

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5126321号
(P5126321)

(45) 発行日 平成25年1月23日 (2013. 1. 23)

(24) 登録日 平成24年11月9日 (2012. 11. 9)

(51) Int. Cl.

F I

FO2M 37/22 (2006.01)
BO1D 35/02 (2006.01)
BO1D 29/50 (2006.01)
BO1D 29/01 (2006.01)

FO2M 37/22 J
 BO1D 35/02 E
 BO1D 29/26 A
 BO1D 29/04 510A
 BO1D 29/04 520Z

請求項の数 10 (全 28 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-193270 (P2010-193270)
 (22) 出願日 平成22年8月31日 (2010. 8. 31)
 (65) 公開番号 特開2011-169310 (P2011-169310A)
 (43) 公開日 平成23年9月1日 (2011. 9. 1)
 審査請求日 平成23年5月24日 (2011. 5. 24)
 (31) 優先権主張番号 特願2010-9371 (P2010-9371)
 (32) 優先日 平成22年1月19日 (2010. 1. 19)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
 (74) 代理人 100106149
 弁理士 矢作 和行
 (74) 代理人 100121991
 弁理士 野々部 泰平
 (74) 代理人 100145595
 弁理士 久保 貴則
 (72) 発明者 山田 勝久
 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
 社デンソー内
 (72) 発明者 河尻 千秋
 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料用フィルタ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

厚み方向に積層された複数の濾過層を含むフィルタ部材を備え、燃料が前記フィルタ部材を前記厚み方向に通過するとき前記燃料に含まれる異物を除去する燃料用フィルタ装置であって、

前記フィルタ部材は、前記厚み方向に隣り合う前記濾過層の間に隙間を設けた構成であり、

前記複数の濾過層のうち少なくとも一つの濾過層には、所定の開口面積を有する貫通孔が形成されており、

前記貫通孔は、はじめは前記燃料が濾材部分である他の部分を通過し、前記フィルタ部材を通過する前記燃料の通過量が累積して前記異物の除去が進行していく過程で、前記他の部分の目詰まりが限界に達する前に前記燃料が前記他の部分を通過しないで前記貫通孔を通過するようになる開口面積に設定されていることを特徴とする燃料用フィルタ装置。

【請求項 2】

厚み方向に積層された複数の濾過層を含むフィルタ部材を備え、燃料が前記フィルタ部材を前記厚み方向に通過するとき前記燃料に含まれる異物を除去する燃料用フィルタ装置であって、

前記フィルタ部材は、前記厚み方向に隣り合う前記濾過層の間に当該濾過層よりも空隙率の大きい中間層を介在させた構成であり、

前記複数の濾過層のうち少なくとも一つの濾過層には、所定の開口面積を有する貫通孔

10

20

が形成されており、

前記貫通孔は、はじめは前記燃料が濾材部分である他の部分を通して、前記フィルタ部材を通過する前記燃料の通過量が累積して前記異物の除去が進行していく過程で、前記他の部分の目詰まりが限界に達する前に前記燃料が前記他の部分を通して前記貫通孔を通過するようになる開口面積に設定されていることを特徴とする燃料用フィルタ装置。

【請求項 3】

前記貫通孔が満たす前記圧力損失は、 $1.5 \text{ kPa} \sim 4 \text{ kPa}$ の範囲であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の燃料用フィルタ装置。

【請求項 4】

前記貫通孔は、前記厚み方向に隣り合う前記濾過層のそれぞれについて、前記厚み方向に重ならないように、前記厚み方向に対して直角な方向に互いにずれた位置に設けられていることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の燃料用フィルタ装置。

10

【請求項 5】

前記貫通孔は、前記燃料流れの最も下流に位置する濾過層を除く最も空隙率の小さい濾過層に設けられることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の燃料用フィルタ装置。

【請求項 6】

厚み方向に積層された複数の濾過層を含むフィルタ部材を備え、燃料が前記フィルタ部材を前記厚み方向に通過するときに前記燃料に含まれる異物を除去する燃料用フィルタ装置であって、

20

前記フィルタ部材は、前記厚み方向に隣り合う前記濾過層の間に隙間を設けた構成であり、

前記複数の濾過層のうち少なくとも一つの濾過層には、前記濾過層が撓むことによって拡大開口する開口面積可変部が形成されており、

はじめは前記燃料が濾材部分である他の部分を通して、前記フィルタ部材を通過する前記燃料の通過量が累積して前記異物の除去が進行していく過程で前記他の部分が目詰まり状態になると前記燃料が流れるときの流動圧力により前記目詰まり状態の濾過層が前記燃料流れ下流の濾過層側に撓むことに伴って前記開口面積可変部は拡大開口し、前記燃料は当該拡大開口した前記開口面積可変部を通過して前記燃料流れ下流の濾過層に流入することを特徴とする燃料用フィルタ装置。

30

【請求項 7】

厚み方向に積層された複数の濾過層を含むフィルタ部材を備え、燃料が前記フィルタ部材を前記厚み方向に通過するときに前記燃料に含まれる異物を除去する燃料用フィルタ装置であって、

前記フィルタ部材は、前記厚み方向に隣り合う前記濾過層の間に当該濾過層よりも空隙率の大きい中間層を介在させた構成であり、

前記複数の濾過層のうち少なくとも一つの濾過層には、前記濾過層が撓むことによって拡大開口する開口面積可変部が形成されており、

はじめは前記燃料が濾材部分である他の部分を通して、前記フィルタ部材を通過する前記燃料の通過量が累積して前記異物の除去が進行していく過程で前記他の部分が目詰まり状態になると前記燃料が流れるときの流動圧力により前記目詰まり状態の濾過層が前記燃料流れ下流の濾過層側に撓むことに伴って前記開口面積可変部は拡大開口し、前記燃料は当該拡大開口した前記開口面積可変部を通過して前記燃料流れ下流の濾過層に流入することを特徴とする燃料用フィルタ装置。

40

【請求項 8】

前記開口面積可変部は、前記厚み方向に隣り合う前記濾過層のそれぞれについて、前記厚み方向に重ならないように、前記厚み方向に対して直角な方向に互いにずれた位置に設けられていることを特徴とする請求項 6 または請求項 7 に記載の燃料用フィルタ装置。

【請求項 9】

50

前記開口面積可変部は、前記燃料流れの最も下流に位置する濾過層を除く最も空隙率の小さい濾過層に設けられることを特徴とする請求項 6 から請求項 8 のいずれか一項に記載の燃料用フィルタ装置。

【請求項 10】

前記開口面積可変部は、前記濾過層を貫通する切込み部または細隙であることを特徴とする請求項 6 から請求項 9 のいずれか一項に記載の燃料用フィルタ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の燃料に含まれる異物を除去する燃料用フィルタ装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来、内燃機関の燃料に含有の異物を除去するための燃料用フィルタ装置としては、例えば特許文献 1 に記載の装置が知られている。この従来の燃料用フィルタ装置は、空隙率（総体積に対する空隙部分の比）の異なる二以上の不織布層からなるフィルタ部を有し、フィルタ部は空隙率が層毎に設定されている。フィルタ部は、二以上の不織布層をメルトブローン法により形成されて、フィルタ部の厚み方向における濾過能力の勾配（フィルタ部の厚み方向における粗密勾配）が緩やかになるように、各層の空隙率が決定される。そして、燃料中の、比較的粒径の大きい異物を外側に位置する不織布層で捕捉し、比較的粒径の小さい異物を内側に位置する不織布層で捕捉する。これにより、フィルタ部の目詰まりをできる限り抑えるようにしている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2005-48721 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記従来の燃料用フィルタ装置のように、厚み方向におけるフィルタ部の粗密勾配が設定されている場合には、ある範囲の粒径分布をなす異物を捕捉するには、フィルタ部の使用可能寿命を長くするために、各層における目詰まり状態をほぼ均等に近づけることが要求される。

30

【0005】

具体的には、燃料中に粒径の小さい異物が多く含有している場合は粗い層では目詰まりが生じていないのに対し密な層では目詰まりが生じるようになり、密な層がその機能を発揮できないため、結果としてフィルタ部全体の寿命が短くなってしまうという問題がある。また、このような問題を解消するために、各層について濾過面積を大きくする手段があり得るが、これはフィルタ部の大型化につながり、装置の搭載性の観点から好ましくない。

【0006】

40

そこで本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、装置の体格を抑えとともにフィルタの寿命を向上することができる燃料用フィルタ装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は上記目的を達成するために以下の技術的手段を採用する。すなわち、請求項 1 は、厚み方向に積層された複数の濾過層を含むフィルタ部材を備え、燃料がフィルタ部材を厚み方向に通過するとき燃料に含まれる異物を除去する燃料用フィルタ装置に係る発明であって、フィルタ部材は、厚み方向に隣り合う濾過層の間に隙間を設けた構成であり、複数の濾過層のうち少なくとも一つの濾過層には、所定の開口面積を有する貫通孔が形

50

成されており、貫通孔は、はじめは燃料が濾材部分である他の部分を通過し、フィルタ部材を通過する燃料の通過量が累積して異物の除去が進行していく過程で、他の部分の目詰まりが限界に達する前に燃料が他の部分を通過しないで貫通孔を通過するようになる開口面積に設定されていることを特徴とする。

【0008】

燃料用フィルタ装置においては燃料がフィルタ部材を厚み方向に通過するにつれて各濾過層には燃料に含有の異物が捕捉されるようになり、異物が除去された燃料成分はフィルタ部材を通過して流下する。さらに濾過層による当該異物の除去量が多くなると、濾過層に形成されている空隙は異物によって埋まり、濾過層は目詰まり状態に近づくようになる。

10

【0009】

そこでこの発明によれば、濾過層には、当該所定の開口面積を有する貫通孔が形成されていることにより、燃料は、フィルタ部材を通過するときに、貫通孔を通過し難く、濾過層における貫通孔を除く他の部分を通過しやすいため、当該他の部分において異物が除去されることになる。さらに、貫通孔の圧力損失は、燃料の通過量が累積して異物の除去が進行していく過程で、当該貫通孔と他の部分との双方における圧力損失の大小関係が逆転することにより、濾過層の当該他の部分における目詰まり状態が進行するにつれて、当該他の部分における圧力損失が貫通孔における圧力損失を上回るようになる。この状態になると、燃料は圧力損失が大きくなった当該他の部分を通過し難く、今度は貫通孔を通過してさらに下流の濾過層側に流れ、燃料に含有する異物を除去する役目は下流の濾過層が担うことになる。

20

【0010】

このように貫通孔が設けられた濾過層において当該他の部分の目詰まりが進行すると、当該他の部分と貫通孔の圧力損失の大小関係が逆転するタイミングで、燃料は貫通孔を通り抜け、下流の濾過層が異物捕捉能力を発揮するようになる。これにより、複数設けられた各濾過層における異物捕捉能力を十分に活用した濾過を行うことができ、フィルタ部材の濾過面積の低減を図ることもできる。したがって、装置の体格を抑えるとともにフィルタの寿命を向上することができる燃料用フィルタ装置を提供できる。

【0011】

さらに、この発明によれば、濾過層に目詰まりが起こっていない状態では燃料が他の部分を通過し、他の部分の目詰まりが限界に達する前に燃料が他の部分を通過しないで貫通孔を通過するようになる開口面積を求め、この開口面積を充足する大きさの貫通孔を形成すればよい。

30

【0012】

請求項2は、厚み方向に積層された複数の濾過層を含むフィルタ部材を備え、燃料がフィルタ部材を厚み方向に通過するときに燃料に含まれる異物を除去する燃料用フィルタ装置に係る発明であって、フィルタ部材は、厚み方向に隣り合う濾過層の間に濾過層よりも空隙率の大きい中間層を介在させた構成であり、前記複数の濾過層のうち少なくとも一つの濾過層には、所定の開口面積を有する貫通孔が形成されており、貫通孔は、はじめは燃料が濾材部分である他の部分を通過し、フィルタ部材を通過する燃料の通過量が累積して異物の除去が進行していく過程で、他の部分の目詰まりが限界に達する前に燃料が他の部分を通過しないで貫通孔を通過するようになる開口面積に設定されていることを特徴とする。この発明によれば、請求項1に記載の発明と同様の作用効果を奏する。また、中間層は濾過層よりも空隙率が大きいため、貫通孔を通り抜けた燃料を下流の濾過層に広く行き渡らすことに寄与する。また中間層は、濾過層間を所定の間隔に保つ機能を有し、フィルタ部材の形状を安定させる効果を奏する。

40

【0013】

請求項3は、請求項1または請求項2に記載の発明において、貫通孔が満たす圧力損失は、1.5 kPa～4 kPaの範囲であることを特徴とする。この発明によれば、ガソリン、軽油等の燃料を濾過するフィルタ装置として、装置体格の抑制およびフィルタ寿命の

50

向上において優れた効果が期待できる。

【0014】

請求項4は、請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の発明において、貫通孔は、厚み方向に隣り合う濾過層のそれぞれについて、厚み方向に重ならないように、厚み方向に対して直角な方向に互いにずれた位置に設けられていることを特徴とする。

【0015】

この発明によれば、厚み方向に隣り合う濾過層のそれぞれに設けられる貫通孔は厚み方向に重ならないように厚み方向に対して直角な方向に離間して配置されているため、上流側の濾過層における貫通孔を通り抜けた燃料は、下流側の濾過層で確実に濾過されて、下流側の濾過層の目詰まり状態を経てから下流側の濾過層における貫通孔を通り抜けるようになる。すなわち、下流側の濾過層で異物捕捉能力を十分に発揮させることができるので、フィルタ部材は異物捕捉能力を確保することができ、フィルタ寿命の延長を確実に実現することができる。

10

【0016】

請求項5は、請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の発明において、貫通孔は、燃料流れの最も下流に位置する濾過層を除く最も空隙率の小さい濾過層に設けられることを特徴とする。この発明によれば、積層された複数の濾過層のうち、燃料流れ最下流の濾過層よりも上流側の濾過層であって目詰まりが早く始まる濾過層に貫通孔を設けるため、当該濾過層の目詰まりが発生してもさらに下流の濾過層で異物の捕捉を実施することができる。したがって、フィルタ部材全体の寿命を延長させることができる。

20

【0017】

請求項6は、厚み方向に積層された複数の濾過層を含むフィルタ部材を備え、燃料がフィルタ部材を厚み方向に通過するときに燃料に含まれる異物を除去する燃料用フィルタ装置に係る発明であって、フィルタ部材は厚み方向に隣り合う濾過層の間に隙間を設けた構成であり、複数の濾過層のうち少なくとも一つの濾過層には、濾過層が撓むことによって拡大開口する開口面積可変部が形成されており、はじめは燃料が濾材部分である他の部分を通して、フィルタ部材を通過する燃料の通過量が累積して異物の除去が進行していく過程で他の部分が目詰まり状態になると燃料が流れるときの流動圧力により前記目詰まり状態の濾過層が燃料流れ下流の濾過層側に撓むことに伴って開口面積可変部は拡大開口し、燃料は当該拡大開口した開口面積可変部を通過して燃料流れ下流の濾過層に流入することを特徴とする。

30

【0018】

この発明によれば、濾過層は目詰まり状態がある程度まで進行すると、当該濾過層前後の差圧が大きくなるため、濾過層が燃料の流動圧により下流の隙間側に撓んで変形するようになる。この変形により、濾過層に予め設けられた開口面積可変部が拡大開口して濾過層を貫通する貫通孔を形成するようになるため、燃料は、既に目詰まり状態である濾過層の空隙部分を通り抜けるよりも、拡大開口した開口面積可変部を通り抜けてさらに下流の濾過層で濾過されるようになる。このように濾過層の異物捕捉能力の上限に近づくと、燃料は開口面積可変部を通り抜け、下流の濾過層が異物捕捉能力を発揮するようになるため、複数設けられた濾過層の異物捕捉能力を十分に活用することができ、濾過面積の低減を図ることもできる。したがって、装置の体格を抑えるとともにフィルタの寿命を向上することができる燃料用フィルタ装置を提供できる。

40

【0019】

請求項7は、厚み方向に積層された複数の濾過層を含むフィルタ部材を備え、燃料がフィルタ部材を厚み方向に通過するときに燃料に含まれる異物を除去する燃料用フィルタ装置に係る発明であって、フィルタ部材は厚み方向に隣り合う濾過層の間に濾過層よりも空隙率の大きい中間層を介在させた構成であり、複数の濾過層のうち少なくとも一つの濾過層には、濾過層が撓むことによって拡大開口する開口面積可変部が形成されており、はじめは燃料が濾材部分である他の部分を通して、フィルタ部材を通過する燃料の通過量が累積して異物の除去が進行していく過程で他の部分が目詰まり状態になると燃料が流れると

50

きの流動圧力により目詰まり状態の濾過層が燃料流れ下流の濾過層側に撓むことに伴って開口面積可変部は拡大開口し、燃料は当該拡大開口した開口面積可変部を通過して燃料流れ下流の濾過層に流入することを特徴とする。

【0020】

この発明によれば、上記した請求項6の発明と同様に、濾過層は目詰まり状態がある程度まで進行すると、当該濾過層前後の差圧が大きくなるため、濾過層が燃料の流動圧により下流の中間層側に撓んで変形するようになる。中間層は濾過層よりも空隙率が大きいため軟らかく、濾過層を中間層側に撓み易くする。また中間層は、濾過層間を所定の間隔に保つ機能を有し、フィルタ部材の形状を安定させる効果を奏する。この変形により、燃料は、既に目詰まり状態である濾過層の空隙部分を通り抜けるよりも、拡大開口した開口面積可変部を通り抜けてさらに下流の濾過層で濾過されるようになる。このように濾過層の異物捕捉能力の上限に近づくと、燃料は開口面積可変部を通り抜け、下流の濾過層が異物捕捉能力を発揮するようになるため、複数設けられた濾過層の異物捕捉能力を十分に活用することができ、濾過面積の低減を図ることもできる。したがって、装置の体格を抑えるとともにフィルタの寿命を向上することができる燃料用フィルタ装置を提供できる。

10

【0021】

請求項8によると、請求項6または請求項7に記載の開口面積可変部は、厚み方向に隣り合う濾過層のそれぞれについて厚み方向に重ならないように、厚み方向に対して直角な方向に互いにずれた位置に設けられていることを特徴とする。

【0022】

この発明によれば、厚み方向に隣り合う濾過層のそれぞれに設けられる開口面積可変部は厚み方向に重ならないように厚み方向に対して直角な方向に離間して配置されているため、上流側の拡大開口した開口面積可変部を通り抜けた燃料は、下流側の濾過層で確実に濾過されて、下流側の濾過層の目詰まり状態を経てから下流側の濾過層において拡大開口した開口面積可変部を通り抜けるようになる。すなわち、下流側の濾過層で異物捕捉能力を十分に発揮させることができるので、フィルタ部材は異物捕捉能力を確保することができ、フィルタ寿命の延長を確実に実現することができる。

20

【0023】

請求項9によると、請求項6から請求項8のいずれか一項に記載の開口面積可変部は、燃料流れの最も下流に位置する濾過層を除く最も空隙率の小さい濾過層に設けられることを特徴とする。

30

【0024】

この発明によれば、積層された複数の濾過層のうち、燃料流れ最下流の濾過層よりも上流側の濾過層であって目詰まりが早く始まる濾過層に開口面積可変部を設けるため、当該濾過層の目詰まりが発生してもさらに下流の濾過層で異物の捕捉を実施することができる。したがって、フィルタ部材全体の寿命を延長させることができる。

【0025】

請求項10によると、請求項6から請求項9のいずれか一項に記載の開口面積可変部は、濾過層を貫通する切込み部または細隙であることを特徴とする。この発明によれば、上記した機能を発揮する開口面積可変部をプレス加工等で容易に形成することができる。したがって、加工性に優れ高い生産性を備えた燃料用フィルタ装置を提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明を適用した第1実施形態のサクションフィルタを示す模式図である。

【図2】第1実施形態の燃料用フィルタ装置におけるフィルタ部材の構成を示す模式的断面図である。

【図3】図2に示すフィルタ部材の部分的平面図である。

【図4】濾過層における圧力損失の経時変化と貫通孔についての圧力損失の設定値との関係を表すグラフである。

50

【図 5】濾過層に形成した貫通孔について開口面積と圧力損失との関係を表すグラフである。

【図 6】濾過層に形成した 1 個の貫通孔が $\phi 3 \text{ mm}$ である場合の各濾過層における圧力損失の経時変化を表した実験結果である。

【図 7】濾過層に形成した 1 個の貫通孔が $\phi 4 \text{ mm}$ である場合の各濾過層における圧力損失の経時変化を表した実験結果である。

【図 8】濾過層に形成した 1 個の貫通孔が $\phi 5 \text{ mm}$ である場合の各濾過層における圧力損失の経時変化を表した実験結果である。

【図 9】濾過層に形成した貫通孔が $\phi 3 \text{ mm}$ 、 $\phi 4 \text{ mm}$ 各 1 個である場合の各濾過層における圧力損失の経時変化を表した実験結果である。

10

【図 10】濾過層に形成した 3 個の貫通孔が $\phi 3 \text{ mm}$ である場合の各濾過層における圧力損失の経時変化を表した実験結果である。

【図 11】濾過層に形成した貫通孔が $\phi 2 \text{ mm}$ 、 $\phi 3 \text{ mm}$ 各 2 個である場合の各濾過層における圧力損失の経時変化を表した実験結果である。

【図 12】第 2 実施形態の燃料用フィルタ装置におけるフィルタ部材の構成を示す模式的断面図である。

【図 13】図 12 に示すフィルタ部材の部分的平面図である。

【図 14】図 12 に示すフィルタ部材において、最も外側に位置する第 1 の濾過層が燃料圧によって撓んで拡大開口した貫通孔が形成される状態を示す部分的平面図である。

【図 15】図 14 の状態から、第 1 の濾過層に続いてさらに内側の第 2 の濾過層が燃料圧によって撓んで拡大開口した貫通孔が形成される状態を示す部分的平面図である。

20

【図 16】図 15 の状態から、第 2 の濾過層に続いてさらに内側の第 3 の濾過層が燃料圧によって撓んで拡大開口した貫通孔が形成される状態を示す部分的平面図である。

【図 17】いずれの層にも切込み部が形成されていない従来のフィルタ部材について、各濾過層における圧力損失の経時変化を表した実験結果である。

【図 18】隣り合う各濾過層が厚み方向に隙間なく密着したフィルタ部材について、各濾過層における圧力損失の経時変化を表した実験結果である。

【図 19】図 12 に示すフィルタ部材について、各濾過層における圧力損失の経時変化を表した実験結果である。

【図 20】図 12 に示すフィルタ部材の他の形態のうち、第 1 変形例を示す部分的平面図である。

30

【図 21】図 12 に示すフィルタ部材の他の形態のうち、第 2 変形例を示す部分的平面図である。

【図 22】図 12 に示すフィルタ部材の他の形態のうち、第 3 変形例を示す部分的平面図である。

【図 23】第 3 実施形態の燃料用フィルタ装置におけるフィルタ部材の構成を示す模式的断面図である。

【図 24】第 4 実施形態の燃料用フィルタ装置におけるフィルタ部材の構成を示す模式的断面図である。

【図 25】本発明を適用した第 5 実施形態の燃料用フィルタ装置の構成を示す模式的断面図である。

40

【図 26】本発明を適用した第 6 実施形態の燃料用フィルタ装置の構成を示す模式的断面図である。

【図 27】本発明を適用した第 7 実施形態のフィルタ部材の構成を示す模式的断面図である。

【図 28】第 7 実施形態の燃料用フィルタ装置の構成を示す模式的断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下に、図面を参照しながら本発明を実施するための複数の形態を説明する。各形態において先行する形態で説明した事項に対応する部分には同一の参照符号を付して重複する

50

説明を省略する場合がある。各形態において構成の一部のみを説明している場合は、構成の他の部分については先行して説明した他の形態を適用することができる。各実施形態で具体的に組合せが可能であることを明示している部分同士の組合せばかりではなく、特に組合せに支障が生じなければ、明示してなくとも実施形態同士を部分的に組み合わせることも可能である。

【0028】

(第1実施形態)

本発明に係る燃料用フィルタ装置をサクションフィルタ1に適用した第1実施形態について図1～図11にしたがって参照して説明する。図1は、サクションフィルタ1を燃料ポンプ5に適用した装置を示す模式図である。

10

【0029】

燃料ポンプ5は、例えば、電子式燃料噴射システムの燃料供給システムにおいて車両等の燃料タンク（図示せず）の内部に収容されており、燃料タンクから吸入した燃料をエンジン側に供給する。対象とする燃料は、ガソリン、軽油、アルコール混合燃料、バイオエタノール及びエタノール100%燃料等である。

【0030】

燃料ポンプ5のハウジングの上部に形成されたフランジ部（図示せず）は、燃料タンクに取り付けられている。さらに、フランジ部には、図示しない吐出管、外部コネクタ、及び内部コネクタが設けられている。吐出管はエンジン側に燃料を吐出するために接続される配管である。外部コネクタ、及び内部コネクタはポンプ本体（図示せず）に電力を供給するとともに、液面計（図示せず）で検出された液面位置の信号を外部の制御装置に出力する。

20

【0031】

さらに燃料ポンプ5のハウジングは、フィルタエレメント（図示せず）が収容されるフィルタケースと、ポンプ本体が収容されるポンプケースと、を備え、ポンプ本体及びプレッシャレギュレータ（図示せず）を内部に有している。プレッシャレギュレータは、フィルタエレメントから吐出管に燃料を供給する燃料通路（図示せず）に接続されており、吐出管から燃料タンクの外部へ吐出される燃料の圧力を調整する。

【0032】

サクションフィルタ1は、燃料ポンプ5の燃料吸入側である燃料入口50に接続されている。サクションフィルタ1は、燃料入口50からポンプ本体によって吸入される燃料が通過するときに、燃料に含まれる異物を除去するフィルタ部材である。異物は燃料内のエネルギーとして寄与しない塵等のダスト、不要物等のことである。燃料タンクに蓄えられる燃料は、サクションフィルタ1で比較的大きな異物が除去されてから、燃料入口50から燃料ポンプ5の内部に吸入される。燃料ポンプ5の内部に吸入された燃料は、ポンプ本体によって加圧され、フィルタエレメントへ流入する。フィルタエレメントでは、燃料に含まれるさらに微小な異物が除去されるようになっている。フィルタエレメントを通過した燃料は、プレッシャレギュレータで圧力が調整された後、吐出管から燃料ポンプ5の外部へ吐出される。

30

【0033】

サクションフィルタ1は、不織布で形成された複数の層からなる袋状のフィルタ部材2と、フィルタ部材2を支持する骨格部材3と、取り付け手段として機能する装着部材4と、を備えている。骨格部材3及び装着部材4は耐油性の樹脂により形成されている。骨格部材3に装着部材4を取り付けることにより、フィルタ部材2は骨格部材3と装着部材4との間に挟み込まれて保持されている。骨格部材3と装着部材4とは、例えばスナップフィットにより連結されている。装着部材4は、燃料ポンプ5の燃料入口50に取り付けられる。

40

【0034】

フィルタ部材2は、袋状に形成される前には中央に所定の大きさの開口部（図示せず）が形成されたシート状体である。当該開口部に骨格部材3及び装着部材4が取り付けられ

50

た後、当該シート状体の長手方向の端部同士が重なるように折り曲げられる。そして、折り畳まれたフィルタ部材2の外縁部を加熱することにより溶着し、フィルタ部材2は図1に示すように内側に骨格部材3を収容した袋状体に形成される。

【0035】

この袋状体の構成により、燃料は袋状のフィルタ部材2の外側から袋状に囲まれた内側へ流入するようになる。フィルタ部材2が袋状であることにより、袋状でない同一の濾過面積を有するフィルタ部材を設置する場合に比較して必要な設置スペースを低減することが可能になる。そのため、サクションフィルタ1の設置スペースを大きくすることなく、フィルタ部材2による濾過面積を確保することができる。また、骨格部材3は内側からフィルタ部材2を支持しているため、燃料タンクに蓄えられている燃料の内部にサクション
10
フィルタ1を設置する場合でも、フィルタ部材2は袋状の形態を維持した状態であり、濾過面積を維持することができる。

【0036】

図2はフィルタ部材2の構成を示す模式的断面図である。図3は、図2に示すフィルタ部材2の部分的平面図である。図2に示すように、フィルタ部材2は、厚み方向（燃料が流下する流通方向でもある）に外側から内側に向けて順に積層された第1の濾過層10、第2の濾過層11、第3の濾過層12、及び第4の濾過層13からなる4層の不織布層で構成されている。本実施形態では、各濾過層は、微細な空隙部が形成されており、この空隙率（濾過層における総体積に対する空隙部分の比率）がほぼ等しく設定されている不織布層である。しかしながら、請求項に係る燃料用フィルタ装置の発明の作用効果を達成す
20
るために、各濾過層は空隙率が特定の値に限定される不織布層を必須要件とするものではない。つまり、複数の濾過層10～13は空隙率の大きさが同一の層であってもよいし、各濾過層の空隙率に差を設けることによって厚み方向に粗密勾配を設定したフィルタ部材2であってもよい。

【0037】

各濾過層10～13の空隙率は、各不織布層を構成する繊維の線径を所定の値に設定することにより、設定可能である。例えば、空隙率を小さくして密な層を形成したい場合には線径の小さい繊維を用いて形成するようにし、空隙率を大きくして粗な層を形成したい場合には線径のより大きい繊維を用いて形成するようにする。本実施形態の場合、各濾過層10～13を構成する繊維は、耐油性が高いPET（ポリエチレンテレフタレート）樹脂やポリアミド系の樹脂により構成されている。なお、不織布は、例えば、乾式法、スパン
30
ボンド法、メルトブローン法、湿式法等により製作することができる。

【0038】

図2および図3に示すように、最も外側に位置する第1の濾過層10には、所定の開口面積を有して予め厚み方向に貫通する第1貫通孔101が形成されている。第1の濾過層10から内側に隙間20を隔てて配置される第2の濾過層11には、第1の濾過層10の第1貫通孔101とは燃料流れ方向（図の下向き）に対して直角な方向に離間する位置に予め第2貫通孔111が形成されている。第2貫通孔111も第1貫通孔101と同様に所定の開口面積を有して予め厚み方向に第2の濾過層11を貫通する。第2の濾過層11から内側に隙間21を隔てて配置される第3の濾過層12には、第2の濾過層11の第2
40
貫通孔111とは燃料流れ方向に対して直角な方向に離間する位置に予め第3貫通孔121が形成されている。第3貫通孔121も、所定の開口面積を有して予め厚み方向に第3の濾過層12を貫通する。最も内側に位置する第4の濾過層13には、特に切込み部は形成されていない。また各貫通孔101、111、121の断面形状は、図においては円形であるが、これに限定するものではなく、非常に狭い幅を有する細隙（スリット）、楕円形、正方形等であってもよい。

【0039】

各濾過層10～13は、隣り合う層間のそれぞれに隙間が形成されるように配置されている。具体的には、第1の濾過層10と第2の濾過層11の間には隙間20が形成され、第2の濾過層11と第3の濾過層12の間には隙間21が形成され、第3の濾過層12と
50

第4の濾過層13の間には隙間22が形成されている。最も外側の第1の濾過層10が上流側の層になり、最も内側の第4の濾過層13が下流側の層になるため、フィルタ部材2を通過する燃料は図2の矢印（流通方向）で示すように最も外側の第1の濾過層10から、順に、隙間20、第2の濾過層11、隙間21、第3の濾過層12、隙間22、最も内側の第4の濾過層13へ各部を通過するように流れる。

【0040】

また、袋状に形成される前の上記シート状体は、各濾過層10～13を層間に上記の隙間20～22が形成されるように積層した後、当該積層体を所定間隔に厚み方向にドット溶着することによって形成するものである。このような手法により、ドット溶着されている部分は濾過層10～13間が隙間無く密着し、ドット溶着部分を除く部分は図2に示すように濾過層10～13間にそれぞれ隙間20、21、22が形成されるようになる。

10

【0041】

図4は、濾過層における圧力損失の経時変化と貫通孔についての圧力損失の設定値との関係を表すグラフである。図4に図示する実線は、フィルタ部材2に燃料を通過させたときの濾過層における圧力損失の経時変化を示している。この実験では、濾過層として、材質がPET樹脂、目付け量が 100 g/m^2 、厚さが 0.6 mm 、濾過面積が 50 cm^2 、空隙率が $0\%\sim 90\%$ の範囲に設定された不織布層を使用した。この濾過層に、試験ダスト（コンタミナント）としてJIS11種粉体とJIS8種粉体を2対1の比率でそれぞれ所定量含有させたガソリンまたはJIS2号軽油を流量 120 L/h で流下させて、実験を行った。

20

【0042】

この実験によって、濾過層の圧力損失は、実験開始後、試験ダストの捕捉が進行してもほぼ一定の値であり、濾過層の目詰まり状態があるレベルになると急激に増加することがわかった（図4に示す急増時以降）。その後、圧力損失の増加は継続し、ついには、フィルタが濾過機能を発揮しなくなる寿命ラインを超える圧力損失に達するようになる。

【0043】

この実験結果から、上流側の濾過層、例えば第1の濾過層の目詰まり状態が、図4の寿命ライン付近まで達してしまうと、第1の濾過層が燃料を通過し得ない状態になることがわかる。このため、燃料が下流側の濾過層、例えば第2の濾過層へ流れにくくなり、第2の濾過層での濾過機能を活用できない状態になる。したがって、第2の濾過層以降の濾過層が全く目詰まりせず、まだ使用できる状態であるにもかかわらず、フィルタ部材の交換が必要になるのである。このようなことにならないためには、第1の濾過層の圧力損失が急増して寿命ラインに近づく前に、第2の濾過層側に燃料が流れるようにする必要がある。

30

【0044】

そこで、本実施形態では、燃料を第1の濾過層10の濾材部分を通さないで、積極的に下流の第2の濾過層11側にバイパスするための燃料通過量可変部として、第1の濾過層10を貫通する第1貫通孔101を設けている。この第1貫通孔101の開口面積は、はじめは燃料が当該他の部分（濾材部分）を通過し、その後、第1の濾過層10における第1貫通孔101を除く他の部分（濾材部分）の目詰まりが寿命ライン（限界）に達する前に燃料が当該他の部分を通らないで第1貫通孔101を通過するようになる圧力損失を有するように設定される。このように、第1貫通孔101は、フィルタ部材2における燃料の濾過が進行する過程で、燃料が通過しがたい状態から、燃料の通過量が増大する状態に転じる燃料通過量可変部として機能する必要がある。

40

【0045】

このため、第1貫通孔101は、予め、第1の濾過層10における他の部分（濾材部分）よりも圧力損失が大きい開口面積を有するように形成する。さらに、この予め設定された第1貫通孔101の圧力損失は、フィルタ部材2を通過する燃料の通過量が累積して異物の除去が進行していく過程で、第1貫通孔101と当該他の部分（濾材部分）との双方における圧力損失の大小関係が逆転するような値に設定されることが必要である。

50

【0046】

このように予め第1貫通孔101に設定される圧力損失の値は、図4に示す「設定値」であることが好ましい。すなわち、当該第1貫通孔101に設定される圧力損失の値は、図4に太線で図示する濾過層の圧力損失特性が急増する直前の値に設定することが望まれ、実験結果から、この設定値は1.5 kPa～4 kPaの範囲であることが分かっている。このような圧力損失の値に設定することにより、濾過層の貫通孔を除く濾材部分が有効に濾過機能を発揮する前に下流側の濾過層に燃料が流れてしまう事態を防止するとともに、下流側の濾過層で燃料を濾過する前に上流側の濾過層が完全に目詰まりしてフィルタ寿命が短くなる事態を防止できるのである。

【0047】

10

図5は、数値計算により、濾過層に形成した貫通孔について開口面積と圧力損失との関係を表すグラフである。図5に示すように、φ3 mm、φ4 mm、φ5 mm、φ6 mmの貫通孔をそれぞれ形成した各濾過層に対して、ガソリンまたはJIS 2号軽油を流量120 L/hで流した場合の圧力損失は、図にプロットしたとおりである。この数値結果から、濾過層に形成する貫通孔の圧力損失を1.5 kPa～4 kPaの範囲に設定するには、必要な孔径としてφ4 mmまたはφ5 mmを有する貫通孔に決定すればよいことが分かる。

【0048】

次に、時間経過に伴う圧力損失の変化について、貫通孔の開口面積がφ3 mmの1個相当、φ4 mmの1個相当、φ5 mmの1個相当の各場合のフィルタ部材2と従来のフィルタ部材とを比較した実験結果を図6～図8にしたがって説明する。

20

【0049】

図6～図8に示す各実験結果における実験条件は、前述した図4における実験条件と同様である。ただし、試験ダスト（コンタミナント）は、まず実験開始時にJIS 11種粉体2.8 gとJIS 8種粉体1.4 gを試験燃料に投入し、以降5分経過する度に同量のJIS 11種粉体とJIS 8種粉体を投入して、試験流体に含有するコンタミナントを増量するようにした。さらに4個の各濾過層は、厚みが0.6 mmで空隙率がほぼ等しいものである。フィルタ部材2全体の圧力損失は第1の濾過層10の上流側と第4の濾過層13の下流側との差圧で求め、各層の圧力損失は層の上流側と下流側との差圧で求めている。

30

【0050】

図6～図8のそれぞれに図示する「孔無し」の実験結果は、貫通孔が形成されていない4個の濾過層からなる従来のフィルタ部材について、フィルタ全体における圧力損失の経時変化を表した実験結果である。この従来のフィルタ部材では、最も外側に位置する第1の濾過層でまず燃料内の異物が捕捉されて、第1の濾過層が異物によって目詰まり状態に達すると、フィルタ全体の圧力損失が寿命圧力損失に到達し、下流側の第2～第4の濾過層は、異物の捕捉にほとんど寄与しないため、フィルタ寿命の向上は望めない。

【0051】

図6に示す実験結果は、第1の濾過層10、第2の濾過層11、第3の濾過層12にそれぞれ形成した1個の貫通孔がφ3 mmである場合のフィルタ部材と従来のフィルタ部材とを比較したものである。各濾過層にφ3 mmの貫通孔1個を形成したフィルタ部材では、φ3 mmの貫通孔1個に設定された圧力損失よりも第1の濾過層の貫通孔を除く濾材部分の圧力損失の方が小さいため、第1の濾過層でまず当該濾材部分の圧力損失が上昇する。当該濾材部分における圧力損失は上昇し続けるが、φ3 mmの貫通孔1個に設定された圧力損失を超えることはなく、燃料は当該貫通孔を通り抜けることはなく当該濾材部分を通過し続ける。このように第1の濾過層のみに目詰まり現象が起こるのは、φ3 mmの貫通孔によって設定される圧力損失の値が、前述の図5に示すように大きいため、フィルタ部材による燃料中の異物除去が進行していく過程で、第1の濾過層における貫通孔と他の部分（濾材部分）との間に圧力損失の大小関係が逆転することがないからである。

40

【0052】

50

そして、第1の濾過層の目詰まりが限界に達すると、燃料中の異物を第1の濾過層でそれ以上捕捉し難くなるため、図6に示すように、フィルタ全体の圧力損失は時間経過とともに第1の濾過層での圧力損失に等しくなる。このとき、下流側の第2～第4の濾過層の圧力損失は、異物を捕捉しないため、ほとんど変化しないことがわかっている。したがって、フィルタの寿命は、第1の濾過層が目詰まりの限界に達した時点で到来する。

【0053】

次に、図7は、最下流の第4の濾過層13を除く各濾過層に形成した貫通孔の開口面積がφ4mmの1個相当である場合に、従来のフィルタ部材とフィルタ部材2とを比較した実験結果を示している。フィルタ部材2においては、上記したように、時間の経過とともに、各濾過層が上流側から下流側に向けて順に目詰まりしていく。φ4mmの第1貫通孔101の1個に設定された圧力損失よりも第1の濾過層10の第1貫通孔101を除く濾材部分の圧力損失の方が小さいため、まず第1の濾過層10の濾材部分に燃料が流れて異物が捕捉され、当該濾材部分の圧力損失が上昇し、当該濾材部分に目詰まりが生じはじめる。

10

【0054】

そして、当該濾材部分の圧力損失が1個の第1貫通孔101に設定された圧力損失を超えるようになると、今度は燃料が第1貫通孔101を通過するようになり、第1の濾過層10の濾材部分をバイパスして第2の濾過層11側に流れる。この後、第1の濾過層10の濾材部分の目詰まりは進行せず、圧力損失の上昇もあまりない。第2の濾過層11側に流れた燃料は、φ4mmの第2貫通孔111の1個に設定された圧力損失よりも第2の濾過層11の第2貫通孔111を除く濾材部分の圧力損失の方が小さいため、まず第2の濾過層11の濾材部分に燃料が流れて異物が捕捉され、当該濾材部分の圧力損失が上昇して目詰まりが生じはじめる。

20

【0055】

そして、当該濾材部分の圧力損失が1個の第2貫通孔111に設定された圧力損失を超えるようになると、今度は燃料が第2貫通孔111を通過するようになり、第2の濾過層11の濾材部分をバイパスして第3の濾過層12側に流れるが、本結果では第2濾過層11が目詰まりした段階で、フィルタ部材全体の圧力損失が寿命圧力損失に至っている。

【0056】

以上のように、第1の濾過層10、第2の濾過層11は、順番に目詰まり状態になった後には、それぞれ圧力損失が急上昇せず（最大でも4kPa以下）、フィルタ部材全体の圧力損失は、従来の貫通孔が形成されていないフィルタ部材における実験結果に対して、非常に緩やかに上昇するものであり、フィルタ寿命の向上が図れる。

30

【0057】

次に、図8は、最下流の第4の濾過層13を除く各濾過層に形成した貫通孔の開口面積がφ5mmの1個相当である場合に、従来のフィルタ部材とフィルタ部材2とを比較した実験結果を示している。フィルタ部材2においては、上記したように、時間の経過とともに、各濾過層が上流側から下流側に向けて順に目詰まりしていく。φ5mmの第1貫通孔101の1個に設定された圧力損失よりも第1の濾過層10の第1貫通孔101を除く濾材部分の圧力損失の方が小さいため、まず第1の濾過層10の濾材部分に燃料が流れて異物が捕捉され、当該濾材部分の圧力損失が上昇し、当該濾材部分に目詰まりが生じはじめる。

40

【0058】

そして、当該濾材部分の圧力損失が1個の第1貫通孔101に設定された圧力損失を超えるようになると、今度は燃料が第1貫通孔101を通過するようになり、第1の濾過層10の濾材部分をバイパスして第2の濾過層11側に流れる。この後、第1の濾過層10の濾材部分の目詰まりは進行せず、圧力損失の上昇もあまりない。第2の濾過層11側に流れた燃料は、φ5mmの第2貫通孔111の1個に設定された圧力損失よりも第2の濾過層11の第2貫通孔111を除く濾材部分の圧力損失の方が小さいため、まず第2の濾過層11の濾材部分に燃料が流れて異物が捕捉され、当該濾材部分の圧力損失が上昇して

50

目詰まりが生じはじめる。

【0059】

そして、当該濾材部分の圧力損失が1個の第2貫通孔111に設定された圧力損失を超えるようになると、今度は燃料が第2貫通孔111を通過するようになり、第2の濾過層11の濾材部分をバイパスして第3の濾過層12側に流れる。この後、第2の濾過層11の濾材部分の目詰まりは進行せず、圧力損失の上昇もあまりない。第3の濾過層12側に流れた燃料は、φ5mmの第3貫通孔121の1個に設定された圧力損失よりも第3の濾過層12の第3貫通孔121を除く濾材部分の圧力損失の方が小さいため、まず第3の濾過層12の濾材部分に燃料が流れて異物が捕捉され、当該濾材部分の圧力損失が上昇して目詰まりが生じはじめる。

10

【0060】

そして、当該濾材部分の圧力損失が1個の第3貫通孔121に設定された圧力損失を超えるようになると、今度は燃料が第3貫通孔121を通過するようになり、第3の濾過層12の濾材部分をバイパスして第4の濾過層13側に流れる。この後、第3の濾過層12の濾材部分の目詰まりは進行せず、圧力損失の上昇もあまりない。最終的に燃料は、主に第1貫通孔101、第2貫通孔111、第3貫通孔121を順に通過して、最下流に位置する第4の濾過層13で濾過されるようになる。

【0061】

以上のように、第1の濾過層10、第2の濾過層11及び第3の濾過層12は、順番に目詰まり状態になった後には、それぞれ圧力損失が急上昇せず（最大でも2kPa以下）、最下流に位置する第4の濾過層13は目詰まりするまで異物除去機能を発揮し続ける（図8参照）。したがって、フィルタ部材全体の圧力損失は、従来の貫通孔が形成されていないフィルタ部材における実験結果に対して、非常に緩やかに上昇するものであり、フィルタ寿命の向上が図れる。

20

【0062】

次に、最下流の第4の濾過層13を除く各濾過層に形成した貫通孔の開口面積がφ5mmの1個相当の場合について、3つの他の形態を説明する。当該他の形態は、各濾過層の貫通孔がφ3mm、φ4mmの各1個で構成される形態（図9に実験結果を示す）、各濾過層の貫通孔がφ3mmを3個の形態（図10に実験結果を示す）、各濾過層の貫通孔がφ3mm、φ2mmの各2個で構成される形態（図11に実験結果を示す）である。

30

【0063】

いずれの形態も各濾過層に形成される貫通孔の合計開口面積がφ5mmの貫通孔が1個の場合と比べて多少の差はあるが、貫通孔により設定される圧力損失はほぼ等しくなる。図9～図11の各実験結果において、時間の経過に伴う圧力損失の変化は、図8を参照して説明した実験におけるものと同様である。図示するように、第1の濾過層10、第2の濾過層11及び第3の濾過層12は、順番に目詰まり状態になった後には、それぞれ圧力損失が急上昇せず（最大でも2kPa以下）、最下流に位置する第4の濾過層13は目詰まりするまで異物除去機能を発揮し続ける。

【0064】

本実施形態の燃料用フィルタ装置によれば、厚み方向に積層された複数の濾過層10～13を含むフィルタ部材2を備える。複数の濾過層10～13のうち少なくとも一つの濾過層には、当該濾過層における他の部分よりも、圧力損失が大きく設定されている貫通孔が形成されている。当該貫通孔の圧力損失は、フィルタ部材2を通過する燃料の通過量が累積して異物の除去が進行していく過程で、当該貫通孔と他の部分（濾材部分）との双方における圧力損失の大小関係が逆転するように設定されている。

40

【0065】

この構成によれば、濾過層には、当該他の部分よりも圧力損失が大きく設定されている燃料通過量可変部としての貫通孔が形成されていることにより、燃料は、初期段階ではフィルタ部材2を通過するときに、圧力損失の大きい貫通孔を通過し難く、当該貫通孔を除く他の部分の方を通過しやすいため、当該他の部分において濾過されて異物が除去される

50

ことになる。

【0066】

加えて、貫通孔の圧力損失は、燃料の通過量が累積して異物の除去が進行していく過程で、当該貫通孔と当該他の部分との双方における圧力損失の大小関係が逆転する値に設定されている。これにより、濾過層の当該他の部分における目詰まり状態が進行するにつれて、当該他の部分における圧力損失が貫通孔における圧力損失を上回るようになる。この状態になると、燃料は圧力損失が大きくなった当該他の部分を通過し難くなって、今度は貫通孔を通過してさらに下流の濾過層側に流れるようになる。

【0067】

このように貫通孔が設けられた濾過層において当該他の部分の目詰まりが進行すると、当該他の部分と貫通孔の圧力損失の大小関係が逆転するタイミングで、燃料は貫通孔を通り抜け、下流の濾過層が今度は上流側の濾過層に代わって異物捕捉能力を発揮するようになる。これにより、複数設けられた各濾過層における異物捕捉能力を順番に活用でき、これらの濾過層の十分に活用した濾過を行うことができるので、フィルタ部材の濾過面積の低減が図れる。以上により、装置の体格を抑えるとともにフィルタの寿命を向上することができる。

【0068】

また、フィルタ部材2は、厚み方向に隣り合う濾過層の間に隙間を備えており、各貫通孔101, 111, 121は、前述の圧力損失を満たす所定の開口面積を有している。この構成によれば、濾過層に目詰まりが起こっていない濾過過程途中の状態では他の部分よりも圧力損失が大きく、かつ予め定めた目詰まり段階で圧力損失の大小関係が逆転することを満足する開口面積を求め、この開口面積を充足する大きさの貫通孔を形成すればよい。したがって、形成すべき上記の燃料通過量可変部について、比較的簡単に決定することができ、またその形成も容易に実施できる。

【0069】

また、各貫通孔101, 111, 121が満たす圧力損失は、1.5kPa～4kPaの範囲であることにより、ガソリン、軽油等の燃料を濾過するフィルタ装置として、前述の効果が期待できる。

【0070】

また、貫通孔101, 111, 121は、厚み方向に隣り合う濾過層のそれぞれについて、厚み方向に重ならないように、厚み方向に対して直角な方向に互いにずれた位置に設けられている。

【0071】

この構成によれば、厚み方向に隣り合う濾過層の貫通孔101, 111, 121は厚み方向に対して直角な方向に離間して配置されているため、上流側の濾過層における貫通孔101, 111を通り抜けた燃料は、下流側の濾過層で確実に濾過されて、下流側の濾過層の目詰まり状態を経てから下流側の濾過層における貫通孔111, 121を通り抜けるようになる。すなわち、下流側の濾過層の濾材部分での異物捕捉能力を十分に発揮させることができるので、複数の濾過層で異物捕捉能力を活用することができ、フィルタ寿命の延長を確実に実現することができる。

【0072】

(第2実施形態)

第2実施形態では、フィルタ部材2の他の形態について、図12～図22にしたがって説明する。図12は、第2実施形態の燃料用フィルタ装置に適用されるフィルタ部材2Aの構成を示す模式的断面図である。図12において同一符号を付した構成部品は、第1実施形態と同一であり、同様の作用効果を奏する。また、第2実施形態の燃料用フィルタ装置は、フィルタ部材2Aを除く他の構成については第1実施形態の燃料用フィルタ装置と同一であり、同様の作用効果を奏する。

【0073】

図12はフィルタ部材2Aの構成を示す模式的断面図である。図12に示すように、フ

10

20

30

40

50

フィルタ部材 2 A は、厚み方向（燃料が流下する流通方向でもある）に外側から内側に向けて順に積層された第 1 の濾過層 1 0 A、第 2 の濾過層 1 1 A、第 3 の濾過層 1 2 A、及び第 4 の濾過層 1 3 A からなる 4 層の不織布層で構成されている。本実施形態では、各濾過層は、微細な空隙部が形成されており、この空隙率（濾過層における総体積に対する空隙部分の比率）がほぼ等しく設定されている不織布層である。しかしながら、請求項に係る燃料用フィルタ装置の発明の作用効果を達成するために、各濾過層は空隙率が特定の値に限定される不織布層を必須要件とするものではない。つまり、複数の濾過層 1 0 A～1 3 A は空隙率の大きさが同一の層であってもよいし、各濾過層の空隙率に差を設けることによって厚み方向に粗密勾配を設定したフィルタ部材 2 A であってもよい。

【0074】

各濾過層 1 0 A～1 3 A の空隙率は、各不織布層を構成する繊維の線径を所定の値に設定することにより、設定可能である。例えば、空隙率を小さくして密な層を形成したい場合には線径の小さい繊維を用いて形成するようにし、空隙率を大きくして粗な層を形成したい場合には線径のより大きい繊維を用いて形成するようにする。本実施形態の場合、各濾過層 1 0 A～1 3 A を構成する繊維は、耐油性が高い P E T（ポリエチレンテレフタレート）樹脂やポリアミド系の樹脂により構成されている。なお、不織布は、例えば、乾式法、スパンボンド法、メルトブローン法、湿式法等により製作することができる。

【0075】

最も外側に位置する第 1 の濾過層 1 0 A には、予め第 1 切込み部 1 0 1 A が形成されている。第 1 の濾過層 1 0 A から内側に隙間 2 0 を隔てて配置される第 2 の濾過層 1 1 A には、第 1 の濾過層 1 0 A の第 1 切込み部 1 0 1 A とは燃料流れ方向に対して直角な方向に離間する位置に予め第 2 切込み部 1 1 1 A が形成されている。第 2 の濾過層 1 1 A から内側に隙間 2 1 を隔てて配置される第 3 の濾過層 1 2 A には、第 2 の濾過層 1 1 A の第 2 切込み部 1 1 1 A とは燃料流れ方向に対して直角な方向に離間する位置に予め第 3 切込み部 1 2 1 A が形成されている。最も内側に位置する第 4 の濾過層 1 3 A には、特に切込み部は形成されていない。各切込み部 1 0 1 A、1 1 1 A、1 2 1 A は、各濾過層 1 0 A～1 3 A が撓むことによって拡大開口する開口面積可変部である。また各切込み部 1 0 1 A、1 1 1 A、1 2 1 A は、不織布の各濾過層 1 0 A、1 1 A、1 2 A を貫通する切込み、または非常に狭い幅を有する細隙（スリット）であり、例えば図 1 3 に示すようにフィルタ部材 2 A を平面視したときに線状を呈する形状である。

【0076】

各濾過層 1 0 A～1 3 A は、隣り合う層間のそれぞれに隙間が形成されるように配置されている。具体的には、第 1 の濾過層 1 0 A と第 2 の濾過層 1 1 A の間には隙間 2 0 が形成され、第 2 の濾過層 1 1 A と第 3 の濾過層 1 2 A の間には隙間 2 1 が形成され、第 3 の濾過層 1 2 A と第 4 の濾過層 1 3 A の間には隙間 2 2 が形成されている。最も外側の第 1 の濾過層 1 0 A が上流側の層になり、最も内側の第 4 の濾過層 1 3 A が下流側の層になるため、フィルタ部材 2 A を通過する燃料は図 1 2 の矢印（流通方向）で示すように最も外側の第 1 の濾過層 1 0 A から、順に、隙間 2 0、第 2 の濾過層 1 1 A、隙間 2 1、第 3 の濾過層 1 2 A、隙間 2 2、最も内側の第 4 の濾過層 1 3 A へ各部を通過するように流れる。

【0077】

このように、各切込み部 1 0 1 A、1 1 1 A、1 2 1 A は、フィルタ部材 2 A における燃料の濾過が進行する過程で、燃料が通過しがたい状態から、燃料の通過量が増大する状態に転じる燃料通過量可変部として機能する。このため、各切込み部 1 0 1 A、1 1 1 A、1 2 1 A は、予め、対応する各濾過層 1 0 A、1 1 A、1 2 A における他の部分（濾材部分）よりも大きい圧力損失を有するように形成される。さらに、この予め設定された各切込み部 1 0 1 A、1 1 1 A、1 2 1 A の圧力損失は、フィルタ部材 2 A を通過する燃料の通過量が累積して異物の除去が進行していく過程で、切込み部と当該他の部分（濾材部分）との双方における圧力損失の大小関係が逆転するような値に設定されている。

【0078】

次に、燃料がフィルタ部材 2 A を厚み方向に通過するときに異物を捕捉するメカニズムについて図 1 4 ～図 1 6 を参照して説明する。図 1 4 は、フィルタ部材 2 A において、最も外側に位置する第 1 の濾過層 1 0 A が燃料圧によって撓んで切込み部 1 0 1 A が拡大開口して貫通孔が形成された状態を示す部分的平面図である。図 1 5 は、図 1 4 の状態から、第 1 の濾過層 1 0 A に続いてさらに内側の第 2 の濾過層 1 1 A が燃料圧によって撓んで切込み部 1 1 1 A が拡大開口して、貫通孔が形成された状態を示す部分的平面図である。図 1 6 は、図 1 5 の状態から、第 2 の濾過層 1 1 A に続いてさらに内側の第 3 の濾過層 1 2 A が燃料圧によって撓んで切込み部 1 2 1 A が拡大開口して、貫通孔が形成された状態を示す部分的平面図である。

【0079】

10

燃料がフィルタ部材 2 A を通過し始めて時間が経過すると、燃料に含有する異物は、まず最も外側の第 1 の濾過層 1 0 A で捕捉される。そして、第 1 の濾過層 1 0 A での異物の捕捉がさらに進行し、図 1 4 に示すように第 1 の濾過層 1 0 A が目詰まり状態になると、第 1 の濾過層 1 0 A よりも上流側空間と下流側空間（隙間 2 0）との差圧が大きくなる。この差圧により第 1 の濾過層 1 0 A が燃料の流動圧力を受け変形して撓むことによって、切込み部 1 0 1 A が開いて大きく開口するようになる。このように第 1 の濾過層 1 0 A には、切込み部 1 0 1 A の拡大開口によって濾材を厚み方向に貫通する貫通孔が形成されるので、燃料は第 1 の濾過層 1 0 A の全体に形成されている微細な空隙部よりも圧力損失が小さい当該貫通孔を通過し易くなる。

【0080】

20

このような当該貫通孔への燃料通過に伴い、燃料内の異物も第 1 の濾過層 1 0 A の空隙で捕捉されないで、当該貫通孔を通過して隙間 2 0 から第 2 の濾過層 1 1 A に流入するようになる。したがって、第 1 の濾過層 1 0 A における目詰まりはこれ以上進行し難くなる。そして、第 1 の濾過層 1 0 A に生じた当該貫通孔を通った燃料は、隙間 2 0、第 2 の濾過層 1 1 A、隙間 2 1、第 3 の濾過層 1 2 A、隙間 2 2、第 4 の濾過層 1 3 A を順に通過し、異物は第 2 の濾過層 1 1 A で捕捉されるようになる。

【0081】

さらに時間が経過するにつれて、第 2 の濾過層 1 1 A での異物の捕捉が進行し、図 1 5 に示すように第 2 の濾過層 1 1 A が目詰まり状態になると、第 2 の濾過層 1 1 A よりも上流側の隙間 2 0 と下流側の隙間 2 1 との差圧が大きくなる。この差圧により第 2 の濾過層 1 1 A が燃料の流動圧力を受け変形して撓むことによって、切込み部 1 1 1 A が開いて大きく開口するようになる。このように第 2 の濾過層 1 1 A には、切込み部 1 1 1 A の拡大開口によって濾材を厚み方向に貫通する貫通孔が形成されるので、燃料は第 2 の濾過層 1 1 A の全体に形成されている空隙よりも圧力損失が小さい当該貫通孔を通過し易くなる。

30

【0082】

このような当該貫通孔への燃料通過に伴い、燃料内の異物も第 2 の濾過層 1 1 A の空隙で捕捉されないで、当該貫通孔を通過して隙間 2 1 から第 3 の濾過層 1 2 A に流入するようになる。したがって、第 2 の濾過層 1 1 A における目詰まりはこれ以上進行し難くなる。そして、第 2 の濾過層 1 1 A に生じた当該貫通孔を通った燃料は、隙間 2 1、第 3 の濾過層 1 2 A、隙間 2 2、第 4 の濾過層 1 3 A を順に通過し、異物は第 3 の濾過層 1 2 A で捕

40

【0083】

さらに時間が経過するにつれて、第 3 の濾過層 1 2 A での異物の捕捉が進行し、図 1 6 に示すように第 3 の濾過層 1 2 A が目詰まり状態になると、第 3 の濾過層 1 2 A よりも上流側の隙間 2 1 と下流側の隙間 2 2 との差圧が大きくなる。この差圧により第 3 の濾過層 1 2 A が燃料の流動圧力を受け変形して撓むことによって、切込み部 1 2 1 A が開いて大きく開口するようになる。このように第 3 の濾過層 1 2 A には、切込み部 1 2 1 A の拡大開口によって濾材を厚み方向に貫通する貫通孔が形成されるので、燃料は第 3 の濾過層 1 2 A の全体に形成されている空隙よりも圧力損失が小さい当該貫通孔を通過し易くなる。

【0084】

50

このような当該貫通孔への燃料通過に伴い、燃料内の異物も第3の濾過層12Aの空隙で捕捉されないで、当該貫通孔を通過して隙間22から第4の濾過層13Aに流入するようになる。したがって、第3の濾過層12Aにおける目詰まりはこれ以上進行し難くなる。そして、第3の濾過層12Aに生じた当該貫通孔を通った燃料は、隙間22、第4の濾過層13Aを通過し、異物は第4の濾過層13Aで捕捉されるようになる。さらに時間が経過するにつれて、第4の濾過層13Aでの異物の捕捉が進行して、第4の濾過層13Aが目詰まり状態になると、すべての濾過層が目詰まり状態になるため、フィルタ部材2Aはこれ以上、異物除去機能を発揮することができない。フィルタ部材2Aはこのような状態になってようやくフィルタの寿命を迎えるので、使用可能寿命を向上させることができるのである。

10

【0085】

次に、経時に伴い変化する圧力損失について、従来のフィルタ部材と本実施形態のフィルタ部材2Aとを比較した実験結果を説明する。以下の各実験結果において、燃料は所定のダストを含有させた軽油であり、その流量は60（リットル／時間）である。さらに4個の各濾過層は、厚みが0.4～0.5mmで空隙率がほぼ等しいものである。また、図19の実験において濾過層間に形成した隙間は、20mmである。フィルタ全体の圧力損失は第1の濾過層の上流側と第4の濾過層の下流側との差圧で求め、各層の圧力損失は層の上流側と下流側との差圧で求めている。

【0086】

図17は、切込み部（スリット）が形成されていない4個の濾過層からなる従来のフィルタ部材について、フィルタ全体及び各濾過層における圧力損失の経時変化を表した実験結果である。この従来のフィルタ部材では、最も外側に位置する第1の濾過層でまず燃料内の異物が捕捉されて、第1の濾過層が異物によって目詰まり状態に達すると、異物は第1の濾過層でそれ以上捕捉し難くなるため、図17に示すように、フィルタ全体の圧力損失は時間経過とともに第1の濾過層での圧力損失に等しくなる。そして、下流側の第2～第4の濾過層の圧力損失は、異物を捕捉しないため、ほとんど変化しない。したがって、フィルタ寿命の向上は望めない。

20

【0087】

図18は、各濾過層には長さ15mmの切込み部（スリット）が形成されているとともに、隣り合う各濾過層が厚み方向に隙間なく密着して構成されるフィルタ部材について、フィルタ全体の圧力損失の経時変化を表した実験結果である。このフィルタ部材では、最も外側に位置する第1の濾過層でまず燃料内の異物が捕捉されて、第1の濾過層が異物によって目詰まり状態に達すると、燃料に含まれる異物はわずかながら長さ15mmの切込み部（スリット）から下流の第2の濾過層に流入するため、初期の圧力損失の上昇を図17に示す実験よりも抑制することができる。しかしながら、本実施形態のフィルタ部材2Aと異なって各濾過層間に隙間が形成されていないため、当該切込み部（スリット）は上記したフィルタ部材2Aのように拡大開口し難いため、その後急激に圧力損失が急上昇するようになり、フィルタ寿命の向上は望めない。

30

【0088】

次に、図19は本実施形態のフィルタ部材2Aについて、フィルタ全体及び各濾過層における圧力損失の経時変化を表した実験結果である。フィルタ部材2Aでは、上記したように、時間の経過とともに、各濾過層が上流側から下流側に向けて順に目詰まり状態になり、各濾過層の目詰まり状態に伴う圧力損失の上昇による変形によって、長さ15mmの切込み部（スリット）が拡大開口し、各濾過層において異物の通過可能な貫通孔が下流側に向けて順番に形成されるようになる。したがって、図19に示すように、第1の濾過層、第2の濾過層及び第3の濾過層は、順番に目詰まり状態になった後には、圧力損失が急上昇せず、最下流に位置する第4の濾過層が目詰まりするまで異物除去機能を発揮し続ける。したがって、フィルタ全体の圧力損失は、上記図17及び図18に示す実験結果に対して、非常に緩やかに上昇するものであり、フィルタ寿命の向上が期待できる。

40

【0089】

50

濾過層 10A, 11A, 12A のそれぞれに形成される切込み部 101A, 111A, 121A は、濾過層における異物の目詰まりに伴う圧力損失の上昇によって、濾過層が燃料の流動圧力を受けて変形して拡大開口する作用を備えていれば、その形状は上記の図 13 の形状に限定するものではない。したがって、濾過層が撓むことによって拡大開口する開口面積可変部は、図 20～図 22 にそれぞれ示す第 1 変形例、第 2 変形例、第 3 変形例のような形状であってもよい。

【0090】

図 20 に示す第 1 変形例のフィルタ部材 2B には、十字状の切込み部 101B, 111B, 121B が形成されている。切込み部 101B, 111B, 121B は、例えば、各濾過層に対して、十字状の歯形部材を用いて打ち抜くことにより形成する。この形状により、目詰まり状態によって濾過層が燃料の流動圧力を受けて下流の隙間側に変形すると、十字状の切込み部における中心部が大きく開口するようになる。したがって、上記のように、さらに下流側に位置する濾過層に異物を含んだ燃料を流下させることができ、さらに下流の濾過層で異物を捕捉するようになるため、フィルタ寿命の向上が図れるのである。

10

【0091】

図 21 に示す第 2 変形例のフィルタ部材 2C には、コの字状の切込み部 101C, 111C, 121C が形成されている。切込み部 101C, 111C, 121C は、各濾過層に対して、コの字状の歯形部材を用いて打ち抜くことにより形成する。この形状により、目詰まり状態によって濾過層が燃料の流動圧力を受けて下流の隙間側に変形すると、コの字状の切込み部における両方の角部間が大きく開口するようになる。この場合も、上記のように、さらに下流側に位置する濾過層に異物を含んだ燃料を流下させることができ、さらに下流の濾過層で異物を捕捉するようになるため、フィルタ寿命の向上が図れるのである。

20

【0092】

図 22 に示す第 3 変形例のフィルタ部材 2D には、各濾過層を貫通する細長い矩形状の細隙 101D, 111D, 121D が形成されている。細隙 101D, 111D, 121D は、例えば、各濾過層を所定の矩形状のパンチ部材で打ち抜くことにより形成する。この形状により、目詰まり状態によって濾過層が燃料の流動圧力を受けて下流の隙間側に変形すると、細隙の幅がさらに大きくなるように開口する。この場合も、上記のように、さらに下流側に位置する濾過層に異物を含んだ燃料を流下させることができ、さらに下流の濾過層で異物を捕捉するようになるため、フィルタ寿命の向上が図れるのである。

30

【0093】

本実施形態の燃料用フィルタ装置によれば、サクシオンフィルタ 1 は、厚み方向に積層された複数の濾過層 10A～13A を含むフィルタ部材 2A を備え、燃料がフィルタ部材 2A を厚み方向に通過するときに燃料に含有する異物を除去する。フィルタ部材 2A は、厚み方向に隣り合う濾過層 10A, 11A の間に隙間 20 を設けた構成である。複数の濾過層 10A～13A のうち少なくとも濾過層（例えば第 1 の濾過層 10A）には、濾過層が撓むことによって拡大開口する開口面積可変部が設けられている。この開口面積可変部は、燃料が流れるときの流動圧力によって濾過層が燃料流れ下流の濾過層側に撓むことに伴って拡大開口して、濾過層を貫通する貫通孔を形成する。

40

【0094】

この構成によれば、例えば、第 1 の濾過層 10A は目詰まり状態がある程度まで進行すると、当該濾過層前後の差圧が大きくなるため、第 1 の濾過層 10A が燃料の流動圧により下流の隙間 20 側に撓んで変形するようになる。この変形により、第 1 の濾過層 10A に予め設けられた開口面積可変部が拡大開口して第 1 の濾過層 10A を貫通する貫通孔を形成するようになるため、燃料は、既に目詰まり状態である第 1 の濾過層 10A の空隙部分を通り抜けるよりも、拡大開口した開口面積可変部を通り抜けてさらに下流の第 2 の濾過層 11A で濾過されるようになる。このように第 1 の濾過層 10A が異物捕捉能力の上限に近づくと、燃料は開口面積可変部を通り抜け、下流の第 2 の濾過層 11A が異物捕捉能力を発揮するようになるため、複数設けられた濾過層の異物捕捉能力を十分に活用する

50

ことができ、フィルタ寿命の延長及び濾過面積の低減が図れる。

【0095】

また、従来のフィルタ部材では、各濾過層における目詰まり状態をほぼ均一になるようにしてフィルタ寿命の延長を図るために、フィルタ部材における燃料流通方向の粗密勾配を細かく設定したり、濾過層の積層個数を増やしたりする工夫を行ったりしていた。そこで本実施形態の燃料用フィルタ装置によれば、実現困難とされる効果的な粗密勾配を有するフィルタ部材を作成することなく、フィルタ寿命の延長を図ることが可能になるのである。

【0096】

また、フィルタ部材2Aは、燃料流れ最下流に位置する第4の濾過層13Aを除く濾過層10A～12Aのすべてに開口面積可変部を備えている。これによれば、各濾過層10A～12Aは目詰まり状態がある程度まで進行すると、各濾過層10A～12Aが燃料の流動圧により下流の隙間20, 21, 22側に撓んで変形するようになる。この変形により、各濾過層10A～12Aに予め設けられた開口面積可変部が拡大開口して各濾過層を貫通する貫通孔を形成するようになるため、燃料は、既に目詰まり状態である各濾過層10A～12Aの空隙部分を通り抜けるよりも、拡大開口した開口面積可変部を通り抜けてさらに下流の濾過層で濾過されるようになる。このように上流側の濾過層が異物捕捉能力の上限に近づくと、燃料は拡大した開口面積可変部を通り抜けて下流の濾過層が異物捕捉能力を発揮するようになり、この作用が予め開口面積可変部が形成されたすべての濾過層において行われる。したがって、積層された濾過層の個数分、フィルタ寿命をさらに延長することができる。一層の装置体格の抑制と、フィルタの寿命の向上が期待できる燃料用フィルタ装置を提供できる。

【0097】

また、開口面積可変部は、各濾過層10A～12Aを貫通する棒状、十字状もしくはコの字状の切込み部、または矩形状の細隙101D, 111D, 121Dである。この構成によれば、フィルタ寿命を延長する開口面積可変部をプレス加工等で容易に形成することができる。したがって、加工性に優れ高い生産性を備えた燃料用フィルタ装置が得られる。

【0098】

また、上記の開口面積可変部は、厚み方向に隣り合う濾過層10A, 11Aのそれぞれについて厚み方向に重ならないようにずれた位置に設けられている。この構成によれば、厚み方向に隣り合う濾過層10A, 11Aのそれぞれに設けられる開口面積可変部は厚み方向に重ならないように厚み方向に対して直角な方向に離間して配置されている。このため、上流側の拡大開口した開口面積可変部を通り抜けた燃料は、下流側の濾過層11Aの空隙で確実に濾過されて、下流側の濾過層11Aの目詰まり状態を経ってから下流側の拡大開口した開口面積可変部を通り抜けるようになる。このように下流側の濾過層11Aで異物捕捉能力を十分に発揮させることができるので、フィルタ寿命の延長を確実に実現することができる。

【0099】

(第3実施形態)

第3実施形態は、フィルタ部材2Eについて図23を参照して説明する。図23は、第3実施形態の燃料用フィルタ装置に適用されるフィルタ部材2Eの構成を示す模式的断面図である。図23において同一符号を付した構成部品は、第2実施形態と同一であり、同様の作用効果を奏する。また、第3実施形態の燃料用フィルタ装置は、フィルタ部材2Eを除く他の構成については第2実施形態の燃料用フィルタ装置と同一であり、同様の作用効果を奏する。

【0100】

フィルタ部材2Eは、図23に示すように、第2実施形態のフィルタ部材2A(図12参照)と異なり、濾過層間に隙間でなく、濾過層10A～13Aよりも空隙率の大きい(粗である)中間層を設けたものである。すなわち、第1の濾過層10Aと第2の濾過層1

10

20

30

40

50

1 Aとの間には第1の中間層20Eを配置し、第2の濾過層11Aと第3の濾過層12Aとの間には第2の中間層21Eを配置し、第3の濾過層12Aと第4の濾過層13Aとの間には第3の中間層22Eを配置する。各中間層20E、21E、22Eは、燃料内の異物が通り抜ける程度の粗い層であるため、濾過層10A～13Aよりも通路抵抗が小さく燃料が通過し易くなっている。各中間層20E、21E、22Eは、両側に配される2個の濾過層に挟まれ、スペーサ層として濾過層間の距離を維持する機能を発揮する。

【0101】

燃料がフィルタ部材2Eを厚み方向に通過するときに異物を捕捉するメカニズムについては第2実施形態と同様である。すなわち、燃料の流通方向に第1の濾過層10A、第2の濾過層11A、第3の濾過層12Aの順に、燃料の流動圧力により変形して、各切込み部が拡大開口するようになる。

10

【0102】

具体的に第1の濾過層10Aについて代表して説明する。燃料のフィルタ部材2Eへの通過が進行して、第1の濾過層10Aで目詰まり状態が起これば、第1の濾過層10Aの上流側空間と下流側空間（第1の中間層20E）の差圧が大きくなる。これにより、第1の濾過層10Aが燃料の流動圧力を受けて下流の第1の中間層20E側に変形して撓むことによって、切込み部101Aが開いて大きく開口するようになる。第1の中間層20Eは、濾過層よりも空隙率の大きい粗い層であり硬い層ではないので、上流側の第1の濾過層10Aは変形可能である。このように第1の濾過層10Aには、切込み部101Aの拡大開口によって濾材を厚み方向に貫通する貫通孔が形成されるので、燃料は第1の濾過層10Aの全体に形成されている空隙よりも圧力損失が小さい当該貫通孔を通過し易くなる。

20

【0103】

このような当該貫通孔への燃料通過に伴い、燃料内の異物も第1の濾過層10Aの空隙で捕捉されないで、当該貫通孔を通過して第1の中間層20Eから第2の濾過層11Aに流入するようになる。したがって、第1の濾過層10Aにおける目詰まりはこれ以上進行し難くなる。そして、第1の濾過層10Aに生じた当該貫通孔を通過した燃料は、第1の中間層20E、第2の濾過層11A、第2の中間層21E、第3の濾過層12A、第3の中間層22E、第4の濾過層13Aを順に通過し、異物は第2の濾過層11Aで捕捉されるようになる。

30

【0104】

以下、第2の濾過層11A及び第3の濾過層12Aについては、詳細な説明は省略するが、第1の濾過層10Aと同様に、目詰まりの進行により、該当する切込み部が拡大開口して貫通孔が形成され、この貫通孔を通り抜けた燃料がより下流側の各層に流下するようになる。

【0105】

本実施形態の燃料用フィルタ装置によれば、フィルタ部材2Eは、厚み方向に隣り合う濾過層10A、11Aの間に、当該濾過層10A、11Aよりも空隙率の大きい第1の中間層20Eを介在させた構成である。複数の濾過層10A～13Aのうち少なくとも第1の濾過層10Aには、第1の濾過層10Aが撓むことによって拡大開口する開口面積可変部が設けられている。この開口面積可変部は、燃料が流れるときの流動圧力によって第1の濾過層10Aが燃料流れ下流の第2の濾過層11A側に撓むことに伴って拡大開口して第1の濾過層10Aを貫通する貫通孔を形成する。

40

【0106】

この構成によれば、第1の濾過層10Aは目詰まり状態がある程度まで進行すると、当該濾過層前後の差圧が大きくなるため、第1の濾過層10Aが燃料の流動圧により下流の比較的軟らかい第1の中間層20E側に撓んで変形するようになる。この変形により、第1の濾過層10Aに予め設けられた開口面積可変部が拡大開口して第1の濾過層10Aを貫通する貫通孔を形成するようになるため、燃料は、既に目詰まり状態である第1の濾過層10Aの空隙部分を通り抜けるよりも、拡大開口した開口面積可変部を通り抜けてさら

50

に下流の第2の濾過層11Aで濾過されるようになる。このように第1の濾過層10Aが異物捕捉能力の上限に近づくと、燃料は拡大した開口面積可変部を通り抜け、下流の第2の濾過層11Aが異物捕捉能力を発揮するようになるため、複数設けられた濾過層の異物捕捉能力を十分に活用することができ、フィルタ寿命の延長及び濾過面積の低減が図れる。

【0107】

(第4実施形態)

第4実施形態は、フィルタ部材2Fについて図24を参照して説明する。図24は、第4実施形態の燃料用フィルタ装置に適用されるフィルタ部材2Fの構成を示す模式的断面図である。図24において同一符号を付した構成部品は、第2実施形態と同一であり、同様の作用効果を奏する。また、第4実施形態の燃料用フィルタ装置は、フィルタ部材2Fを除く他の構成については第2実施形態の燃料用フィルタ装置と同一であり、同様の作用効果を奏する。

10

【0108】

フィルタ部材2Fは、第2実施形態のフィルタ部材2A(図12参照)と異なり、空隙率の異なる複数の濾過層を備えている。この構成により、フィルタ部材2Fは、厚み方向(燃料の流通方向)に粗密勾配を備え、濾過能力の勾配が厚み方向に形成されている。図24に示すように、フィルタ部材2Fは、厚み方向(燃料の流通方向)に外側から内側に向けて順に積層された第1の濾過層10F、第2の濾過層11F、第3の濾過層12F、第4の濾過層13F、及び第5の濾過層14Fからなる5層の不織布層で構成されている。

20

【0109】

各濾過層10F~14Fは、各不織布層を構成する繊維の線径を所定の値に設定することにより、空隙率が個別に設定されている。各濾過層の空隙率は、大きい順に、第1の濾過層10F、第2の濾過層11F、第3の濾過層12F及び第4の濾過層13F、第5の濾過層14Fとなっている。各濾過層10F~14Fは、層を構成する繊維として、耐油性が高いPET(ポリエチレンテレフタレート)樹脂やポリアミド系の樹脂が用いられ、各空隙率は、不織布層を構成する繊維の線径を選択することにより設定することができる。

【0110】

各濾過層10F~14Fは、隣り合う層間のそれぞれに隙間が形成されるように配置されている。具体的には、第1の濾過層10Fと第2の濾過層11Fの間には隙間20が形成され、第2の濾過層11Fと第3の濾過層12Fの間には隙間21が形成され、第3の濾過層12Fと第4の濾過層13Fの間には隙間22が形成され、第4の濾過層13Fと第5の濾過層14Fの間には隙間23が形成されている。最も外側の第1の濾過層10Fが上流側の層になり、最も内側の第5の濾過層14Fが下流側の層になるため、フィルタ部材2Fを通過する燃料は図24の矢印(流通方向)で示すように最も外側の第1の濾過層10Fから、順に、隙間20、第2の濾過層11F、隙間21、第3の濾過層12F、隙間22、第4の濾過層13F、隙間23、最も内側の第5の濾過層14Fへ各部を通過するように流れる。

30

40

【0111】

燃料の異物は、最も粗い層である第1の濾過層10Fで大きいサイズのものが捕捉され、次に粗い層である第2の濾過層11Fでは第1の濾過層10Fで捕捉できない比較的大きいサイズのものが捕捉される。次に燃料の異物は、同じ空隙率に設定されている第3の濾過層12F及び第4の濾過層13Fでは第2の濾過層11Fで捕捉できないサイズのものが捕捉され、最後に最も密な層である第5の濾過層14Fで残りの小さいサイズのものが捕捉されることになる。

【0112】

フィルタ部材2Fにおいては、最も異物が捕捉され易く、つまり目詰まりが早く発生し易い濾過層に第2実施形態と同様の切込み部が予め形成されている。本実施形態では、フ

50

フィルタ部材 2 F の層の構成上、第 3 の濾過層 1 2 F に切込み部 1 2 1 A が形成されている。切込み部 1 2 1 A は、第 3 の濾過層 1 2 F の目詰まりが進行することにより、燃料の流動圧力によって第 3 の濾過層 1 2 F が隙間 2 2 側に変形することで拡大開口する。燃料は、目詰まりを起こして圧力損失が大きくなった第 3 の濾過層 1 2 F の空隙部分を通して、拡大開口した切込み部 1 2 1 A を通ってさらに下流の第 4 の濾過層 1 3 F に流出する。これにより、第 3 の濾過層 1 2 F における目詰まりの進行を抑制することができる。そして、目詰まりにより異物捕捉能力を超えた第 3 の濾過層 1 2 F で捕捉できない異物は、第 3 の濾過層 1 2 F と同じ異物捕捉能力である第 4 の濾過層 1 3 F で捕捉することができ、この第 4 の濾過層 1 3 F が異物捕捉能力に達するまでフィルタ部材 2 F の寿命を延長することができるのである。

10

【0113】

本実施形態の燃料用フィルタ装置によれば、開口面積可変部である切込み部 1 2 1 A は、燃料流れの最も下流に位置する第 5 の濾過層 1 4 F を除く最も空隙率の小さい第 3 の濾過層 1 2 F に設けられている。この構成によれば、複数の濾過層 1 0 F ~ 1 4 F のうち、燃料流れ最下流の第 5 の濾過層 1 4 F よりも上流側の濾過層であって目詰まりが早く始まる第 3 の濾過層 1 2 F に開口面積可変部を設けるため、第 3 の濾過層 1 2 F の目詰まりが発生してもさらに下流の第 4 の濾過層 1 3 F で異物の捕捉を実施することができる。したがって、フィルタ部材 2 F 全体の寿命を延長させる燃料用フィルタ装置を提供できる。

【0114】

(第 5 実施形態)

20

第 5 実施形態は、本発明を適用した燃料用フィルタ装置の他の形態である。第 5 実施形態の燃料用フィルタ装置は、燃料ポンプの下流側に設けられるフィルタ部材 2 G を備える。図 2 5 は、第 5 実施形態の燃料用フィルタ装置の構成を示す模式的断面図である。図 2 5 において同一符号を付した構成部品は、前述の第 2 実施形態及び第 3 実施形態と同一であり、同様の作用効果を奏する。また、第 5 実施形態のフィルタ部材 2 G は、前述の第 2 実施形態と同様の作用効果を奏する。

【0115】

図 2 5 に示すように、フィルタ部材 2 G はいわゆる高圧フィルタの一例であり、前述のフィルタ部材 2 E (図 2 3 に図示) のように、各濾過層間に中間層 2 0 E, 2 1 E, 2 2 E を備えている。フィルタ部材 2 G は、一方端に燃料流入口 6 0 と他方端に燃料流出口 6 1 とを有するケース 6 内に收容されており、ケース 6 の内面と接触する外表面にはシール材としてのホットメルトシート部 2 0 0 が形成されている。また、ホットメルトシート部 2 0 0 とケース 6 の内面との間には、接着剤 6 2 が満たされている。これらのシール機構によって、燃料流入口 6 0 から燃料流出口 6 1 まで流れる燃料がフィルタ部材 2 G を通過するようになっている。

30

【0116】

燃料流入口 6 0 からケース 6 内に流入した燃料は、最も上流側に位置する第 1 の濾過層 1 0 A から、順に、中間層 2 0 E、第 2 の濾過層 1 1 A、中間層 2 1 E、第 3 の濾過層 1 2 A、中間層 2 2 E、最も内側に位置する第 4 の濾過層 1 3 A の各部を通過して流れ、上記第 3 実施形態で説明したように各濾過層での濾過が行われる。

40

【0117】

(第 6 実施形態)

第 6 実施形態は、本発明を適用した燃料用フィルタ装置の他の形態である。第 6 実施形態の燃料用フィルタ装置は、第 5 実施形態と同様に燃料ポンプの下流側に設けられるフィルタ部材 2 H を備える。図 2 6 は、第 6 実施形態の燃料用フィルタ装置の構成を示す模式的断面図である。図 2 6 において同一符号を付した構成部品は、前述の第 1 実施形態及び第 5 実施形態と同一であり、同様の作用効果を奏する。また、第 6 実施形態のフィルタ部材 2 H は、前述の第 1 実施形態と同様の作用効果を奏する。

【0118】

図 2 6 に示すように、フィルタ部材 2 H はいわゆる高圧フィルタの一例であり、前述の

50

フィルタ部材 2 E (図 2 3 に図示) のように、各濾過層間に中間層 2 0 E, 2 1 E, 2 2 E を備えている。フィルタ部材 2 H は、第 5 実施形態の燃料用フィルタ装置と同様に、燃料流入口 6 0 からケース 6 内に流入した燃料は、最も上流側に位置する第 1 の濾過層 1 0 から、順に、中間層 2 0 E、第 2 の濾過層 1 1、中間層 2 1 E、第 3 の濾過層 1 2、中間層 2 2 E、最も内側に位置する第 4 の濾過層 1 3 の各部を通過して流れ、上記第 1 実施形態で説明したように各濾過層での濾過が行われる。

【0 1 1 9】

本実施形態のフィルタ部材 2 H は、厚み方向に隣り合う濾過層の間に濾過層よりも空隙率の大きい中間層 2 0 E, 2 1 E, 2 2 E を介在させた構成を有する。この構成によれば、中間層は濾過層よりも空隙率が大きいため、各貫通孔 1 0 1, 1 1 1, 1 2 1 を通り抜けた燃料を下流の濾過層に広く行き渡らすことに寄与する。また中間層 2 0 E, 2 1 E, 2 2 E は、濾過層間を所定の間隔に保つ機能を有し、フィルタ部材 2 H の形状を安定させる効果を奏する。

【0 1 2 0】

(第 7 実施形態)

第 7 実施形態は、本発明を適用した燃料用フィルタ装置の他の形態である。第 7 実施形態の燃料用フィルタ装置は、燃料ポンプの下流側に設けられるフィルタ部材 2 I を備える。図 2 7 は第 6 実施形態のフィルタ部材 2 I の構成を示す模式的断面図である。図 2 8 は、第 5 実施形態の燃料用フィルタ装置の構成を示す模式的断面図である。図 2 7 及び図 2 8 において同一符号を付した構成部品は、前述の第 1 実施形態及び第 6 実施形態と同一であり、同様の作用効果を奏する。また、第 7 実施形態のフィルタ部材 2 I は、前述の第 1 実施形態及び第 6 実施形態と同様の作用効果を奏する。

【0 1 2 1】

図 2 7 及び図 2 8 に示すように、フィルタ部材 2 I はいわゆる高圧フィルタの一例であり、前述のフィルタ部材 2 E やフィルタ部材 2 I のように、各濾過層間に中間層 2 0 E, 2 1 E, 2 2 E を備えている。フィルタ部材 2 I は、円筒状体であり、各濾過層及び各中間層は同軸の多重管状を呈している。

【0 1 2 2】

フィルタ部材 2 I は、一方端に燃料流入口 6 0 と他方端に燃料流出口 6 1 とを有するケース 6 内に収容されており、円筒状体の底面と頂面にはそれぞれシール材としてのホットメルトシート部 2 0 0 が形成されている。円筒状体の底面と頂面のいずれか一方のホットメルトシート部 2 0 0 は、ケース 6 の内面と密着して両者間はシールされている。また、ホットメルトシート部 2 0 0 とケース 6 の内面との間には接着剤が満たしてもよい。これらのシール機構によって、燃料流入口 6 0 から燃料流出口 6 1 まで流れる燃料は、燃料流入口 6 0、外筒面を形成する円筒状の第 1 の濾過層 1 0、中間層 2 0 E、第 2 の濾過層 1 1、中間層 2 1 E、内筒面を形成する第 4 の濾過層 1 3 を順に通過して流れ、上記第 1 実施形態で説明したように各濾過層での濾過が行われる。

【0 1 2 3】

(他の実施形態)

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に何ら制限されることなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲において種々変形して実施することが可能である。

【0 1 2 4】

上記実施形態では、燃料の流動圧力による濾過層の変形に伴い拡大開口する開口面積可変部について、各種形状の切込み部、穴部、細隙等を採用しているが、このような形態に限定するものではない。

【0 1 2 5】

また上記実施形態では、濾過層として不織布層を採用しているが、このような形態に限定するものではなく、例えば、多数の細孔を有する材質であって、当該多数の細孔が空隙率に関与する濾過層を採用してもよい。

【0126】

また上記実施形態では、フィルタ部材を矩形の袋状に形成する場合について説明したが、フィルタ部材は矩形に限らず例えば円形状あるいは多角形状など所望の形状とすることもできるし、袋状に限らずシート状に形成することもできる。

【0127】

また、上記実施形態では、燃料の流動圧力による濾過層の変形に伴い拡大開口する開口面積可変部または貫通孔は一の濾過層に1個設けることを示している場合もあるが、上記実施形態に記載の個数に限定するものではない。例えば、一の濾過層に複数の開口面積可変部または貫通孔を設けてもよい。

【0128】

10

また上記各実施形態では、その一例であるサクションフィルタを燃料ポンプに適用する例について説明した。しかし、本発明の燃料用フィルタ装置は、上記で説明した燃料ポンプに適用することに限定するものではない。例えばサブタンクを有し、燃料ポンプの底部にサクションフィルタが配置される燃料供給装置等に適用してもよい。

【0129】

第4実施形態に記載する構成（図24参照）は、第1実施形態のフィルタ部材2に適用してもよい。この構成によれば、貫通孔は、燃料流れの最も下流に位置する第5の濾過層14Fを除く最も空隙率の小さい濾過層に設けられる。この構成によれば、積層された複数の濾過層のうち、燃料流れ最下流の第5の濾過層14Fよりも上流側の濾過層であって目詰まりが早く始まる濾過層に貫通孔を設けるため、当該濾過層の目詰まりが発生してもさらに下流の濾過層で異物の捕捉を実施することができる。したがって、フィルタ部材全体における寿命を延長させることができる。

20

【符号の説明】

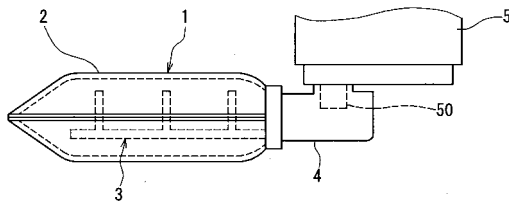
【0130】

- 1…サクションフィルタ
- 2, 2A, 2E, 2F…フィルタ部材
- 10, 10A…第1の濾過層（濾過層）
- 11, 11A…第2の濾過層（濾過層）
- 12, 12A…第3の濾過層（濾過層）
- 13, 13A…第4の濾過層（濾過層）
- 20, 21, 22…隙間
- 20E…第1の中間層（中間層）
- 21E…第2の中間層（中間層）
- 22E…第3の中間層（中間層）
- 101…第1貫通孔（燃料通過量可変部、貫通孔）
- 101A…第1切込み部（燃料通過量可変部、開口面積可変部、切込み部）
- 101E, 111E, 121E…細隙（燃料通過量可変部、開口面積可変部）
- 111…第2貫通孔（燃料通過量可変部、貫通孔）
- 111A…第2切込み部（燃料通過量可変部、開口面積可変部、切込み部）
- 121…第3貫通孔（燃料通過量可変部、貫通孔）
- 121A…第3切込み部（燃料通過量可変部、開口面積可変部、切込み部）

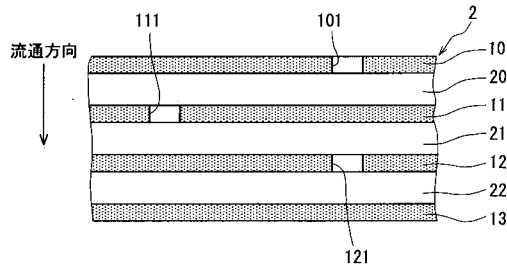
30

40

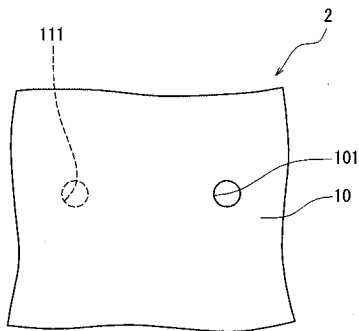
【図 1】



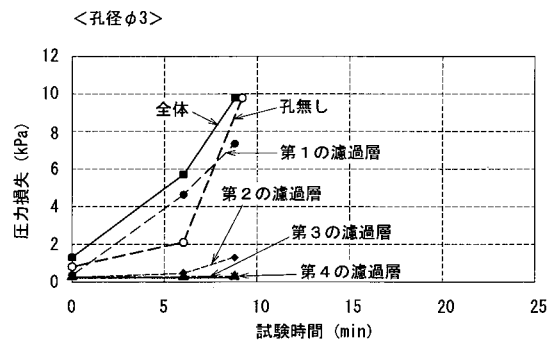
【図 2】



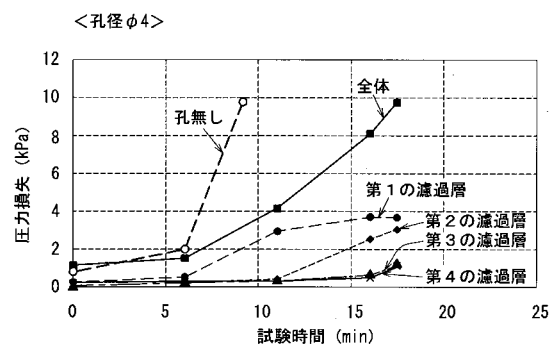
【図 3】



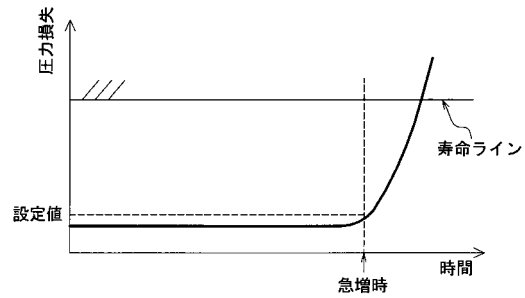
【図 6】



【図 7】

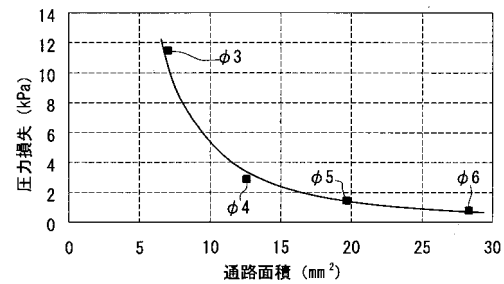


【図 4】

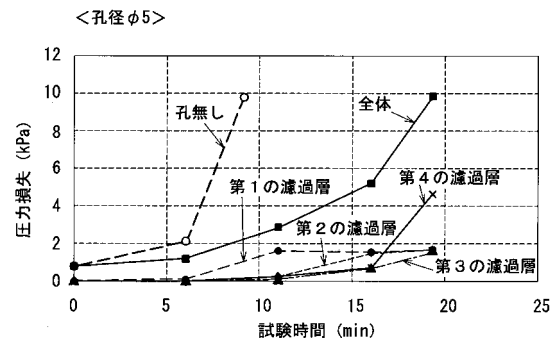


【図 5】

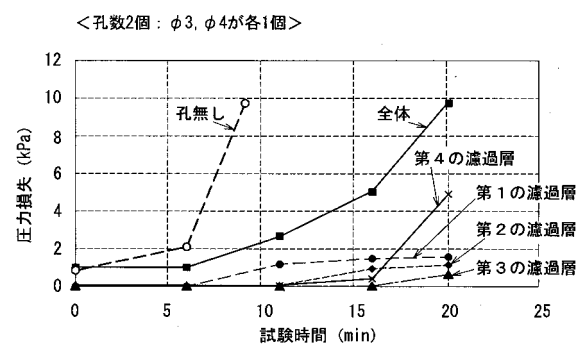
<120L/h時の孔径（通路面積）と圧力損失の関係>



【図 8】

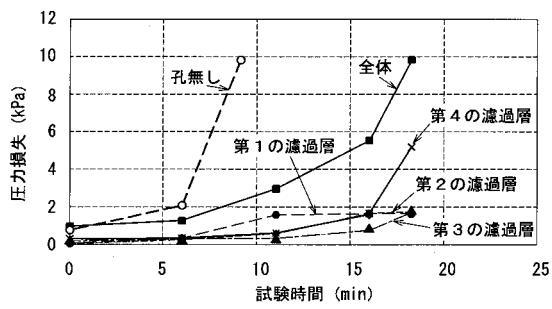


【図 9】



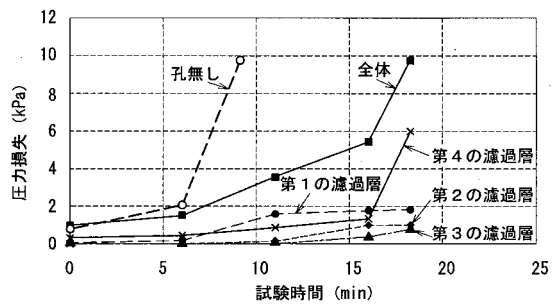
【図 10】

<孔数3個：φ3が3個>

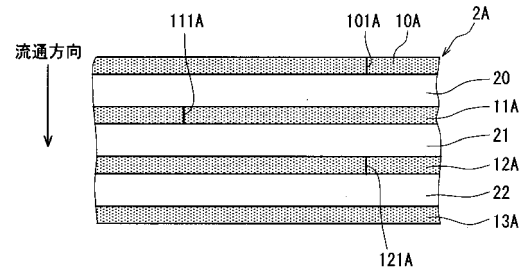


【図 11】

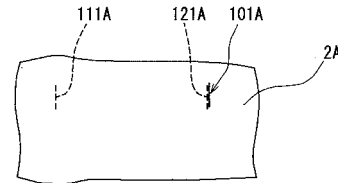
<孔数4個：φ3, φ2が各2個>



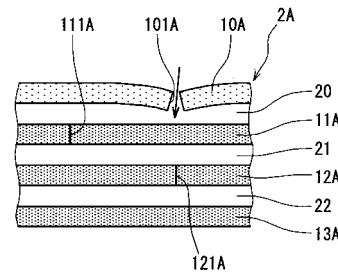
【図 12】



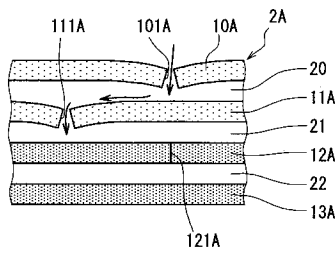
【図 13】



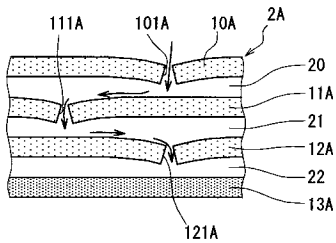
【図 14】



【図 15】

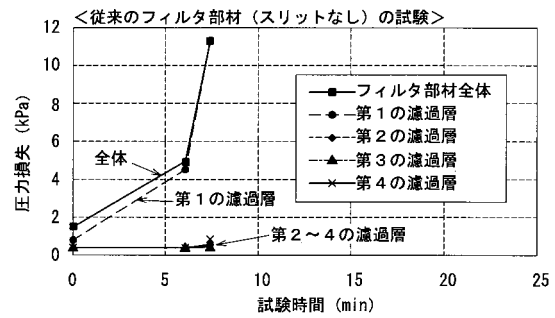


【図 16】



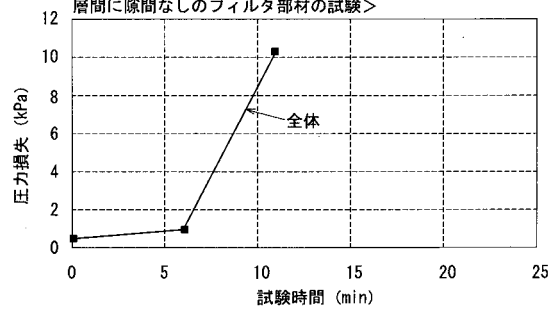
【図 17】

<従来のフィルタ部材（スリットなし）の試験>

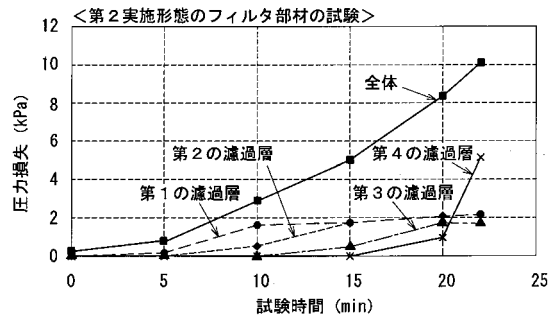


【図 18】

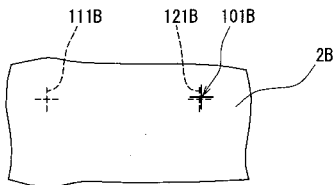
<第1～3の濾過層にスリット有り、層間に隙間なしのフィルタ部材の試験>



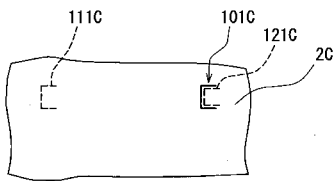
【図 19】



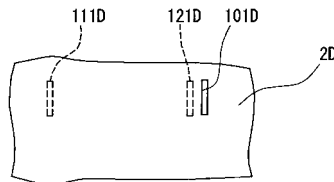
【図 20】



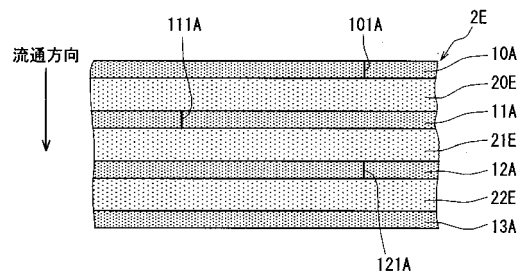
【図 21】



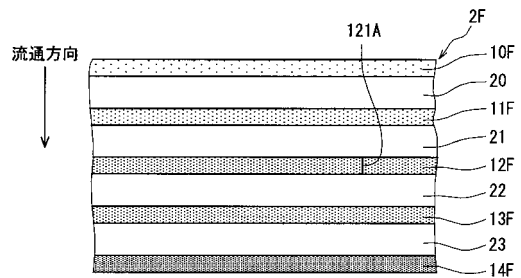
【図 22】



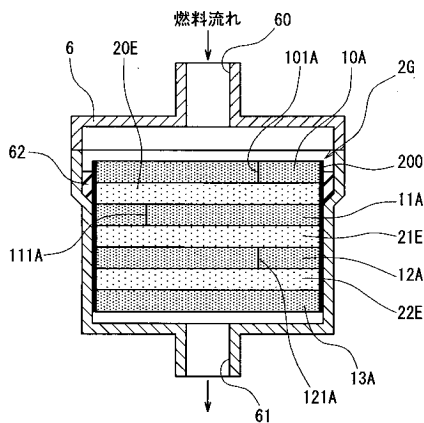
【図 23】



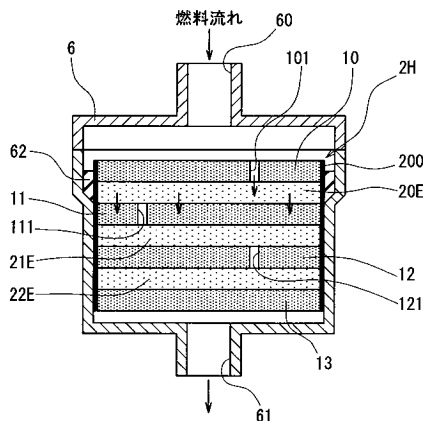
【図 24】



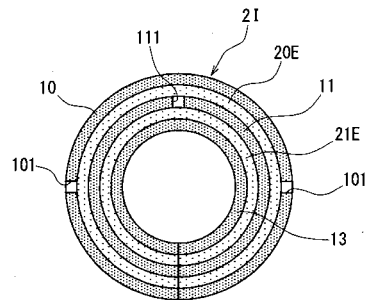
【図 25】



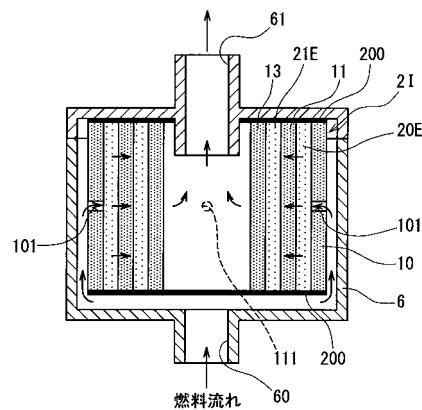
【図 26】



【図 27】



【図 28】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 0 1 D 29/04 5 3 0 B

(72)発明者 田中 正晃
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
(72)発明者 松本 典也
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 神山 茂樹

(56)参考文献 特開2009-125737 (JP, A)
実公昭31-002484 (JP, Y1)
特開2005-152769 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 2 M 3 7 / 2 2
B 0 1 D 2 9 / 0 1
B 0 1 D 2 9 / 5 0
B 0 1 D 3 5 / 0 2