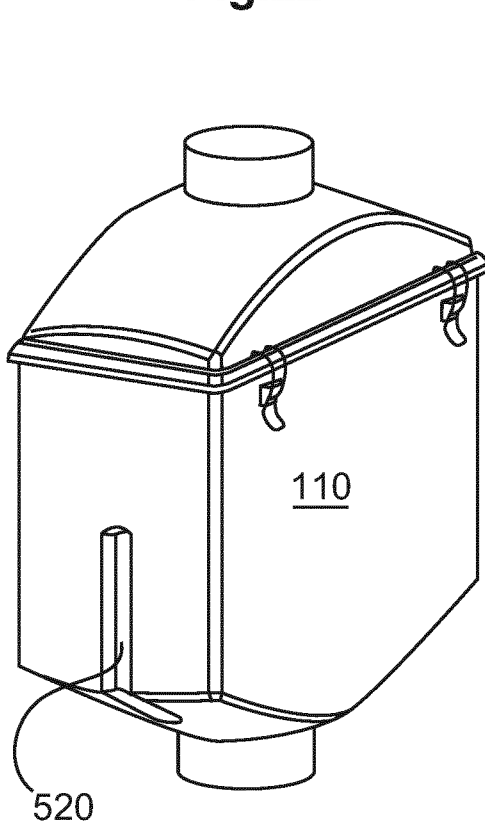


Fig. 24

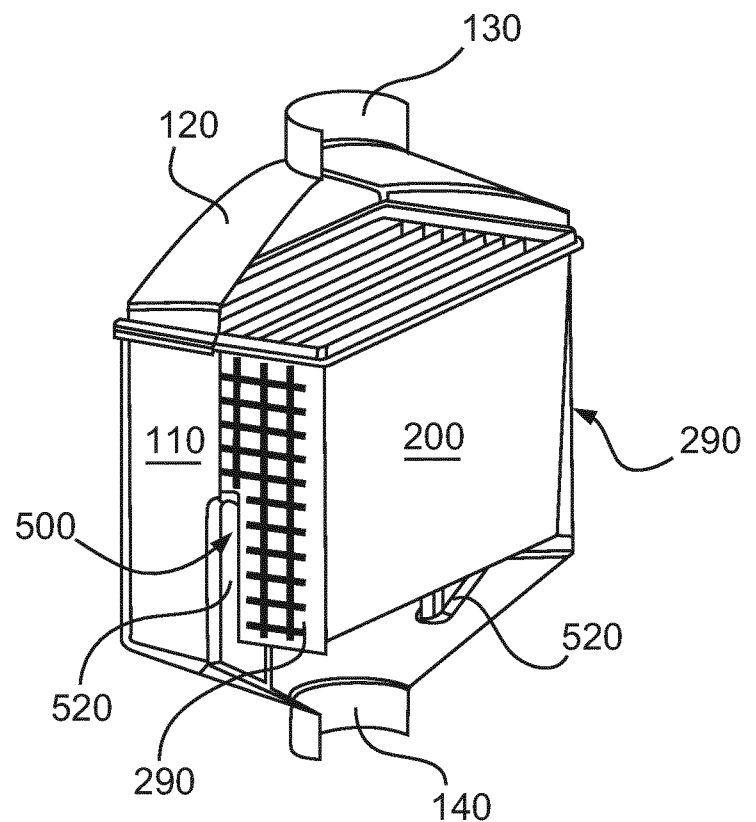


Fig. 25

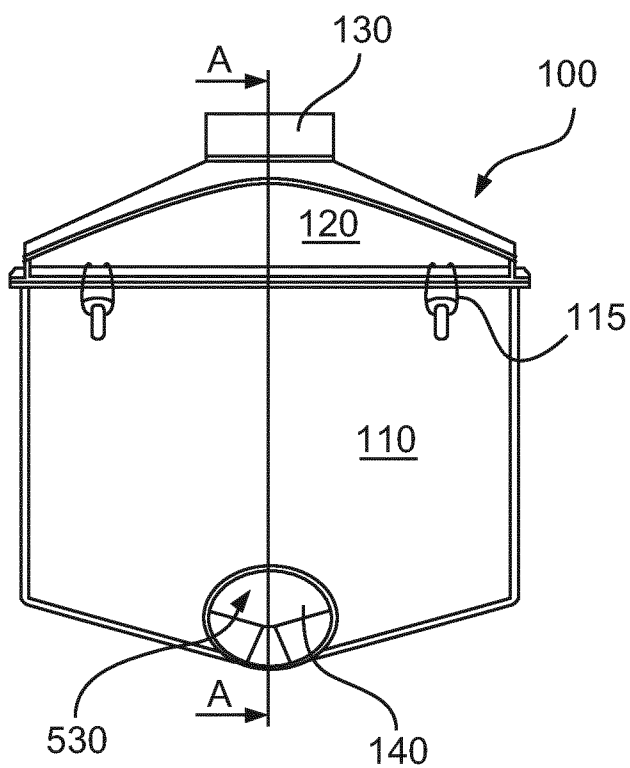
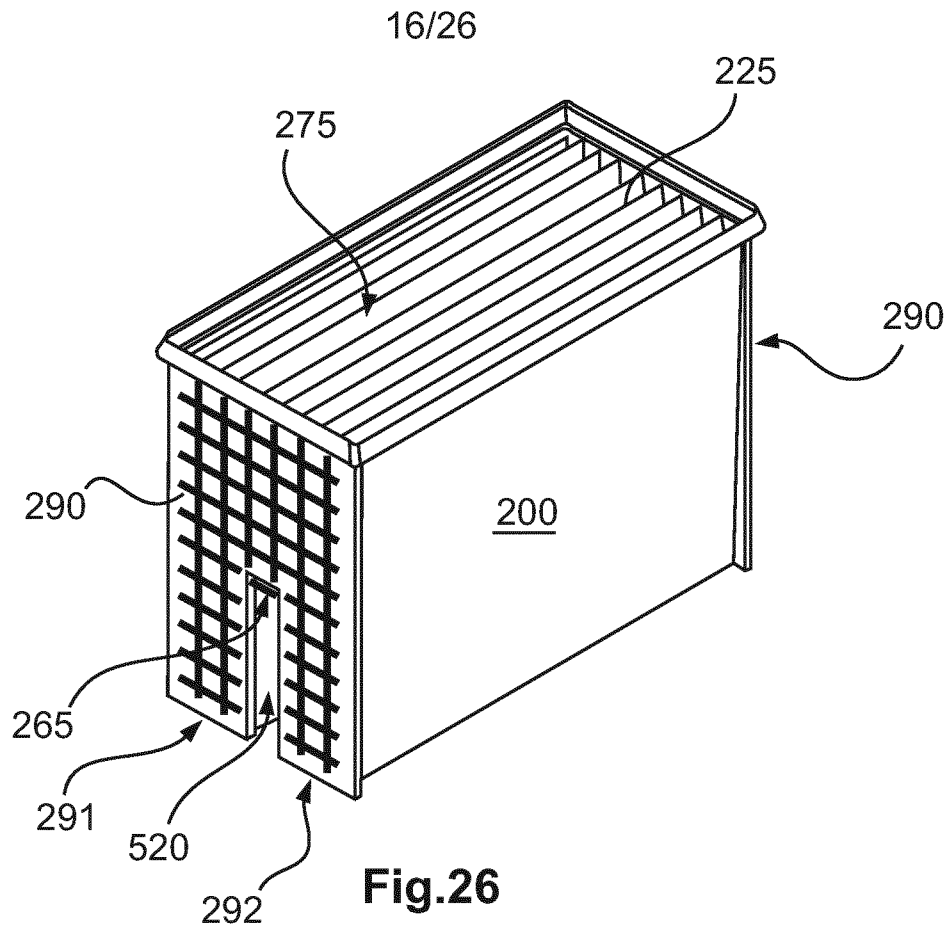


Fig. 27

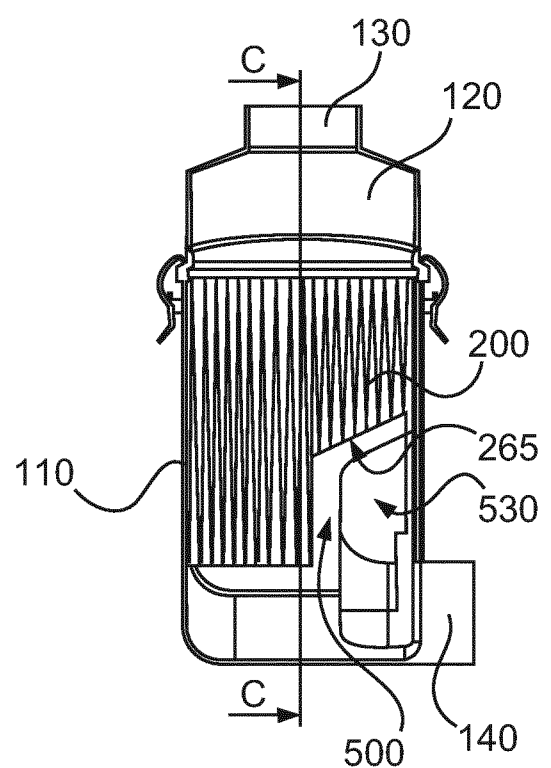


Fig. 28

17/26

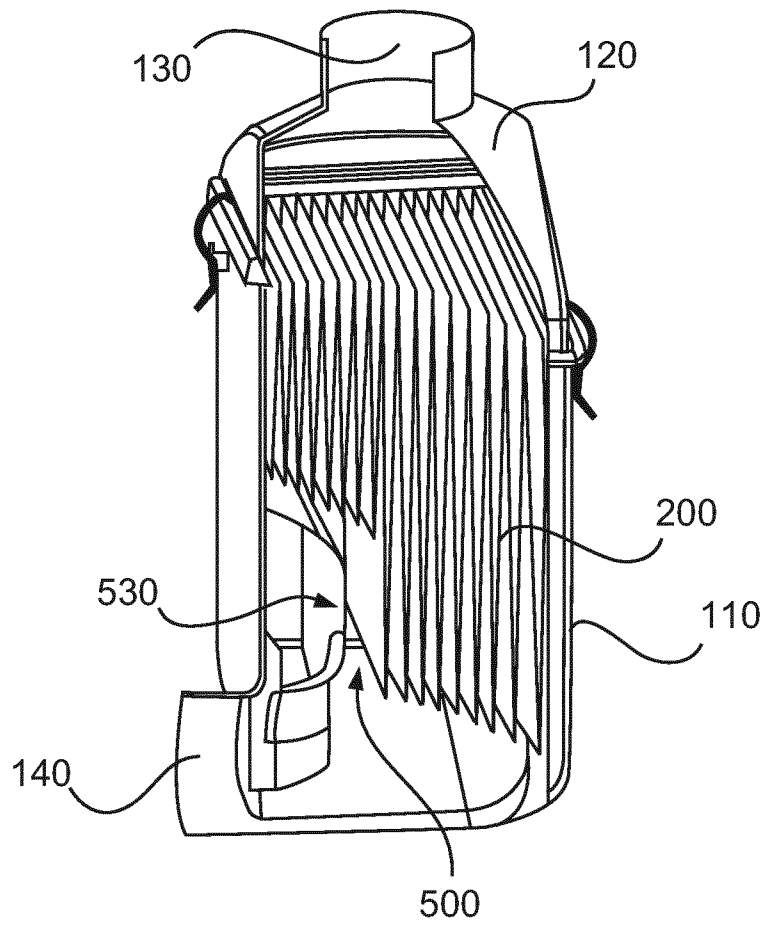


Fig.29

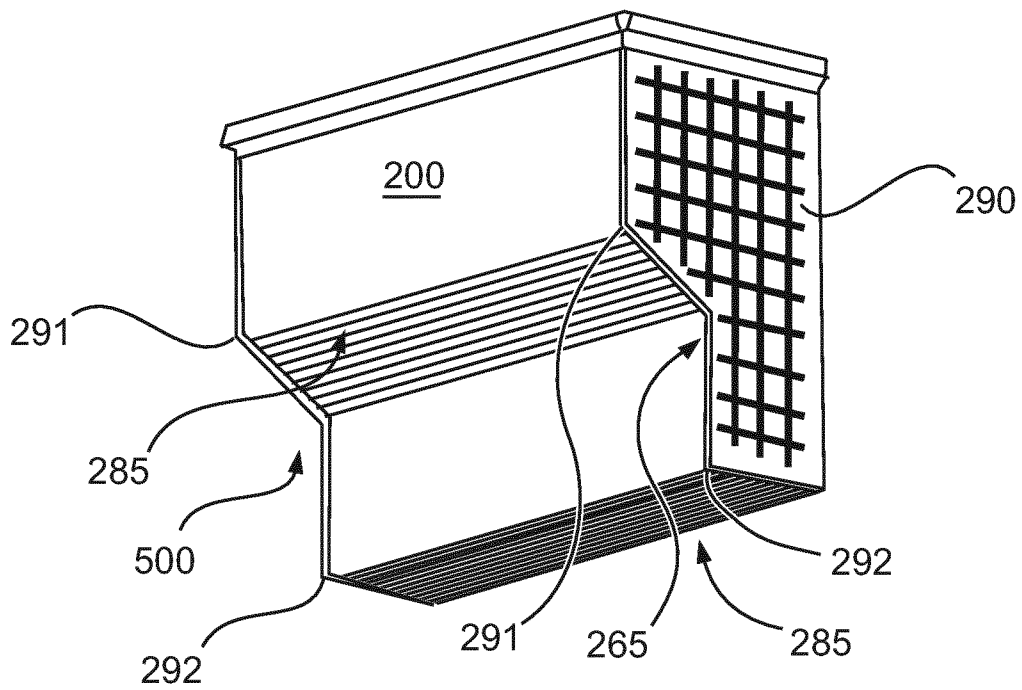


Fig.30

18/26

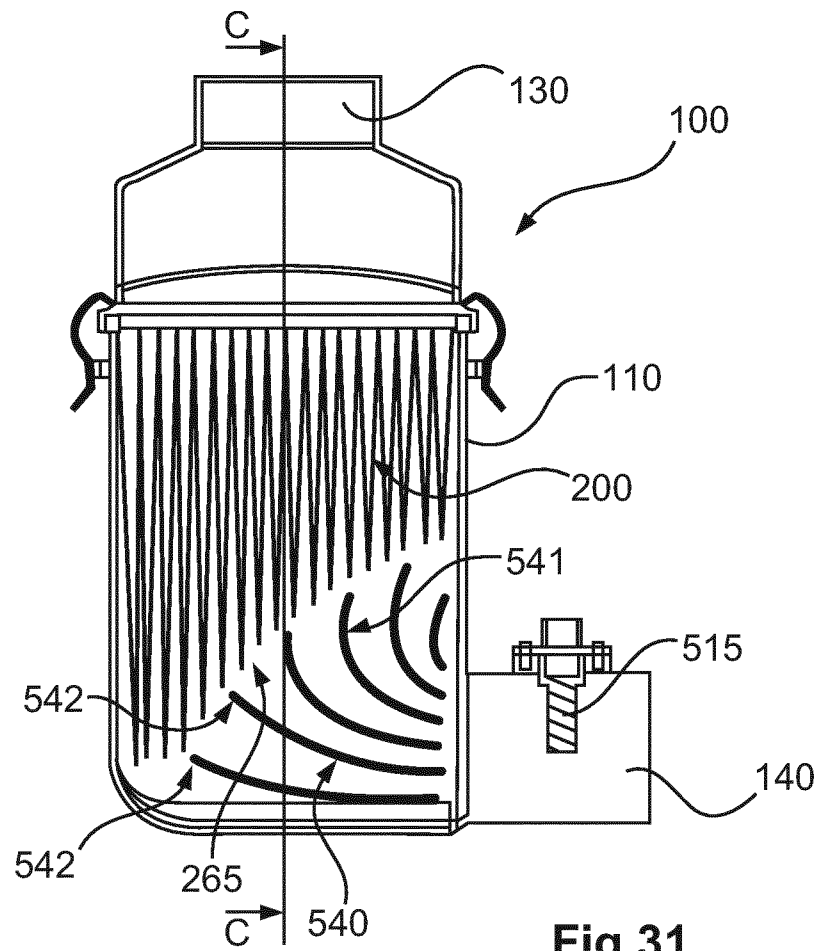


Fig.31

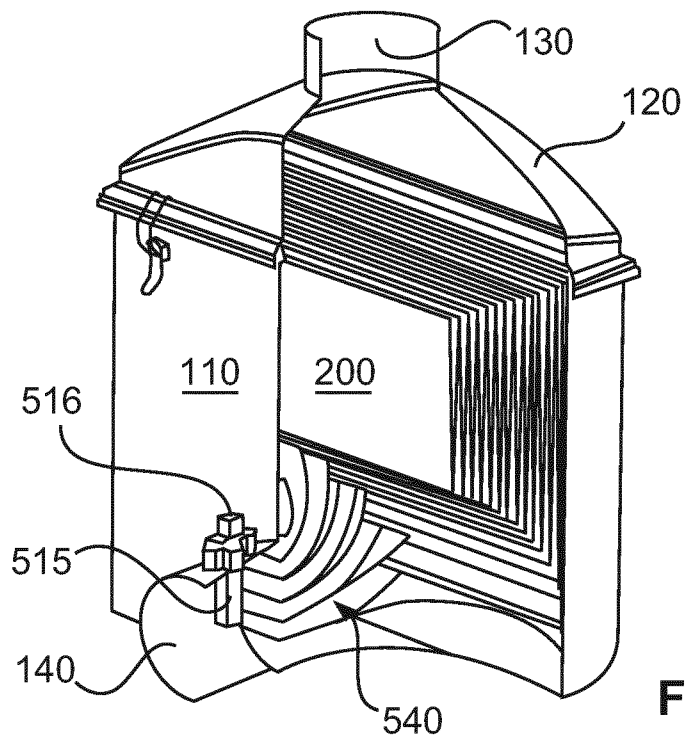


Fig.32

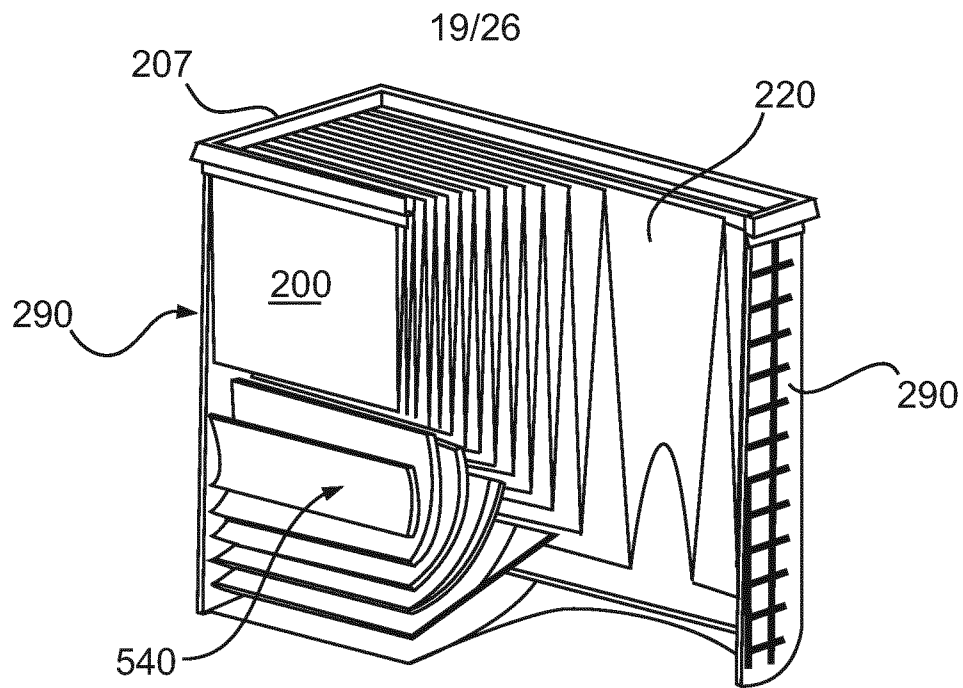


Fig.33

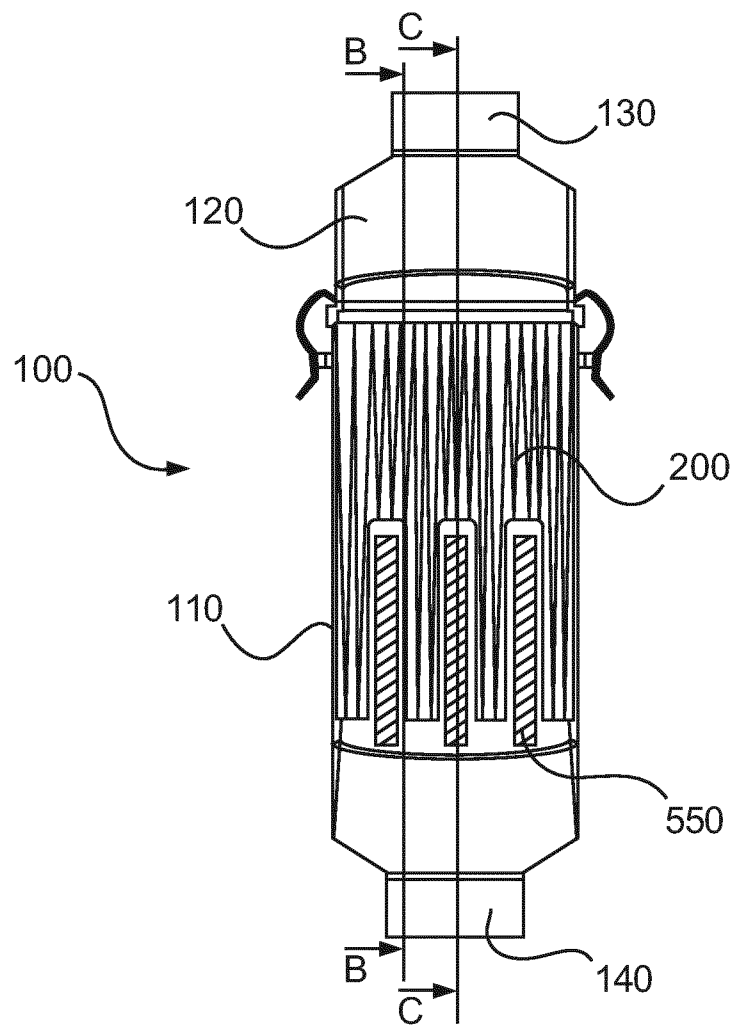
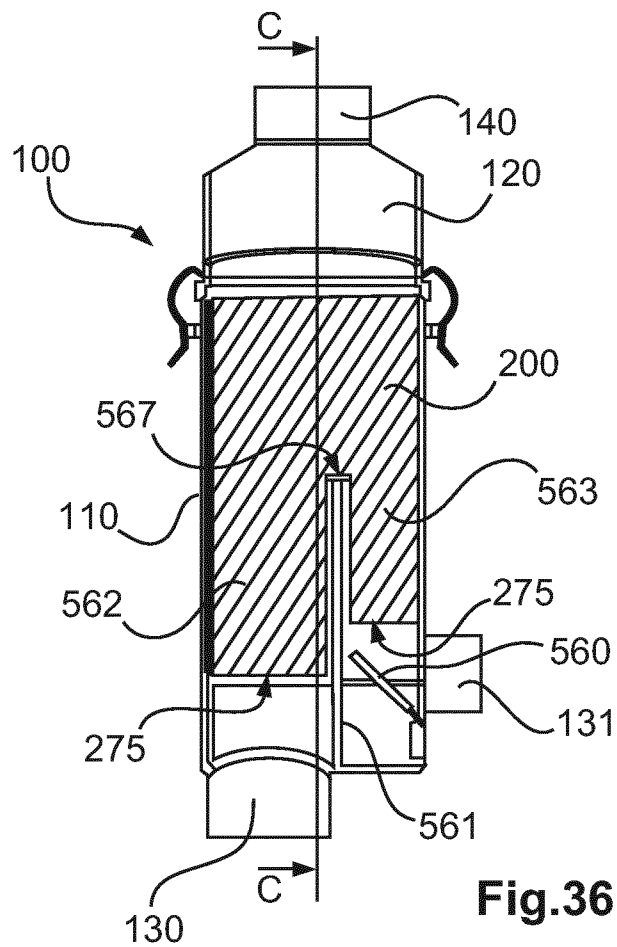
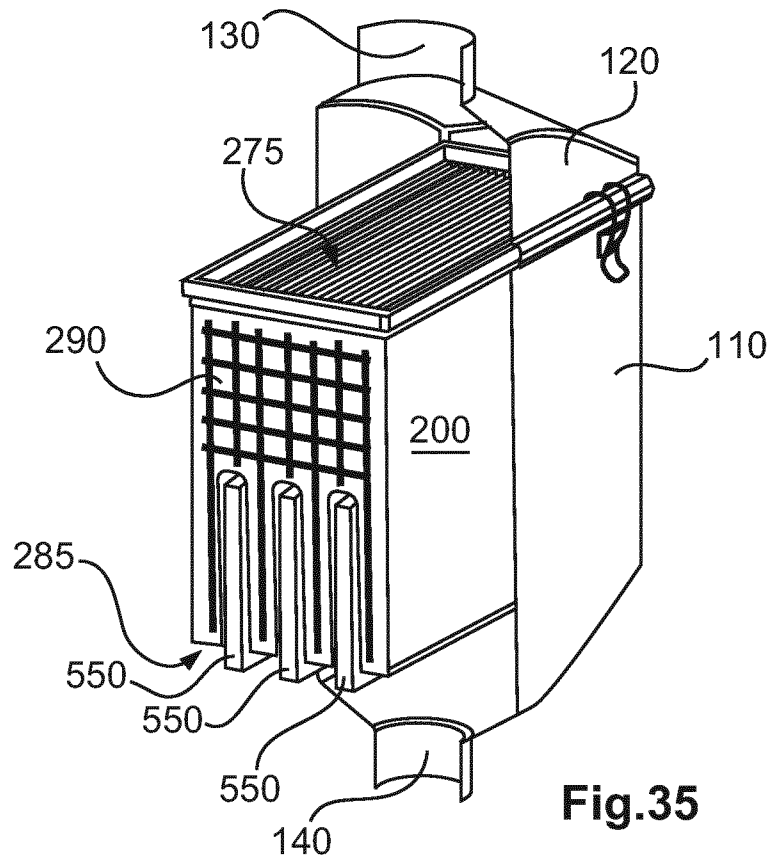


Fig.34

20/26



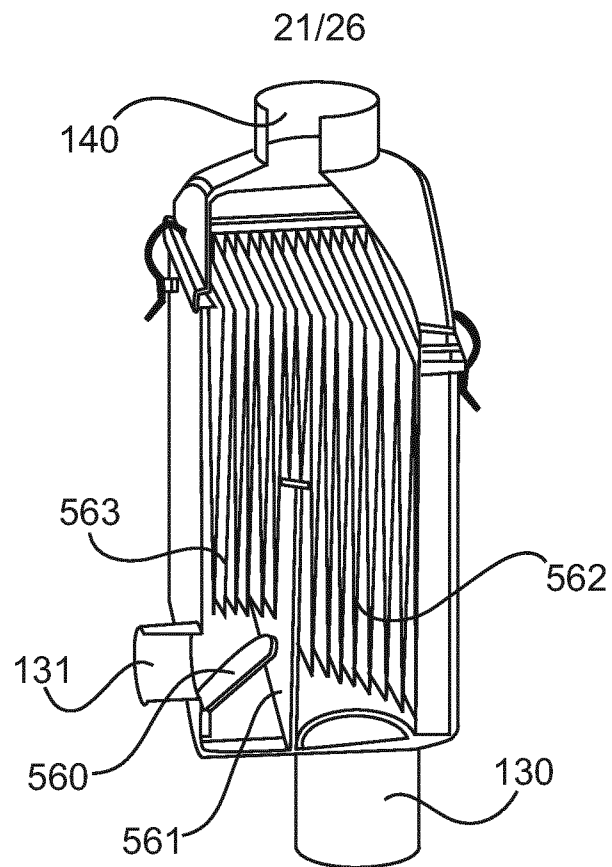


Fig.37

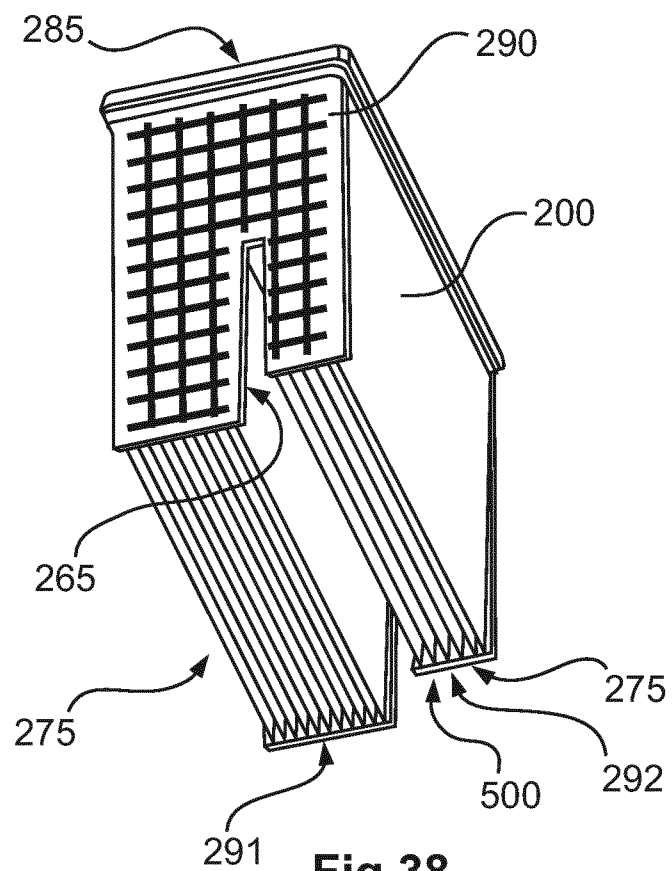


Fig.38

22/26

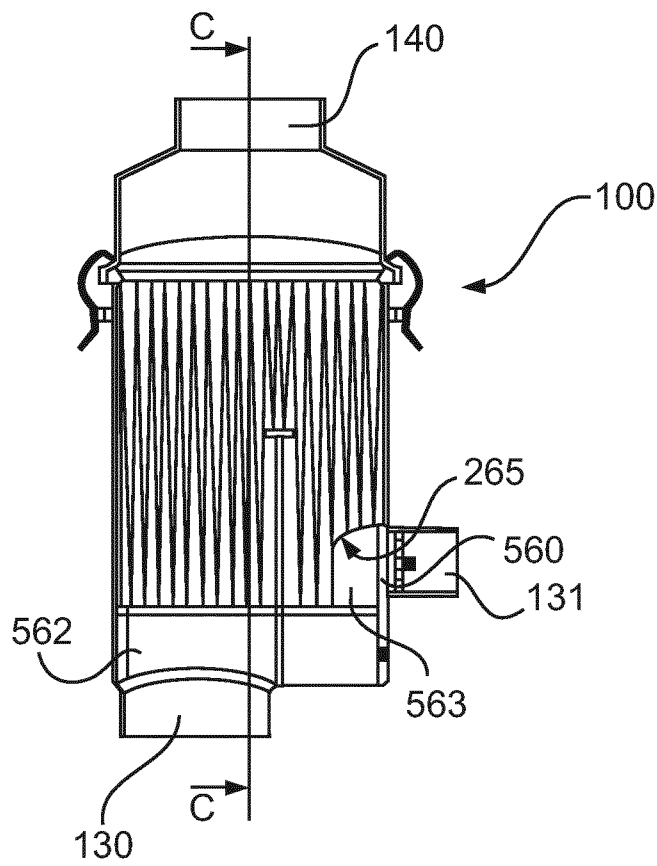


Fig.39

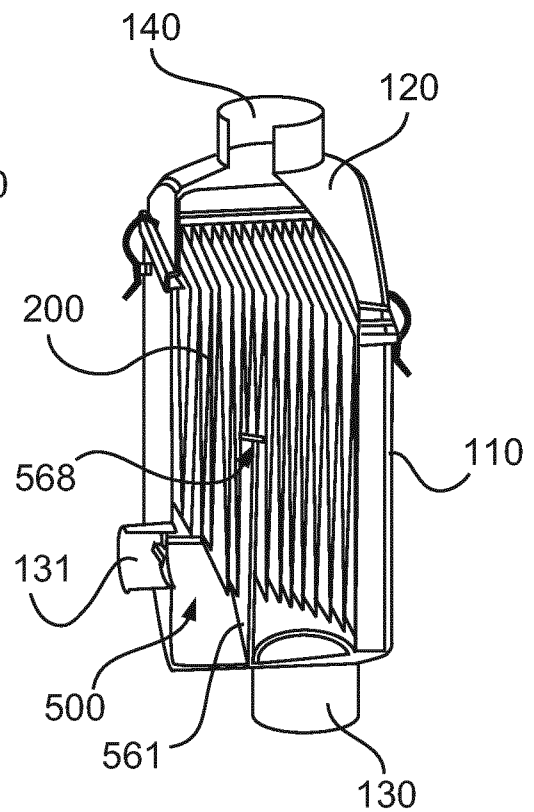


Fig.40

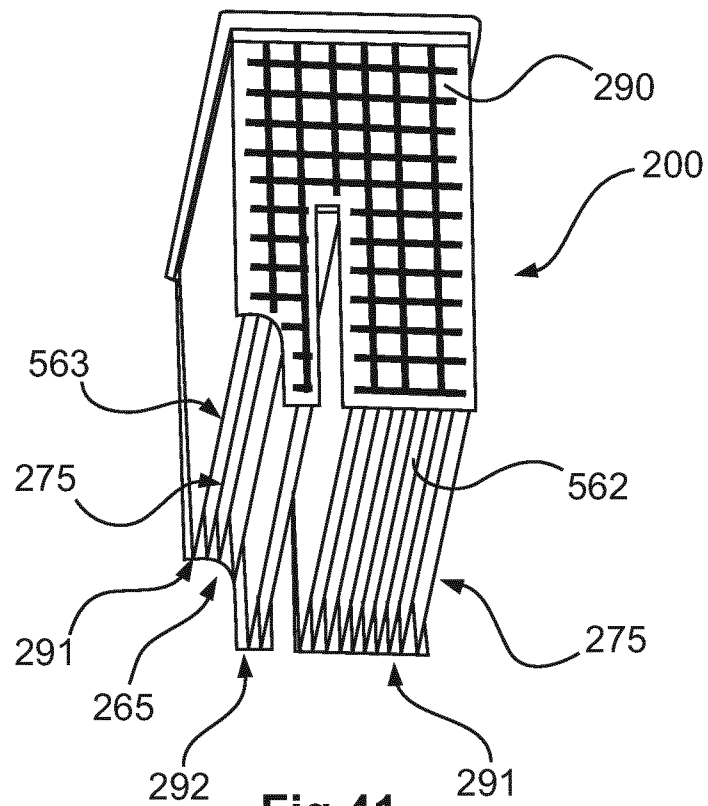


Fig.41

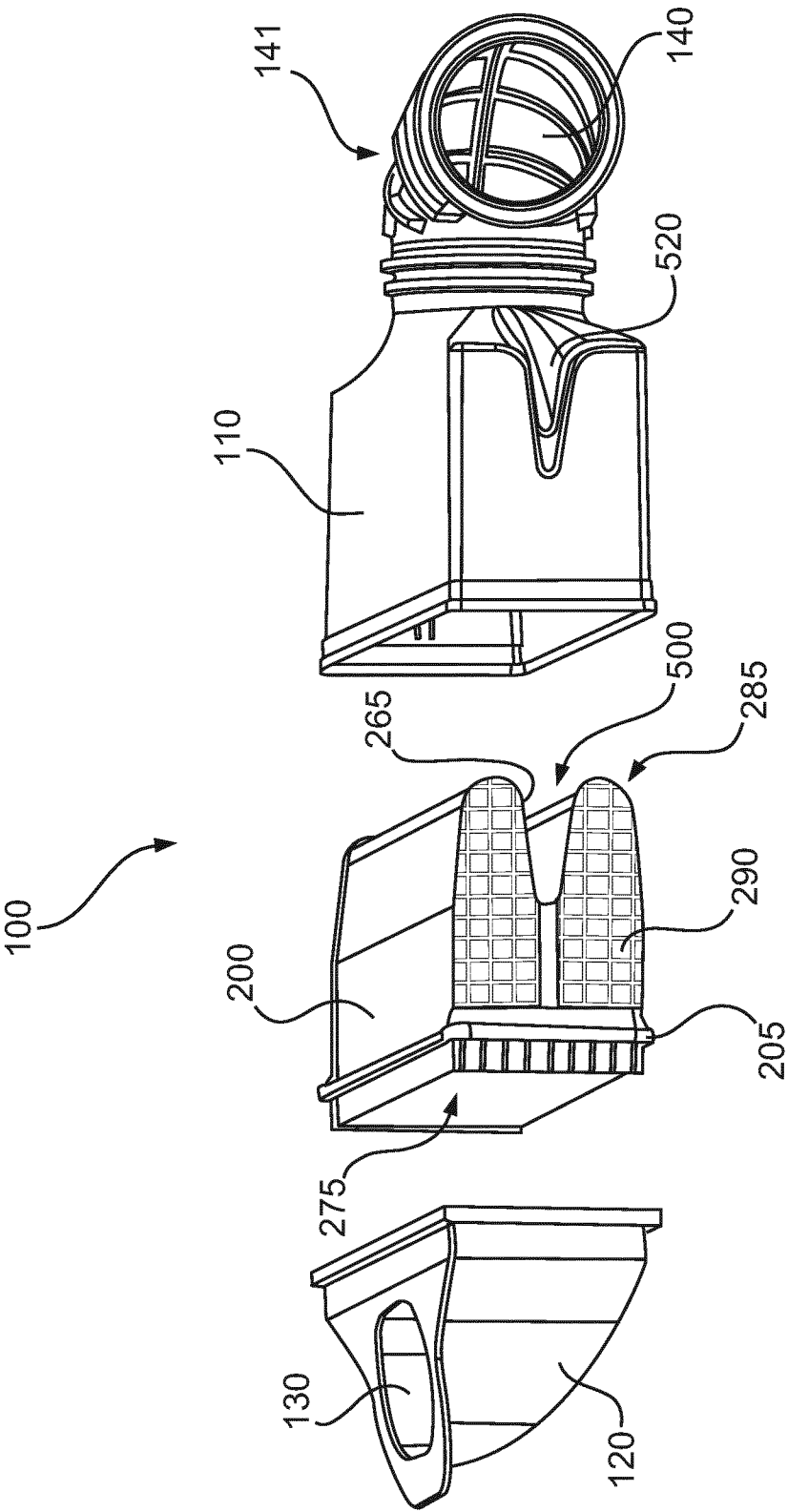


Fig.42

24/26

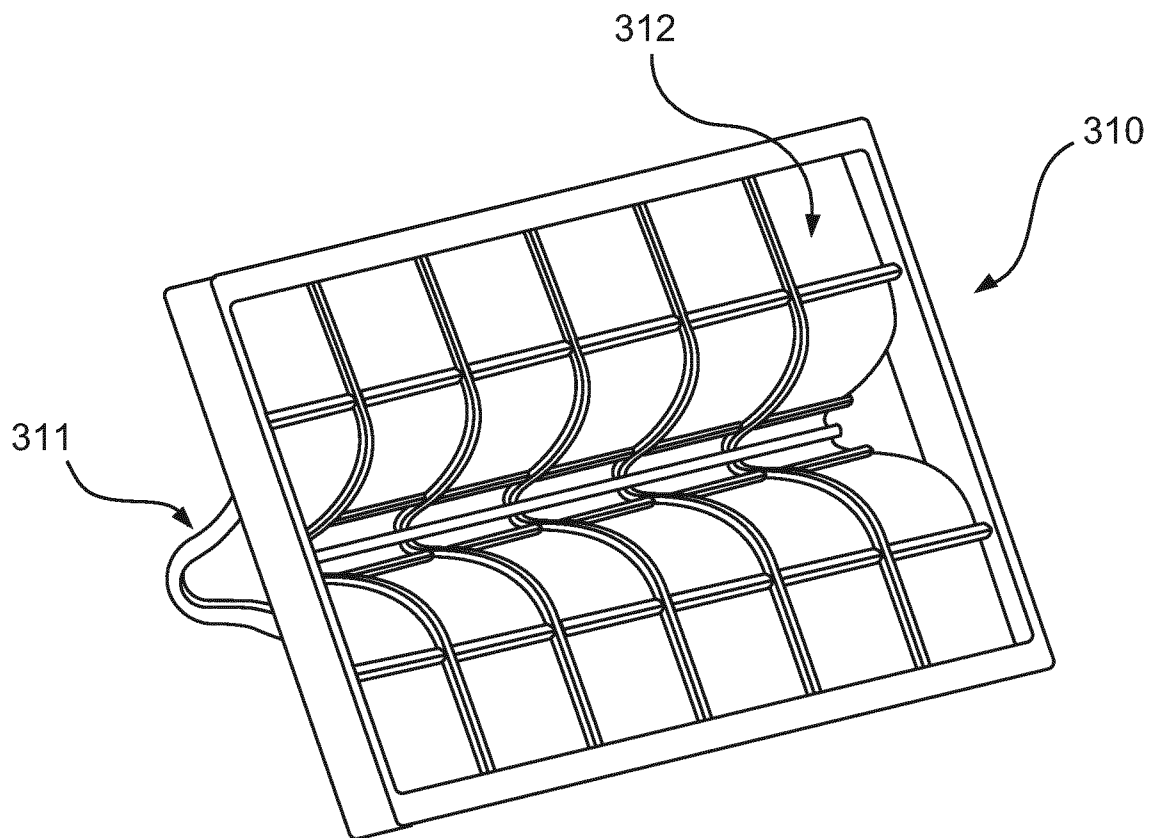


Fig.43

25/26

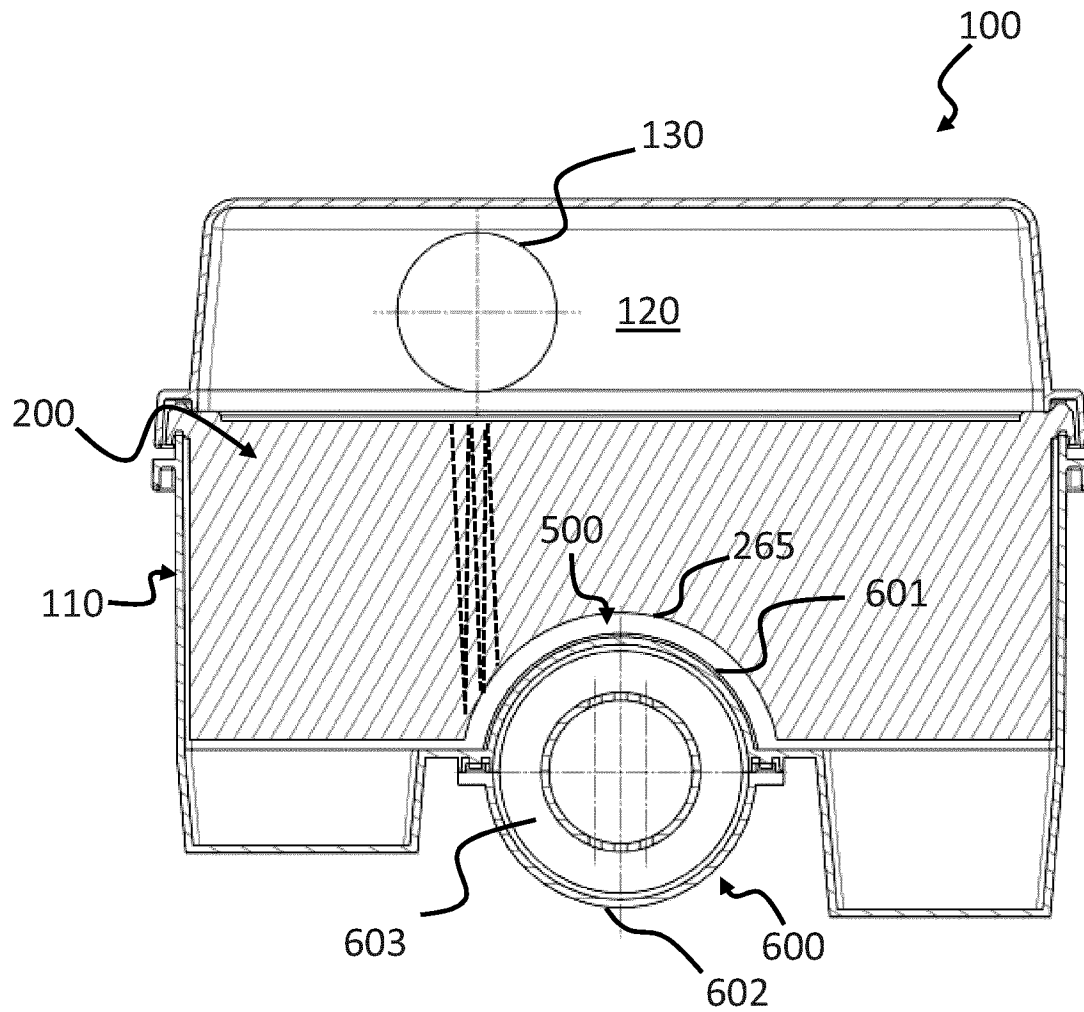


Fig.44

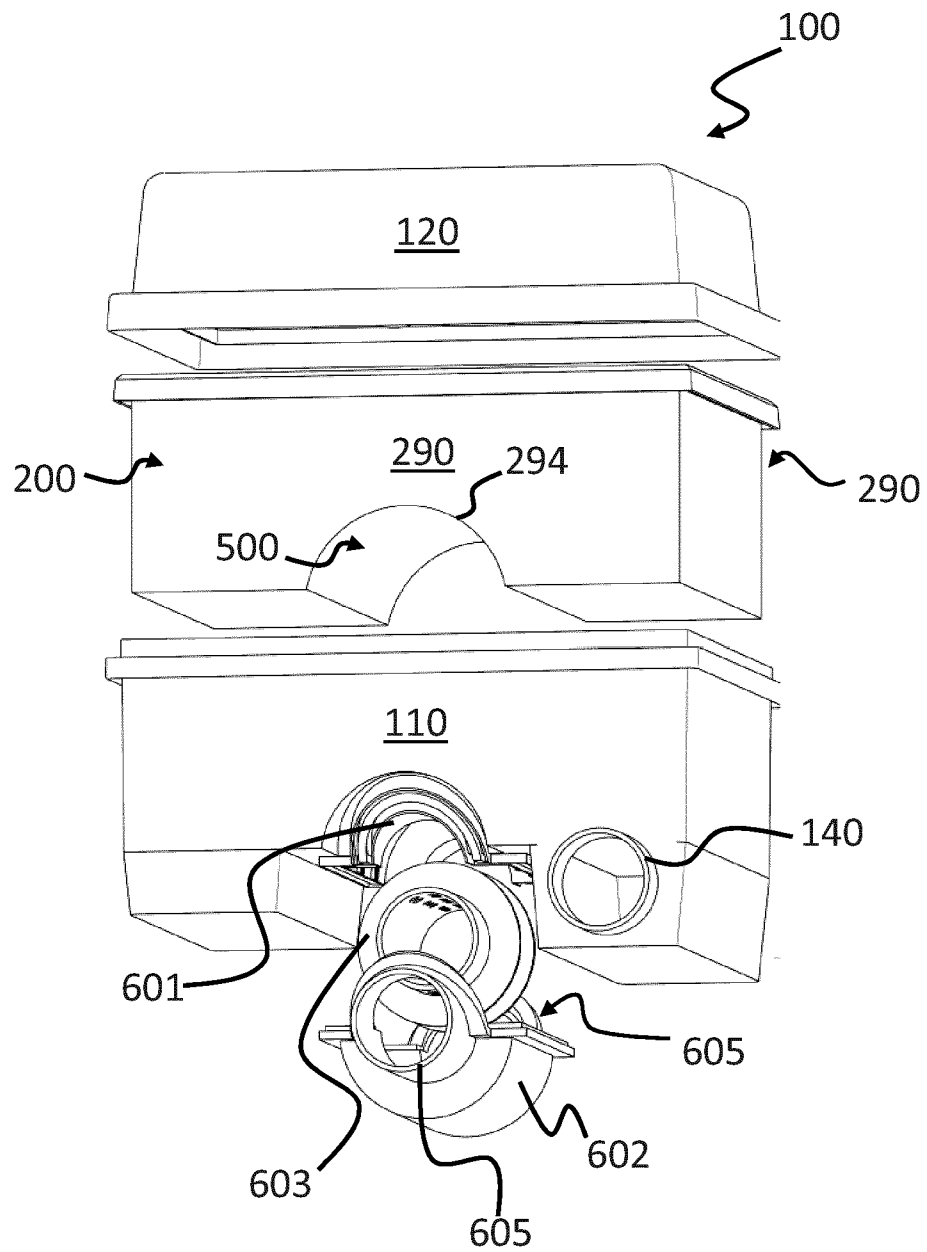


Fig.45

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/050585

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B01D46/52
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 98/47601 A1 (MANN & HUMMEL FILTER [DE]; ERNST VOLKER [DE]; KLOTZ ARTHUR [DE]; SOMME) 29 October 1998 (1998-10-29) cited in the application figures 1-4	1-5,8
X	WO 97/40908 A1 (DONALDSON CO INC [US]) 6 November 1997 (1997-11-06) figure 13	1
X	US 4 655 921 A (FUJIMOTO ETSUO [JP]) 7 April 1987 (1987-04-07) figure 2	1
X	WO 2005/037408 A1 (DONALDSON CO INC [US]; ADAMEK DANIEL E [US]; GUSTAFSON MICHAEL JON [US]) 28 April 2005 (2005-04-28) figure 8	1
	-/--	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 February 2013

Date of mailing of the international search report

04/03/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hoffmann, Alexander

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/050585

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 754 483 A1 (NIPPON DENSO CO [JP] DENSO CORP [JP]) 22 January 1997 (1997-01-22) figure 6 -----	1
X	EP 1 757 355 A1 (ENTEGRIS INC [US]) 28 February 2007 (2007-02-28) figure 1 -----	1
X	US 2003/024872 A1 (MUZIK TOM [US] ET AL) 6 February 2003 (2003-02-06) figures 3A, 3B -----	1
X	DE 20 2009 000969 U1 (MANN & HUMMEL GMBH [DE]) 1 July 2010 (2010-07-01) figure 1 -----	1-14
X	US 2011/023427 A1 (SRINIVASAN GIRIRAJ [US] ET AL) 3 February 2011 (2011-02-03) figures 1,2 -----	1-4, 10-14,19
X	FR 2 855 072 A1 (VALEO MATERIAUX FRICTION [FR]) 26 November 2004 (2004-11-26) figures 1,2 -----	1,3-8
X	DE 10 2008 058356 A1 (FREUDENBERG CARL KG [DE]) 27 May 2010 (2010-05-27) figures 1-5 -----	1-5,8
X	US 2007/157589 A1 (HABERKAMP WILLIAM C [US] ET AL) 12 July 2007 (2007-07-12) figures 6-8 -----	1-8, 10-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/050585

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9847601	A1	29-10-1998	BR 9808571 A 23-05-2000 CA 2287455 A1 29-10-1998 CN 1252736 A 10-05-2000 DE 19816431 A1 22-10-1998 EP 0975413 A1 02-02-2000 IL 123593 A 26-08-2001 IN 189834 A1 26-04-2003 JP 2001524870 A 04-12-2001 US 6312489 B1 06-11-2001 WO 9847601 A1 29-10-1998 ZA 9803006 A 13-10-1998
WO 9740908	A1	06-11-1997	AT 220940 T 15-08-2002 AU 722504 B2 03-08-2000 AU 2811697 A 19-11-1997 BR 9709167 A 03-08-1999 CN 1220614 A 23-06-1999 DE 69714245 D1 29-08-2002 DE 69714245 T2 14-11-2002 EP 0900115 A1 10-03-1999 EP 1216737 A2 26-06-2002 ES 2180051 T3 01-02-2003 JP 2001507617 A 12-06-2001 PL 329532 A1 29-03-1999 US 5902364 A 11-05-1999 WO 9740908 A1 06-11-1997 ZA 9703637 A 26-10-1998
US 4655921	A	07-04-1987	JP 61015021 U 28-01-1986 JP 62029052 Y2 25-07-1987 US 4655921 A 07-04-1987
WO 2005037408	A1	28-04-2005	US 2005144916 A1 07-07-2005 WO 2005037408 A1 28-04-2005
EP 0754483	A1	22-01-1997	AU 704754 B2 06-05-1999 CN 1145104 A 12-03-1997 CN 1147209 A 09-04-1997 DE 19581548 B4 21-10-2004 DE 19581548 T1 24-04-1997 DE 19581549 B4 28-10-2004 DE 19581549 T1 17-04-1997 DE 19680164 B4 18-05-2006 DE 19680164 T1 24-04-1997 DE 69532525 D1 11-03-2004 DE 69532525 T2 08-02-2007 EP 0754483 A1 22-01-1997 JP 3256972 B2 18-02-2002 JP 3256973 B2 18-02-2002 JP 3477477 B2 10-12-2003 JP 3858272 B2 13-12-2006 JP H11512170 A 19-10-1999 KR 100233022 B1 01-12-1999 US 5778926 A 14-07-1998 US 5782223 A 21-07-1998 US 5785032 A 28-07-1998 US 5900148 A 04-05-1999 WO 9623569 A1 08-08-1996

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/050585

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		WO 9623966 A1	08-08-1996
		WO 9623967 A1	08-08-1996
		WO 9623969 A1	08-08-1996
EP 1757355	A1	28-02-2007	
		CN 1942235 A	04-04-2007
		EP 1757355 A1	28-02-2007
		KR 20070000513 A	02-01-2007
		US 2007278149 A1	06-12-2007
		WO 2005099877 A1	27-10-2005
US 2003024872	A1	06-02-2003	
		AU 2003270741 A1	19-04-2004
		EP 1549411 A1	06-07-2005
		JP 2006512187 A	13-04-2006
		KR 20050072746 A	12-07-2005
		US 2003024872 A1	06-02-2003
		US 2005045553 A1	03-03-2005
		WO 2004028659 A1	08-04-2004
DE 202009000969	U1	01-07-2010	NONE
US 2011023427	A1	03-02-2011	
		CN 201802517 U	20-04-2011
		DE 102010036540 A1	03-02-2011
		US 2011023427 A1	03-02-2011
		US 2011023813 A1	03-02-2011
		US 2012266577 A1	25-10-2012
		US 2012304607 A1	06-12-2012
FR 2855072	A1	26-11-2004	
		DE 102004025274 A1	23-12-2004
		FR 2855072 A1	26-11-2004
DE 102008058356	A1	27-05-2010	NONE
US 2007157589	A1	12-07-2007	
		US 2007157589 A1	12-07-2007
		US 2010108598 A1	06-05-2010
		WO 2007081425 A1	19-07-2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B01D46/52
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B01D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 98/47601 A1 (MANN & HUMMEL FILTER [DE]; ERNST VOLKER [DE]; KLOTZ ARTHUR [DE]; SOMME) 29. Oktober 1998 (1998-10-29) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 1-4	1-5,8
X	WO 97/40908 A1 (DONALDSON CO INC [US]) 6. November 1997 (1997-11-06) Abbildung 13	1
X	US 4 655 921 A (FUJIMOTO ETSUO [JP]) 7. April 1987 (1987-04-07) Abbildung 2	1
X	WO 2005/037408 A1 (DONALDSON CO INC [US]; ADAMEK DANIEL E [US]; GUSTAFSON MICHAEL JON [US]) 28. April 2005 (2005-04-28) Abbildung 8	1
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. Februar 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/03/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hoffmann, Alexander

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 754 483 A1 (NIPPON DENSO CO [JP] DENSO CORP [JP]) 22. Januar 1997 (1997-01-22) Abbildung 6 -----	1
X	EP 1 757 355 A1 (ENTEGRIS INC [US]) 28. Februar 2007 (2007-02-28) Abbildung 1 -----	1
X	US 2003/024872 A1 (MUZIK TOM [US] ET AL) 6. Februar 2003 (2003-02-06) Abbildungen 3A, 3B -----	1
X	DE 20 2009 000969 U1 (MANN & HUMMEL GMBH [DE]) 1. Juli 2010 (2010-07-01) Abbildung 1 -----	1-14
X	US 2011/023427 A1 (SRINIVASAN GIRIRAJ [US] ET AL) 3. Februar 2011 (2011-02-03) Abbildungen 1,2 -----	1-4, 10-14,19
X	FR 2 855 072 A1 (VALEO MATERIAUX FRICTION [FR]) 26. November 2004 (2004-11-26) Abbildungen 1,2 -----	1,3-8
X	DE 10 2008 058356 A1 (FREUDENBERG CARL KG [DE]) 27. Mai 2010 (2010-05-27) Abbildungen 1-5 -----	1-5,8
X	US 2007/157589 A1 (HABERKAMP WILLIAM C [US] ET AL) 12. Juli 2007 (2007-07-12) Abbildungen 6-8 -----	1-8, 10-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/050585

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9847601	A1	29-10-1998	BR	9808571 A	23-05-2000
			CA	2287455 A1	29-10-1998
			CN	1252736 A	10-05-2000
			DE	19816431 A1	22-10-1998
			EP	0975413 A1	02-02-2000
			IL	123593 A	26-08-2001
			IN	189834 A1	26-04-2003
			JP	2001524870 A	04-12-2001
			US	6312489 B1	06-11-2001
			WO	9847601 A1	29-10-1998
			ZA	9803006 A	13-10-1998

WO 9740908	A1	06-11-1997	AT	220940 T	15-08-2002
			AU	722504 B2	03-08-2000
			AU	2811697 A	19-11-1997
			BR	9709167 A	03-08-1999
			CN	1220614 A	23-06-1999
			DE	69714245 D1	29-08-2002
			DE	69714245 T2	14-11-2002
			EP	0900115 A1	10-03-1999
			EP	1216737 A2	26-06-2002
			ES	2180051 T3	01-02-2003
			JP	2001507617 A	12-06-2001
			PL	329532 A1	29-03-1999
			US	5902364 A	11-05-1999
			WO	9740908 A1	06-11-1997
			ZA	9703637 A	26-10-1998

US 4655921	A	07-04-1987	JP	61015021 U	28-01-1986
			JP	62029052 Y2	25-07-1987
			US	4655921 A	07-04-1987

WO 2005037408	A1	28-04-2005	US	2005144916 A1	07-07-2005
			WO	2005037408 A1	28-04-2005

EP 0754483	A1	22-01-1997	AU	704754 B2	06-05-1999
			CN	1145104 A	12-03-1997
			CN	1147209 A	09-04-1997
			DE	19581548 B4	21-10-2004
			DE	19581548 T1	24-04-1997
			DE	19581549 B4	28-10-2004
			DE	19581549 T1	17-04-1997
			DE	19680164 B4	18-05-2006
			DE	19680164 T1	24-04-1997
			DE	69532525 D1	11-03-2004
			DE	69532525 T2	08-02-2007
			EP	0754483 A1	22-01-1997
			JP	3256972 B2	18-02-2002
			JP	3256973 B2	18-02-2002
			JP	3477477 B2	10-12-2003
			JP	3858272 B2	13-12-2006
			JP	H11512170 A	19-10-1999
			KR	100233022 B1	01-12-1999
			US	5778926 A	14-07-1998
			US	5782223 A	21-07-1998
			US	5785032 A	28-07-1998
			US	5900148 A	04-05-1999
			WO	9623569 A1	08-08-1996

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/050585

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
			WO	9623966 A1	08-08-1996
			WO	9623967 A1	08-08-1996
			WO	9623969 A1	08-08-1996

EP 1757355	A1	28-02-2007	CN	1942235 A	04-04-2007
			EP	1757355 A1	28-02-2007
			KR	20070000513 A	02-01-2007
			US	2007278149 A1	06-12-2007
			WO	2005099877 A1	27-10-2005

US 2003024872	A1	06-02-2003	AU	2003270741 A1	19-04-2004
			EP	1549411 A1	06-07-2005
			JP	2006512187 A	13-04-2006
			KR	20050072746 A	12-07-2005
			US	2003024872 A1	06-02-2003
			US	2005045553 A1	03-03-2005
			WO	2004028659 A1	08-04-2004

DE 202009000969	U1	01-07-2010	KEINE		

US 2011023427	A1	03-02-2011	CN	201802517 U	20-04-2011
			DE	102010036540 A1	03-02-2011
			US	2011023427 A1	03-02-2011
			US	2011023813 A1	03-02-2011
			US	2012266577 A1	25-10-2012
			US	2012304607 A1	06-12-2012

FR 2855072	A1	26-11-2004	DE	102004025274 A1	23-12-2004
			FR	2855072 A1	26-11-2004

DE 102008058356	A1	27-05-2010	KEINE		

US 2007157589	A1	12-07-2007	US	2007157589 A1	12-07-2007
			US	2010108598 A1	06-05-2010
			WO	2007081425 A1	19-07-2007
