



(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2017 001 107.8**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2017/002861**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2017/150027**
(86) PCT-Anmeldetag: **27.01.2017**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **08.09.2017**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **06.12.2018**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **21.12.2023**

(51) Int Cl.: **B01D 46/24 (2006.01)**
B01D 46/52 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität: 2016-039188 01.03.2016 JP	(72) Erfinder: Tanaka, Takayuki, Tsukubamirai-shi, Ibaraki, JP
(73) Patentinhaber: SMC Corporation, Tokyo, JP	(56) Ermittelter Stand der Technik: DE 10 2016 002 954 A1
(74) Vertreter: Keil & Schaaflhausen Patentanwälte PartGmbH, 60323 Frankfurt, DE	

(54) Bezeichnung: **Filterelement**

(57) Hauptanspruch: Ein Filterelement (1) mit einer hohlen Form und zur Entfernung von Staub und Flüssigkeit, die in Druckluft eingemischt sind, wobei das Filterelement (1) umfasst:

eine Filteranordnung (2), die eine hohle Form hat,
eine obere Endkappe (3), die an einem oberen Ende der Filteranordnung (2) angebracht ist, welches eines der Enden der Filteranordnung (2) in einer axialen Richtung ist (L), und

eine untere Endkappe (4), die an einem unteren Ende der Filteranordnung (2) angebracht ist, welches dem oberen Ende der Filteranordnung (2) entgegengesetzt ist, wobei die Filteranordnung (2) aufweist
einen zentralen Raumabschnitt (10), in welchen Druckluft eingebracht wird,

ein hohles inneres Kernelement (11), das eine hohle Struktur hat und das den zentralen Raumabschnitt (10) umgibt,
ein hohles inneres Filterelement (12), das einen Außenumfang des inneren Kernelementes (11) umgibt,

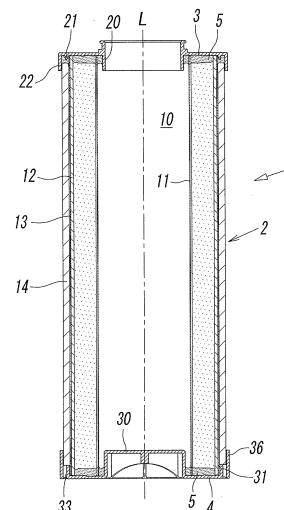
ein hohles äußeres Kernelement (13), das eine poröse Struktur hat und das einen Außenumfang des inneren Filterelements (12) umgibt,

ein hohles äußeres Filterelement (14), das einen Außenumfang des äußeren Kernelementes (13) umgibt,

wobei die obere Endkappe (3) aufweist
eine hohle innere Umfangswand (20), die in einen oberen Endabschnitt eines zentralen Raumabschnitts (10) eingesetzt ist,

eine Zwischenwand (21, 21A-21H), die einen Außenumfang eines oberen Endes des äußeren Kernelementes (13) umgibt, und

eine äußere Umfangswand (22), die einen Außenumfang eines oberen Endabschnitts des äußeren Filterelements (14) umgibt, wobei eine innere Umfangswand (20), die Zwischenwand (21, 21A-21H) und die äußere ...



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Filterelement, das in einem pneumatischen Filter zum Entfernen von Staub, einer Flüssigkeit und dergleichen, der/die in Druckluft eingemischt ist, eingesetzt wird.

Stand der Technik

[0002] Wenn ein pneumatisches Stellglied, wie ein Pneumatikzylinder oder ein Pneumatikmotor, durch die Verwendung von Druckluft betrieben wird, ist es erforderlich, saubere Druckluft zu verwenden, in die kein Staub oder Flüssigkeit, wie Öl oder Wasser, eingemischt ist. Um Fremdstoffe, wie Staub und eine Flüssigkeit, aus der Druckluft zu entfernen, wird dementsprechend beispielsweise ein Pneumatikfilter, wie derjenige, der in dem Patentedokument 1 beschrieben ist, in einem Pneumatikkreis verwendet, welcher dem pneumatischen Stellglied die Druckluft zuführt. Dieser Pneumatikfilter umfasst ein hohles Filterelement zum Entfernen von Fremdstoffen, das in einem Filtergehäuse mit einem Einlass und einem Auslass angeordnet ist.

[0003] Im Allgemeinen hat ein Filterelement dieser Art einen Aufbau, wie er in den **Fig. 16** und **Fig. 17** dargestellt ist. Ein Filterelement 40 wird durch Befestigen von Endkappen 46 und 47 an einem oberen Ende bzw. einem unteren Ende einer Filteranordnung 41 mittels eines Klebstoffs 49 gebildet. Die Filteranordnung wird durch zwei Filterelemente gebildet, nämlich ein hohles inneres Filterelement 42 und ein hohles äußeres Filterelement 43, deren Porositäten sich voneinander unterscheiden, und zwei Kernelemente, nämlich ein zylindrisches inneres Kernelement 44 und ein zylindrisches äußeres Kernelement 45, die jeweils aus einem perforierten Metall geformt sind, die abwechselnd coaxial zueinander angeordnet sind.

[0004] Das innere Filterelement 42, das eines der beiden Filterelemente ist, wird durch Rollen eines Filters hergestellt, der in einer plissierten Weise zu einer zylindrischen Form gefaltet ist, wobei der Filter in einer Position ist, in welcher seine Falten parallel zu einer zentralen Achse L orientiert sind. Im Gegensatz dazu ist das äußere Filterelement 43 durch Rollen eines Filters mit einer flachen plattenähnlichen Form und einer gleichmäßigen Dicke zu einer zylindrischen Form geformt.

[0005] Wenn bei dem Filterelement 40 durch die obere Endkappe 46 Druckluft einem hohlen Abschnitt 48, der im Zentrum des Filterelements 40 angeordnet ist, zugeführt wird, wird die Druckluft gefiltert, während sie von dem inneren Filterelement

42 zu dem äußeren Filterelement 43 durchtritt, wie es in **Fig. 16** dargestellt ist, und wird als Folge davon, dass die Fremdstoffe daraus entfernt werden, gereinigt.

[0006] Kleine Partikel der Flüssigkeit, wie Öl oder Wasser, die von der Druckluft abgetrennt wurden, wachsen allmählich zu großen Flüssigkeitspartikeln, indem sie sich wiederholt aneinanderbinden, wobei die Flüssigkeit entlang der Filterelemente 42 und 43 nach unten fließt. Nach dem Herabfließen zu der unteren Endkappe 47 fällt die Flüssigkeit sukzessive in Tropfen von der unteren Endkappe 47 in das Filtergehäuse und wird als eine Drainageflüssigkeit über eine Drainageauslassöffnung an einem unteren Endabschnitt des Filtergehäuses abgeführt.

[0007] Bei dem Filterelement 40 des Standes der Technik besteht aber insoweit ein Problem, als dann, wenn Druckluft mit einer hohen Geschwindigkeit strömt, die dicht in den Filterelementen 42 und 43 enthaltene Flüssigkeit und die in der unteren Endkappe 47 gesammelte Flüssigkeit dispergiert werden, indem sie in der Nähe beispielsweise unterer Endabschnitte der Filterelemente 42 und 43 und einer oberen Fläche der unteren Endkappe 47 in Kontakt mit der Druckluft, die mit einer hohen Geschwindigkeit strömt, kommt und erneut mit der Druckluft gemischt wird, die gereinigt worden ist.

[0008] Um dieses Problem zu lösen, hat die Anmelderin dementsprechend in der JP 2015-096629 A ein Filterelement vorgeschlagen, das verhindern kann, dass eine Flüssigkeit, die durch ein Filterelement gesammelt wurde, an einem unteren Endabschnitt des Filterelements wieder mit der Druckluft, die gereinigt wurde, vermischt wird.

[0009] Es hat sich aber aus dem nachfolgenden Experiment und dergleichen ergeben, dass das Problem der Redispersion der Flüssigkeit nicht nur an dem unteren Endabschnitt des Filterelements 40, sondern auch an einem oberen Endabschnitt des Filterabschnitts 40 auftrat. Wie in **Fig. 18** dargestellt ist, wird nämlich dann, wenn die obere Endkappe 46 durch den Klebstoff 49 mit dem oberen Ende der Filteranordnung 41 verklebt ist, durch die ungleiche Verteilung des Klebstoffs 49 teilweise eine Vertiefung 50 ausgebildet. In der Vertiefung 50 bildet sich eine Flüssigkeitspfütze, weil die Luftströmung in der Nähe einer Oberfläche des Klebstoffs 49 langsam ist, und ein Teil der Flüssigkeit, die durch die Filterelemente 42 und 43 gesammelt wurde, verbleibt in der Vertiefung 50. Eine Flüssigkeit 51, die in der Vertiefung 50 verbleibt, sammelt sich allmählich an und steigert ihr Volumen und Gewicht. Dann fließt die Flüssigkeit 51 allmählich nach unten und kommt in Kontakt mit der schnell strömenden Luft, so dass die Flüssigkeit 51 in das äußere Filterelement 43 eindringt. Nach Erreichen der äußeren

Umfangsfläche des äußeren Filterelements 43 wird die Flüssigkeit 51 wieder von der äußeren Umfangsfläche in die Luft dispergiert.

[0010] Es wird angenommen, dass der Grund für die Bildung der Vertiefung 50 darin liegt, dass dann, wenn die obere Endkappe 46 mittels des Klebstoffs 49 mit dem oberen Ende der Filteranordnung 41 verklebt wird, der Klebstoff 49, der dadurch fließt, dass er durch die Filterelemente 42 und 43, die Kernelemente 44 und 45 und dergleichen gedrückt wird, wahrscheinlich nicht in einen schmalen Spalt eintritt und dadurch nicht gleichmäßig verteilt wird.

[0011] Wenn die obere Endkappe 46 mit dem oberen Ende der Filteranordnung 41 verklebt wird, wie es in **Fig. 19a** dargestellt ist, wird mit anderen Worten eine bestimmte Menge (Tiefe) des Klebstoffs 49, der eine Viskosität aufweist, in die obere Endkappe 46, die auf den Kopf gedreht wurde, eingespritzt, und ein oberer Endabschnitt der Filteranordnung 41, der nach unten gewandt ist, wird in den Klebstoff 49 eingesetzt, wie es in den **Fig. 19b** und **Fig. 19c** gezeigt ist. Anschließend härtet der Klebstoff 49 aus und in diesem Fall wird der Klebstoff 49 durch die Filterelemente 42 und 43, die Kernelemente 44 und 45 und dergleichen gedrückt. Wie in **Fig. 19b** gezeigt ist, fließt dadurch der Klebstoff 49 innerhalb der oberen Endkappe 46 in der Richtung zu dem inneren Umfang der oberen Endkappe 46, in der Richtung zu dem äußeren Umfang der oberen Endkappe 46, in der Umfangsrichtung der oberen Endkappe 46 und dergleichen und fließt außerdem in einer solchen Weise, dass er allmählich in der Richtung, in welcher sich die Achse L erstreckt (einer Tiefenrichtung), vorsteht. Zur gleichen Zeit tritt der Klebstoff 49 in Lücken, die zwischen dem inneren Filterelement 42, das in einer plissierten Weise gefaltet ist, und tritt auch in das äußere Filterelement 43 durch. Lediglich eine kleine Menge des Klebstoffs 49 penetriert in das innere Filterelement 42, das eine niedrige Porosität hat.

[0012] Wie in **Fig. 17** dargestellt ist, tritt hierbei der Klebstoff 49 wahrscheinlich in einen großen Spalt der zwischen den gefalteten Teilen 42a und 42a des inneren Filterelements 42, die ineinander in einer plissierten Weise übergehen, gebildeten Spalte (Lücken), einen großen Spalt zwischen dem inneren Kernelement 44 und einem zylindrischen Abschnitt 46a der oberen Endkappe 46 oder der Innenseite des äußeren Filterelements 43, das eine niedrige Porosität hat, oder dergleichen, weil dort in allen diesen Bereichen lediglich ein geringer Widerstand auftritt. Es ist dagegen weniger wahrscheinlich, dass der Klebstoff 49 in einen schmalen Spalt zwischen den gefalteten Teilen 42a und 42a, schmale Spalte zwischen Falten 42b der Plissees und den Kernelementen 44 und 45 und dergleichen, weil in allen diesen Bereichen ein großer Widerstand vorhanden ist. In

einem Bereich, in den eine große Menge des Klebstoffs 49 eingetreten ist, tritt der Klebstoff 49 hoch nach oben vor. Wie in **Fig. 18** dargestellt ist, wird hierdurch die Vertiefung 50 teilweise aufgrund der ungleichen Verteilung des Klebstoffs 49 ausgebildet und es wird angenommen, dass sich in der Vertiefung 50 eine Pfütze bildet, die wiederum zu einer Redispersion der Flüssigkeit führt.

[0013] DE 10 2016 002 954 A1 offenbart ein Filterelement mit einem entlang einer Längsachse langgestreckten geschlossenen Filterkörper sowie eine damit fest verbundene geschlossene Endscheibe, mit der der Filterkörper mit seiner Stirnseite dicht verbunden ist. Dabei greift die Stirnseite in eine radial außen liegende Nut zwischen einen nach unten gebogenen Rand der Endscheibe und einen radial nach innen liegenden Bund der Endscheibe ein. An dem Filterkörper ist eine dichtende Klebeverbindung in der Nut angeordnet, wobei in der Nut ein kleiner Wulst vorgesehen ist, der die Stirnseite zum Nutboden beabstandet.

Zitierte Dokumente

[0014] PTL 1: JP S60-166020 U

Zusammenfassung der Erfindung

Technisches Problem

[0015] Es ist eine technische Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Filterelement mit einem Aufbau vorzuschlagen, bei dem keine ungleiche Verteilung eines Klebstoffs generiert wird, wenn eine obere Endkappe mit einem oberen Endabschnitt einer Filteranordnung durch den Klebstoff verklebt wird, so dass an dem oberen Endabschnitt keine Redispersion von Flüssigkeit auftreten wird.

Lösung der Aufgabe

[0016] Diese Aufgabe wird durch das Filterelement mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0017] Das Filterelement gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Filterelement mit einer hohlen Form und zur Entfernung von Staub und einer in Druckluft eingemischten Flüssigkeit und umfasst eine Filteranordnung, die eine hohle Form hat, eine obere Endkappe, die an einem oberen Ende der Filteranordnung angebracht ist, welches eines der Enden der Filteranordnung in einer axialen Richtung ist, und eine untere Endkappe, die an einem unteren Ende der Filteranordnung angebracht ist, welche dem oberen Ende der Filteranordnung entgegengesetzt ist. Die Filteranordnung umfasst einen zentralen Raumabschnitt, in den Druckluft eingeführt wird,

ein hohles inneres Kernelement (Innenkernelement), das eine poröse Struktur hat und das den zentralen Raumabschnitt umgibt, ein hohles inneres Filterelement, das einen Außenumfang des inneren Kernelements umgibt, ein hohles äußeres Kernelement (Außenkernelement), das eine poröse Struktur hat und das einen Außenumfang des inneren Filterelements umgibt, und ein hohles äußeres Filterelement, das einen Außenumfang des äußeren Kernelements umgibt. Die obere Endkappe umfasst eine hohle innere Umfangswand, die in einen oberen Endabschnitt des zentralen Raumabschnitts eingesetzt ist, eine Zwischenwand, die einen Außenumfang eines oberen Endabschnitts des äußeren Kernelements umgibt, und eine äußere Umfangswand, die einen Außenumfang eines oberen Endabschnitts des äußeren Filterelements umgibt, wobei die innere Umfangswand, die Zwischenwand und die äußere Umfangswand in dieser Reihenfolge in einer Richtung von dem Zentrum der oberen Endkappe zu einem Außenumfang der oberen Endkappe angeordnet sind. Eine Höhe der Zwischenwand ist geringer als eine Höhe der äußeren Umfangswand und eine Höhe der inneren Umfangswand. Die Innenseite der oberen Endkappe ist mit einem Klebstoff gefüllt, der eine Tiefe hat, die es der Innenwand ermöglicht, in den Klebstoff eingebettet zu werden. Die Filteranordnung und die obere Endkappe werden miteinander in einem Zustand verklebt, in dem ein oberer Endabschnitt der Filteranordnung in den Klebstoff eingesetzt ist.

[0018] Vorzugsweise wird die Zwischenwand an einer Position zwischen der äußeren Umfangswand und einer Zwischenposition zwischen der inneren Umfangswand und der äußeren Umfangswand vorgesehen. Eine bevorzugte Höhe der Zwischenwand ist die Hälfte der Höhe der äußeren Umfangswand oder weniger.

[0019] Außerdem erstreckt sich gemäß der vorliegenden Erfindung ein unterer Endabschnitt der Zwischenwand zu einer Position, die niedriger liegt als wenigstens ein oberer Endabschnitt des inneren Kernelements, ein oberer Endabschnitt des inneren Filterelements und der obere Endabschnitt des äußeren Kernelements ausgewählt aus dem inneren Kernelement, dem inneren Filterelement, dem äußeren Kernelement und dem äußeren Filterelement der Filteranordnung. Der untere Endabschnitt der Zwischenwand ist an einer Position angeordnet, die niedriger liegt als der obere Endabschnitt des äußeren Filterelements, und tritt in das äußere Filterelement ein.

[0020] Außerdem wird das innere Filterelement gemäß der vorliegenden Erfindung vorzugsweise in einer plissierten Weise gefaltet.

[0021] Bei der vorliegenden Erfindung kann die Zwischenwand kontinuierlich entlang eines gesamten Umfangs verlaufen oder kann diskontinuierlich ausgebildet sein, indem mehrere Wandabschnitte so angeordnet werden, dass die mehreren Wandabschnitte voneinander beabstandet sind. Alternativ kann die Zwischenwand durch mehrere ringförmige Wände mit unterschiedlichen Durchmessern gebildet werden, so dass sie eine multiple Struktur hat.

Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung

[0022] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist eine obere Endkappe mit einer Zwischenwand vorgesehen, so dass dann, wenn die obere Endkappe mittels eines Klebstoffs an einem oberen Endabschnitt einer Filteranordnung angeklebt und fixiert wird, d. h., wenn der obere Endabschnitt der Filteranordnung in den Klebstoff eingesetzt wird, mit welchem die obere Endkappe gefüllt wurde, um mit der oberen Endkappe verklebt zu werden, wird die freie Strömung des Klebstoffs durch die Zwischenwand verhindert und hierdurch wird die Verteilung des Klebstoffs gleichmäßig. Anders als beim Stand der Technik wird somit durch eine ungleiche Verteilung des Klebstoffs keine Vertiefung ausgebildet und es bildet sich keine Flüssigkeitspfütze in einer solchen Vertiefung. Als Folge hiervon wird das Problem, dass Flüssigkeitspartikel, die durch ein Filterelement gesammelt wurden, durch in Kontakt treten mit einem Luftstrom nach zeitweiligem Verbleib in der Vertiefung erneut dispergiert werden, gelöst.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht, die eine Ausführungsform eines Filterelements gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 2 ist ein Längsschnitt durch das Filterelement, das in **Fig. 1** gezeigt ist.

Fig. 3 ist ein Querschnitt durch das Filterelement, das in **Fig. 1** gezeigt ist.

Fig. 4 ist eine teilweise vergrößerte Ansicht der rechten Hälfte eines oberen Endabschnitts des in **Fig. 2** dargestellten Filterelements.

Fig. 5 **Fig. 5(a)** ist eine Ansicht von unten auf eine obere Endkappe und **Fig. 5(b)** ist ein Teilschnitt derselben.

Fig. 6 ist eine vergrößerte Teilansicht der rechten Hälfte eines unteren Endabschnitts des in **Fig. 2** dargestellten Filterelements.

Fig. 7 sind Schnitte durch einen Hauptabschnitt, die einen Prozess des Verklebens der oberen Endkappe mit dem Filterelement mittels eines Klebstoffs zeigen, und die **Fig. 7(a)**, **Fig. 7(b)** und **Fig. 7(c)** sind ein Diagramm, das einen Zustand vor dem Durchführen des Klebprozesses

ses zeigt, ein Diagramm, das einen Zustand während des Klebeprozesses zeigt, bzw. ein Diagramm, das einen Zustand unmittelbar vor dem Abschluss des Klebeprozesses zeigt.

Fig. 8 ist ein vergrößerter Schnitt durch einen Hauptabschnitt, der eine Modifikation der oberen Endkappe zeigt.

Fig. 9 ist ein vergrößerter Schnitt durch den Hauptabschnitt, der eine andere Modifikation der oberen Endkappe zeigt.

Fig. 10 ist eine perspektivische Ansicht, die eine weitere Modifikation der oberen Endkappe zeigt.

Fig. 11 ist eine perspektivische Ansicht, die eine weitere Modifikation der oberen Endkappe zeigt.

Fig. 12 ist eine Ansicht von unten, die eine weitere Modifikation der oberen Endkappe zeigt.

Fig. 13 sind Diagramme, die weitere Modifikationen der oberen Endkappe zeigen, und die **Fig. 13(a)** und **Fig. 13(b)** sind eine Ansicht von unten bzw. ein Schnitt.

Fig. 14 ist eine perspektivische Ansicht, die eine weitere Modifikation der oberen Endkappe zeigt.

Fig. 15 sind Diagramme, die weitere Modifikationen der oberen Endkappe zeigen, und **Fig. 15(a)** und **Fig. 15(b)** sind eine perspektivische Ansicht bzw. ein Schnitt.

Fig. 16 ist ein Längsschnitt durch ein Filterelement des Standes der Technik.

Fig. 17 ist ein Querschnitt durch das Filterelement des Standes der Technik.

Fig. 18 ist eine vergrößerte Teilansicht der rechten Hälfte eines oberen Endabschnitts des in **Fig. 16** dargestellten Filterelements.

Fig. 19 sind Schnitte durch einen Hauptabschnitt, die einen Prozess des Verklebens einer oberen Endkappe mit dem Filterelement des Standes der Technik mittels eines Klebstoffs zeigen, und **Fig. 19(a)**, **Fig. 19(b)** und **Fig. 19(c)** sind ein Diagramm, das einen Zustand vor dem Durchführen des Klebeprozesses zeigt, ein Diagramm, das einen Zustand während des Klebeprozesses zeigt, bzw. ein Diagramm, das einen Zustand unmittelbar vor dem Abschluss des Klebeprozesses zeigt.

Beschreibung von Ausführungsformen

[0023] Die **Fig. 1** bis **Fig. 3** illustrieren ein Filterelement 1 gemäß der vorliegenden Erfindung. Das Filterelement 1 umfasst eine hohle Filteranordnung 2, eine obere Endkappe 3, die eine ringförmige Form

hat und die an einem oberen Ende der Filteranordnung 2 angebracht ist, das eines der Enden der Filteranordnung 2 in einer Richtung ist, in welcher sich eine Achse L erstreckt, und eine untere Endkappe 4, die eine kreisförmige, schalenähnliche Form hat und an einem unteren Ende der Filteranordnung 2 angebracht ist, welches das andere Ende der Filteranordnung 2 ist.

[0024] Die Filteranordnung 2 umfasst einen zentralen Raumabschnitt 10, in welchen Druckluft eingebracht wird, ein hohles inneres Kernelement 11, das eine poröse Struktur hat und das den zentralen Raumabschnitt 10 umgibt, ein hohles inneres Filterelement 12, das den zentralen Raumabschnitt 10 umgibt, wobei das innere Kernelement 11 dazwischen angeordnet ist, ein hohles äußeres Kernelement 13, das eine poröse Struktur aufweist und das den Außenumfang des inneren Filterelements 12 umgibt, und ein hohles äußeres Filterelement 14, das den Außenumfang des äußeren Kernelements 13 umgibt. Die Druckluft, die durch eine hohle innere Umfangswand 20 der oberen Endkappe 3 in den zentralen Raumabschnitt 10 der Filteranordnung 2 eingebracht wird, wird gefiltert, während sie von dem inneren Filterelement 12 zu dem äußeren Filterelement 14 durchtritt. Die Druckluft, die dadurch gereinigt wurde, dass eine Flüssigkeit, wie Öl oder Wasser, und Staub aus ihr entfernt wurden, fließt aus dem äußeren Filterelement 14 nach außen ab.

[0025] Das innere Kernelement 11 und das äußere Kernelement 13 werden jeweils durch Rollen eines perforierten Metalls zu einer zylindrischen Form geformt und dienen dazu, die Festigkeit der Filteranordnung 2 zu erhalten. Man beachte, dass auch das innere Filterelement 12 und das äußere Filterelement 14 jeweils eine zylindrische Form haben.

[0026] Das innere Filterelement 12 ist in einer Richtung, in welcher die Druckluft strömt, weiter stromaufwärts positioniert als das äußere Filterelement 14 und sammelt den Hauptteil des Staubes und eine Flüssigkeit, wie Öl oder Wasser in der Form von Nebel oder Flüssigkeitstropfen, die in der Druckluft enthalten sind. Das innere Filterelement 12 wird durch Rollen eines Filters gebildet, der in einer plissierten Weise zu einer zylindrischen Form gefaltet ist. Das innere Filterelement 12 ist zwischen dem inneren Kernelement 11 und dem äußeren Kernelement 13 in einer solchen Weise vorgesehen, dass es in einer Position ist, an welcher gefaltete Abschnitte 12b parallel zu der Achse L orientiert sind.

[0027] Das innere Filterelement 12 umfasst gefaltete Teile 12a, die in einer plissierten Weise ineinander übergehen, und hat somit eine größere Filterfläche als ein Element, das durch Rollen eines flachen, plattenförmigen Filters zu einer zylindrischen Form gebildet wird.

[0028] Im Gegensatz dazu ist das äußere Filterelement 14 in der Richtung, in welche die Druckluft strömt, weiter stromabwärts positioniert als das innere Filterelement 12 und dient hauptsächlich dazu, die Flüssigkeit, wie Öl oder Wasser, die durch das innere Filterelement 12 gesammelt wurde, zu der unteren Endkappe 4 zu führen. Das äußere Filterelement 14 ist an einem äußeren Umfangsabschnitt des äußeren Kernelements 13 in einer solchen Weise angeordnet, dass es den Außenumfang des inneren Filterelements 12 umgibt, wobei das äußere Kernelement 13 dazwischen angeordnet ist.

[0029] Beispielsweise können sowohl das innere Filterelement 12 als auch das äußere Filterelement 14 durch eine Faserplatte gebildet werden, die durch regelmäßiges oder unregelmäßiges Stapeln feiner chemischer Fasern geformt wird, die jeweils einen Durchmesser von etwa wenigen Mikrometern (μm) bis etwa mehreren $10\ \mu\text{m}$ haben, ein Teil aus nicht gewebtem Stoff, der durch Verbinden solcher gestapelter chemischer Fasern mit einem Klebstoff oder durch ein Verfahren, wie Fusion (Schmelzen) oder Verfilzen geformt wird, ein Aggregat keramischer feiner Partikel, eine poröse Platte, die aus einem synthetischen Harz besteht, oder dergleichen gebildet werden. Außerdem wird die Porosität (Maschenweite) des inneren Filterelements 12 durch Verwendung von Fasern, die jeweils einen kleineren Durchmesser aufweisen als bei dem äußeren Filterelement 14, verringert, so dass das innere Filterelement 12 in einem solchen Maße dicht ausgebildet ist, dass feiner Staub und feiner Nebel aus beispielsweise Öl oder Wasser zuverlässig durch das innere Filterelement 12 gesammelt werden kann. Im Gegensatz dazu wird die Porosität (Maschenweite) des äußeren Filterelements 14 durch Verwenden von Fasern vergrößert, die jeweils einen größeren Durchmesser haben als bei dem inneren Filterelement 12, so dass das äußere Filterelement 14 so geformt ist, dass es in der Lage ist, die Flüssigkeit, wie Öl oder Wasser, die durch das innere Filterelement 12 gesammelt wurde, prompt zu der unteren Endkappe 4 abzuführen. Somit kann gesagt werden, dass das innere Filterelement 12 ein feines Filterelement ist und dass das äußere Filterelement 14 ein grobes Filterelement ist.

[0030] Die obere Endkappe 3, die eine ringförmige Form hat und aus einem synthetischen Harz (Kunststoff) hergestellt ist, wird mittels eines Klebstoffs 5 an einem oberen Endabschnitt des inneren Filterelements 12 und an einem oberen Endabschnitt des äußeren Filterelements 14 befestigt. Die untere Endkappe 4, die eine ringförmige schalenähnliche Form hat und aus einem synthetischen Harz (Kunststoff) hergestellt ist, ist an einem unteren Endabschnitt des inneren Filterelements 12 und an einem unteren Endabschnitt des äußeren Filterelements 14 mittels des Klebstoffs 5 fixiert.

[0031] Wie sich auch aus den Fig. 4 und Fig. 5(a) und Fig. 5(b) ergibt, umfasst die obere Endkappe 3 integral die innere Umfangswand 20, die eine ringförmige Form hat und in einen oberen Endabschnitt des zentralen Raumabschnitts 10 eingesetzt ist, eine Zwischenwand 21, die eine ringförmige Form hat und den Außenumfang eines oberen Endabschnitts des äußeren Kernelements 13 umgibt, und eine äußere Umfangswand 22, die eine ringförmige Form hat und den Außenumfang eines oberen Endabschnitts des äußeren Filterelements 14 umgibt. Diese Wände sind in dieser Reihenfolge in einer Richtung von dem Zentrum der oberen Endkappe 3 zu dem Außenumfang der oberen Endkappe 3 angeordnet. Die innere Umfangswand 20, die Zwischenwand 21 und die äußere Umfangswand 22 erstrecken sich parallel zu der Achse L zu der unteren Seite des Filterelements 1, d. h. zu der unteren Endkappe 4. Außerdem erstreckt sich ein oberer Endabschnitt der inneren Umfangswand 20 zu der Oberseite der unteren Endkappe 4, wobei er eine zylindrische Form hat.

[0032] Wenn die obere Endkappe 3 mit einem oberen Endabschnitt der Filteranordnung 2 mittels des Klebstoffs 5, der eine Viskosität aufweist, verklebt wird, dient die Zwischenwand 21 dazu, den Klebstoff 5 daran zu hindern, in übermäßiger Weise in Richtungen zu den inneren und äußeren Umfängen der oberen Endkappe 3 zu fließen, insbesondere in der Richtung zu dem Außenumfang der oberen Endkappe 3, um die Verteilung des Klebstoffs 5 etwa gleichmäßig zu machen. Die Zwischenwand 21 ist an einer Position zwischen der äußeren Umfangswand 22 und einem Zwischenpunkt zwischen der inneren Umfangswand 20 und der äußeren Umfangswand 22 in einer solchen Weise ausgebildet, dass sie kontinuierlich entlang des gesamten Umfangs der ringförmigen Form verläuft und so dass sie entlang des gesamten Umfangs der Ringform eine gleichmäßige Höhe $H1$ hat. Die Querschnittsform der Zwischenwand 21 hat ein etwas spitzes Ende (unteres Ende).

[0033] Mit anderen Worten hat die Zwischenwand 21 eine innere Seitenfläche 21a, die parallel zu der Achse L verläuft, eine äußere Fläche 21b, die parallel zu der Achse L verläuft, und eine innere schräge Fläche 21c, die sich schräg nach unten von einem Ende der inneren Seitenfläche 21a erstreckt, eine äußere schräge Fläche 21d, die sich schräg nach unten von einem Ende der äußeren Fläche 21b erstreckt, und eine abgerundete untere Endfläche 21e. Die innere schräge Fläche 21c ist eine Fläche, die in einer Richtung weg von der Achse L geneigt ist, und die äußere schräge Fläche 21d ist eine Fläche, die in einer Richtung zu der Achse L geneigt ist. Außerdem ist die Breite der inneren Seitenfläche 21a in der vertikalen Richtung kleiner als die Breite der äußeren Fläche 21b in der vertikalen Richtung, und die Breite der

inneren schrägen Fläche 21 c in der vertikalen Richtung ist größer als die Breite der äußeren schrägen Fläche 21 d in der vertikalen Richtung. Man beachte, dass die Betriebsweise der Zwischenwand 21 später erneut beschrieben wird.

[0034] Die Höhen H2 der inneren Umfangswand 20 und der äußeren Umfangswand 22 von einer inneren Kappenfläche 3a der oberen Endkappe 3 sind im Wesentlichen gleich groß. Die Höhe H1 der Zwischenwand 21 von der inneren Kappenfläche 3a der oberen Endkappe 3 ist kleiner als jeder der Höhen H2 der inneren Umfangswand 20 und der äußeren Umfangswand 22. Im Allgemeinen liegt eine bevorzugte Beziehung zwischen der Höhe H2 der äußeren Umfangswand 22 und der Höhe H1 der Zwischenwand 21 dann vor, wenn die Höhe H1 der Zwischenwand 21 halb so groß ist wie die Höhe H2 der äußeren Umfangswand 22 oder kleiner. Es ist stärker bevorzugt, dass die Höhe H1 der Zwischenwand 21 in einem Bereich von einem Drittel bis einem Fünftel der Höhe H2 der äußeren Umfangswand 22 liegt, und es wird noch mehr bevorzugt, dass die Höhe H1 der Zwischenwand 21 bei einem Viertel der Höhe H2 der äußeren Umfangswand 22 liegt. Die bevorzugte Beziehung zwischen der Höhe H1 der inneren Zwischenwand 21 und der Höhe H2 der äußeren Umfangswand 22 variiert in Abhängigkeit von der Viskosität des Klebstoffs 5, der Füllmenge des Klebstoffs 5 oder dergleichen und ist somit nicht notwendigerweise auf die oben beschriebenen Werte begrenzt.

[0035] Wenn die obere Endkappe 3 mit dem Klebstoff 5 an den oberen Endabschnitt der Filteranordnung 2 geklebt wird, wie es in **Fig. 7(a)** gezeigt ist, wird die obere Endkappe 3 auf den Kopf gestellt und in einer horizontalen Position gehalten, und der viskose Klebstoff 5 wird so in die obere Endkappe 3 eingespritzt, dass er eine solche Tiefe hat, dass die Zwischenwand 21 in den Klebstoff 5 eingebettet ist und dass der Klebstoff 5 nicht über die äußere Umfangswand 22 und die innere Umfangswand 22 nach außen ausfließen wird, auch wenn der Endabschnitt der Filteranordnung 2 in den Klebstoff 5 eingesetzt wird.

[0036] Als der oben genannte Klebstoff werden vorzugsweise Klebemittel auf Epoxidbasis verwendet und von diesen Klebemitteln wird ein Klebemittel besonders bevorzugt, das durch Mischen gleicher Gewichtsanteile eines Epoxidharzes (mit einer Viskosität von $30.000 \pm 10.000 \text{ m (Pa} \cdot \text{s/25}^\circ\text{C)}$), das eine Hauptkomponente ist, und modifiziertem Polyamidamin (mit einer Viskosität von $23.000 \pm 10.000 \text{ (mPa} \cdot \text{s/25}^\circ\text{C)}$), das eine Aushärtungskomponente ist, erhalten wird. Die Viskosität des Klebemittels, das in der oben beschriebenen Weise erhalten wird, ist äquivalent der Viskosität von Honig, der allgemein und kommerziell zur Verfügung steht.

[0037] Als nächstes wird die Filteranordnung 2 umgedreht und der nach unten weisende obere Endabschnitt wird in den Klebstoff 5 eingesetzt, wie es in **Fig. 7(b)** gezeigt ist, und dann weiter in den Klebstoff 5 eingedrückt, wie es in **Fig. 7(c)** gezeigt ist, so dass ein Ende des inneren Kernelements 11, ein Ende des inneren Filterelements 12 und ein Ende des äußeren Kernelements 13 in Kontakt mit der inneren Kappenfläche 3a der oberen Endkappe 3 gebracht werden, oder so, dass diese Enden an Positionen in der Nähe der inneren Kappenfläche 3a angeordnet sind, wobei ein sehr schmaler Spalt zwischen diesen Enden und der inneren Kappenfläche 3a beibehalten wird, wobei der Klebstoff 5 dazwischen angeordnet wird. In diesem Fall werden das Ende des inneren Kernelements 11, das Ende des inneren Filterelements 12, das Ende des äußeren Kernelements 13 und das Ende des äußeren Filterelements 14 so ausgerichtet, dass sie in der gleichen Ebene angeordnet sind, die senkrecht zu der Achse L verläuft. Somit nimmt der untere Endabschnitt der Zwischenwand 21 eine Position ein, die niedriger liegt als die oberen Endabschnitte der Elemente 11, 12, 13 und 14, und gräbt sich in das äußere Filterelement 14 ein.

[0038] Wenn der Endabschnitt der Filteranordnung 2 in der oben beschriebenen Weise in den Klebstoff 5 eingesetzt wird, fließt der Klebstoff 5, der durch das innere Kernelement 11, das innere Filterelement 12, das äußere Kernelement 13 und das äußere Filterelement 14 gedrückt wird, innerhalb der oberen Endkappe 3 in der Richtung zu dem inneren Umfang der oberen Endkappe 3, in der Richtung zu dem Außenumfang der oberen Endkappe 3 und in der Umfangsrichtung der oberen Endkappe 3 und fließt auch in einer solchen Weise, dass er allmählich in der vertikalen Richtung (Tiefenrichtung) vorsteht.

[0039] In diesem Fall wird ein Teil des Klebstoffs, der in der Richtung zu dem Außenumfang der oberen Endkappe 3 und weg von dem inneren Filterelement 12 fließt (seitlich fließt), durch die Zwischenwand 21 unterbrochen, so dass seine Strömung eingeschränkt wird. Seine Strömungsrichtung wird zu einer vertikalen Richtung entlang der inneren Seitenfläche 21a und der inneren schrägen Fläche 21c der Zwischenwand 21 geändert. Hierdurch tritt der Klebstoff 5 zuverlässig in Lücken einschließlich der Lücken zwischen den gefalteten Teilen 12a und 12b des inneren Filterelements 12, die in einer plissierten Weise ineinander übergehen, und der Spalte zwischen den gefalteten Abschnitten 12b und dem äußeren Kernelement 13 und wird schließlich, wie in **Fig. 4** dargestellt ist, etwa gleichmäßig in den Räumen zwischen der inneren Umfangswand 20 und dem inneren Kernelement 11, zwischen dem inneren Kernelement 11 und dem inneren Filterelement 12, zwischen dem inneren Filterelement 12 und dem äußeren Kernelement 13, zwischen dem äußeren Kernelement 13 und dem äußeren Filterelement 14

und dergleichen verteilt. In diesem Fall wird eine Oberfläche des Klebstoffs 5 gegebenenfalls nicht eine perfekt flache Oberfläche und kann teilweise leicht gewellt sein. Auch eine kleine Vertiefung 16 kann manchmal ausgeformt werden. Eine große Vertiefung, die in dem Fall gebildet werden kann, in dem die Zwischenwand 21 nicht vorgesehen ist, wird jedoch nicht ausgebildet.

[0040] Man beachte, dass ein Teil des Klebstoffs 5 in das äußere Filterelement 14, das eine hohe Porosität aufweist, eintritt und dass lediglich eine kleine Menge des Klebstoffs 5 in das innere Filterelement 12, das eine niedrige Porosität aufweist, eintritt.

[0041] Anschließend wird der Klebstoff 5 ausgehärtet, so dass die obere Endkappe 3 mit dem oberen Endabschnitt der Filteranordnung 2 verklebt wird und aushärtet. Die zum Aushärten vorgesehene Zeit beträgt bei einer Temperatur von 25 °C 12 Stunden oder mehr.

[0042] Die obere Endkappe 3 weist in der oben beschriebenen Weise die Zwischenwand 21 auf, so dass dann, wenn die obere Endkappe mit dem Klebstoff 5 an dem oberen Endabschnitt der Filteranordnung 2 angeklebt und fixiert wird, die Zwischenwand 21 die Strömung des Klebstoffs 5 einschränkt und die Fließrichtung des Klebstoffs 5 ändert. Die Verteilung des Klebstoffs 5 wird vergleichmäßigt. Anders als bei einem Filterelement des Standes der Technik wird dementsprechend keine Vertiefung, die nicht mit Klebstoff gefüllt ist, ausgebildet und eine Flüssigkeitspfütze wird sich nicht in einer solchen Vertiefung bilden. Dies löst das Problem, bei dem Flüssigkeitspartikel, die durch ein Filterelement gesammelt wurden, erneut dispergiert oder verteilt werden, indem sie in Kontakt mit Druckluft treten, nachdem sie zeitweise in der Pfütze verblieben waren. Diese Tatsache wurde bestätigt, indem wiederholt verschiedene Experimente für den Fall durchgeführt werden, wenn die obere Endkappe 3 mit der Filteranordnung 2 verklebt wurde, ohne die Zwischenwand auszubilden, und in Fällen, bei denen die obere Endkappe 3 mit der Filteranordnung 2 verklebt wurde, wobei die Zwischenwände 21 mit unterschiedlichen Formen und Höhen ausgebildet wurden.

[0043] Im Gegensatz dazu schließt die untere Endkappe 4 einen unteren Endabschnitt des zentralen Raumabschnitts 10 der Filteranordnung 2 und umfasst, wie sich aus den **Fig. 3** und **Fig. 6** ergibt, einen säulenförmigen zentralen vorstehenden Abschnitt 30, der in dem Zentrum einer oberen Fläche der unteren Kappe 4 positioniert und in den zentralen Raumabschnitt 10 eingesetzt ist, eine ringförmige innere Seitenwand 31, die an einer Position etwas weiter innen als das äußere Umfangsende der unteren Endkappe 4 in einer solchen Weise ausgebildet ist, dass sie den zentralen vorstehenden

Abschnitt 30 umgibt, eine ringförmige äußere Seitenwand 32, die an dem Außenumfangsende der unteren Endkappe 4 in einer solchen Weise ausgebildet ist, dass sie die innere Seitenwand 31 mit einer dazwischen vorgesehenen Lücke umgibt, und einen Flüssigkeitsabfuhrweg 33, der zwischen der inneren Seitenwand 31 und der äußeren Seitenwand 32 ausgebildet ist.

[0044] Der zentrale vorstehende Abschnitt 30, die innere Seitenwand 31 und die äußere Wand 32 erstrecken sich parallel zu der Achse L zu der Oberseite des Filterelements 1, d. h. zu der oberen Endkappe 3. Eine Höhe H3 der äußeren Seitenwand 32 von einer inneren Kappenbodenfläche 4a ist größer als eine Höhe H4 der inneren Seitenwand 31 von der inneren Kappenbodenfläche 4a und ist genauso groß wie eine Höhe H5 des zentral vorstehenden Abschnitts 30 von der inneren Kappenbodenfläche 4a.

[0045] Die äußere Umfangsfläche der inneren Seitenwand 31 und die innere Umfangsfläche der äußeren Seitenwand 32 sind miteinander durch eine Mehrzahl von rippenförmigen Verbindungswänden 34, die in radialer Richtung angeordnet sind, verbunden. Der Flüssigkeitsabfuhrweg 33 ist zwischen den benachbarten Verbindungswänden 34 und 34 ausgebildet. Obere Endflächen der Verbindungswände 34 sind auf der gleichen Höhe wie die obere Endfläche der inneren Seitenwand 31 positioniert und liegen jeweils in einer horizontalen Position. Untere Endflächen der Verbindungswände 34 sind jeweils als eine gekrümmte Fläche ausgebildet, die nach oben gekrümmt ist.

[0046] Die unteren Endabschnitte des inneren Kernelements 11, des inneren Filterelements 12 und des äußeren Kernelements 13 der Filteranordnung 2 sind in eine Flüssigkeitsspeicherkammer 35 eingesetzt, die eine Ringform hat und durch den zentralen vorstehenden Abschnitt 30 und die innere Seitenwand 31 umgeben wird. Die unteren Endabschnitte stehen in Kontakt mit der flachen inneren Kappenbodenfläche 4a der Flüssigkeitsspeicherkammer 35, und die innere Kappenbodenfläche 4a ist mit dem oberen Endabschnitt der Filteranordnung 2 über den Klebstoff 5, mit dem die Flüssigkeitsspeicherkammer 35 gefüllt ist, verklebt.

[0047] Der Außenumfang eines unteren Endabschnitts des inneren Filterelements 12 wird durch die innere Seitenwand 31 umgeben, wobei das äußere Kernelement 13 dazwischen angeordnet ist. Somit sind die unteren Endabschnitte des inneren Kernelements 11, das innere Filterelement 12 und das äußere Kernelement 13 in der gleichen Ebene angeordnet, die senkrecht zu der Achse L steht.

[0048] Im Gegensatz dazu ist ein unterer Endabschnitt des äußeren Filterelements 14 an einer Position oberhalb des unteren Endabschnitts des inneren Filterelements 12 angeordnet und so vorgesehen, dass er in Kontakt mit einer oberen Endfläche der inneren Seitenwand 31 und mit oberen Endflächen der Verbindungswände 34 steht, oder so, dass er in der Nähe der oberen Endfläche der inneren Seitenwand 31 und der oberen Endflächen der Verbindungswände 34 positioniert ist, wobei dazwischen ein kleiner Spalt vorgesehen ist. Der Außenumfang des unteren Endabschnitts des äußeren Filterelements 14 wird durch die äußere Seitenwand 32 umgeben.

[0049] Zwischen dem Außenumfang des unteren Endabschnitts des äußeren Filterelements 14 und dem Innenumfang der äußeren Seitenwand 32 ist ein Spalt 36 ausgebildet und der Spalt 36 steht in Verbindung mit dem Flüssigkeitsabfuhrweg 33.

[0050] Ähnlich wie die obere Endkappe 3 dient die untere Endkappe 4 dazu, zu verhindern, dass eine Flüssigkeit, die von der Druckluft abgetrennt wurde, wieder in die Druckluft dispergiert wird. Die Betriebsweise der unteren Endkappe 4 ist wie folgt.

[0051] Flüssigkeit, die durch das innere Filterelement 12 und das äußere Filterelement 14 während der Periode, wenn Druckluft, die in den zentralen Raumabschnitt 10 eingeführt würde, von dem inneren Filterelement 12 zu dem äußeren Filterelement 14 durchtritt, gesammelt wurde, liegt in der Form von feinen Partikeln vor und agglomeriert allmählich zu größeren Partikeln. Dementsprechend fließt die Flüssigkeit entlang des inneren Filterelements 12 und des äußeren Filterelements 14 durch die Wirkung der Schwerkraft nach unten und die Partikel werden größere Flüssigkeitspartikel als Folge der Tatsache, dass sie aneinander haften, während sie nach unten fließen und die untere Endkappe 4 erreichen.

[0052] Dann bleibt die Flüssigkeit, die entlang des inneren Filterelements 12 nach unten geflossen ist, zeitweise in der Flüssigkeitsspeicherkammer 35 der unteren Endkappe 4. Danach wird die Flüssigkeit durch den anschließenden Flüssigkeitsstrom dazu gebracht, allmählich über die innere Seitenwand 31 zu fließen und fällt in Tropfen von dem Flüssigkeitsabfuhrweg 33 nach außen. Die Flüssigkeit, die entlang des äußeren Filterelements 14 geströmt ist, fließt ebenfalls in Tropfen von dem Flüssigkeitsabfuhrweg 33 nach außen.

[0053] In dem Fall strömt die Druckluft von dem zentralen Raumabschnitt 10 durch das innere Filterelement 12 und das äußere Filterelement 14 und ein Teil der Druckluft, der in der Nähe der unteren Endabschnitte des inneren Filterelements 12 und des

äußeren Filterelements 14 strömt, wird durch die äußere Seitenwand 32 der unteren Endkappe 4 unterbrochen, so dass die Strömungsgeschwindigkeit der Druckluft an der äußeren Seitenwand 32 verringert wird. Hierdurch wird die Flüssigkeit, die in der Flüssigkeitsspeicherkammer 35 der unteren Endkappe 4 gesammelt wurde, die Flüssigkeit, die über die innere Seitenwand 31 überfließt, oder die Flüssigkeit, die in Abschnitten in der Nähe der unteren Endabschnitte des inneren Filterelements 12 und des äußeren Filterelements 14 dicht aufgenommen ist, daran gehindert, durch die Strömung der Druckluft dispergiert zu werden. Somit wird die Flüssigkeit, die von der Druckluft abgetrennt wurde, nicht erneut mit der Druckluft, die gereinigt wurde, vermischt.

[0054] Auch wenn die Zwischenwand 21 der oberen Endkappe 3 so geformt ist, dass sie kontinuierlich entlang des gesamten Umfangs der Ringform verläuft und so dass sie die gleichmäßige Höhe H1 aufweist (vgl. **Fig. 5(a)** und **Fig. 5(b)**), ist bei der oben beschriebenen Ausführungsform die Form der Zwischenwand 21 nicht auf eine solche Form beschränkt und kann eine der folgenden verschiedenen Formen annehmen.

[0055] Eine in **Fig. 8** dargestellte Zwischenwand 21A ist aus der inneren Seitenfläche 21a, die parallel zu der Achse L verläuft, der äußeren Fläche 21b, die parallel zu der Achse L verläuft, und einer unteren Endfläche 21e mit einer Bogenform geformt und hat über ihre gesamte Höhe eine gleichmäßige Dicke. Die untere Endfläche 21e kann als eine flache Fläche ausgebildet sein, die senkrecht zu der Achse L verläuft.

[0056] Der Unterschied zwischen einer Zwischenwand 21B, die in **Fig. 9** dargestellt ist, und der Zwischenwand 21A, die in **Fig. 8** dargestellt ist, liegt darin, dass die Zwischenwand 21B durch die innere Seitenfläche 21a, die parallel zu der Achse L verläuft, und die äußere schräge Fläche 21d, die in einer Richtung geneigt ist, in welcher die Dicke der Zwischenwand 21B zu dem unteren Ende der Zwischenwand 21B abnimmt, mit einem scharfen unteren Ende ausgebildet ist. Der Unterschied zwischen einer in **Fig. 10** gezeigten Zwischenwand 21C und der in **Fig. 8** gezeigten Zwischenwand 21A liegt darin, dass die Zwischenwand 21C so geformt ist, dass sie eine Höhendifferenz (Unregelmäßigkeit) hat, indem abwechselnd Wandabschnitte 21f, die jeweils eine große Höhe haben, und Wandabschnitte 21g, die jeweils eine kleine Höhe haben, in der Umfangsrichtung ausgebildet werden.

[0057] Der Unterschied zwischen einer in **Fig. 11** dargestellten Zwischenwand 21D und der in **Fig. 8** dargestellten Zwischenwand 21A besteht darin, dass die Zwischenwand 21D in einer diskontinuierlichen Weise ausgebildet ist, indem mehrere Wanda-

bschnitte 21h, die jeweils in einer Bogenform gekrümmt sind, so angeordnet werden, dass die mehreren Wandabschnitte 21h voneinander in der Umfangsrichtung beabstandet sind. Der Unterschied zwischen einer in **Fig. 12** gezeigten Zwischenwand 21E und der in **Fig. 11** gezeigten Zwischenwand 21D besteht darin, dass Wandabschnitte 21i jeweils eine Länge haben, die kleiner ist als die Länge jeder der Wandabschnitte 21h und der Zwischenwand 21D, die in **Fig. 11** gezeigt ist, und dass die Außenfläche 21b jeder der Wandabschnitte 21i eine bogenförmige Fläche ist. Man beachte, dass die Wandabschnitte 21h der in **Fig. 11** gezeigten Zwischenwand 21D jeweils eine lineare Form haben können und dass die untere Endfläche der Wandabschnitte 21h jeweils eine bogenförmige Fläche oder eine flache Fläche sein kann.

[0058] Außerdem besteht der Unterschied zwischen einer in den **Fig. 13(a)** und **Fig. 13(b)** gezeigten Zwischenwand 21F und der in **Fig. 8** gezeigten Zwischenwand 21A darin, dass die Zwischenwand 21F eine Doppelstruktur hat, indem eine innere Ringwand 21j mit einem kleinen Durchmesser und eine äußere Ringwand 21k mit einem großen Durchmesser so vorgesehen werden, dass die innere Ringwand 21j und die äußere Ringwand 21k konzentrisch zueinander sind. In diesem Fall kann die Höhe der inneren Ringwand 21j und die Höhe der äußeren Ringwand 21k voneinander abweichen. Alternativ können entweder eine oder beide der inneren Ringwand 21j und der äußeren Ringwand 21k so geformt sein, dass sie die gleiche Form haben wie eine der Zwischenwände 21A bis 21E, die in den **Fig. 8** bis **Fig. 12** gezeigt sind. In dem Fall, in dem die innere Ringwand 21j und die äußere Ringwand 21k jeweils so geformt sind, dass sie die gleiche Form haben wie eine der in den **Fig. 8** bis **Fig. 12** gezeigten Zwischenwände 21A bis 21E, kann die Form der inneren Ringwand 21j und die Form der äußeren Ringwand 21k voneinander abweichen.

[0059] Außerdem besteht der Unterschied zwischen einer in **Fig. 14** gezeigten Zwischenwand 21G und der in **Fig. 8** gezeigten Zwischenwand 21A darin, dass die Zwischenwand 21G polygonförmig ausgestaltet ist, indem mehrere lineare Wandabschnitte 21m miteinander verbunden sind.

[0060] Man beachte, dass die in **Fig. 10** gezeigte Zwischenwand 21C, die in **Fig. 11** gezeigte Zwischenwand 21D, die in **Fig. 13** gezeigte Zwischenwand 21F und die in **Fig. 14** gezeigte Zwischenwand 21G eine Querschnittsform haben, die die gleiche ist wie die Querschnittsform der in **Fig. 5** gezeigten Zwischenwand 21.

[0061] Außerdem ist in den **Fig. 15(a)** und **Fig. 15(b)** eine ringförmige Vertiefung 23, welche die innere Umfangswand 20 umgibt, in der oberen Endkappe

3 ausgebildet, und eine Seitenwand der Vertiefung 23, die an der Seite des Außendurchmessers angeordnet ist, dient als eine Zwischenwand 21H. Die Filteranordnung 2, die das obere Ende aufweist, an welches die obere Endkappe 3 angeklebt wird, ist so geformt, dass der obere Endabschnitt des äußeren Filterelements 14 eine Position einnimmt, die niedriger liegt als die oberen Endabschnitte des inneren Kernelements 11, des inneren Filterelements 12 und des äußeren Kernelements 13, so dass die oberen Endabschnitte der Elemente 11 bis 13 in die Vertiefung 23 eingesetzt sind und der obere Endabschnitt des äußeren Filterelements 14 in Kontakt mit einem vorstehenden Abschnitt 24 steht, welcher die Vertiefung 23 umgibt.

[0062] Man beachte, dass auch bei den Filterelementen, welche die in den **Fig. 5** und **Fig. 8** bis **Fig. 15** gezeigten oberen Endkappen verwenden, der obere Endabschnitt des äußeren Filterelements 14 in Kontakt mit der Zwischenwand 21 gebracht werden kann, indem die Filteranordnung 2 so geformt wird, dass der obere Endabschnitt des äußeren Filterelements 14 eine Position einnimmt, die niedriger liegt als die oberen Endabschnitte der anderen Elemente 11 bis 13.

[0063] Auch wenn bei den in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsformen die Querschnittsform der Filteranordnung 2, d. h. die Querschnittsformen des inneren Kernelements 11, des inneren Filterelements 12, des äußeren Kernelements 13 und des äußeren Filterelements 14 jeweils kreisförmig sind, ist darauf hinzuweisen, dass die Querschnittsform auch eine andere als eine Kreisform sein kann. Beispielsweise kann die Querschnittsform eine elliptische Form oder eine polygonale Form, wie eine rechteckige, eine hexagonale oder eine oktagonale Form sein. In diesem Fall können auch die obere Endkappe 3 und die untere Endkappe 4 mit einer Form ausgestaltet sein, die der obigen ähnlich ist. In diesem Fall ist es offensichtlich, dass die Zwischenwände 21 und 21A bis 21H der oberen Endkappen 3 jeweils zu einer der oben beschriebenen Form ähnlichen Form geformt sind.

[0064] Bei der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsform kann außerdem ein hohler Vorfilter, welcher das innere Filterelement 12 durch vorheriges Entfernen von relativ großem Staub und dergleichen, der in der Druckluft enthalten ist, schützt, in einem Raum vorgesehen sein, der durch das innere Filterelement 12 in der Filteranordnung 2 umschlossen wird. Dieser Vorfilter kann in einem Raum vorgesehen sein, der durch das innere Kernelement 11 umschlossen ist oder er kann außerhalb des inneren Kernelements 11 vorgesehen sein.

[0065] Außerdem ist bei der oben beschriebenen Ausführungsform das innere Filterelement 12 fein-

maschig und das äußere Filterelement 14 ist grobmaschig. Umgekehrt kann aber auch das innere Filterelement 12 grobmaschig sein und das äußere Filterelement 14 kann feinmaschig sein.

Bezugszeichenliste

1	Filterelement
2	Filteranordnung
3	obere Endkappe
4	untere Endkappe
5	Klebstoff
10	zentraler Raumabschnitt
11	inneres Kernelement
12	inneres Filterelement
13	äußeres Kernelement
14	äußeres Filterelement
20	innere Umfangswand
21, 21A bis 21H	Zwischenwand
21h, 21i	Wandabschnitt
21j, 21k	Ringwand
22	äußere Umfangswand
L	Achse

Patentansprüche

1. Ein Filterelement (1) mit einer hohlen Form und zur Entfernung von Staub und Flüssigkeit, die in Druckluft eingemischt sind, wobei das Filterelement (1) umfasst:

eine Filteranordnung (2), die eine hohle Form hat, eine obere Endkappe (3), die an einem oberen Ende der Filteranordnung (2) angebracht ist, welches eines der Enden der Filteranordnung (2) in einer axialen Richtung ist (L), und

eine untere Endkappe (4), die an einem unteren Ende der Filteranordnung (2) angebracht ist, welches dem oberen Ende der Filteranordnung (2) entgegengesetzt ist,

wobei die Filteranordnung (2) aufweist einen zentralen Raumabschnitt (10), in welchen Druckluft eingebracht wird,

ein hohles inneres Kernelement (11), das eine hohle Struktur hat und das den zentralen Raumabschnitt (10) umgibt,

ein hohles inneres Filterelement (12), das einen Außenumfang des inneren Kernelementes (11) umgibt,

ein hohles äußeres Kernelement (13), das eine poröse Struktur hat und das einen Außenumfang des inneren Filterelements (12) umgibt,

ein hohles äußeres Filterelement (14), das einen

Außenumfang des äußeren Kernelements (13) umgibt,

wobei die obere Endkappe (3) aufweist eine hohle innere Umfangswand (20), die in einen oberen Endabschnitt eines zentralen Raumabschnitts (10) eingesetzt ist,

eine Zwischenwand (21, 21A-21H), die einen Außenumfang eines oberen Endes des äußeren Kernelements (13) umgibt, und

eine äußere Umfangswand (22), die einen Außenumfang eines oberen Endabschnitts des äußeren Filterelements (14) umgibt, wobei eine innere Umfangswand (20), die Zwischenwand (21, 21A-21H) und die äußere Umfangswand (22) in dieser Reihenfolge in einer Richtung von dem Zentrum der oberen Endkappe (3) zu einem Außenumfang der oberen Endkappe (3) angeordnet sind,

wobei eine Höhe der Zwischenwand (21, 21A-21H) kleiner ist als eine Höhe der äußeren Umfangswand (22) und eine Höhe der inneren Umfangswand (20), wobei das Innere der oberen Endkappe (3) mit einem Klebstoff (5) gefüllt ist, der eine Tiefe hat, die das Einbetten der Zwischenwand (21, 21A-21H) in den Klebstoff (5) erlaubt,

wobei die Filteranordnung (2) und die obere Endkappe (3) miteinander in einem Zustand durch den Klebstoff (5) verklebt sind, in dem ein oberer Endabschnitt der Filteranordnung (2) in den Klebstoff (5) eingesetzt ist,

dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenwand (21, 21A-21H) sich um das äußere Kernelement (13) herum in das äußere Filterelement (14) einräbt.

2. Das Filterelement (1) nach Anspruch 1, wobei die Höhe der Zwischenwand (21, 21A-21H) die Hälfte der Höhe der äußeren Umfangswand (22) oder weniger beträgt.

3. Das Filterelement (1) nach Anspruch 1, wobei ein unteres Ende der Zwischenwand (21, 21A-21H) an einer Position angeordnet ist, die niedriger liegt als wenigstens ein oberes Ende des inneren Kernelements (11), ein oberes Ende des inneren Filterelements (12) und des oberen Endes des äußeren Kernelements (13) ausgewählt aus dem inneren Kernelement (11), dem inneren Filterelement (12), dem äußeren Kernelement (13) und dem äußeren Filterelement (14) der Filteranordnung (2).

4. Das Filterelement (1) nach Anspruch 1, wobei das innere Filterelement (12) in einer plissierten Weise gefaltet ist.

5. Das Filterelement (1) nach Anspruch 1, wobei die Zwischenwand (21, 21A-21C, 21G, 21H) entlang eines gesamten Umfangs kontinuierlich verläuft.

6. Das Filterelement (1) nach Anspruch 1, wobei die Zwischenwand (21D, 21E) diskontinuierlich aus-

gebildet ist, indem mehrere Wandabschnitte (21h, 21i) so angeordnet sind, dass die mehreren Wandabschnitte (21h, 21i) voneinander beabstandet sind.

7. Das Filterelement (1) nach Anspruch 1, wobei die Zwischenwand (21F) durch mehrere Ringwände (21j, 21k) mit unterschiedlichen Durchmessern gebildet wird, so dass sich eine multiple Struktur ergibt.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

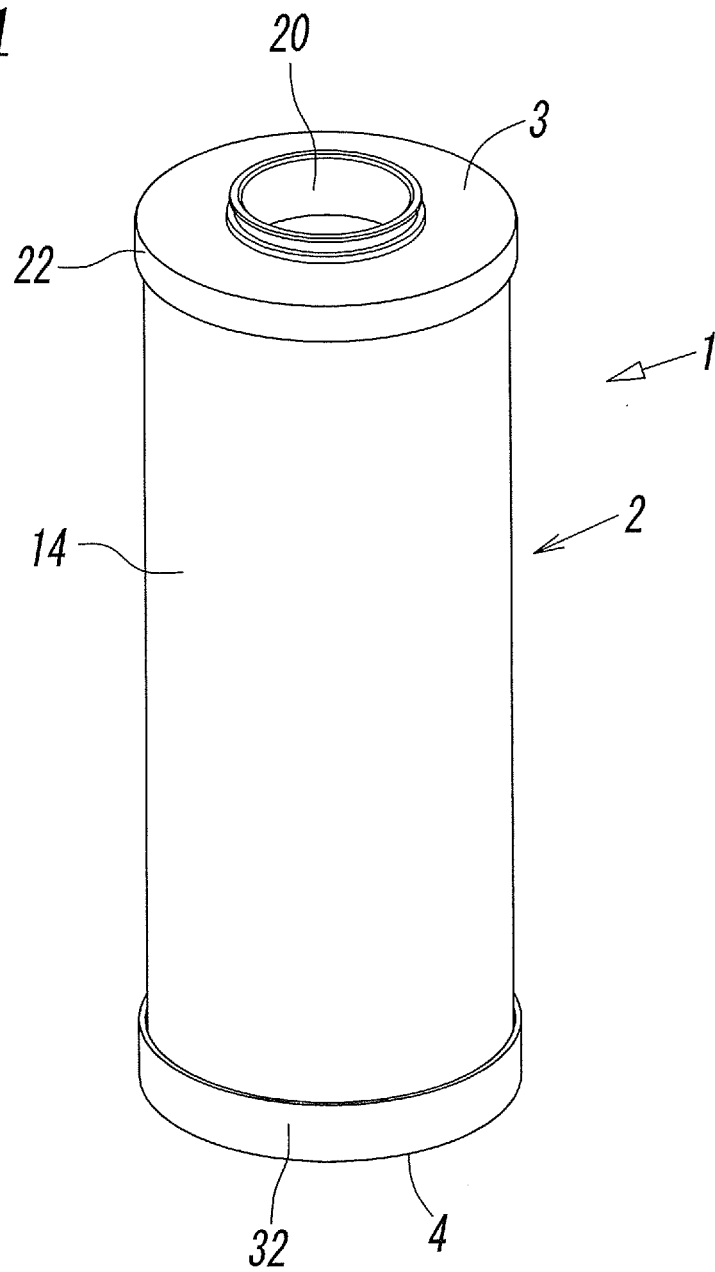


FIG. 2

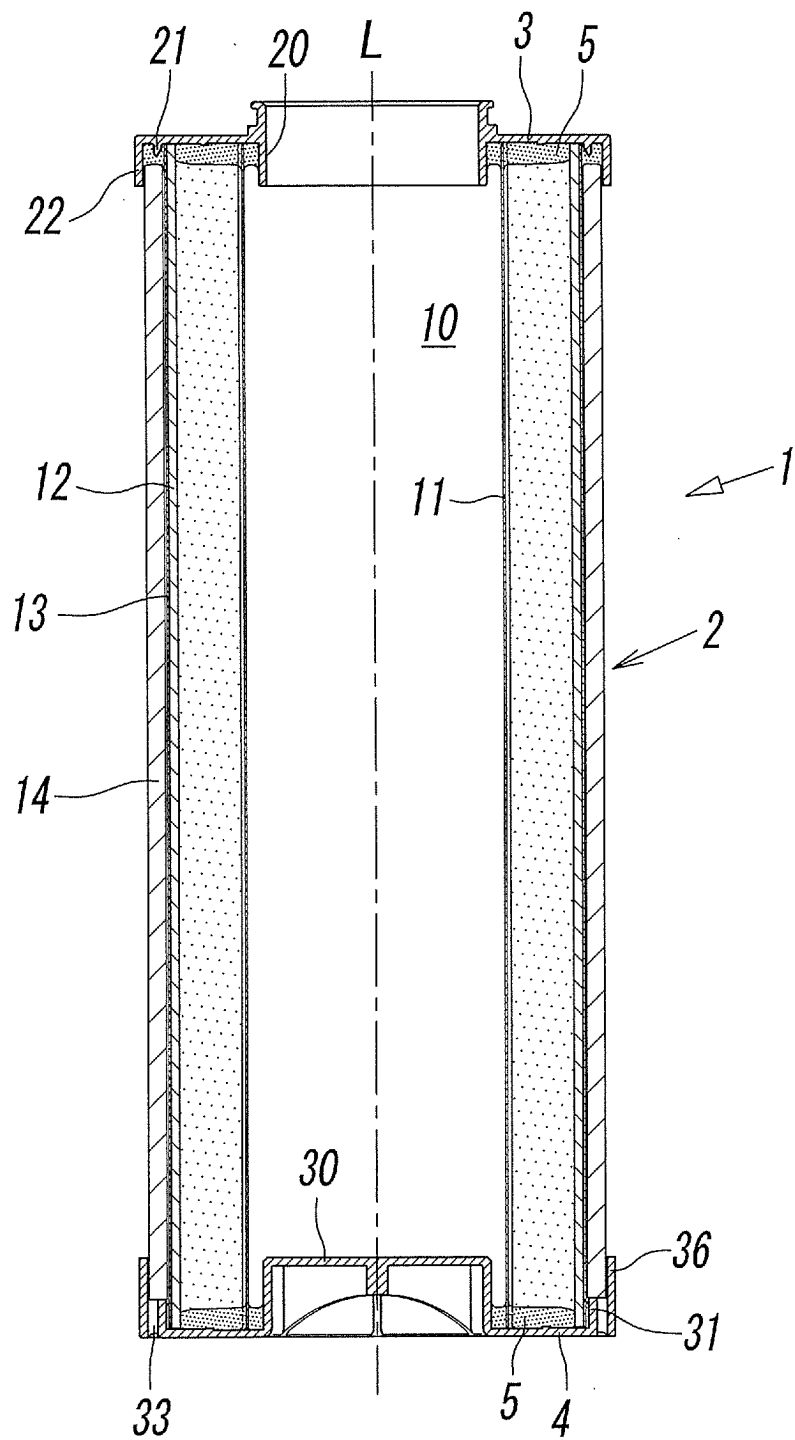


FIG.3

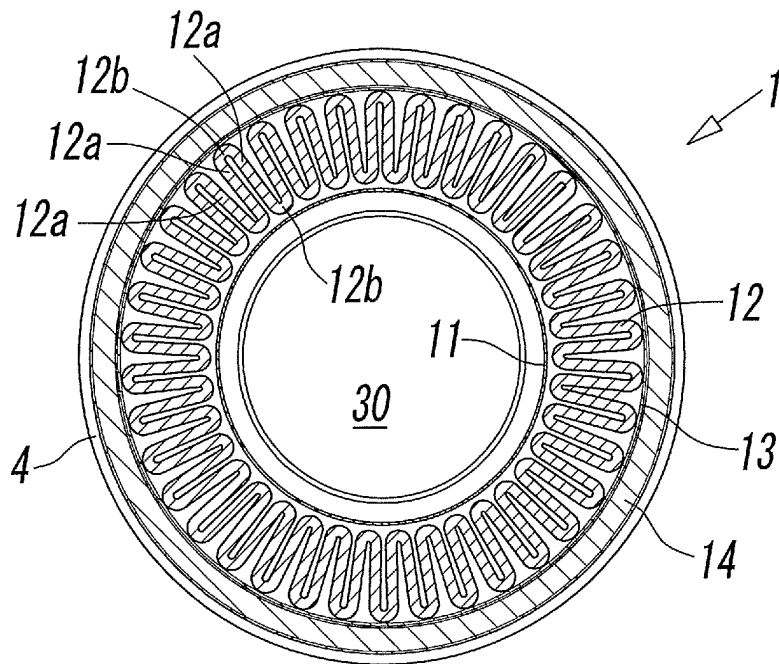


FIG.4

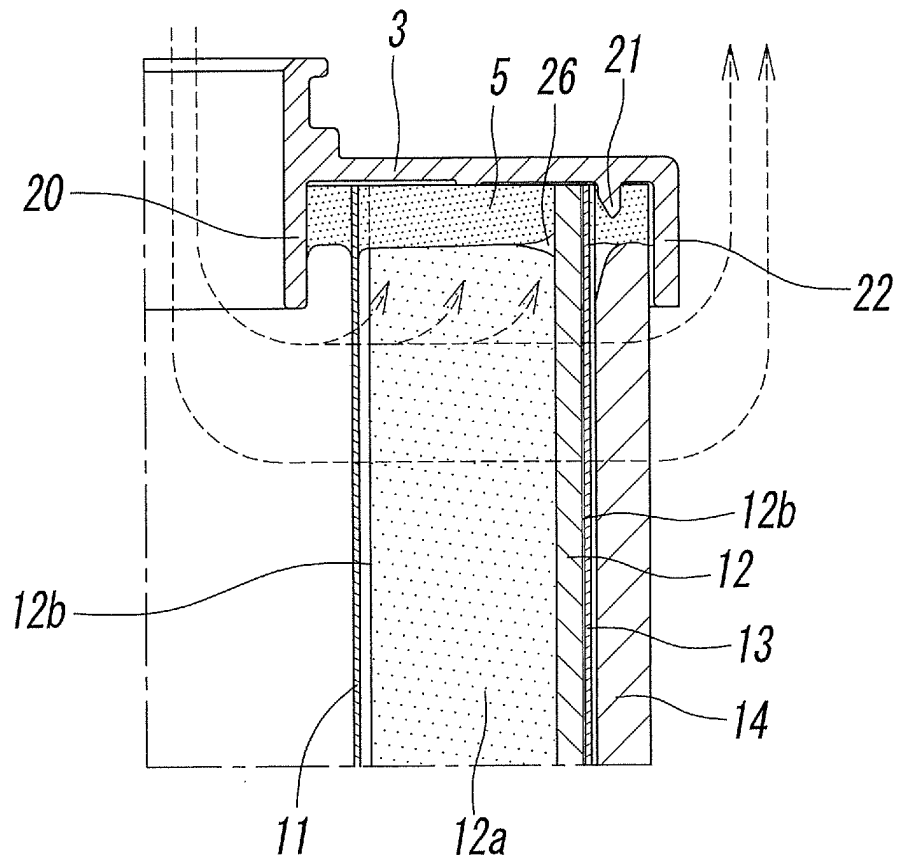
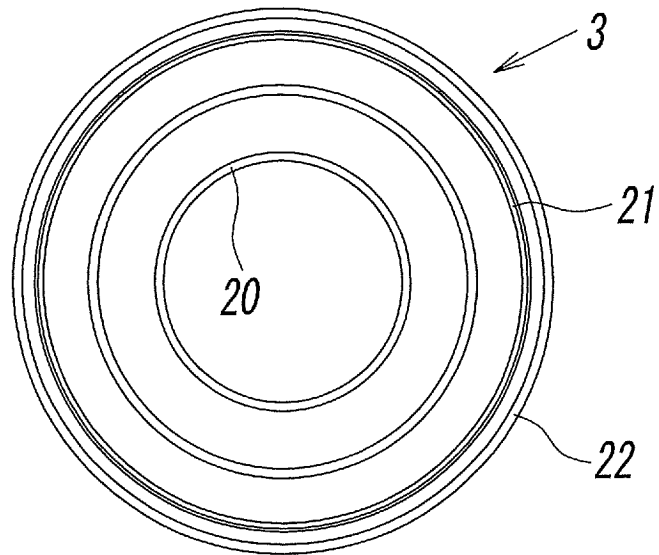


FIG.5

(a)



(b)

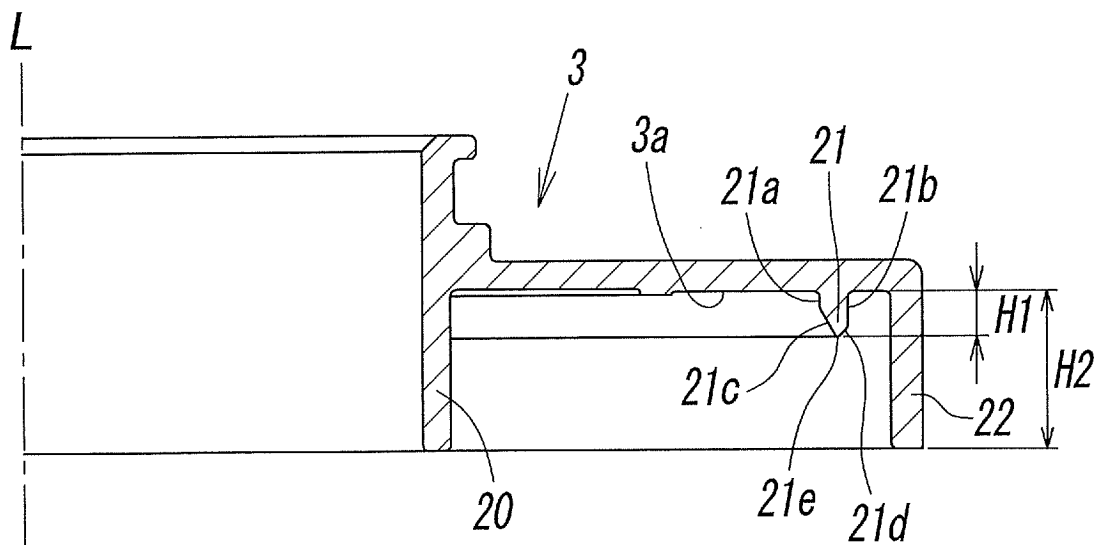


FIG. 6

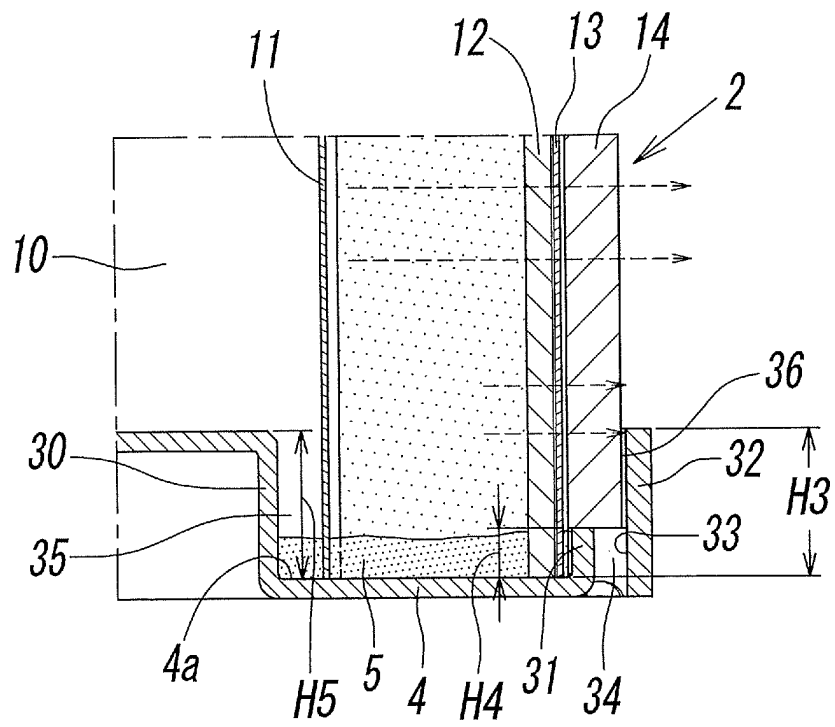


FIG. 7

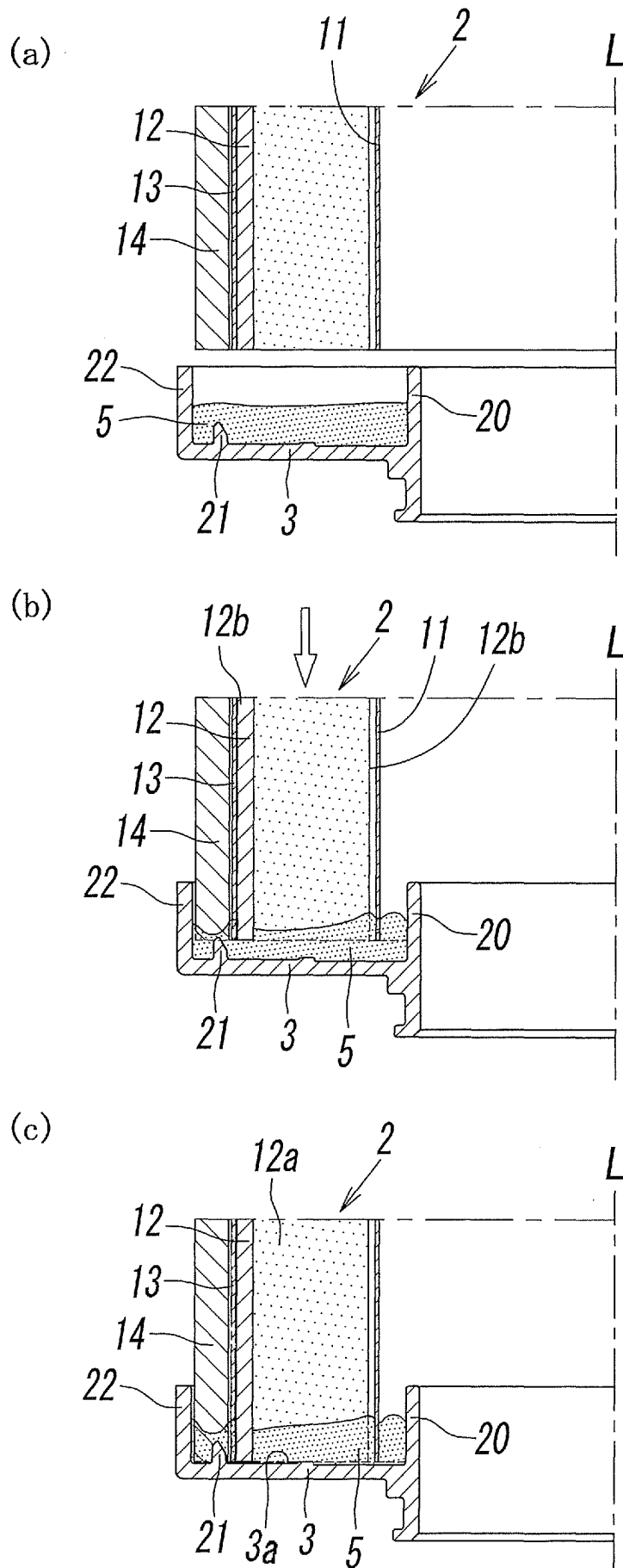


FIG.8

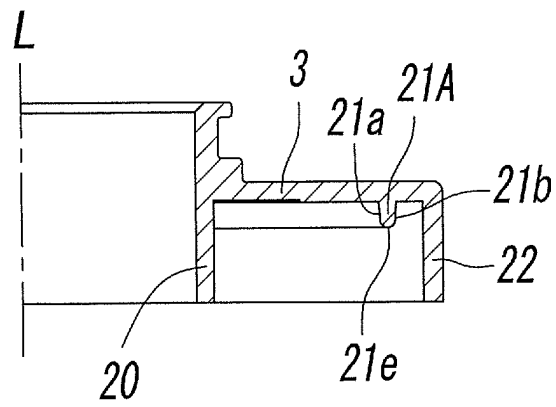


FIG.9

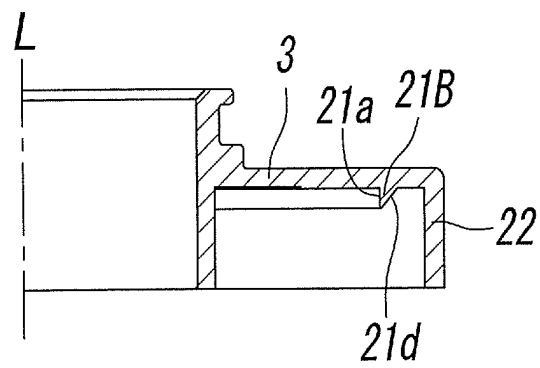


FIG.10

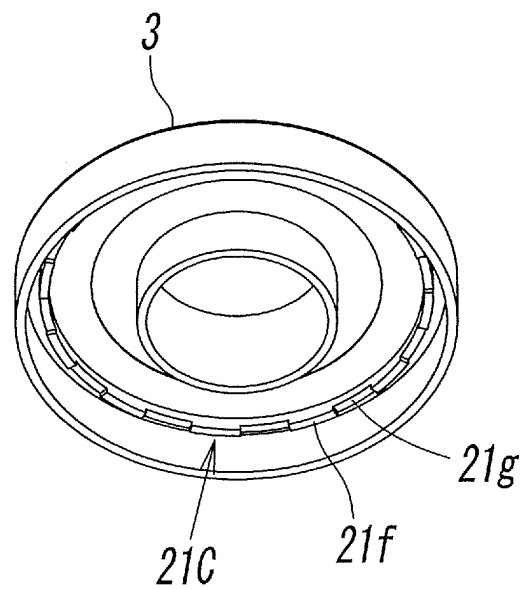


FIG. 11

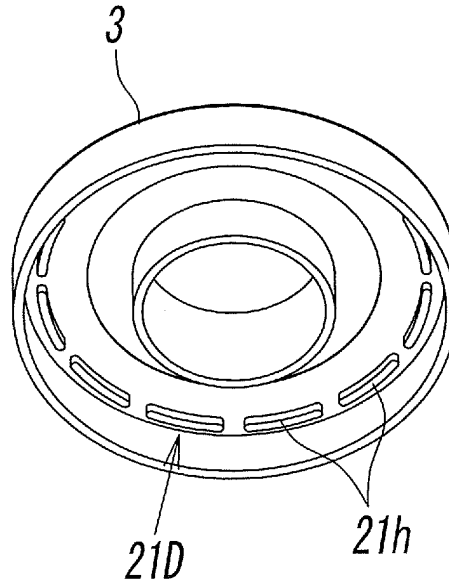


FIG. 12

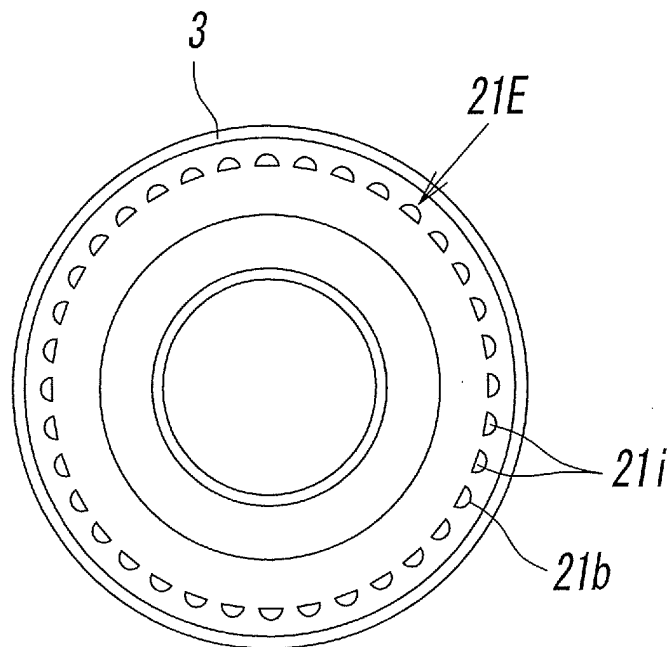
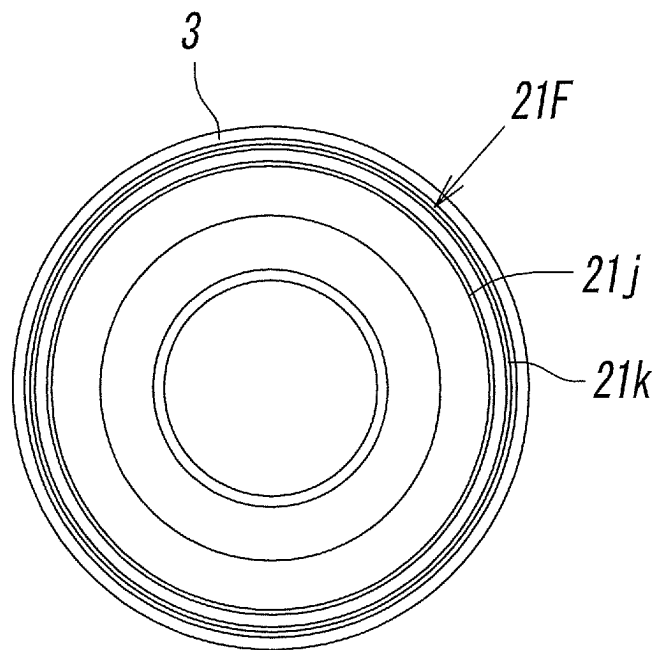


FIG.13

(a)



(b)

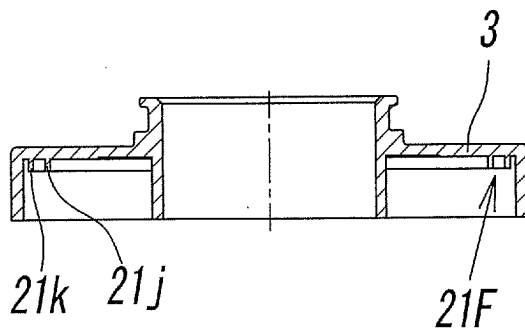


FIG.14

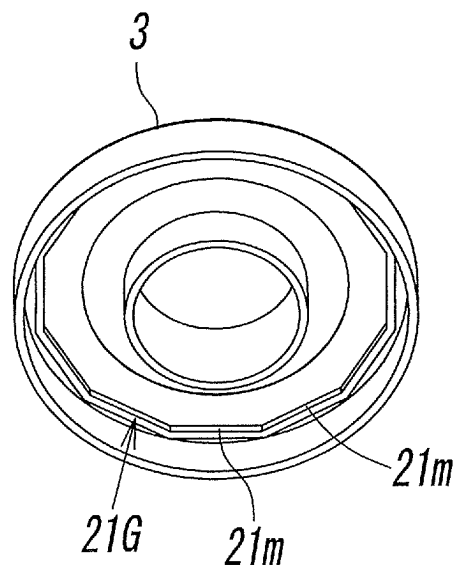
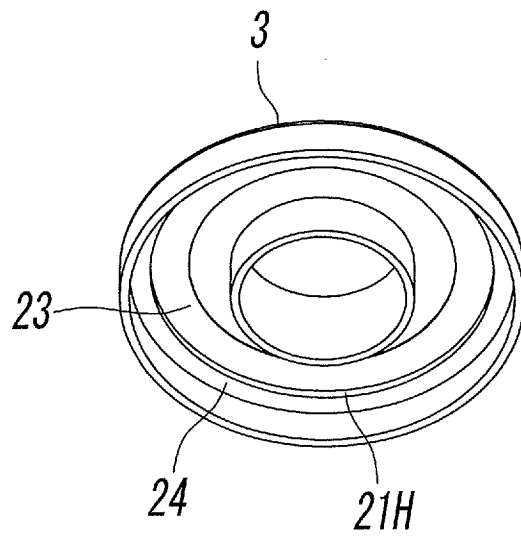


FIG.15

(a)



(b)

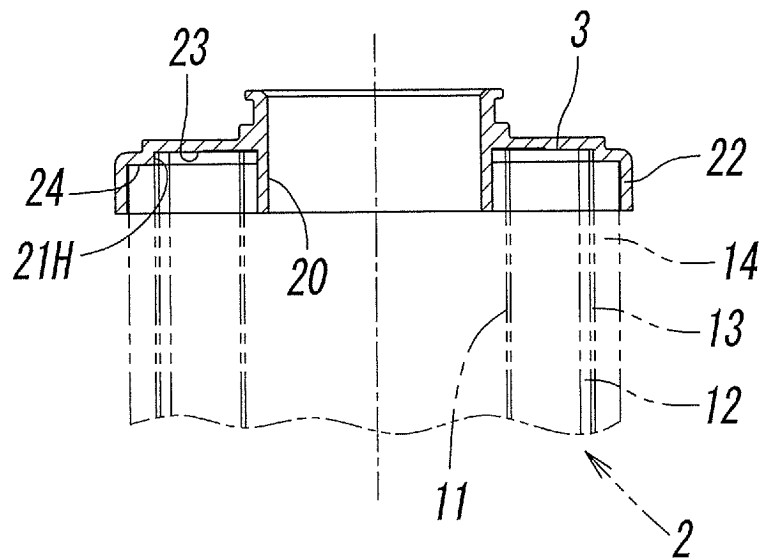


FIG.16

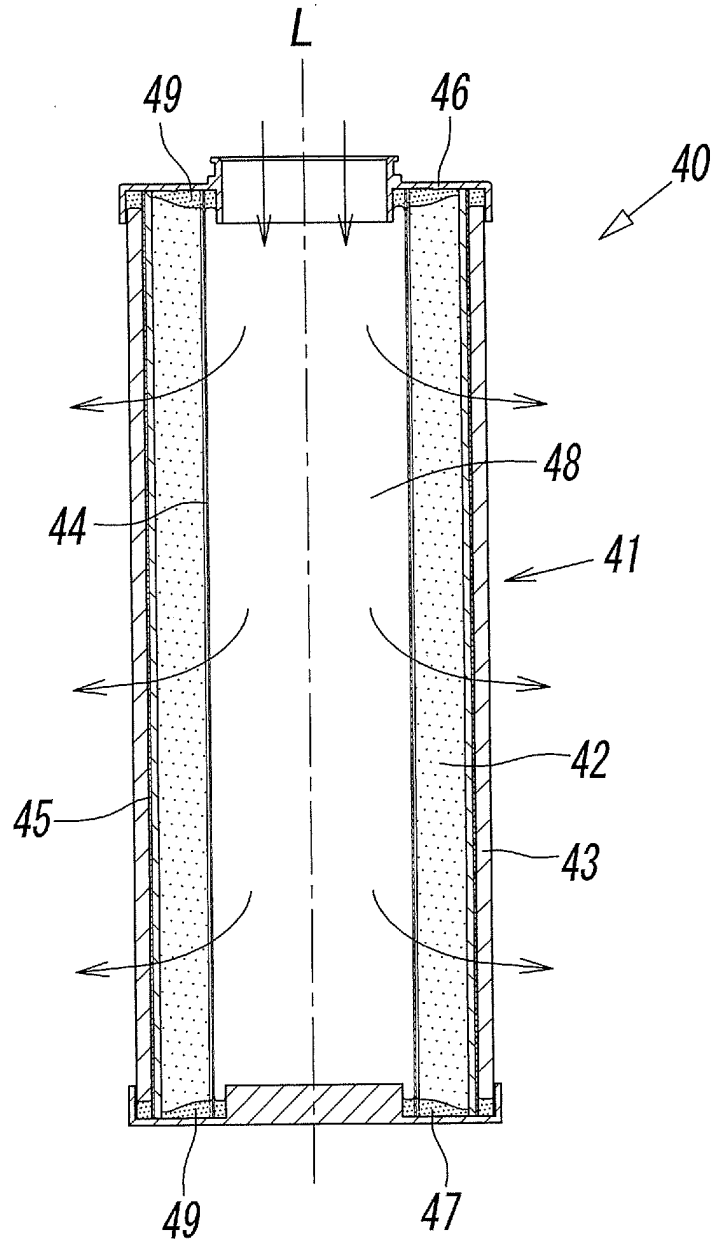
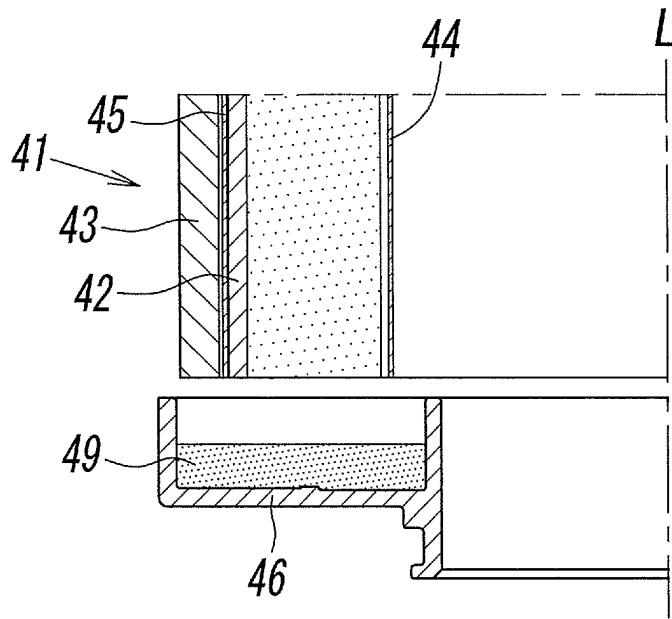
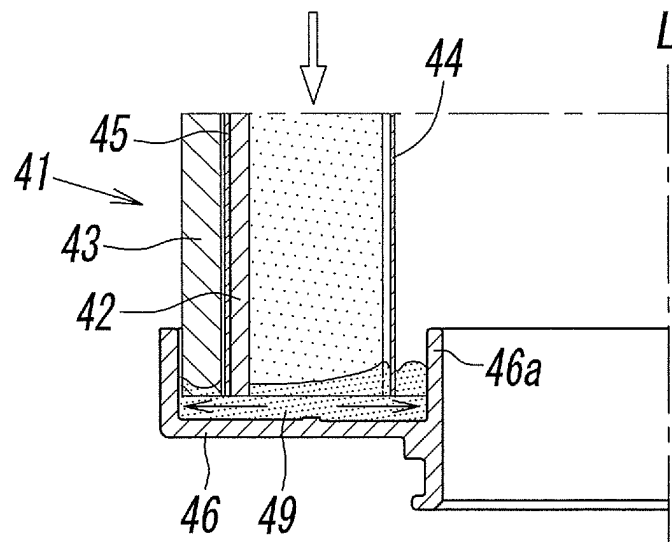


FIG. 19

(a)



(b)



(c)

