



(10) **DE 10 2010 052 155 A1** 2012.05.24

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 052 155.8**

(22) Anmeldetag: **22.11.2010**

(43) Offenlegungstag: **24.05.2012**

(51) Int Cl.: **B01D 39/16 (2006.01)**
B01D 46/10 (2006.01)

(71) Anmelder:

Irema-Filter GmbH, 92353, Postbauer-Heng, DE

(74) Vertreter:

**Wallinger Ricker Schlotter Tostmann, 80331,
München, DE**

(72) Erfinder:

**Seeberger, Andreas, Dr., 90402, Nürnberg, DE;
Jung, Anke, Dr., 90402, Nürnberg, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

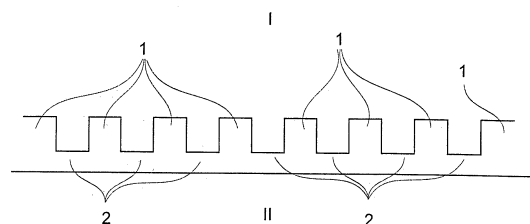
DE	44 43 158	A1
DE	10 2004 060 593	A1
DE	10 2005 026 156	A1
DE	10 2009 026 276	A1
DE	693 20 027	T2
EP	0 432 586	A2

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Luftfiltermedium mit zwei Wirkmechanismen**

(57) Zusammenfassung: Luftfiltermedium aus Vlies, welches in einem Schmelz-Spinn-Verfahren hergestellt wird und einen Tiefenfilterbestandteil und einen Oberflächenfilterbestandteil aufweist, wobei das Luftfiltermedium in der Weise ausgebildet ist, dass es durch den Tiefenfilterbestandteil eine lange Funktionsfähigkeit aufweist und durch den Oberflächenfilterbestandteil mit einem Luftrückstoß im Wesentlichen regenerierbar ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Luftfiltermedium in Form eines schichtförmigen Vliesmaterials. Solche Filtermedien werden in Filtern, z. B. in Raumluftfilter und Klimaanlage, insbesondere aber in Luftfiltern für den Kraftfahrzeuginnenraum oder für Motoren eingesetzt.

[0002] Die Filtermedien werden in einem Schmelz-Spinn-Verfahren wie zum Beispiel einem Spunbond-Verfahren oder einem Melt-Blown-Verfahren hergestellt, wie dies im z. B. in der DE 41 23 122 A1 beschrieben ist.

[0003] Die Ansaugluft von Verbrennungskraftmaschinen z. B. in Kraftfahrzeugen oder im Off-Highway-Bereich wird üblicherweise gefiltert, um den motorischen Verbrennungsraum vor einer mechanischen Beschädigung durch angesaugte Partikel aus der Umgebungsluft zu schützen. Ein wichtiges Kriterium beim Design der Filterelemente ist es, eine hohe Standzeit des Filters bei gleichzeitig hoher Abscheideleistung der angesaugten Partikel zu gewährleisten.

[0004] Kraftfahrzeuge weisen ein genau berechnetes Energieverteilungssystem auf. Dem Bereich Heizung/Lüftung/Klima stehen dabei nur begrenzte Energiemengen zur Verfügung. Auch die Kosten von Fahrzeugkomponenten dürfen sich nur in einem engen Rahmen bewegen. Andererseits werden von Automobilkäufern aber immer mehr Ansprüche an Komfort und Sicherheit gestellt. Unter diesen Gesichtspunkten sind Partikelfilter mit einem möglichst niedrigen Druckabfall bzw. Differenzdruck von besonderer Bedeutung, da von dem Lüftermotor nur ein niedriger Druck generiert werden muss und der Energieverbrauch somit gering ausfällt. Des Weiteren arbeitet dieser durch die geringere benötigte Leistung auch leiser, wodurch die Geräuschentwicklung verringert und somit der Fahrkomfort wesentlich erhöht wird.

[0005] Die Forderung nach Filtersystemen mit niedrigem Differenzdruck konkurriert mit der geforderten Abscheideleistung und der geforderten Standzeit, also der Zeit ausgedrückt in Kilometerlaufleistung, die ein Filter im Fahrzeug verbleiben kann, bis er ausgetauscht werden muss.

[0006] Beispielsweise genügen für den Fahrzeuginnenraum Pollenfilter, die nur Pollen aus der einströmenden Luft im Fahrzeug filtern, nicht. Die Allergene, auf die das Immunsystem von Allergikern reagiert, sind Proteine, deren Durchmesser nur einen Bruchteil des Pollendurchmessers beträgt. Sie liegen im Größenbereich um $0,1 \mu\text{m}$, das heißt dem Bereich, der für Partikelfilter die größten Probleme aufweist, dem sogenannten MPPS (Most penetrating particle size). Dementsprechend sollte die Abscheideleistung

in diesem Größenbereich mindestens 50% betragen, wobei diese mittels eines Aerosols gemessen wird, dessen Partikel in etwa die gleiche Dichte aufweisen, zum Beispiel NaCl. Gleichzeitig sollen mit derartigen Filtern beim Einbau in Kraftfahrzeugen Standzeiten von mindestens 30 000 Kilometern erreicht werden.

[0007] Die EP 1 198 279 B1 offenbart ein Meltblown-Vliesgebilde, welches aus mindestens zwei Schichten besteht, wobei eine Schicht aus Mikrofasern besteht während die andere Schicht aus Makrofasern besteht. Die Schichten werden dabei aufeinander abgelagert und haften aneinander durch Verbindungen zwischen den Fasern. Werden Vliesgebilde dieser Art jedoch im Bereich der Luftfiltration eingesetzt, so setzen diese sich aufgrund der in der Luft vorhandenen Partikel sehr schnell zu. Dabei wird grundsätzlich zwischen zwei Filterarten bzw. Filterprozessen unterschieden.

[0008] Oberflächenfilter weisen ein relativ glattes, dichtes Filtermedium auf, welches dazu führt, dass sich an der Oberfläche des Filtermediums anströmseitig ein Filterkuchen aufbaut, der innerhalb von kurzer Zeit die Filterwirkung unterstützt. Der Druckverlust, d. h. der Differenzdruck, über das Filtermedium steigt jedoch schnell an. Wird ein kritischer Wert erreicht, wird üblicherweise ein Luftrückstoß in die Gegenrichtung der normalen Luft-Fließrichtung auf das Medium abgegeben (reverse pulse), so dass der Filterkuchen vom Medium weitgehend (bis auf einen kleinen Rest) abfällt und das Filtermedium quasi regeneriert ist. Die Pulse sind oft wiederholbar, mit der Zeit nimmt aber die Effizienz der Regeneration ab, so dass der Filter ausgetauscht werden muss.

[0009] Tiefenfilter weisen eher offenporiges Fasermaterial auf, dass die Schmutzpartikel über die gesamte Tiefe des Mediums aufnimmt. Oft ist dieses dreidimensional aufgebaut, d. h. anströmseitig sind grobe, abströmseitig feine Faserdurchmesser zu finden. Die Schmutzpartikel gelangen in das Medium und werden vor der Feinfaserschicht aufgehalten und eingelagert. Der Druckverlust dieses Filtermediums steigt nur langsam an. Jedoch ist eine Abreinigung nicht möglich, da die Schmutzpartikel fest in dem offenporigem Fasermaterial eingelagert sind.

[0010] Somit entsteht ein Zwiespalt zwischen zwei Effekten: Entweder wählt man einen Filter, der innerhalb einer kurzen Zeit einen hohen Differenzdruck aufbaut und daher oft abgereinigt werden muss (Oberflächenfilter), oder einen Filter, der zwar mehr Partikel aufnehmen kann, bevor der Differenzdruck einen kritischen Wert erreicht, dafür aber nicht abgereinigt werden kann (Tiefenfilter).

[0011] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, diese Nachteile zu überwinden und ein leicht her-

stellbares und kostengünstiges Luftfiltermedium bereitzustellen.

[0012] Diese Aufgabe wird durch ein Luftfiltermedium nach Anspruch 1, einen Luftfilter nach Anspruch 16, ein Verfahren zur Herstellung eines Luftfiltermediums nach Anspruch 17 und einem Verfahren zu Filterung von Luft nach Anspruch 18 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen werden in den abhängigen Ansprüchen beansprucht.

[0013] Durch die Kombination eines Tiefenfilterbestandteils mit einem Oberflächenfilterbestandteil weist das Filtermedium einerseits eine hohe Aufnahmekapazität für Partikel auf, welche in dem Tiefenfilteranteil eingelagert werden, andererseits kann der Oberflächenfilteranteil regeneriert werden. Somit wird ein Filtermedium bereitgestellt, welches eine lange Standzeit, d. h. ein möglichst langsames anwachsen des Differenzdrucks, gewährleistet und gleichzeitig die Möglichkeit der zumindest teilweisen Regeneration des Filtermediums schafft. Dadurch wird die Standzeit gegenüber einem reinen Tiefenfilter wesentlich verlängert sowie die Zeitintervalle zwischen notwendigen Regenerationen durch Luftrückstöße gegenüber einem reinen Oberflächenfilter ausgedehnt.

[0014] Weiterhin wird jederzeit eine hohe Abscheideleistung gewährleistet und die Herstellung des Luftfiltermaterials ist kostengünstig, da dieses in einem Arbeitsprozess hergestellt werden kann.

[0015] In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Luftfiltermedium eine regelmäßige dreidimensionale Makrostruktur auf, welche aus vier- oder sechseitigen Pyramiden, Kegeln, Wölbungen, Wellungen oder Ritzen besteht.

[0016] Durch die Makrostruktur wird die Koexistenz von Tiefenfilterbestandteil und Oberflächenfilterbestandteil an der anströmseitigen Oberfläche des Luftfiltermaterials verwirklicht. So bilden die Teile der Makrostruktur des Filters den Tiefenfilterbestandteil, während zwischen der Makrostruktur der Oberflächenfilterbestandteil angeordnet ist.

[0017] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Tiefenfilterbestandteil auf dem Oberflächenfilterbestandteil, welcher eine durchgehende Schicht bildet, angeordnet.

[0018] Durch diese Anordnung wird gewährleistet, dass der Faserdurchmesser des Oberflächenfilterbestandteils über die gesamte Fläche des Filtermediums auf keinen Fall unterschritten wird.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform macht der Tiefenfilterbestandteil 50 bis 90%, be-

vorzugt 50 bis 70%, noch bevorzugter 70 bis 90% der Oberfläche des Vlieses aus.

[0020] Durch die relativ große Fläche des Tiefenfilterbestandteils weist das Filtermedium eine große Aufnahmekapazität für Partikel auf, so dass eine hohe Standzeit vor einer notwendigen Regeneration bzw. einem Austausch des Filtermediums erreicht wird.

[0021] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun anhand von Zeichnungen näher beschrieben.

[0022] [Fig. 1](#) zeigt einen Querschnitt einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Filtermediums.

[0023] [Fig. 2](#) stellt die Ablagerung von Partikeln bei einem Filtermedium gemäß der ersten Ausführungsform dar.

[0024] [Fig. 3](#) stellt das regenerierte Filtermedium nach einem Luftrückstoß dar.

[0025] [Fig. 4](#) zeigt einen Querschnitt durch eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Filtermediums.

[0026] [Fig. 5](#) zeigt einen Querschnitt durch eine dritte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Filtermediums.

[0027] Wie in [Fig. 1](#) ersichtlich wird das erfindungsgemäße Filtermedium aus zwei Bestandteilen gebildet. Dabei sind Tiefenfilterbestandteile **1** abwechselnd mit Oberflächenfilterbestandteilen **2** angeordnet. Der Tiefenfilterbestandteil **1** weist dabei zumindest anströmseitig I, d. h. auf jener Seite, auf welcher der zu filternde Luftstrom ankommt, Makrostrukturen auf. Diese Makrostrukturen können jede dreidimensionale Form einnehmen, welche zur Verbesserung der Filterleistung beiträgt. Der Tiefenfilterbestandteil **1** zeichnet sich weiterhin dadurch aus, dass seine Faserdurchmesser über seinen Querschnitt variieren. So sind anströmseitig I grobe, abströmseitig II feine Faserdurchmesser angeordnet. Der Oberflächenfilterbestandteil **2** des Filters befindet sich in den Zwischenräumen der Makrostrukturen des Tiefenfilterbestandteils **1** und weist überwiegend eine solche Faserstruktur auf, dass keine Partikel in ihn eindringen.

[0028] Wie in [Fig. 2](#) dargestellt werden Partikel, welche sich in dem zu filternden Luftstrom, dessen Luftfließrichtung in normalem Betrieb durch Pfeile angedeutet ist, befinden, durch zwei Mechanismen gefiltert:

Zum einen dringen zu filternde Partikel **3** anströmseitig in den Tiefenfilterbestandteil **1** ein und lagern sich darin ab. Durch die Variation der Faserdurchmesser

in Luft-Fließrichtung ergibt sich, dass zunächst grobe Partikel **3** gefiltert werden, wohingegen feinere Partikel **3** weiter ins Innere des Filters eindringen.

[0029] Zum anderen lagern sich zu filternde Partikel **3** auf dem Oberflächenfilterbestandteil **2** ab. Die Partikel **3** dringen bei diesem nicht oder nur geringfügig in das Luftfiltermedium ein und werden daher auf der Oberfläche als Filterkuchen angelagert, wie dies in [Fig. 2](#) dargestellt ist.

[0030] Während des Luftfiltervorgangs wird zunächst der weiter anströmseitig liegende Oberflächenfilterbereich **2** eines Filters, welcher aus dem erfindungsgemäßen Filtermedium besteht, mit Partikeln **3** zugesetzt, bevor sich der Tiefenfilterbestandteil **1** mit Partikeln **3** füllt.

[0031] Somit kann der Filter bei einer Zunahme des Differenzdrucks aufgrund des Zusetzens des Oberflächenfilterbestandteil **2** weiter betrieben werden, wobei die Filterwirkung dann größtenteils über den Tiefenfilterbestandteil **1** geschieht. Dieser weist eine wesentlich höhere Aufnahmekapazität für Partikel **3** auf als der Oberflächenfilterbestandteil **2**, da die Partikel **3** in der dreidimensionalen Struktur eingelagert sind.

[0032] Der Benutzer hat dann die Möglichkeit, den Oberflächenfilterbestandteil **2** mittels eines Luftrückstoßes, bei welchem Luft in Gegenrichtung der normalen Luft-Fließrichtung des zu filternden Luftstroms geblasen wird, und/oder mittels Absaugens der Partikel **3** von der Oberfläche des Luftfiltermediums zu regenerieren.

[0033] [Fig. 3](#) stellt ein auf diese Weise regeneriertes Luftfiltermedium dar. Die Filterkuchen auf dem Oberflächenfilterbestandteil **2** sind entfernt und es verbleiben nur noch die in den Makrostrukturen des Tiefenfilterbestandteils **1** eingelagerten Partikel **3** im Filter.

[0034] Durch diese Regeneration können von dem Luftfiltermedium erneut große Mengen an Partikeln **3** aufgenommen werden. Dieser Vorgang kann solange wiederholt werden, bis der Tiefenfilterbestandteil **1** vollständig mit Partikeln **3** zugesetzt ist und die Druckdifferenz aufgrund der verringerten Filterfläche deutlich zunimmt. Allerdings kann selbst in diesem Fall der Filter mit dem erfindungsgemäßen Luftfiltermedium übergangsweise über den Oberflächenfilterbestandteil **2** weiter betrieben werden.

[0035] Die [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) zeigen alternative Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. Diese unterscheiden sich von der ersten Ausführungsform durch die andere Formgebung der Makrostrukturen. Bei allen Ausführungsformen können die Makrostrukturen sowohl als vereinzelte-Strukturen auf dem Luftfiltermedium angeordnet sein oder eine regelmäßige

ge Makrostruktur bilden. Die Makrostrukturen können dabei als Reihen gebildet werden oder schachbrettartig bzw. wabenartig angeordnet sein. Verschiedenste Formen wie mehrseitige, z. B. vier- oder sechseckige, Pyramiden, Kegel, Wölbungen, Wellungen oder Ritzen sind je nach Anwendung möglich. Zusätzlich können die Makrostrukturen als Abstandhalter zu einer weiteren Lage des Luftfiltermediums dienen.

[0036] Alternativ zu den abwechselnd angeordneten Oberflächenfilter- **2** und Tiefenfilterbestandteilen **1** könnte der Tiefenfilterbestandteil **1** auch anströmseitig auf dem Oberflächenfilterbestandteil **2** angeordnet sein.

[0037] Selbstverständlich kann sowohl der Tiefenfilterbestandteil **1** als auch der Oberflächenfilterbereich **2** aus einer oder mehrerer Schichten bestehen, die vorwiegend jeweils verschiedene Faserdurchmesser aufweisen.

[0038] Das erfindungsgemäße Luftfiltermedium wird im in einem Schmelz-Spinn-Verfahren wie zum Beispiel einem Spunbond-Verfahren oder einem Melt-Blown-Verfahren hergestellt, wobei der Tiefenfilterbereich **1** mit den Makrostrukturen durch Tiefziehen des Vlieses während des Produktionsprozesses entsteht. Eine separate Bearbeitung des Vlieses ist hierzu nicht notwendig.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 4123122 A1 [\[0002\]](#)
- EP 1198279 B1 [\[0007\]](#)

Patentansprüche

1. Luftfiltermedium aus Vlies, welches in einem Schmelz-Spinn-Verfahren hergestellt wird und einen Tiefenfilterbestandteil (1) und einen Oberflächenfilterbestandteil (2) aufweist, wobei das Luftfiltermedium in der Weise ausgebildet ist, dass es durch den Tiefenfilterbestandteil (1) eine lange Funktionsfähigkeit aufweist und durch den Oberflächenfilterbestandteil (2) mit einem Luftrückstoß im Wesentlichen regenerierbar ist.

2. Luftfiltermedium nach Anspruch 1, wobei der Tiefenfilterbestandteil (1) und/oder der Oberflächenfilterbestandteil (2) aus offenporigem Fasermaterial besteht.

3. Luftfiltermedium nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Dicke des Oberflächenfilterbestandteils (2) geringer ist als die Dicke des Tiefenfilterbestandteils (1).

4. Luftfiltermedium nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Oberflächenfilterbestandteil (2) im Wesentlichen 0,1 mm bis 1 mm und der Tiefenfilterbestandteil (1) im Wesentlichen 1 mm bis 8 mm dick ist.

5. Luftfiltermedium nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Tiefenfilterbestandteil (1) aus tiefgezogenem Vlies besteht.

6. Luftfiltermedium nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Tiefenfilterbestandteil (1) auf dem Oberflächenfilterbestandteil (2), welcher eine durchgehende Schicht bildet, angeordnet ist.

7. Luftfiltermedium nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Tiefenfilterbestandteil (1) nur auf einer Seite des Oberflächenfilterbestandteils (2) angeordnet ist.

8. Luftfiltermedium nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches eine dreidimensionale Makrostruktur aufweist, welche aus vier- oder sechsseitigen Pyramiden, Kegeln, Wölbungen, Wellungen oder Ritzen besteht.

9. Luftfiltermedium nach Anspruch 8, wobei die Makrostruktur aus dem Tiefenfilterbestandteil (1) besteht.

10. Luftfiltermedium nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Oberfläche zwischen der Makrostruktur von dem Oberflächenfilterbestandteil (2) gebildet wird.

11. Luftfilter mit einem Luftfiltermedium nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei die Makrostruktur anströmseitig (I) angeordnet ist.

12. Luftfiltermedium nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Mehrzahl der Fasern des Oberflächenfilterbestandteils (2) einen Faserdurchmesser von weniger als 15 µm und bevorzugter zwischen 0,1 µm und 10 µm und noch bevorzugter zwischen 0,5 µm und 8 µm aufweisen und die Mehrzahl der Fasern des Tiefenfilterbestandteils- (1) im Wesentlichen Faserdurchmesser zwischen 3 µm und 40 µm, bevorzugt zwischen 15 µm und 30 µm, noch bevorzugter zwischen 20 µm und 30 µm aufweisen.

13. Luftfiltermedium nach Anspruch 12, wobei der Faserdurchmesser des Oberflächenfilterbestandteils (2) und/oder des Tiefenfilterbestandteils (1) in Richtung des zu filternden Luftstroms abnimmt.

14. Luftfiltermedium nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Luftdurchlässigkeit 200 bis 3500 l/m², bevorzugt 800 bis 2000 l/m² bei einem Differenzdruck von 200 Pa beträgt.

15. Luftfiltermedium nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Tiefenfilterbestandteil (1) 50 bis 90%, bevorzugt 50 bis 70%, noch bevorzugter 70 bis 90% der Oberfläche des Vlieses ausmacht.

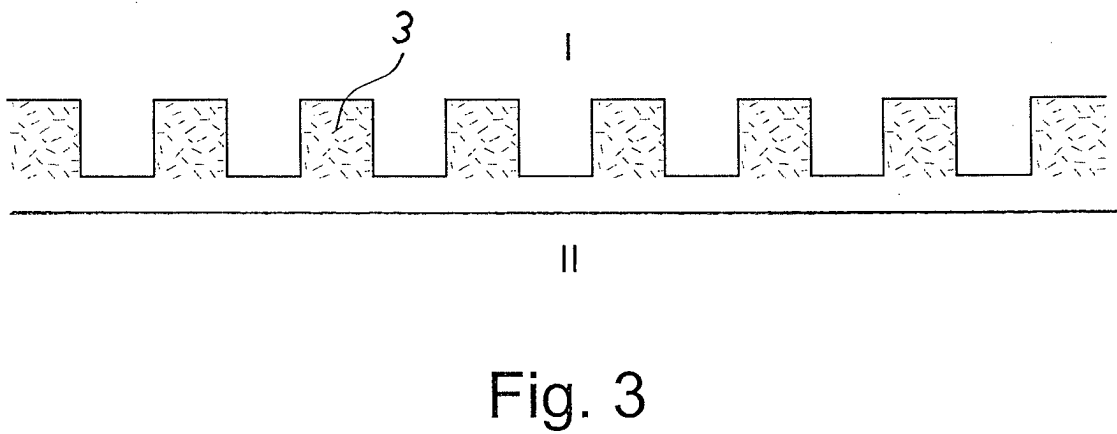
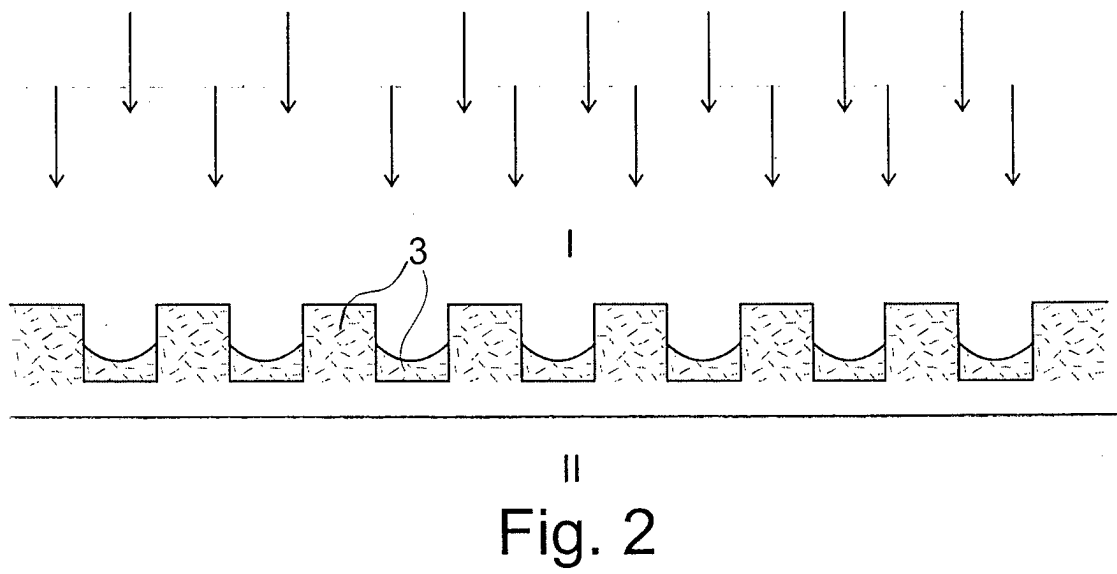
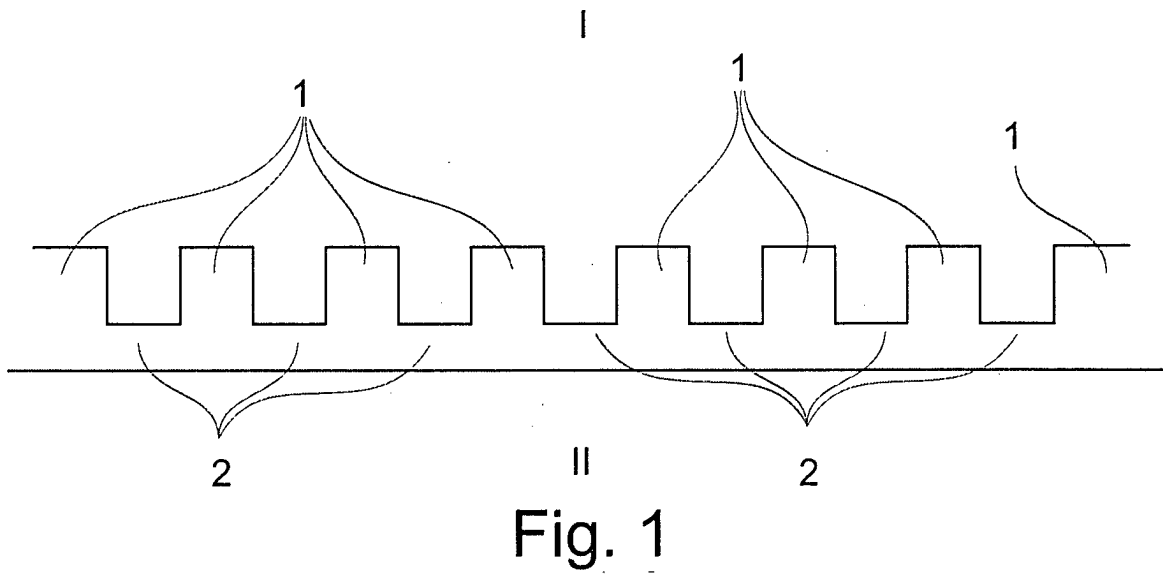
16. Luftfilter mit einem Luftfiltermedium nach einem der Ansprüche 1 bis 15.

17. Verfahren zur Herstellung eines Luftfiltermediums nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei der Tiefenfilterbestandteil (1) tiefgezogen wird.

18. Verfahren zur Filterung von Luft mit einem Luftfilter nach Anspruch 16, wobei der Luftfilter durch einen Luftrückstoß regenerierbar ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



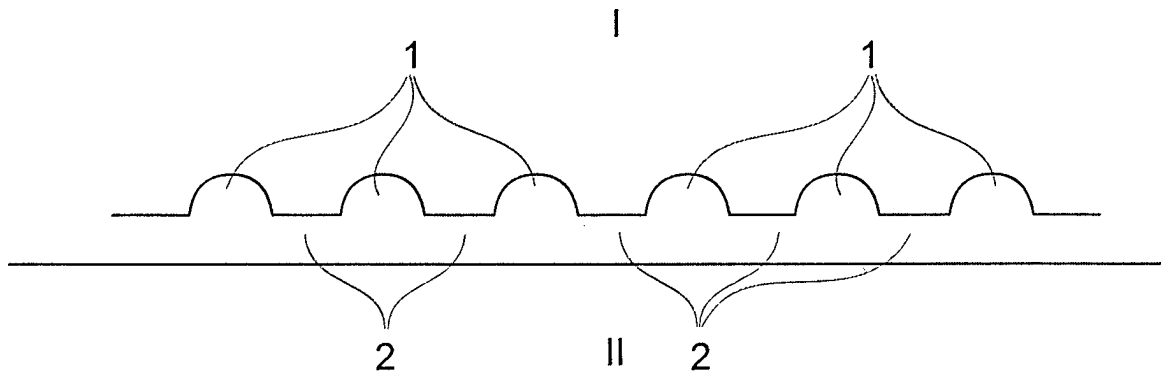


Fig. 4

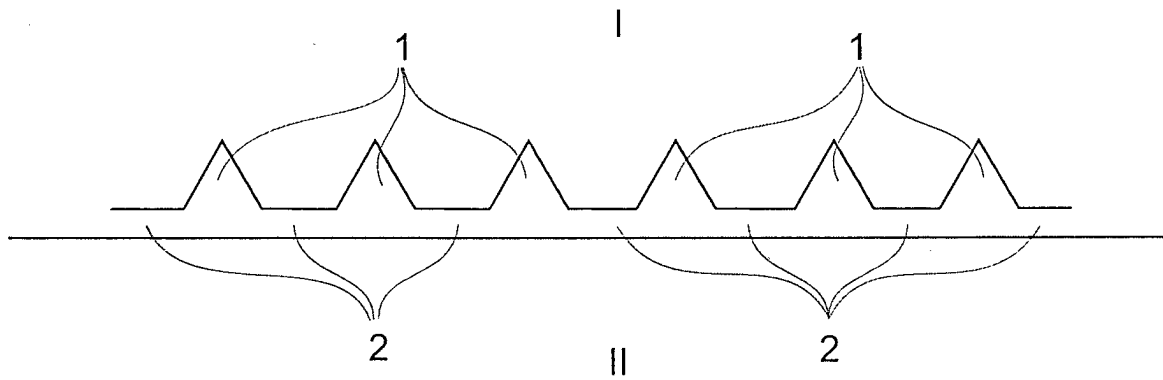


Fig. 5