



CONFÉDÉRATION SUISSE

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑪ CH 656 552 A5

⑤① Int. Cl.4: B 01 D 35/18  
B 01 D 39/18  
F 02 M 37/00

**Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein**

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

⑫ **FASCICULE DU BREVET** A5

⑲ Numéro de la demande: 2485/84

⑳ Date de dépôt: 21.05.1984

㉑ Priorité(s): 23.05.1983 IT 67567/83

㉒ Brevet délivré le: 15.07.1986

㉓ Fascicule du brevet  
publié le: 15.07.1986㉔ Titulaire(s):  
Fiat Auto S.p.A., Torino (IT)㉕ Inventeur(s):  
Manfrè, Giovanni, Vinovo/Torino (IT)  
Mannone, Giuseppe, Torino (IT)㉖ Mandataire:  
Pierre Ardin & Cie, Genève⑤④ **Papier filtrant conducteur de l'électricité et filtre utilisant un tel papier.**

⑤⑦ Le papier filtrant contient des fibres conductrices de l'électricité qui le rendent conducteur de l'électricité et capable de chauffer le fluide à filtrer par effet Joule. Selon une application particulièrement avantageuse, le papier peut être utilisé dans des filtres pour circuits d'alimentation en combustible de moteurs Diesel, afin d'éviter le colmatage de tels filtres aux basses températures qui résulterait du figeage de la paraffine contenue dans le combustible.

## REVENDECATIONS

1. Papier filtrant poreux conducteur de l'électricité, capable d'assurer le chauffage du fluide à filtrer par effet Joule, caractérisé en ce qu'il contient des fibres conductrices de l'électricité qui rendent le papier conducteur de l'électricité.

2. Papier filtrant selon la revendication 1, caractérisé en ce que les fibres conductrices de l'électricité sont constituées par des fibres métalliques.

3. Papier filtrant selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites fibres sont constituées par des fibres non métalliques conductrices de l'électricité.

4. Papier filtrant selon la revendication 3, caractérisé en ce que lesdites fibres sont constituées par des fibres de carbone.

5. Papier filtrant selon la revendication 3, caractérisé en ce que lesdites fibres sont constituées par des fibres de graphite.

6. Papier filtrant selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites fibres conductrices de l'électricité sont constituées par des fibres non métalliques revêtues d'une matière métallique.

7. Papier filtrant selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites fibres conductrices de l'électricité sont constituées par des fibres non métalliques réunies à des fibres métalliques.

8. Papier filtrant selon la revendication 7, caractérisé en ce que les fibres non métalliques sont des fibres de verre ou des fibres réfractaires.

9. Papier filtrant selon la revendication 7, caractérisé en ce que les fibres non métalliques sont des fibres synthétiques.

10. Papier filtrant selon la revendication 1, caractérisé en ce que les fibres conductrices de l'électricité sont des fibres de verre réunies à des fibres d'aluminium.

11. Papier filtrant selon la revendication 10, caractérisé en ce que la quantité de fibres de verre et de fibres d'aluminium est comprise entre 20% et 40% du poids des fibres cellulosiques.

12. Papier filtrant selon la revendication 1, caractérisé en ce que les fibres conductrices de l'électricité sont distribuées au hasard parmi les fibres du papier.

13. Papier filtrant selon la revendication 1, caractérisé en ce que le papier possède une structure multicouche dans laquelle au moins une couche est constituée par un voile ou tissu de fibres conductrices de l'électricité.

14. Papier filtrant selon la revendication 1, caractérisé en ce que la quantité de fibres conductrices de l'électricité est comprise entre 1% et 50% du poids de la cellulose du papier.

15. Papier filtrant selon la revendication 4, caractérisé en ce que la quantité de fibres de carbone est comprise entre 2% et 15% du poids des fibres cellulosiques.

16. Papier filtrant selon la revendication 1, caractérisé en ce que deux bords opposés du papier sont munis d'électrodes, chacune de ces électrodes étant formée par une couche de peinture conductrice, ou par une pellicule de cuivre ou d'aluminium collée, ou bien par un fil de métal qui n'est pas corrodé par le fluide, ce fil étant enfilé dans une série de trous du papier, à la façon d'une couture.

17. Filtre pour circuit d'alimentation en combustible d'un moteur Diesel, caractérisé en ce qu'il comprend un papier filtrant selon l'une quelconque des revendications 1 à 16.

La présente invention se rapporte à un papier filtrant poreux conducteur de l'électricité capable d'assurer le chauffage du fluide à filtrer par effet Joule.

Parmi les diverses applications d'un tel papier filtrant, on peut citer l'application aux filtres à combustible pour les circuits d'alimentation en combustible pour moteurs Diesel.

Les filtres de ce type ont tendance à se colmater aux basses températures par suite du figeage de la paraffine contenue dans le com-

bustible. Le brevet de la R.F.A. DE-A-27 21 607 décrit un filtre à combustible qui comprend un papier filtrant conducteur de l'électricité, capable d'assurer le chauffage du combustible, dans le but d'éviter la difficulté précitée.

Toutefois, dans cette solution connue, le papier filtrant est rendu conducteur par application d'une enduction de matière conductrice de l'électricité sur le papier. Cela se traduit par un fonctionnement inefficace du dispositif, puisqu'une quantité relativement grande d'énergie électrique est nécessaire pour obtenir une élévation donnée de la température du combustible. En outre, les caractéristiques de porosité du papier filtrant sont affectées défavorablement par l'enduction de matière conductrice.

Le but de la présente invention est de fournir un papier filtrant conducteur de l'électricité qui permette d'obtenir un chauffage efficace du fluide filtré sous basse tension, avec une faible consommation d'énergie électrique et en conservant une fabrication de ce papier relativement simple et économique. Pour atteindre ce but, l'invention a pour objet un papier filtrant poreux conducteur capable d'assurer le chauffage du fluide à filtrer par effet Joule, caractérisé en ce qu'il contient des fibres conductrices de l'électricité qui le rendent conducteur de l'électricité.

Des essais et études effectués par la titulaire ont montré que l'utilisation d'un papier filtrant de ce type assure un chauffage efficace du fluide filtré et que ce papier filtrant est relativement simple et économique à fabriquer, ainsi qu'il sera indiqué ultérieurement.

Naturellement, le papier filtrant selon l'invention peut être utilisé non seulement dans les filtres à combustible pour moteurs Diesel mais, en général, dans toutes les applications dans lesquelles il est nécessaire de chauffer un fluide qui traverse ce papier.

La nature, la dimension, ainsi que la quantité et la disposition des fibres conductrices du papier selon l'invention sont choisies de manière à satisfaire diverses conditions: en premier lieu, le degré de résistivité électrique nécessaire pour atteindre une élévation désirée de la température. En deuxième lieu, il est nécessaire d'obtenir la porosité appropriée du papier (dans la demande de brevet précitée, la dimension des pores du papier doit être comprise entre deux et cinq microns, 70% des pores étant d'environ 2,5 microns). Il est également nécessaire que le papier possède de bonnes caractéristiques mécaniques, de manière à permettre le traitement consécutif du papier ainsi que son utilisation (dans le cas de l'application aux filtres à combustible, le papier doit être capable de résister à la pression du combustible).

Les fibres conductrices de l'électricité peuvent être des fibres métalliques ou des fibres conductrices non métalliques (par exemple, de carbone ou de graphite) ou encore des fibres non métalliques revêtues d'une matière conductrice de l'électricité ou des fibres non métalliques disposées le long de fibres conductrices de l'électricité et parallèlement à celles-ci. Par exemple, on peut utiliser des fibres de verre, des fibres réfractaires ou des fibres synthétiques de différents types en même temps que des fibres d'aluminium ou des fibres d'argent.

Il est également possible d'utiliser des fibres organiques conductrices de l'électricité ou des fibres organiques revêtues d'une matière conductrice ou encore des fibres de carbone revêtues de métal, par exemple de nickel.

Dans la pratique, on utilisera des fibres conductrices de l'électricité qui ont un rapport longueur/diamètre supérieur à 100. La quantité minimum des fibres sera normalement de l'ordre de grandeur de 1% du poids de la cellulose du papier. La quantité de fibres utilisées ne doit pas excéder une certaine limite (qui dépend de la longueur et du diamètre des fibres), afin d'éviter le risque de réduire sensiblement la porosité et les caractéristiques mécaniques du papier. Le pourcentage maximum de fibres est d'environ 50% en poids, si l'on accepte une réduction limitée des propriétés filtrantes. Si l'on ne peut pas accepter cette réduction limitée, le pourcentage maximum est de 20%.

Les fibres conductrices de l'électricité peuvent être disposées au hasard ou dans des directions préférentielles de conductivité électri-

que ou même sous la forme d'un tissu. En outre, les fibres conductrices de l'électricité peuvent être dispersées au hasard parmi les autres fibres du papier. En variante, il est possible de former une structure multicouche dans laquelle au moins une couche est composée d'un voile de fibres conductrices de l'électricité et intercalée entre des couches formées d'autres fibres qui constituent le papier.

Pendant la fabrication du papier, les fibres conductrices de l'électricité sont ajoutées pendant ou à la fin de l'homogénéisation du mélange, avant qu'il ne passe à l'opération classique de calandrage. Il est nécessaire d'ajouter un liant au bain (ou pendant la fabrication des fibres), ce qui permet de lier les fibres à la cellulose. Le papier filtrant peut être également un papier synthétique, constitué de fibres organiques ou non organiques. Le liant est composé de préférence d'une résine anionique (par exemple polyacrylique) puisque la cellulose est cationique. Lorsqu'il est souhaitable de former une structure multicouche dans laquelle le voile de fibres conductrices de l'électricité est interposé entre deux couches de papier, la disposition des fibres conductrices de l'électricité est obtenue entre le calandrage de la première couche de papier et le calandrage de la deuxième couche de papier. Lorsqu'on désire avoir la couche de fibres conductrices sur la face externe, la disposition des fibres conductrices de l'électricité est obtenue avant la première opération de calandrage.

Une solution préférée de l'invention permet l'utilisation de fibres de verre coextrudées avec des fibres d'aluminium. Chaque fibre de verre est réunie à une fibre d'aluminium qui lui est adjacente. Cette solution présente l'avantage consistant en ce que, même si plusieurs fibres de verre se brisent, par exemple à la suite de la manipulation du papier, les fibres d'aluminium ne perdent pas leur continuité, ce qui garantit la constance des caractéristiques du papier dans le temps. En outre, les fibres de verre forment une liaison stable avec les fibres d'aluminium, en évitant la fusion de ces dernières. La capacité thermique des fibres de verre est en fait environ égale au double de celle des fibres d'aluminium, au moins jusqu'au point de fusion de l'aluminium. Le verre a donc pour effet d'absorber la chaleur, en assurant ainsi une grande capacité de passage du courant. La quantité de fibres de verre et de fibres d'aluminium est de préférence comprise entre 25% et 40% du poids des fibres cellulosiques.

Selon une autre solution préférée, on utilise des fibres de carbone. Dans ce cas, la quantité des fibres est comprise de préférence entre 2% et 15% du poids des fibres cellulosiques. Le diamètre des fibres de carbone est de préférence de 6 à 7 microns et leur longueur est de préférence de 6 à 8 mm. La densité des fibres doit être sensiblement égale à celle des fibres cellulosiques, c'est-à-dire  $1,2 \text{ g/cm}^3$ , tandis que la densité des fibres conductrices ne doit pas être de plus de  $2,5 \text{ g/cm}^3$ . La surface des fibres de carbone est de préférence

munie d'un revêtement organique (de préférence polyvinylique ou polyacétylique), en une quantité ne représentant pas plus de 1% de la quantité des fibres conductrices.

La présente invention a également pour objet un filtre pour l'alimentation en combustible d'un moteur Diesel, caractérisé en ce qu'il comprend un papier filtrant poreux du type spécifié plus haut.

Les détails de la réalisation du filtre selon l'invention ne sont pas représentés puisqu'ils sont connus en soi.

Les deux bords opposés du papier sont munis d'électrodes, par exemple en déposant une couche de peinture conductrice, ou en collant une pellicule de cuivre ou d'aluminium le long de ses bords, ou en enfilant un fil métallique dans une série de trous du papier, à la façon d'une couture.

Dans ce dernier cas, on doit au moins former quatre trous dans le papier pour une longueur de 4 cm. Le fil métallique peut être un fil de cuivre étamé. Suivant une autre forme de réalisation, les électrodes sont réalisées en collant une bande de cuivre sur chaque bord du papier.

Suivant une forme de réalisation pratique du papier filtrant selon l'invention, destinée à être utilisée dans un filtre à combustible pour moteurs à combustion interne, on a utilisé pour former les fibres conductrices de l'électricité des fibres de verre coextrudées avec des fibres d'aluminium, d'un diamètre de 35 microns et d'une longueur de 25 mm.

Les fibres d'aluminium représentaient 40% du poids des fibres de verre. La surface filtrante totale était de  $4000 \text{ cm}^2$ . Les fibres conductrices de l'électricité ont été connectées à un accumulateur de 12 volts et elles conduisaient 0,43 A pour  $36 \text{ cm}^2$  de surface filtrante, de manière à obtenir une élévation de température d'environ  $30^\circ \text{C}$ . La consommation de puissance était de 500 W. La capacité de filtration du filtre était de 36 litres/heure.

Suivant une autre forme de réalisation pratique du papier filtrant selon l'invention, également destinée à être utilisée dans un filtre à combustible pour moteurs Diesel, on a réalisé une feuille de papier ayant une longueur de 4 m, une largeur de 9 cm et une épaisseur de 0,3 mm, en utilisant des fibres de carbone en qualité de fibres conductrices de l'électricité. La quantité des fibres de carbone était de 5% du poids des fibres cellulosiques. Le poids du papier était de  $93 \text{ g/m}^2$ . On a obtenu une élévation de température de  $15^\circ \text{C}$  au bout d'une minute avec une consommation de puissance de 140 W et un débit de combustible de 10 litres/heure.

Bien entendu, diverses modifications pourront être apportées par l'homme de l'art au dispositif qui vient d'être décrit uniquement à titre d'exemple non limitatif, sans pour cela sortir du cadre de l'invention.