



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 20 2006 008 843 U1** 2007.11.15

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2006 008 843.1**

(22) Anmeldetag: **06.06.2006**

(47) Eintragungstag: **11.10.2007**

(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **15.11.2007**

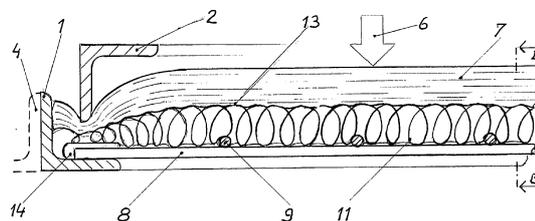
(51) Int Cl.⁸: **B01D 39/16** (2006.01)
F24F 13/16 (2006.01)

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
Hestermann, Gerhard, 76131 Karlsruhe, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Feinfiltermatte mit Gewirk-Zwischenlage für Farbspritzkabinen und andere Reinräume**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zum Feinfiltern von Luft für Reinräume bzw. Farbspritzkabinen, enthaltend an sich bekannte, aus geschichteten Fasern bestehende Feinfiltermatten, die an der Decke des Reinraumes bzw. der Farbspritzkabine in bekannter Weise angeordnet sind, in bevorzugt senkrechter Strömungsrichtung von der zu filternden Luft durchströmt werden und von Stützgittern gegen den vom Durchströmwiderstand verursachten Differenzdruck abgestützt bzw. getragen werden, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Reingasseite bzw. Unterseite der Matten ein vorzugsweise aus monofilen Kunststoff-Fäden bestehendes, maschenförmig gestricktes, schwingungsdämpfendes Gewirk an sich bekannter Form dergestalt angebracht ist, dass das Gewirk zusammen mit dem Hauptbestandteil, der Filtermatte, auf dem Stützgitter aufliegt.



Beschreibung

Zusammenfassung:

[0001] Die Neuerung betrifft Feinfiltermatten zur Endfiltration der Luft, wie sie insbesondere in Farbspritzkabinen, aber auch in anderen Reinräumen eingesetzt werden und besteht in einer vollflächigen, schwingungsdämpfenden, maschenförmig gewirkten Zwischenlage zwischen die Filtermatten und die zum Abstützen der Feinfiltermatten erforderlichen Stützgitter, welche Zwischenlage mit den untersten Faserlagen der Feinfiltermatten durch Kleben oder andere punktförmige Verbindungselemente bekannter Art verbunden ist.

Stand der Technik:

[0002] In großen, geschlossenen Farbspritzkabinen für anspruchsvolle Lackierarbeiten wie auch in größeren Reinräumen für andere Arbeiten wird die gesamte Raumdecke als Luftfilter genutzt, indem man den weitaus größten Flächenanteil mit waagrecht angeordneten Luftfiltermatten (sog. Feinfiltermatten im Unterschied zu den für die Vorfiltration verwendeten Vorfiltermatten) bestückt, durch welche die dem Raum zuzuführende Frischluft von oben einströmt.

[0003] Die Feinfiltermatten bestehen aus einer Schichtung von Fasern, welche in sogenanntem „progressivem Aufbau“ geschichtet sind. Das bedeutet, dass Schichten aus Fasern in unterschiedlicher Dichtepackung so hintereinander – in Durchströmrichtung betrachtet – immer dichter, ungeordnet kreuz und quer angeordnet sind, dass eine gleichmäßige Porositätsabnahme zur Reingasseite hin entsteht.

[0004] Während des Durchströmens wird die Luft von den Fasern ständig umgelenkt, wobei von ihr mitgeführte, in der Vorfiltration nicht vollzählig abgetrennte Staubteilchen oder andere Schmutzpartikel infolge ihres Trägheitsverhaltens auf einzelne Fasern aufprallen. Die Fasern sind durch ein sogenanntes Imprägnierverfahren mit einer haftaktiven Beschichtung versehen, sodass die auf die Fasern während der Durchströmung der Feinfiltermatte auftretenden Staubteilchen an den Fasern anhaften und mehr oder weniger fest kleben bleiben.

[0005] Neben dieser End-Filtration oder Feinfiltration der durch die sog. Vorfilter anderweitig vorgefilterten Luft erfüllen die Feinfiltermatten die Aufgabe, die Frischluft gleichmäßig auf die gesamte Deckenfläche zu verteilen, damit sie möglichst wirbelfrei senkrecht nach unten zu der am Boden der Farbspritzkabine – respektive des Reinraumes – angeordneten Absaugung fließt.

[0006] Den nicht von den Feinfiltermatten selbst ein-

genommenen Flächenanteil der Raumdecke von nur ca 10 % benötigt man für die Tragkonstruktion der sog. Filterdecke, denn außer dem Eigengewicht der Feinfiltermatten und ihrer sich bis auf ca 300 g/m² erhöhenden Staubaufnahme muss der statische Widerstand getragen werden, den die Feinfiltermatte der durch sie hindurchströmenden Frischluft entgegengesetzt. Um der Forderung nach möglichst wirbelfreier Einströmung gerecht zu werden, bildet man die Tragkonstruktion als Rahmen von ca 1 Meter Breite aus, welche Rahmen quer zur Raumdecke an einem oberhalb der sog. Filterdecke vorgesehenen Tragwerk, rundum zur Wandkonstruktion abgedichtet aufgehängt werden, wobei die Rahmenlänge meist der Kabinenbreite entspricht. Jeder Rahmen besteht aus zwei etwa gleich großen Rahmenteilen, zwischen denen ein Stützgitter angeordnet ist, auf welches die Filtermatte aufgelegt ist. Einer der beiden Rahmenteile, der obere oder der untere ist zum Auswechseln der Filtermatte leicht lösbar bzw. abklappbar befestigt. Der untere trägt das Stützgitter, auf welchem die Luftfiltermatte aufliegt und von dem sie während des Betriebes getragen wird. Die Kanten der Feinfiltermatten werden beim Einbau zwischen den beiden genannten Rahmenteilen, dem Tragrahmen und dem Klemmrahmen, in bekannter Weise eingeklemmt und dadurch abgedichtet, sodass die Frischluft die Feinfiltermatten zwangsläufig passieren muss.

[0007] Derartige Feinfiltermatten besitzen selbst nicht die nötige mechanische Festigkeit, um dem Luftwiderstand von ca 150 Pa standzuhalten, den die Matten der durchströmenden Luft entgegensetzen wie auch um das Eigengewicht der Matten und zusätzlich das Gewicht des schließlich aufgenommenen Staubes zu tragen. Sie werden vor dem Zerreißen bzw. allgemein vor zu starker Belastung geschützt, indem sie von den in den unteren der beiden Rahmen eingesetzten Stützgittern abgestützt werden. Es ist bei dieser an sich bewährten und allgemein üblichen Bauweise unvermeidlich, dass sämtliche auf die Farbspritzkabine einwirkenden Erschütterungen, z. B. von dem Fördersystem der Werkstückträger ausgelöst wie auch alle Schwingungen, z. B. vom Ventilatorsystem verursacht wie insbesondere auch Infraschallschwingungen des Belüftungssystems durch diese Stützgitter auf die Feinfiltermatten übertragen werden.

[0008] Diese Schwingungen bewirken, dass schwächer an den Fasern haftende Staubteilchen losgerüttelt werden und, sobald sie nach und nach an der untersten Faserschicht angelangt sind, sich auch von dieser lösen können und dann einige von ihnen auf das darunter hindurch geförderte Werkstück auftreffen, haften bleiben und somit einen sog. Lackierfehler verursachen.

[0009] Der Effekt ist den Herstellern der Filtermaterialien gut bekannt, wie aus der Konstruktion der von

einem maßgeblichen Hersteller selbst entwickelten und ständig verwendeten Filterprüfeinrichtung hervorgeht. Dort ist nämlich extra ein Rüttler eingebaut, um die Schwingungen des Farbspritzkabinensystems zu simulieren. Genau beschrieben ist eine solche Prüfeinrichtung mit integriertem Rüttler in dem bereits im Jahre 1992 als Sonderdruck der Fa. Carl Freudenberg/Weinheim, einem maßgeblichen Hersteller von Feinfiltermatten, veröffentlichten Vortrag von Dipl. Ing. M. Friedl mit dem Titel „Die richtigen Luftfilter als Voraussetzung für gute Lackiererergebnisse“. Man ist sich demnach seit langem im Klaren, dass die verschiedenen auf die Feinfiltermatten einwirkenden Schwingungen den Hauptzweck der Filter, nämlich das Fernhalten von Staub konterkarieren. Man hat sich aber damit abgefunden und tauscht die Filtermatten aus, bevor sie von Staub soweit gesättigt sind, dass viele Teilchen austreten.

[0010] Anders ausgedrückt: Die Feinfiltermatte selbst besteht wie bereits oben ausgeführt aus einer Vielzahl von feinen Fasern, die derart aufeinander geschichtet sind, dass sie ein chaotisches Gewirr bilden, wodurch die zwischen den Fasern durchströmende Luft vielfach immer wieder umgelenkt wird. Durch diese während des Luftdurchtritts von den Fasern bewirkte ständige Umlenkung der Luft werden in ihr mitgeführte feinste Schmutzteilchen in den verschiedensten Richtungen gegen die haftaktiv beschichteten Fasern geschleudert und bleiben dort mehr oder weniger fest haften. Weniger heißt, dass einzelne Teilchen auch wieder losgerissen werden, insbesondere solche, die auf eine Stelle treffen, an der bereits ein anderes Teilchen angelagert wird bzw. festklebt.

[0011] Die Ursache für das Ablösen von einem bereits an einer Faser anhaftenden Staubteilchen kann also zum Ersten die durchströmende Luft sein, zum Zweiten ein an die gleiche Stelle treffendes Staubteilchen und zum Dritten mechanische bzw. akustische Schwingungen.

[0012] Der Filtrervorgang ist also keine absolute Entfernung von Staubteilchen, sondern lediglich eine statistische, wobei die Filtrationswirkung mit zunehmender Sättigung des Filters abnimmt und im Laufe der Nutzungsdauer immer mehr Teilchen die Filtermatte in Richtung auf das zu lackierende Werkstück, z. B. eine Autokarosserie verlassen! Spätestens sobald eine Staub-Sättigung mit maximal ca. 300 g Staub je m² Filterfläche erreicht ist oder zu einem früheren Zeitpunkt, wenn nämlich zu viele Staub-Partikel durchgelassen werden, werden alle in die betreffende Farbspritz-Kabinendecke eingebauten Feinfiltermatten ersetzt.

[0013] Wie eine neuerdings übliche automatische Lackfehlerkontrolle erwartungsgemäß bestätigt, finden sich auf den überwiegend waagrecht liegenden

Oberflächen von Karossendach, -haube und Kofferraumdeckel von Kraftfahrzeugen wesentlich mehr Lackierstörungen, bestehend aus kleinen Schmutz- und Staub- und auch Filterfaserteilchen, als auf den überwiegend senkrechten Oberflächen der Karosser-Seitenwände bzw. -Türen.

[0014] Das bedeutet, dass die meisten Lackfehler tatsächlich von oben kommend aus den Feinfiltermatten stammen, wie auch andere Untersuchungen gezeigt haben.

[0015] Verschiedene Forschungs- und Untersuchungsberichte haben in den vergangenen Jahren zwar zu Verbesserungen der Verhältnisse allgemein und besonders der Filtermattenqualität geführt, jedoch die Situation nicht grundlegend verändert.

Aufgabenstellung der Neuerung:

[0016] Es ist die Aufgabe der hier beschriebenen Neuerung, einen beträchtlichen Fortschritt bezüglich der Reduzierung der Menge der durch die Filtermatte hindurchtretenden Staubpartikel zu erzielen und den Abrieb, d. h. von auf dem Stützgitter durch die Schwingungen losgelösten oder zerbrochenen Faserteilchen zu verringern.

[0017] Die Lösung ist eine schwingungsabsorbierende Zwischenlage zwischen der Feinfiltermatte und das sie tragende Abstützgitter. Der Rahmen trägt nicht länger über das Stützgitter direkt die unteren Faserlagen, sondern die Zwischenlage, auf der die Feinfiltermatte auf ihrer gesamten Fläche aufliegt. Die Zwischenlage ihrerseits besteht vorzugsweise, jedoch nicht ausschließlich aus einem maschenartig aus monofilem Kunststoffaden gestrickten Gewirk. Auch andere netzartige, aus schwingungsabsorbierendem Material hergestellte Gewirke mögen in den verschiedensten Ausführungen die gleiche Aufgabe erfüllen, nämlich die Übertragung von mechanischen oder akustischen (z. B. Körperschall- oder Infraschall-) Schwingungen vom Stützgitter auf die Feinfiltermatte zu hindern bzw. zu unterbinden.

[0018] Eine Ausführungsvariante lässt das Stützgitter entfallen. Bei dieser Ausführung wird ein zweites, maschenförmig gestricktes Gewirk unterlegt, durch dessen Maschen im Abstand von 3 bis 10 cm Kunststofftragstäbe, z. B. aus GFK gefertigte Stäbe, quer zur Filtermattenlänge gesteckt sind, welche auf den unteren Rahmenteil aufliegend mit eingeklemmt werden und anstelle des Stützgitters die aus Filtermatte und schwingungsdämpfendem Gewirk bestehende Schichtenlage tragen.

[0019] Zusätzlich soll die Gewirkzwischenlage mit der untersten, der dichtest gepackten Faserschicht punktförmig verklebt oder durch andere an sich be-

kannte Verbindungsmittel wie Nähen, Steppen usw. verbunden sein, damit keine Bewegung untereinander zwischen Feinfiltermatte und Gewirkzwischenlage zu Abrieb führt.

[0020] Die damit erzielte bedeutende Verringerung der Anzahl der durchtretenden Staub- bzw. Schmutzteilchen wird dabei durch mehrere an sich unterschiedliche Umstände bewirkt:

1. Die zu beobachtende Vibration der Filtermatten, verbunden mit einem leichten Aufklopfen der Matten auf dem Stützgitter, wird verringert bzw. fast völlig unterbunden und besonders lose haftende Schmutzteilchen damit nicht länger förmlich „durchgeklopft“.
2. Da nicht nur das Filtermaterial, sondern vor allem die Stützgitter mit der gesamten Anlage im Unterschallbereich mit unterschiedlicher Schwingungszahl vibrieren, reiben die Filter bei der neuerungsgemäßen Lösung nicht mehr ständig auf dem Stützgitter, was bislang einen Abrieb der Fasern und ein Durchrütteln von Schmutzteilchen bewirkte.
3. Kunststoffgewirke als Zwischenlagenmaterial hat eine bessere Eigendämpfung als Metallgitter und damit wird sowohl der Abrieb als vor allem die Rüttelwirkung des Stützgitters verringert.
4. Auch an dem abdichtend eingespannten Filtermattenrand wird die Rüttelwirkung durch die neuerungsgemäße, dort mit eingespannte Kunststoffmaschen-Zwischenlage verringert.

Anzumerken bleibt ein Vergleich:

[0021] Wie man aus dem Bau von Vibrations-Siebmaschinen weiß, vervielfacht eine unter einem Kunststoff-Siebgewebe angebrachte Unterlage – insbesondere eine Metallgitterunterlage – auf geradezu frappierende Weise die Siebgeschwindigkeit. Während z. B. feine, rieselfähige Kunststoff-Stäube auf einem Kunststoff-Sieb auch bei stärkster Vibration und bester Siebspannung unbeweglich liegen bleiben, auch wenn die Maschenweite des Siebgewebes das zehnfache des Teilchendurchmessers beträgt, fließen sie wie eine Flüssigkeit hindurch, sobald unter dem Sieb eine die Vibration übertragende Unterlage – vorzugsweise ein Metallgitter – angebracht wird. Insbesondere dieser Effekt, der auch bei den herkömmlichen Feinfiltermatten zur Auswirkung kommt, wird mit der neuerungsgemäßen Ausführung vermieden.

[0022] Ganz extrem nutzt man übrigens den Klopf-effekt bei den bekannten Klopfstaubsaugern bzw. dem Teppichklopfen.

Vorteil der Lösung:

[0023] Durch die vorgeschlagene Neuerung wird ein Großteil der aufwändigen, manuell auszuführen-

den Lackier-Nacharbeiten vermieden, die notwendig sind, um den hohen Anforderungen der Kunden an eine absolut fehlerfreie Lackierung zu entsprechen. Da mit dem Abschleifen solcher Fehlstellen fast immer auch eine Verletzung der darunterliegenden Lackschichten, insbesondere nahe von Kanten oft sogar eine Verletzung der vor Unterrostung schützenden Phosphatschicht unvermeidlich verbunden ist, bedeutet eine weitgehende Vermeidung von durch Verunreinigungen verursachten Fehlerstellen neben der durch den Wegfall von Schleifarbeit entstehenden Kostenersparnis gleichzeitig eine beträchtliche Qualitätsverbesserung.

[0024] Die Zeichnungen zeigen auf Blatt 1 in [Fig. 1](#) einen Querschnitt gemäß A-A und in [Fig. 2](#) einen Querschnitt gemäß B-B gemäß den Ansprüchen 1, 3 und 4.

[0025] Auf Blatt 2 ist nach den Ansprüchen 1, 2 und 4 in [Fig. 3](#) ein Querschnitt gemäß C-C und in [Fig. 4](#) ein Querschnitt gemäß D-D dargestellt.

[0026] In [Fig. 1](#) ist der Tragrahmen (1) und der darüber angeordnete Klemmrahmen (2) dargestellt, die beiden Teile der Filterrahmen, welche miteinander die waagrecht in Spritzkabinen eingebaute Filterdecke bilden. (3) zeigt die Seitenwand der Spritzkabine; (4) einen benachbarten Filterrahmen. Entlang dem unteren Rand (5) des Klemmrahmens verläuft die Klemmung. Der Pfeil (6) zeigt die Luftströmungsrichtung.

[0027] (7) veranschaulicht die Filterfaserschicht, (8) die Querstäbe und (9) die Längsstäbe des aus diesen beiden gebildeten Stützgitters (10).

[0028] Zwischen Filterfaserschicht (7) und Stützgitter (10) ist ein die gesamte Zwischenfläche einnehmendes, aus monofilen Kunststoff-Fäden (12) bestehendes Gewirk (11) angeordnet, welches durch punktförmige Verklebungen an sämtlichen Berührungsstellen (13) mit der Filterfaserschicht (7) verbunden ist.

[0029] (14) zeigt eine weiche, geschlossenporige, schwingungsdämpfende und rundum auf den Tragrahmen (1) verlaufende Dichtung.

[0030] [Fig. 2](#) zeigt die gleichen Elemente in einer um 90° gegen die [Fig. 1](#) gedrehten Querschnittsdarstellung.

[0031] Auf Blatt 2 zeigen die [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) die gleichen Bestandteile mit dem Unterschied gegenüber der auf Blatt 1 gezeigten Lösung, dass hier die die Längsstäbe (8) fehlen und die Querstäbe durch GFK-Stäbe (15) ersetzt sind, die durch ein zweites Trag-Gewirk (16) gesteckt und von diesem in ihrer Position gehalten werden. Das Trag-Gewirk (16)

trägt hier das Gewirk (11) und beide Gewirke (11) und (16) sind zu diesem Zweck um 90° um die Vertikalachse gedreht zu einander angeordnet. Auch bei dieser Lösung sind das Gewirk (11) und die untere Lage der Faserfilterschicht (7) durch punktförmige Verklebung (13) miteinander verbunden.

Schutzansprüche

1. Vorrichtung zum Feinfiltern von Luft für Reinräume bzw. Farbspritzkabinen, enthaltend an sich bekannte, aus geschichteten Fasern bestehende Feinfiltermatten, die an der Decke des Reinraumes bzw. der Farbspritzkabine in bekannter Weise angeordnet sind, in bevorzugt senkrechter Strömungsrichtung von der zu filternden Luft durchströmt werden und von Stützgittern gegen den vom Durchströmwiderstand verursachten Differenzdruck abgestützt bzw. getragen werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf der Reingasseite bzw. Unterseite der Matten ein vorzugsweise aus monofilen Kunststoff-Fäden bestehendes, maschenförmig gestricktes, schwingungsdämpfendes Gewirk an sich bekannter Form dergestalt angebracht ist, dass das Gewirk zusammen mit dem Hauptbestandteil, der Filtermatte, auf dem Stützgitter aufliegt.

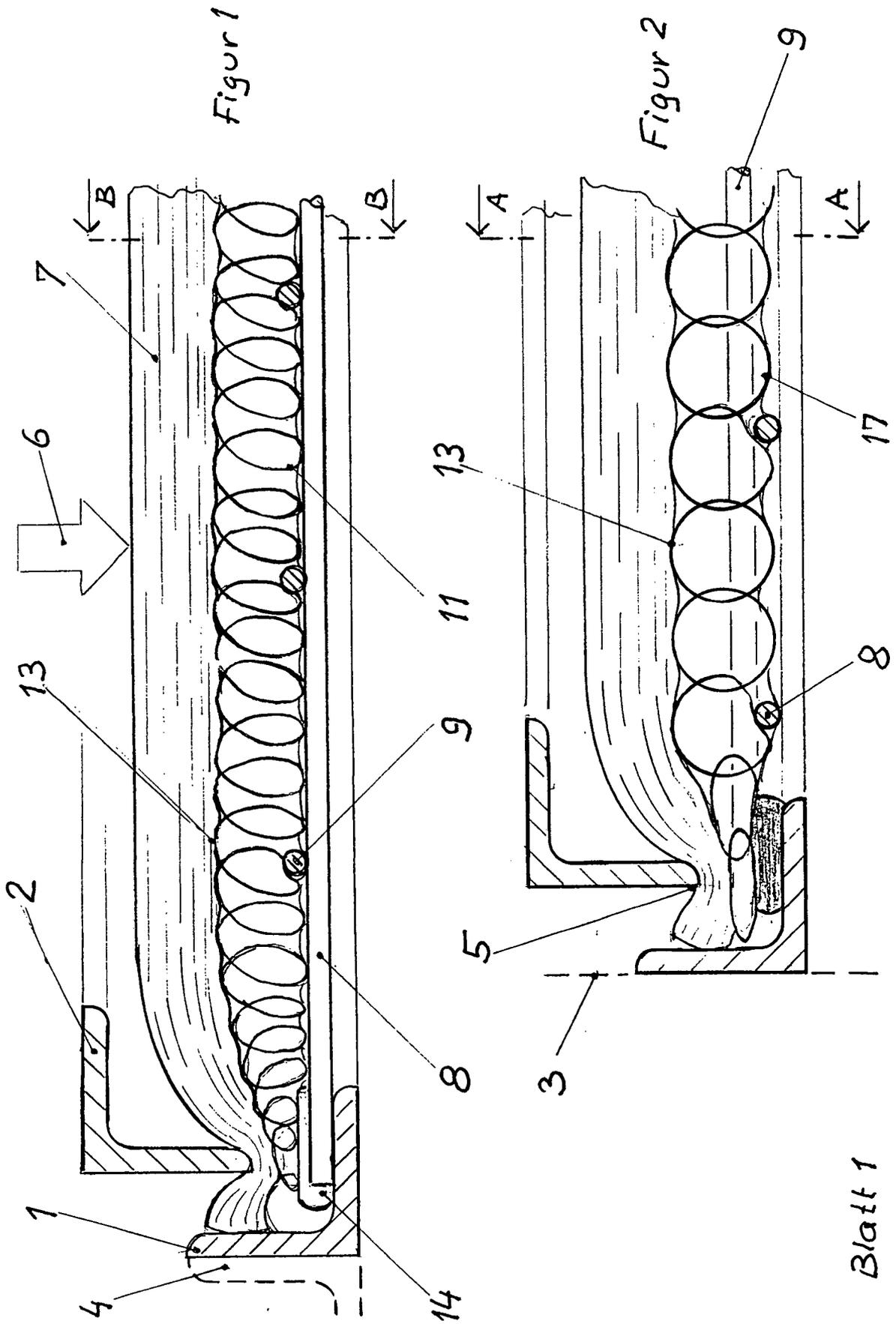
2. Vorrichtung zum Feinfiltern von Luft nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass unter dem schwingungsdämpfendem Gewirk ein zweites, ebenfalls aus monofilen Fäden bestehendes maschenförmig gestricktes Gewirk angeordnet ist, durch dessen Maschen in Abständen von 3 bis 10 cm Kunststofftragstäbe quer zur Filterlänge gesteckt sind, die statt des im Oberbegriff von Anspruch 1 erwähnten Stützgitters auf dem unteren Tragrahmen aufliegen und die aus Feinfiltermatte, oberem schwingungsdämpfendem Gewirk und dem Traggewirk bestehenden Schichten tragen.

3. Vorrichtung zum Feinfiltern von Luft nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das die Filtermatte berührende Gewirk mit der unteren Faserlage der Filtermatte an allen Berührungspunkten verklebt ist

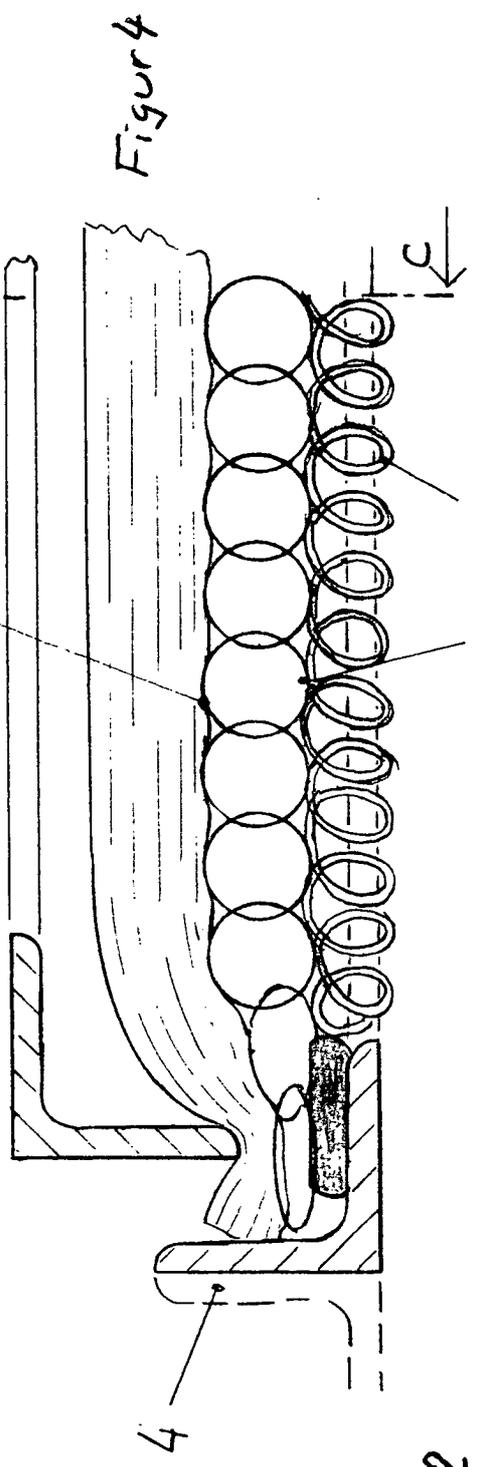
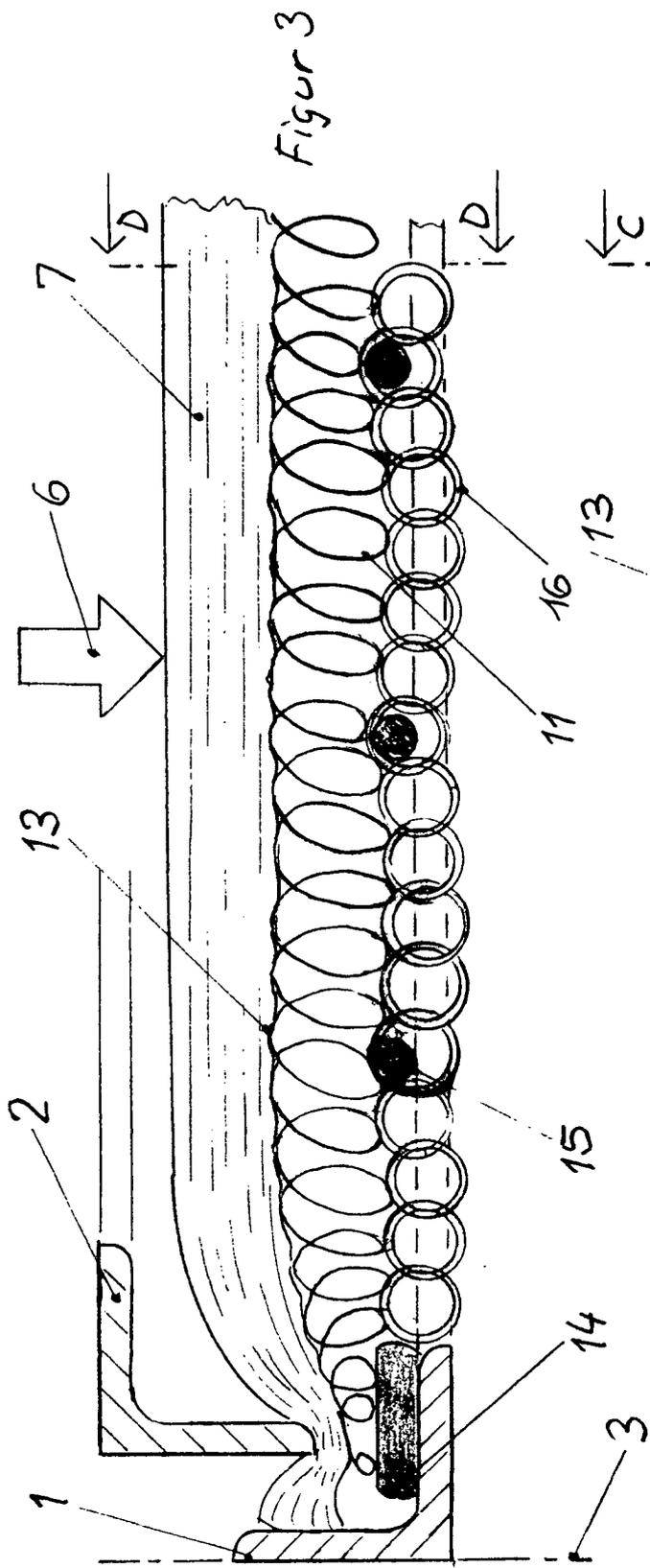
4. Vorrichtung zum Feinfiltern von Luft nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Gewirke nach Anspruch 1 oder beide Gewirke zusammen mit den Filtermatten an seinen umlaufenden Rändern in den bekannten und üblichen Tragrahmen abdichtend mittels weichen, schwingungsabsorbierenden, vorzugsweise aus geschlossenenporigem Schaumstoff bestehenden Dichtungstreifen eingeklemmt sind.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



Blatt 1



Blatt 2