

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 10544

(54) Dispositif électrostatique de filtration d'air à rendement élevé.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). B 03 C 3/14; B 01 D 35/06; F 24 F 13/00.

(22) Date de dépôt..... 27 mai 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : Japon, 5 juin 1980, demande de brevet, n° 55-76 021.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 50 du 11-12-1981.

(71) Déposant : MASUDA Senichi, résidant au Japon.

(72) Invention de : Senichi Masuda et Naoki Sugita.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Flechner,
63, av. des Champs-Élysées, 75008 Paris.

La présente invention concerne un dispositif électrostatique de filtration d'air à rendement élevé d'un type perfectionné. L'invention porte plus particulièrement sur un dispositif électrostatique de filtration d'air destiné à être utilisé pour l'épuration de l'air d'une pièce, ce dispositif présentant un rendement très élevé et une longue durée de service.

Le filtre dit "filtre à air pour particules à rendement élevé" est largement utilisé dans l'art antérieur. Il présente un rendement élevé de recueil de la poussière mais la perte de charge est très élevée lorsqu'on fait passer dans le filtre du gaz chargé de poussière.

Si on augmente la taille des pores du filtre pour réduire la perte de charge, le rendement du recueil de poussière diminue. Si on diminue la perte de charge en réduisant la vitesse du gaz à traiter, on doit augmenter la taille du filtre. Il existe en outre d'autres inconvénients dans la mesure où la perte de charge augmente sous l'effet du remplissage des pores et où la durée de vie du filtre est courte. Par conséquent, on emploie souvent un pré-filtre approprié afin de prolonger la durée de vie d'un tel filtre.

Le but essentiel de l'invention est donc de réaliser un dispositif de filtration d'air à rendement élevé de type perfectionné qui ne comporte pas les inconvénients décrits ci-dessus.

L'invention a également pour but de réaliser un filtre électrostatique qui soit capable de traiter du gaz chargé de poussière avec un rendement élevé, sans la nécessité d'un pré-filtre.

L'invention a également pour but de réaliser un dispositif de filtration d'air qui ait une très longue durée de vie et qu'on puisse utiliser pendant une longue durée, sans qu'il nécessite des opérations ou un travail d'entretien gênants.

L'invention a également pour but de réaliser un dispositif de filtration d'air qui ait une taille

réduite, sans avoir une structure compliquée, et qui ne nécessite pas un grand espace au sol.

Conformément aux buts ci-dessus, dans le dispositif électrostatique de filtration d'air de l'invention, on communique une charge électrique aux particules suspendues dans le gaz à traiter, avant de faire passer ce gaz à travers une substance filtrante ; et on recueille ensuite les particules chargées à la surface d'électrodes de recueil de poussière qui sont disposées dans l'espace formé par la substance filtrante, auxquelles on a appliqué une tension électrique élevée. Les particules restantes sont filtrées par la substance filtrante, ce qui permet d'obtenir un très haut rendement de recueil de la poussière et une longue durée de service.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre d'un mode de réalisation préféré et en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 est une vue en perspective d'un mode de réalisation du dispositif de filtration d'air de l'invention, sur laquelle une section de charge et une section de recueil de poussière sont représentées sous forme séparée de façon à montrer clairement leur structure d'ensemble ;

La figure 2 est un schéma électrique du même mode de réalisation ;

La figure 3 est une représentation schématique en plan d'une partie de la section de recueil de poussière montrant les conditions de circulation du gaz chargé de poussière ; et

La figure 4 est une représentation schématique d'une partie de la section de recueil de poussière montrant la direction du champ électrique et les directions de mouvement des particules chargées électriquement lorsqu'elles sont entraînées de façon à traverser la substance filtrante.

Le dispositif de filtration d'air de l'invention est constitué par une section de charge 1 et par une section de recueil de poussière 5. Le châssis 2 de la section

de charge 1 comporte plusieurs électrodes en forme de plaques 3 qui sont disposées parallèlement les unes aux autres. Chacune des électrodes en forme de plaques 3 est mise à la masse et le plan de l'électrode 3 est parallèle à la direction de l'air à traiter. Des électrodes de charge 4 qui sont connectées à une source de haute tension continue 10 sont placées entre les électrodes en forme de plaques 3.

Un châssis 6 de la section de recueil de poussière 5 comporte une substance filtrante 7 qui est pliée sous une forme ondulée. Des électrodes d'espacement 8A et 8B sont disposées dans les creux des ondulations, du côté amont comme du côté aval, et ces électrodes sont constituées par exemple par des tôles ondulées. Les électrodes d'espacement 8A du côté amont sont mises à la masse et les autres électrodes d'espacement 8B du côté aval sont connectées à une source d'énergie électrique 9 pour leur appliquer une haute tension.

Le dispositif électrostatique de filtration d'air à rendement élevé, de type perfectionné, correspondant à l'invention peut être formé en reliant la sortie de la section de charge 1 décrite ci-dessus à l'entrée de la section de recueil de poussière 5. Si on le désire, on peut installer conjointement dans le même châssis la section de charge 1 et la section de recueil de poussière 5.

On va maintenant expliquer le fonctionnement du dispositif de filtration d'air décrit ci-dessus.

Une haute tension continue de 1 kV à 3 kV est appliquée aux électrodes de charge 4 et aux électrodes d'espacement 8B qui sont situées du côté aval. Le gaz chargé de poussière qui doit être traité est introduit par l'entrée de la section de charge 1, dans laquelle les particules de poussière sont chargées électriquement par décharge de couronne. Le gaz transportant les particules de poussière chargées traverse ensuite la section de recueil de poussière 5, comme l'indiquent les flèches en pointillés sur les figures 3 et 4. Au cours de ce processus, la majeure partie des particules chargées 13 sont atti-

rées vers les électrodes d'espacement 8A situées du côté amont, elles perdent leur charge électrique et elles se déposent sur les surfaces des électrodes 8A. Ainsi, la majeure partie des particules de poussière contenues dans le gaz traité est éliminée. Cette action de dépoussiérage a un effet d'autant plus important que la taille des particules est grande.

Les courants de gaz 11 contenant les particules chargées restantes 13 avancent de la manière indiquée par les flèches sur les figures 3 et 4, c'est-à-dire que les courants de gaz 11 traversent la substance filtrante 7 en empruntant le plus court chemin, à cause de la résistance de filtration. Ainsi, comme le montre la figure 4, les courants de gaz 11 se déplacent parallèlement et en sens opposé aux lignes de force 12 du champ électrique qui sont dirigées de l'électrode d'espacement 8B vers l'électrode d'espacement 8A. Simultanément, la vitesse des courants de gaz 11 traversant la substance filtrante 7, considérée par unité d'aire de section droite, devient très faible en comparaison de la vitesse du côté amont de cette partie de recueil de poussière 5. Du fait que le champ électrique et les courants de gaz ont des sens mutuellement opposés, les particules chargées 13 se déplacent à l'opposé du sens des courants de gaz. Si la vitesse de ce mouvement des particules en sens opposé dépasse la vitesse des courants de gaz traversant la substance filtrante 7, les particules chargées 13 ne peuvent pas entrer dans les pores de la substance filtrante 7. Cependant, du fait que la vitesse du courant de gaz à l'extérieur de la substance filtrante 7 est élevée, les particules chargées 13 sont finalement déposées à l'état poreux sur la surface de la substance filtrante 7. En outre, même lorsque les particules chargées 13 sont reçues dans les pores de la substance filtrante 7, elles sont déposées dans un état poreux le long des lignes du champ électrique qui est appliqué par les électrodes d'espacement 8A et 8B et elles sont réparties à travers les fibres de la substance filtrante 7. Du fait que l'état de dépôt des

particules de poussière est un état poreux, la quantité de poussière qu'absorbe la substance filtrante 7 est très élevée en comparaison du cas dans lequel les particules de poussière se déposent irrégulièrement sur la substance
5 filtrante 7 et dans celle-ci.

Le mécanisme de recueil de poussière décrit ci-dessus permet d'améliorer considérablement le rendement du recueil de poussière et d'obtenir un gaz propre en sortie de la section de recueil de poussière 5. En outre,
10 du fait que les particules les plus grosses sont éliminées plus efficacement, les pores de la substance filtrante 7 ont peu tendance à se colmater, ce qui donne une durée de service beaucoup plus longue.

Le dispositif de filtration d'air de l'invention a été testé en ce qui concerne le rendement du
15 recueil de poussière, pour confirmer son efficacité.

Procédé de test

On épure de l'air fourni par un ventilateur en utilisant un filtre à air pour particules à rendement
20 élevé, afin de faire disparaître les particules fines suspendues de substances étrangères. On mélange ensuite l'air épuré avec une suspension de particules fines de phtalate de dioctyle obtenue en utilisant un générateur d'aérosol. On fait passer le mélange gazeux ainsi obtenu
25 à travers un treillis de régulation de courant, une section de mesure de densité amont, une section de test de filtration et une section de mesure de densité aval, après quoi le gaz testé est évacué. On prélève des échantillons de test au moyen d'un dispositif de dilution à
30 la cadence de 100 ml toutes les 20 s, ces échantillons provenant de tubes de prise d'échantillon qui sont fixés à la section de mesure de densité amont et à la section de mesure de densité aval. On compte le nombre de particules de phtalate de dioctyle au moyen d'un compteur de particules à diffusion de lumière. On calcule le rendement
35 du recueil de poussière à partir de la densité de particules amont et de la densité de particules aval, conformément à la formule indiquée ci-dessous. La densité de par-

ticules amont pour les particules ayant des diamètres supérieurs ou égaux à 0,3 microns est d'environ 5000 particules par millilitre.

Rendement du recueil de poussière (η) = $1 - \frac{C_{aval}}{C_{amont}}$

- 5 Dans cette formule C_{amont} désigne le nombre de particules du côté amont avant filtration et C_{aval} désigne le nombre de particules du côté aval après filtration.
- Résultats des tests (Rendement du recueil de poussière)

	Désignation	Test 1	Test 2
10	Substance filtrante seulement	99,997%	97,7%
	Dispositif de filtration d'air de l'invention	99,999997%	99,998%
	Perte de charge (dans les deux cas)	25,4 mm de H_2O	8,5 mm de H_2O

- 15 Les résultats de tests ci-dessus permettent de voir que lorsqu'on utilise le dispositif de filtration d'air de l'invention, le rendement du recueil de poussière peut être amélioré de 3 rangs décimaux par rapport au rendement correspondant au cas classique d'une substance
- 20 filtrante seule.

- Dans le mode de réalisation décrit ci-dessus, on utilise les plaques ondulées conductrices de l'électricité constituant les électrodes d'espacement 8A et 8B de façon à définir des espaces entre les crêtes de la substance
- 25 filtrante pliée 7. Cependant, si la substance filtrante 7 est constituée par une matière dure, les électrodes d'espacement 8A et 8B peuvent être constituées par des plaques planes du fait que la rigidité de la matière permet de maintenir les espaces creux des ondulations de la
- 30 substances filtrante 7.

En outre, dans le mode de réalisation décrit ci-dessus, la direction du champ électrique entre les électrodes d'espacement est opposée à la direction des courants

de gaz. Il faut cependant noter qu'on peut donner au champ électrique une direction identique à celle des courants de gaz, ou une direction inclinée par rapport à celle des courants de gaz. Lorsque la direction du champ électrique
5 entre les électrodes d'espacement est identique à celle des courants de gaz, la plupart des particules chargées se déposent dans les pores de la substance filtrante.

Dans le mode de réalisation ci-dessus, lorsque la tension électrique qui est appliquée aux électrodes
10 d'espacement est trop élevée, des étincelles apparaissent entre les électrodes d'espacement, ce qui détériore la substance filtrante. Si au contraire la tension électrique est trop faible, on ne peut pas s'attendre à une amélioration notable du rendement de recueil de poussière.
15 Par conséquent, la tension électrique appliquée aux électrodes d'espacement doit avoir un niveau tel que la vitesse du mouvement des particules chargées dans la direction des lignes du champ électrique soit égale ou supérieure à la vitesse des courants de gaz qui traversent la substance filtrante. Pour satisfaire cette exigence, il est nécessaire de réduire la vitesse des particules chargées à travers la substance filtrante, et on donne donc une forme ondulée à la substance filtrante
20 afin d'augmenter son aire effective.

25 En outre, on peut éviter la formation d'étincelles si les électrodes d'espacement conductrices de l'électricité 8B, situées du côté aval, sont enveloppées avec une matière isolante. On peut alors produire un champ électrique intense entre les électrodes d'espacement et le rendement du recueil de poussière peut être
30 considérablement amélioré. De plus, du fait que le recueil de poussière est très efficace, la densité de poussière du côté aval est très faible. Ainsi, on peut parfaitement éviter la diminution du rendement de recueil de poussière
35 à cause de la poussière recueillie sur la surface de la matière isolante envisagée ci-dessus qui se trouve sur les électrodes d'espacement.

Dans le dispositif de filtration d'air de l'inven-

tion, on communique une charge électrique aux particules de poussière puis on les recueille de trois façons, sur les électrodes d'espacement, sur les surfaces de la substance filtrante et dans les pores de la substance filtrante. En d'autres termes, les particules de poussière sont recueillies préalablement par les électrodes d'espacement, les particules de poussière restantes sont recueillies sur les surfaces de la substance filtrante, et les particules de poussière qui demeurent encore présentes se déposent finalement dans les espaces entre les fibres de la substance filtrante. Par conséquent, le dispositif de filtration d'air de l'invention est capable de parvenir à un rendement de recueil de poussière très élevé, ainsi que d'offrir une longue durée de service, ces deux caractéristiques étant en conflit mutuel dans la technique classique.

Ceci résulte des trois fonctions des électrodes d'espacement : elles maintiennent les espaces entre les parties pliées de la substance filtrante et renforcent mécaniquement la substance filtrante ; elles font fonction de plaques de recueil de poussière pour les particules chargées ; et elles font fonction de plaques d'électrodes établissant un champ électrique dans les espaces entre elles et la substance filtrante, ainsi que dans les pores de la substance filtrante. La structure est différente de celle des dispositifs classiques de recueil de poussière, comme par exemple le dispositif dans lequel la substance filtrante est enveloppée d'un treillis de fils de façon à créer un champ électrique à l'intérieur de la substance filtrante, tandis que les électrodes sont installées séparément ; ou le dispositif dans lequel un collecteur de poussière électrique à deux niveaux est fixé séparément du côté amont.

Le mécanisme de recueil de poussière à trois niveaux qui correspond à l'invention et qu'on vient de décrire permet d'obtenir un rendement de recueil de poussière très élevé, en comparaison du cas dans lequel on n'applique pas de tension électrique. De plus, du fait de

l'effet de recueil préalable de la poussière par les électrodes d'espacement et de la façon dont la poussière se dépose dans la structure poreuse à la surface de la substance filtrante, on peut obtenir un dispositif de filtration d'air très efficace, dans lequel les pores du filtre ne se colmatent pas et dans lequel la perte de charge est très faible.

De plus, comme le montrent les résultats indiqués précédemment pour le test 2, il est possible de produire un filtre à air ayant un rendement de recueil de poussière très élevé avec une faible perte de charge. En d'autres termes, lorsqu'on fait en sorte que le rendement du recueil de poussière et la taille du dispositif soient identiques à ceux des dispositifs classiques, il est possible de réaliser un dispositif de filtration d'air ayant une grande capacité de traitement.

Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées au dispositif décrit et représenté, sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Dispositif électrostatique de filtration d'air à rendement élevé de type perfectionné, caractérisé en ce qu'il comprend : une section de charge comportant
5 plusieurs paires d'électrodes pour charger par décharge électrique les particules de poussière qui sont contenues dans un gaz introduit ; et une section de recueil de poussière qui comporte une substance filtrante et des électrodes d'espacement conductrices de l'électricité,
10 cette substance filtrante étant disposée perpendiculairement au courant du gaz introduit et ayant une forme ondulée, tandis que les électrodes d'espacement sont disposées dans les creux de ces ondulations de la substance filtrante, du côté amont comme du côté aval ; et en
15 ce qu'une haute tension est appliquée à une électrode de chaque paire d'électrodes dans la section de charge et aux électrodes d'espacement situées d'un côté de la substance filtrante, les électrodes restantes étant mises à la masse.

20 2. Dispositif électrostatique de filtration d'air à rendement élevé de type perfectionné selon la revendication 1, caractérisé en ce que la haute tension est une tension continue comprise dans la plage de 1 kV à 3 kV.

25 3. Dispositif électrostatique de filtration d'air à rendement élevé de type perfectionné selon la revendication 1, caractérisé en ce que les électrodes d'espacement sont constituées par des tôles ondulées.

30 4. Dispositif électrostatique de filtration d'air à rendement élevé de type perfectionné selon la revendication 1, caractérisé en ce que les électrodes d'espacement sont constituées par des tôles planes.

5. Dispositif électrostatique de filtration d'air à rendement élevé de type perfectionné selon la
35 revendication 1, caractérisé en ce que l'une des électrodes de chaque paire dans la section de charge et les électrodes d'espacement situées du côté aval de la

substance filtrante, dans la section de recueil de poussière, reçoivent une tension électrique positive.

- 5 6. Dispositif électrostatique de filtration d'air à rendement élevé de type perfectionné selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une électrode de chaque paire d'électrodes dans la section de charge et les électrodes d'espacement situées du côté aval de la substance filtrante, dans la section de recueil de poussière, reçoivent une tension électrique négative.

FIG. 1

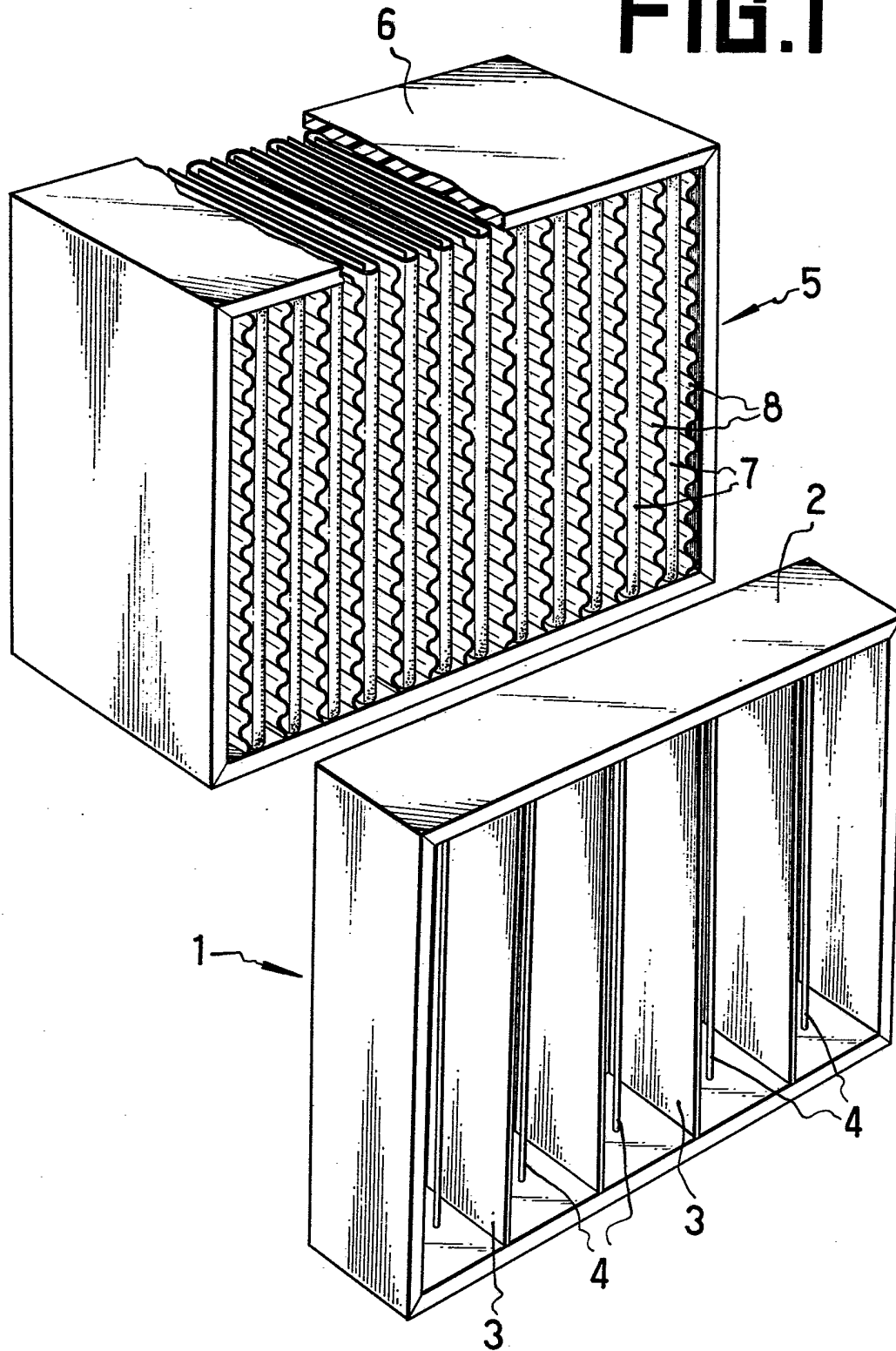


FIG. 2

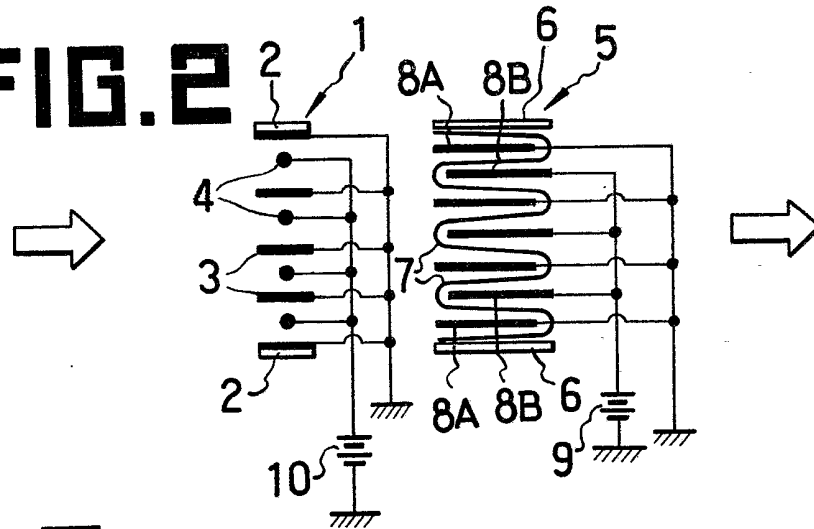


FIG. 3

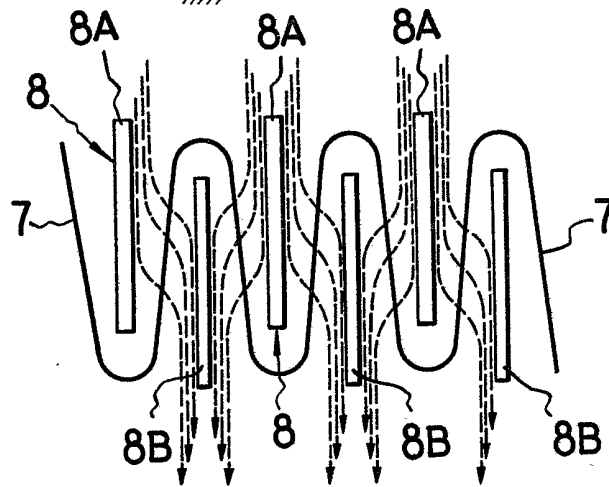


FIG. 4

