



⑫ **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :  
**27.10.93 Bulletin 93/43**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup> : **F28D 9/00**

②① Numéro de dépôt : **90403244.8**

②② Date de dépôt : **16.11.90**

⑤④ **Echangeur de chaleur à écoulement circonférentiel.**

③⑩ Priorité : **17.11.89 US 437680**

④③ Date de publication de la demande :  
**05.06.91 Bulletin 91/23**

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :  
**27.10.93 Bulletin 93/43**

⑧④ Etats contractants désignés :  
**DE FR SE**

⑤⑥ Documents cités :  
**EP-A- 0 208 957**  
**GB-A- 517 312**  
**US-A- 1 669 062**

⑦③ Titulaire : **LONG MANUFACTURING LTD.**  
**656 Kerr Street**  
**Oakville Ontario L6K 3E4 (CA)**

⑦② Inventeur : **Beatenbough, Paul Kenneth**  
**4909 Salt Works Road**  
**Medina, New York 14103 (US)**  
Inventeur : **Meekins, Kris Jon**  
**34 Maple Street**  
**Bemus Point, New York 14712 (US)**  
Inventeur : **Stohl, Clark E.**  
**4001 Cowing Road**  
**Lakewood, New York 14750 (US)**

⑦④ Mandataire : **Picard, Jean-Claude Georges et al**  
**Cabinet Plasseraud 84, rue d'Amsterdam**  
**F-75440 Paris Cedex 09 (FR)**

**EP 0 430 752 B1**

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

La présente invention a pour objet une structure d'échange d'énergie selon le préambule des revendications 1 et 13 et un radiateur de refroidissement d'huile avec une telle structure, avec application particulièrement pour le refroidissement de l'huile des moteurs automobiles où l'on souhaite des rapports élevés de transfert de chaleur du circuit d'huile. L'invention se réfère de plus, à un procédé pour mettre en forme un radiateur de refroidissement d'huile.

Avec le développement des moteurs à combustion interne plus légers, à régime plus élevé, à couple important et à encombrement moindre, on a un besoin accru de refroidisseurs d'huile plus efficaces. De nombreux constructeurs de moteurs pour automobiles ont incorporé au modèle de base de leur moteur la nécessité d'un refroidissement d'huile complétant le refroidissement que l'on peut obtenir grâce aux circuits de refroidissement traditionnels complètement intégrés dans le bloc moteur. Certains constructeurs ont spécifié l'utilisation de refroidisseurs d'huile non intégrés, dont l'action consiste à refroidir un écoulement d'huile par des moyens extérieurs au bloc-moteur. Un montage typique comporte le montage du refroidisseur d'huile sur le filtre à huile. Pour répondre à la demande de l'industrie automobile, ces refroidisseurs doivent essentiellement être peu encombrants, légers et capables d'un transfert efficace élevé de la chaleur tout en ne provoquant pas une perte de charge gênante dans le circuit d'huile. C'est ainsi qu'une demande continue de dispositifs de transfert de chaleur plus légers et plus efficaces a provoqué la mise au point de quantité de nouveaux modèles et de nouvelles configurations dans la fabrication des échangeurs de chaleur utilisés dans les circuits de refroidissement de l'huile des automobiles.

Dans les automobiles, les anciens dispositifs de transfert de chaleur montés à l'extérieur, généralement utilisés comme radiateur de refroidissement d'huile, comportaient essentiellement un tube serpentin continu, avec ou sans ailettes, monté à l'extérieur du moteur, généralement dans le courant d'air à l'avant du radiateur ou au sein du radiateur du circuit de refroidissement. L'huile, comme l'huile de transmission ou comme l'huile moteur ou autres, est acheminée de manière à s'écouler dans ce tube pour y être refroidie. Un moyen de refroidissement circulait habituellement autour du tube, par exemple à l'intérieur d'un radiateur contenant du fluide de refroidissement ou dans un radiateur distinct à refroidissement par air, permettant ainsi un échange d'énergie de l'huile chaude du tube vers le moyen de refroidissement.

Avec le besoin de procédés efficaces et peu encombrants, et comme cela est décrit dans les documents EP-A-208 957 et GB-A-517 312, on a ensuite mis au point des radiateurs de refroidissement d'huile qui se montaient sur le moteur, généralement entre le

bloc moteur et un filtre à huile monté à l'extérieur, ce qui refroidissait l'huile allant vers le filtre ou en revenant, grâce à l'utilisation du fluide provenant du circuit de refroidissement du moteur. Ces radiateurs montés sur les filtres utilisaient la plupart du temps des structures creuses faites de multiples plaques généralement espacées parallèlement, plaques entre lesquelles l'huile et le fluide de refroidissement coulent selon des plans parallèles afin d'avoir un transfert de chaleur maximum. Ces structures, faites de plaques espacées, peuvent comporter des ailettes entre les structures creuses ou bien sont faites de plaques ondulées. Dans ces dispositifs, l'huile qui s'écoule vers le radiateur de refroidissement vient d'un orifice placé dans le montage du filtre, ou à proximité, et elle circule entre les plaques parallèles du radiateur de refroidissement. Du fluide de refroidissement, venant du circuit de refroidissement du moteur, circule entre les plaques parallèles contenant l'huile et son action permet le transfert de l'énergie thermique de l'huile vers le fluide de refroidissement. Ce système a donné naissance à de nombreuses variantes, l'huile étant d'abord filtrée puis s'écoulant vers le radiateur de refroidissement d'huile ou inversement, mais avec, essentiellement, le fluide de refroidissement s'écoulant du circuit de refroidissement du moteur, généralement venant du radiateur ou de la pompe à eau, vers le radiateur de refroidissement d'huile.

Une caractéristique essentielle des radiateurs de refroidissement d'huile montés sur le filtre est que l'un des deux fluides, ou tous les deux s'écoulent dans un sens généralement circulaire par rapport au centre du radiateur de refroidissement et que les éléments de transfert de chaleur, c'est-à-dire, généralement, les ailettes ou les ondulations, ne sont généralement alignés que dans un ou deux sens. Nous avons constaté qu'une telle configuration des ailettes ou des ondulations se traduit, dans les zones de moindre efficacité du transfert thermique, par une perte de charge dans l'échangeur de chaleur.

C'est ainsi qu'il subsiste encore un problème, particulièrement pour optimiser les rapports de transfert de chaleur et de perte de charge d'huile à l'intérieur de l'échangeur de chaleur. Avec l'augmentation du régime moyen des moteurs modernes et aussi des couples élevés et avec la diminution des temps de réponse, il est devenu nécessaire et souhaitable de disposer de radiateurs de refroidissement d'huile d'un rendement élevé qui n'auront qu'un effet minimum sur la pression d'huile des circuits de lubrification du moteur.

L'un des objets de la présente invention est de prévoir des structures d'échange d'énergie avec un meilleur transfert de chaleur.

Un autre objet de cette invention est de prévoir des structures d'échange d'énergie avec une moindre perte de charge du fluide intérieur.

Un autre objet de cette invention est de prévoir un

radiateur de refroidissement d'huile pour automobile, avec une moindre perte de la pression d'huile.

Un autre objet, encore, de l'invention est de prévoir une méthode de fabrication d'une structure d'échange d'énergie avec transfert de chaleur efficace et moindre perte de pression du fluide intérieur.

Ces objets de ladite invention sont obtenus par l'invention définie dans les revendications 1, 12 et 13.

L'invention concerne une structure d'échange d'énergie, comprenant une première et une seconde plaques opposées parallèles jointes ensemble pour définir un passage creux pour un courant généralement circulaire de fluide entre une admission et une évacuation, caractérisée en ce que les plaques opposées ont des ondulations dans une structure croisée pour définir un certain nombre de canaux opposés s'étendant dans le passage creux et disposés pour suivre des courbes généralement involutées, les canaux de la première plaque étant disposés pour croiser les canaux de la deuxième plaque de manière que la zone, entre les canaux opposés, définisse des passages croisés.

Des mesures ont également été prises pour que les structures d'échange d'énergie, comprenant des plaques ondulées jointes de manière opposée et dans lesquelles les ondulations sont comprises dans au moins quatre jeux de canaux généralement parallèles, chaque jeu étant disposé obliquement par rapport à un sens d'écoulement circulaire à l'intérieur du passage déterminé par les plaques assemblées. Les jeux de canaux de la première plaque sont disposés afin de croiser les jeux des canaux opposés de la deuxième plaque, si bien que la zone comprise entre les canaux opposés des jeux opposés définit des passages croisés dans lesquels peut s'écouler le fluide.

Les radiateurs de refroidissement d'huile pour l'automobile comprennent de multiples plaques opposées et empilées constituant un certain nombre de structures interconnectées d'échange d'énergie pour un écoulement généralement circulaire de fluide. Les admissions des structures d'échange d'énergie aboutissent à un collecteur d'admission où elles sont interconnectées soit en parallèle avec d'autres admissions, soit en série avec les sorties d'une deuxième structure. Les sorties aboutissent à un collecteur d'évacuation et sont aussi reliées soit en parallèle, soit en série aux sorties ou aux admissions d'une deuxième structure.

Interconnectées et empilées, les structures d'échange d'énergie sont munies de passages pour l'écoulement de l'huile à l'intérieur des structures d'échange d'énergie et pour l'écoulement du fluide de refroidissement à l'extérieur des structures d'échange d'énergie. Il est conseillé que l'écoulement du fluide de refroidissement soit généralement orienté obliquement par rapport aux canaux opposés des plaques opposées des structures d'échange d'énergie pour augmenter l'échange d'énergie.

Les structures d'échange d'énergie peuvent être renfermées dans un récipient formant carter où un fluide de refroidissement liquide ou gazeux circule sur et entre les plaques opposées constituant les structures d'échange d'énergie; elles peuvent aussi être à l'air libre pour laisser s'écouler un courant d'air ou de quelque autre gaz. Le pourtour des structures d'échange d'énergie empilées peut être réuni aux parois du carter afin de délimiter des passages distincts pour le fluide de refroidissement, passages qui peuvent également être connectés séparément, interconnectés en parallèle ou en série aux admission ou aux sorties du fluide de refroidissement.

Les radiateurs de refroidissement d'huile pour automobiles sont produits par un processus où des plaques opposées, ondulées transversalement afin de ménager un certain nombre de canaux disposés pour suivre des courbes involutées disposées obliques au sens d'écoulement d'un fluide circulant entre lesdites plaques, sont disposées de manière que les apex des canaux d'une première plaque croisent les apex des canaux opposés d'une deuxième plaque et que la surface entre les canaux opposés définisse des passages croisés disposés obliquement de préférence entre 5 et environ 75 degrés par rapport au sens circonférentiel de la structure d'échange d'énergie. Lesdites première et seconde plaques sont réunies afin de constituer un passage creux, comprenant une admission de fluide et une évacuation de fluide, le passage étant disposé de manière à diriger le fluide qui pénètre dans le passage, venant d'une admission, selon un écoulement généralement circulaire, vers une évacuation. Les multiples structures d'échange d'énergie peuvent être assemblées en série et/ou en parallèle afin de constituer un radiateur de refroidissement, avec l'admission d'une première structure d'échange d'énergie connectée à l'admission ou à l'évacuation d'une deuxième structure d'échange d'énergie. Essentiellement, il est conseillé d'assembler deux ou plusieurs groupes de structures d'échange d'énergie connectées en parallèle avec chaque groupe dans une disposition série avec collecteurs d'admission et de sortie.

De manière typique, les structures d'échange d'énergie ainsi assemblées sont encastrées dans un récipient formant carter comportant une admission et une sortie de fluide de refroidissement. D'une manière générale, les bordures jointes extérieurement des plaques opposées sont prolongées dans une plaque aplatie jointe donnant une surface supplémentaire d'échange d'énergie aux bordures extérieures de la structure d'échange. Cette extension permet la circulation du fluide de refroidissement autour des limites extérieures des structures empilées en vue d'un refroidissement supplémentaire et elle peut également fournir un moyen pratique d'interconnexion des structures d'échange afin de les stabiliser à l'intérieur du réservoir.

La figure 1 est une vue en perspective du dessus d'un radiateur de refroidissement d'huile avec une structure d'échange d'énergie selon la présente invention.

La figure 2 est une vue perspective de dessous du radiateur de refroidissement d'huile de la figure 1.

La figure 3 est une vue en coupe faite approximativement selon la ligne 3-3 de la figure 1.

La figure 3a est une coupe agrandie d'une structure d'échange d'énergie 23 de la figure 3.

La figure 4 est une vue en coupe approximativement selon la ligne 4-4 de la figure 1.

La figure 5 est une vue perspective d'une structure d'échange d'énergie selon la présente invention.

La figure 6 est une vue en plan de la surface intérieure de la plaque supérieure de la figure 5.

La figure 7 est une vue en plan de la surface intérieure de la plaque inférieure de la figure 5.

La figure 8 est une vue schématique d'une autre réalisation d'une plaque faite selon la présente invention.

Les figures 1 et 2 représentent, à titre d'exemple, une réalisation de radiateur de refroidissement d'huile pour automobile.

En se reportant aux figures 1 et 2, on voit l'illustration d'un radiateur de refroidissement d'huile pour automobile 10 qui, dans une utilisation typique sur automobile, se monte généralement entre le moteur de l'automobile et le filtre à huile. Le radiateur de refroidissement 10 comporte un boîtier métallique 11 avec un côté 12 se fixant sur le moteur, un côté 20 se fixant sur le filtre à huile, un côté extérieur de boîtier 17 et une ouverture intérieure de boîtier 14. Dans l'extrémité 12 pour la fixation au moteur se trouvent l'admission d'huile 13 et la rainure du joint 16 de moteur qui maintient le joint d'huile 15, représenté sur les figures 3 et 4. Le côté extérieur 17 du boîtier 11 comporte l'admission du fluide de refroidissement 18 et l'évacuation du fluide de refroidissement 19. L'extrémité 20 pour la fixation du filtre à huile comporte l'évacuation d'huile 21 et la surface d'étanchéité 22 du filtre à huile. L'ouverture intérieure 14 du boîtier va de l'extrémité 12 pour la fixation du moteur, jusqu'à l'extrémité 20 pour la fixation du filtre à huile et constitue une rainure par laquelle on peut fixer au moteur un filtre à huile amovible afin d'assurer l'étanchéité du radiateur de refroidissement et du filtre par rapport au moteur et qui donne un trajet de retour au moteur de l'huile refroidie et filtrée.

Le radiateur de refroidissement 10 comporte un certain nombre de structures d'échange d'énergie creuses contenues dans le boîtier 11, dans lesquelles l'huile s'écoule entre l'admission d'huile 13 et la sortie d'huile 21. Entourant au moins une portion des structures d'échange d'énergie se trouvent des passages creux dans lesquels le fluide de refroidissement peut s'écouler en relation avec l'échange d'énergie dans les structures d'échange d'énergie, de l'admission de

fluide de refroidissement 18 jusqu'à la sortie de fluide de refroidissement 19.

Dans le fonctionnement typique de la réalisation représentée, un premier fluide chaud, comme de l'huile moteur chaude, pénètre dans le radiateur de refroidissement 10 par l'admission d'huile 13, s'écoule entre les plaques opposées par un certain nombre de passages de forme généralement circulaire et va à la sortie 21 d'huile de moteur pour gagner l'admission d'un filtre à huile (non représenté). L'huile refroidie traverse le filtre à huile et est dirigée dans un arbre creux de fixation de filtre à huile (non représenté) qui traverse l'ouverture 14 pour aller jusqu'au moteur. L'arbre creux de fixation de filtre à huile s'engage dans le moteur et est généralement fileté pour fixer sur le moteur, sous contrainte, l'ensemble radiateur de refroidissement et filtre. L'arbre donne ainsi une fixation du filtre et du radiateur de refroidissement d'huile sur le moteur et fournit un passage pour le retour, entre le moteur et le filtre, de l'huile refroidie et filtrée.

Alternativement, il est bien compris que l'huile peut s'écouler dans le sens inverse, partir du moteur, traverser l'arbre de fixation, aller au filtre, traverser le radiateur de refroidissement d'huile et revenir au moteur.

Dans les structures d'échange d'énergie, l'écoulement de l'huile est dirigé par les canaux qui, disposés de manière angulaire, en courbes involutées, vont vers l'intérieur jusqu'aux passages creux des plaques opposées. Le flux d'huile est passivement divisé et mélangé par les parcours croisés des canaux, ce qui augmente le contact du flux d'huile avec les plaques opposées de la structure d'échange d'énergie. L'énergie thermique de l'huile est dissipée sur les plaques opposées des structures d'échange d'énergie et sur les éventuelles ailettes avec lesquelles l'huile peut entrer en contact.

Un deuxième écoulement fluide, en général un fluide de refroidissement comme un mélange d'eau et d'anti-gel, passe par l'admission de fluide de refroidissement 18 de telle sorte que le fluide de refroidissement passe sur les plaques opposées et sur les éventuelles ailettes qu'il peut rencontrer, de préférence à contre-courant avec le flux d'huile. L'énergie calorifique se dissipe des structures d'échange d'énergie vers le fluide de refroidissement quand l'énergie calorifique du fluide de refroidissement est inférieure à celle des structures d'échange d'énergie. Le fluide de refroidissement s'écoule dans le boîtier contenant les structures d'échange d'énergie, passe par la sortie de fluide de refroidissement 19 pour se recycler dans le circuit de refroidissement.

En se référant maintenant à la figure 3 qui représente une vue en coupe du radiateur de refroidissement d'huile de la figure 1, approximativement selon la ligne 3-3; elle représente l'empilement des structures d'échange d'énergie creuses 23 à l'intérieur du

boîtier 11. La figure 3a représente un agrandissement d'une structure d'échange d'énergie 23, laquelle est représentée de manière à faire voir la plaque ondulée opposée supérieure 24 et la plaque ondulée opposée inférieure 25, réunies pour constituer la bordure extérieure jointe 26. Les apex des canaux 27 dirigés vers l'intérieur de la plaque opposée supérieure 24 croisent les apex des canaux 28 dirigés vers l'intérieur de la plaque opposée inférieure 25, la zone entre les apex des canaux d'une plaque comprenant des crêtes 29 dans la plaque supérieure 24 et des crêtes 30 dans la plaque inférieure 25. Les canaux allant vers l'intérieur dirigent le flux d'huile au sein des structures d'échange le long des crêtes, les canaux se croisant effectuant de manière continue une séparation passive, avec mélange et changement de direction oblique, involutée du courant d'huile, généralement selon un sens circonférentiel, de l'admission de la structure d'échange d'énergie jusqu'à la sortie de la structure d'échange d'énergie. La zone entre les structures d'échange d'énergie empilées comprend des passages qui proviennent également de l'ondulation des plaques. Le fluide de refroidissement s'écoulant dans ces passages est orienté le long de la disposition involutée des canaux 27 et 28. Avec l'écoulement de l'huile, la disposition involutée des canaux effectue en continu une séparation et un mélange passifs et donne une nouvelle direction oblique involutée au flux de fluide de refroidissement, de l'admission de fluide de refroidissement à la sortie de fluide de refroidissement.

Dans la réalisation représentée figure 3, les bordures centrales intérieures des plaques supérieures 24 et des plaques inférieures 25 sont jointes d'une manière pratique par les bagues de compression 31 afin d'assurer l'intégrité structurale des structures d'échange creuses et la séparation du fluide à partir des passages de refroidissement qu'il y a entre elles. La surface de l'ouverture intérieure 34 du boîtier avec la lèvre supérieure 32 et la lèvre inférieure 33 maintient l'extrémité 12 pour la fixation sur le moteur et l'extrémité 20 pour la fixation du filtre en compression pour réunir les plaques supérieures 24 et les plaques inférieures 25 les unes avec les autres en alternant les relations directes et espacées à l'aide des bagues de compression 31.

La figure 4 donne une vue en coupe de la figure 1 et représente en particulier le collecteur d'admission d'huile 35 et le collecteur de sortie d'huile 36. Là, les plaques supérieures d'une première structure d'échange d'énergie sont réunies aux plaques inférieures d'une deuxième structure d'échange d'énergie, sur le pourtour intérieur des collecteurs afin de donner une séparation étanche entre le flux de fluide de refroidissement et le flux d'huile des structures d'échange. Il doit être bien compris que si l'ensemble représente des collecteurs communs entre toutes les admissions et toutes les sorties de la structure

d'échange d'énergie pour un écoulement en parallèle de l'huile entre les structures d'échange, l'invention peut s'envisager particulièrement avec des collecteurs séparés entre les sorties et les admissions des structures d'échange empilées pour un débit d'huile série.

Les plaques des structures d'échange d'énergie sont réunies par n'importe quel moyen adéquat donnant une étanchéité d'une intégrité structurale suffisante pour supporter les pressions produites dans le circuit. De manière classique, c'est le brasage qui convient le mieux quand les matériaux de construction sont de l'acier inoxydable, du cuivre, du laiton ou de l'aluminium. Quand on a choisi d'utiliser des matières polymérisées ou des céramiques, la jointure adéquate peut comprendre une liaison avec solvant ou collage, ou de la soudure thermique ou aux ultrasons.

La figure 5 représente un exemple de structures d'échange d'énergie selon la présente invention. Ici, la structure d'échange d'énergie 23 comprend la plaque ondulée supérieure opposée 24 et la plaque ondulée inférieure 25. La plaque supérieure 24 comporte les canaux 27 dirigés vers l'intérieur et la plaque inférieure 25 comporte les canaux 28 dirigés vers l'intérieur (non représentée). La zone entre les canaux de la plaque supérieure 24 comporte les crêtes 29 et la zone entre les canaux de la plaque inférieure 25 comporte les crêtes 30 (non représentée), chacune d'elle comprenant des passages dans lesquels s'écoule l'huile. Les plaques opposées sont réunies par leur bordure extérieure 26. Sur l'ensemble représenté, la bordure extérieure est brasée afin de garantir l'intégrité structurale du joint des structures d'échange d'énergie. Le bord central intérieur de la structure d'échange comporte la bague de compression 31 à laquelle sont réunies les plaques.

Les canaux des plaques opposées se fabriquent facilement par estampage, par emboutissage ou par quelque autre moyen pour mettre les canaux en forme dans les plaques. Les canaux peuvent recevoir une forme de courbe involutée ou être autrement recourbés ou même recevoir une forme droite et être disposés généralement en suivant une courbe involutée. Lorsque les canaux sont formés le long d'une courbe involutée, il peuvent typiquement avoir n'importe quelle longueur dans les limites de la courbe sur la plaque. Quand les canaux sont formés le long d'une courbe involutée mais sont disposés généralement le long de celle-ci, ils sont essentiellement droits ou légèrement incurvés et il est conseillé de faire des segments raccourcis pour réduire les différences de distance du canal par rapport à la courbure involutée.

Bien qu'il ne soit pas nécessaire que les canaux soient généralement équidistants des canaux voisins sur toute leur longueur, cela est cependant conseillé dans de nombreuses applications pour automobile. Le terme "équidistant" signifie que la distance entre

des canaux voisins doit généralement être la même sur toute la longueur des canaux. Il doit être bien compris que l'espacement équidistant adopté ne signifie pas non plus que la distance entre des canaux voisins doit être la même, même si cela est conseillé pour de nombreuses applications.

La zone entre des canaux voisins comprend les crêtes voisines. Ni les crêtes voisines ni les canaux voisins ne doivent nécessairement avoir la même largeur. Les crêtes peuvent être sur le même plan que la plaque ou peuvent être estampées, embouties ou formées autrement pour s'étendre au-dessus du plan de la plaque. Il doit être bien compris que l'utilisation d'autres moyens, bien connus dans la profession, sont envisagés pour la formation des canaux et des crêtes, y compris le moulage et autres moyens analogues.

D'une manière générale, les crêtes et les canaux formeront un angle oblique avec le sens circonférentiel de la plaque. Il est préférable que l'angle oblique soit de 5 à 75 degrés environ par rapport au sens circonférentiel du flux d'huile entre les plaques et qu'il soit, bien préférablement, d'environ 15 à environ 45 degrés.

Les première et deuxième plaques allongées opposées, avec leurs canaux disposés en angulaire, sont montées de manière à ce que les canaux de la première plaque croisent les canaux opposés de la deuxième plaque. Il n'est pas essentiel que les canaux ou que les crêtes de la première plaque aient le même angle d'obliquité avec le sens longitudinal que ceux de la seconde plaque, même si cela est en général conseillé.

Les figures 6 et 7 sont des vues en plan des surfaces intérieures de la plaque supérieure 24 et de la plaque inférieure 25 de la figure 5. La figure 6 représente les canaux 27 de la plaque supérieure 24, disposés pour suivre les courbes involutées, ils sont essentiellement équidistants des canaux voisins sur toute leur longueur sur la plaque. Les crêtes représentées dans la réalisation présente sont d'une largeur essentiellement égale mais on doit bien comprendre que l'invention envisage et comprend des configurations où les crêtes ou les canaux d'une plaque ne sont pas égaux en largeur aux crêtes ou canaux voisins.

La figure 7 représente la surface intérieure de la plaque inférieure 25 qui fait face à la surface intérieure de la plaque supérieure 24. Là, les canaux 28 sont disposés pour suivre des courbes involutées, étant essentiellement équidistants aux canaux voisins sur toute leur longueur et ils constituent, au montage, une image miroir inversée de la plaque supérieure 24; quand la plaque supérieure et la plaque inférieure sont assemblées, se regardant l'une l'autre, pour constituer la structure d'échange d'énergie selon la présente invention, les canaux suivant les courbes involutées de la plaque supérieure croisent les canaux suivant les courbes involutées de la plaque inférieure.

La figure 8 représente schématiquement une configuration des canaux sur les surfaces intérieures se regardant des plaques ondulées jointes, où les ondulations sont disposées en au moins quatre jeux de canaux généralement parallèles, chaque jeu étant disposé obliquement par rapport à un débit circulaire dans le passage creux défini par les plaques opposées réunies. Quand des plaques supérieures et des plaques inférieures ayant cette configuration sont assemblées, se regardant les unes les autres, pour former la structure d'échange d'énergie faisant l'objet de la présente invention, les canaux suivant le sens schématique de la plaque supérieure croisent les canaux suivant le sens schématique de la plaque inférieure. Les jeux de canaux de la première plaque croisent les jeux opposés de la seconde plaque si bien que la zone entre les canaux opposés des jeux opposés définissent des passages croisés dans lesquelles le fluide peut s'écouler.

D'une façon générale, les radiateurs de refroidissement d'huile selon l'invention peuvent être construits avec n'importe quelle matière adéquate pouvant supporter les effets corrosifs et les pressions internes du fluide du circuit. Parmi les matériaux typiques, on comprend des métaux malléables comme l'aluminium, le cuivre, l'acier, l'acier inoxydable et leurs alliages et même des matières plastiques ou des céramiques.

Ces matériaux peuvent recevoir un revêtement interne ou externe, être traités, et ainsi de suite. La plupart du temps, il est souhaitable d'utiliser un matériau aussi mince que possible pour avoir un rendement maximum du processus d'échange d'énergie. Habituellement, chacun des composants d'un radiateur de refroidissement sont formés à partir du même matériau lorsqu'ils doivent être réunis ensemble. Par exemple, les plaques utilisées pour construire les structures d'échange d'énergie doivent de préférence être formées à partir d'une même matière. Il doit cependant être bien compris qu'il entre dans le domaine de l'invention d'utiliser divers matériaux pour l'assemblage, par exemple l'utilisation de l'acier ou des matières plastiques dans les boîtiers ou dans les surfaces des extrémités du boîtier tout en utilisant d'autres métaux, d'autres matières plastiques ou des céramiques dans les structures d'échange d'énergie.

Il doit être bien compris que, si l'invention est illustrée par un radiateur de refroidissement d'huile pour automobile, on a cependant vu qu'elle pouvait s'appliquer à de multiples installations d'échangeur de chaleur.

## Revendications

1. Structure d'échange d'énergie (23) comprenant une première et une seconde plaques opposées parallèles (24,25) jointes ensemble pour définir

- un passage creux pour un courant généralement circulaire de fluide entre une admission et une évacuation (13,21), caractérisée en ce que les plaques (24,25) opposées ont des ondulations dans une structure croisée pour définir un certain nombre de canaux (27,28) opposés s'étendant dans le passage creux et disposés pour suivre des courbes généralement involutées, les canaux de la première plaque (24) étant disposés pour croiser les canaux de la deuxième plaque (25) de manière que la zone entre les canaux opposés définisse des passages croisés.
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
2. Structure selon la revendication 1, caractérisée en ce que les canaux (27,28) sont formés le long de courbes involutées.
3. Structure selon la revendication 1, caractérisée en ce que les canaux (27,28) sont disposés généralement le long de courbes involutées.
4. Structure selon la revendication 3, caractérisée en ce que les canaux (27,28) généralement droits sont disposés généralement le long de courbes involutées.
5. Structure selon la revendication 3, caractérisée en ce que les canaux (27,28) généralement incurvés sont généralement disposés le long de courbes involutées.
6. Structure selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les canaux (27,28) sont obliquement disposés de 5 à 75 degrés environ par rapport au sens de l'écoulement de fluide dans le passage creux.
7. Structure selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les canaux (27 ou 28) d'une plaque (24 ou 25) sont généralement équidistants des canaux (27 ou 28) voisins sur toute leur longueur.
8. Structure selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les canaux (27,28) sont d'une largeur généralement égale.
9. Structure selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les bordures extérieures des plaques (24,25) sont réunies afin de former une plaque plate jointe.
10. Radiateur de refroidissement d'huile pour automobile, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une structure d'échange d'énergie selon l'une des revendications 1 à 9, ladite structure d'échange d'énergie étant disposée dans une structure creuse (11) dont la configuration permet l'écoulement d'un deuxième fluide autour des surfaces des structures d'échange d'énergie et en ce qu'une admission (13) d'une structure d'échange d'énergie creuse est connectée à un collecteur (35) et une sortie (21) d'une structure d'échange d'énergie est connectée à un collecteur (36).
11. Radiateur de refroidissement selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'une admission (13) d'une structure d'échange d'énergie creuse est connectée à une sortie (21) d'une autre structure d'échange d'énergie.
12. Procédé pour mettre en forme un radiateur de refroidissement d'huile selon l'une des revendications 10 à 11, caractérisé en ce qu'il comprend :
- la mise en forme de plaques, avec des ondulations en coupe et un certain nombre de canaux disposés pour suivre d'une manière générale des courbes involutées ;
  - la mise en place desdites plaques pour que les apex des canaux de la première plaque soient disposés pour croiser les apex des canaux de la deuxième plaque ;
  - la réunion desdites première et seconde plaques par le centre et par les bordures afin de constituer une structure d'échange d'énergie avec un passage creux allant dans un sens généralement circulaire avec une admission et une sortie et où lesdits canaux desdites plaques sont disposés obliquement par rapport au sens circulaire du dit passage ;
  - et le montage d'un certain nombre de structures d'échange d'énergie empilées.
13. Structure d'échange d'énergie, comportant une première plaque (24) et une deuxième plaque (25) opposées généralement parallèles réunies pour définir un passage creux avec un liquide s'écoulant selon un débit généralement circulaire entre une admission (13) et une sortie (21), caractérisée en ce que les plaques opposées ont des ondulations croisées définissant un certain nombre de canaux (27,28) opposés passant dans le passage creux et disposés en jeux multiples de canaux généralement parallèles, chaque jeu étant oblique par rapport aux jeux voisins et au sens d'écoulement du fluide généralement circulaire, les canaux de la première plaque (24) étant disposés pour croiser les canaux de la deuxième plaque (25), si bien que les zones entre les canaux opposés définissent des passages se croisant.

**Patentansprüche**

1. Aufbau (23) zum Austausch von Energie, umfassend erste und eine parallel gegenüberliegende Platten (24, 25), die miteinander verbunden sind, um einen hohlen Durchlaß für einen im allgemeinen kreisförmigen Strom von Fluid zwischen einem Zulauf und einem Ablauf (13, 21) zu bilden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die gegenüberliegenden Platten (24,25) Wellungen haben in einem gekreuzten Aufbau, um eine bestimmte Anzahl von gegenüberliegenden Kanälen (27, 28) zu bilden, die im hohlen Durchlaß verlaufen und so angeordnet sind, daß sie den im allgemeinen involutierten Krümmungen folgen, wobei die Kanäle der ersten Platte (24) so angeordnet sind, daß sie die Kanäle der zweiten Platte (25) so kreuzen, daß der Bereich zwischen den gegenüberliegenden Kanälen gekreuzte Durchlässe bildet.
2. Aufbau nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle (27, 28) entlang den involutierten Krümmungen gebildet sind.
3. Aufbau nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle (27,28) im allgemeinen entlang der involutierten Krümmungen angeordnet sind.
4. Aufbau nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die im allgemeinen geraden Kanäle (27,28) im allgemeinen entlang der involutierten Krümmungen angeordnet sind.
5. Aufbau nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die im allgemeinen gekrümmten Kanäle (27, 28) im allgemeinen entlang der involutierten Krümmungen angeordnet sind.
6. Aufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle (27, 28) ungefähr in einer Schräglage von 5 bis 75° zur Richtung des Abzugs des Fluids im hohlen Durchlaß angeordnet sind.
7. Aufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle (27 oder 28) einer Platte (24 oder 25) im allgemeinen den gleichen Abstand von den benachbarten Kanälen (27 oder 28) über ihre ganze Länge aufweisen.
8. Aufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle (27, 28) im allgemeinen die gleiche Breite aufweisen.
9. Aufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die äußeren Ränder der Platten (24,25) verbunden sind, um eine verbundene flache Platte zu bilden.
10. Radiator zum Kühlen von Öl für Fahrzeuge, dadurch gekennzeichnet, daß er mindestens einen Aufbau zum Austausch von Energie nach einem der Ansprüche 1 bis 9 aufweist, wobei der Aufbau für den Austausch von Energie in einem hohlen Aufbau (11) angeordnet ist, dessen Anordnung den Abzug eines zweiten Fluids um die Oberflächen der Aufbauten zum Austausch von Energie ermöglicht und daß ein Zulauf (13) eines hohlen Aufbaus zum Austausch von Energie mit einem Sammler (35) verbunden ist und ein Ablauf (21) eines Aufbaus zum Austausch von Energie mit einem Sammler (36) verbunden ist.
11. Radiator zum Kühlen nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein Zulauf (13) eines hohlen Aufbaus zum Austausch von Energie mit einem Ablauf (21) eines anderen Aufbaus zum Austausch von Energie verbunden ist.
12. Verfahren zum Herstellen eines Radiators zur Kühlung von Öl nach einem der Ansprüche 10 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß es umfaßt:
  - das Ausbilden der Platten, mit den Wellungen im Schnitt und einer bestimmten Anzahl von Kanälen, die angeordnet sind, um auf eine allgemeine Weise den involutierten Krümmungen zu folgen;
  - das Anbringen der Platten so, daß die Scheitel der Kanäle der ersten Platte so angeordnet sind, daß sie die Scheitel der Kanäle der zweiten Platte kreuzen;
  - das Verbinden der ersten und zweiten Platten über die Mitte und über die Ränder, um einen Aufbau zum Austausch von Energie mit einem hohlen Durchlaß zu schaffen, der in einem allgemeinen Sinn kreisförmig verläuft mit einem Zulauf und einem Ablauf und bei dem die Kanäle der Platten schräg zur kreisförmigen Richtung des Durchlasses angeordnet sind;
  - und die Montage einer bestimmten Anzahl



von übereinandergestapelten Aufbauten zum Austausch von Energie.

13. Aufbau zum Austausch von Energie, umfassend eine erste Platte (24) und eine zweite Platte (25), die im allgemeinen parallel gegenüberliegen und verbunden sind, um einen hohlen Durchlaß mit einer Flüssigkeit zu bilden, die entlang eines im allgemeinen kreisförmigen Durchflusses fließt zwischen einem Zulauf (13) und einem Ablauf (21), dadurch gekennzeichnet, daß die gegenüberliegenden Platten gekreuzte Wellungen aufweisen, die eine bestimmte Anzahl von gegenüberliegenden Kanälen (27,28) bilden, die in dem hohlen Durchlauf verlaufen und in mehrfachen Sätzen im allgemeinen paralleler Kanäle angeordnet sind, wobei jeder Satz schräg zu den benachbarten Sätzen und zur im allgemeinen kreisförmigen Fließrichtung der Flüssigkeit liegt und die Kanäle der ersten Platte (24) so angeordnet sind, daß sie die Kanäle der zweiten Platte (25) kreuzen, so daß die Bereiche zwischen den gegenüberliegenden Kanälen sich kreuzende Durchlässe bilden.

#### Claims

1. Energy exchange structure (23) comprising first and second parallel facing plates (24, 25) joined together so as to define a hollow passage for a generally circular flow of fluid between an inlet and a discharge (13, 21), characterised in that the facing plates (24, 25) have corrugations in a crossed structure so as to define a certain number of facing channels (27, 28) extending in the hollow passage and disposed so as to follow generally involute curves, the channels in the first plate (24) being disposed so as to cross the channels in the second plate (25) in such a way that the zone between the facing channels defines crossed passages.
2. Structure according to Claim 1, characterised in that the channels (27, 28) are formed along involute curves.
3. Structure according to Claim 1, characterised in that the channels (27, 28) are disposed generally along involute curves.
4. Structure according to Claim 3, characterised in that the generally straight channels (27, 28) are disposed generally along involute curves.
5. Structure according to Claim 3, characterised in that the generally curved channels (27, 28) are

generally disposed along involute curves.

6. Structure according to one of the preceding claims, characterised in that the channels (27, 28) are obliquely disposed by approximately 5 to 75 degrees with respect to the direction of flow of the fluid in the hollow passage.
7. Structure according to one of the preceding claims, characterised in that the channels (27 or 28) in a plate (24 or 25) are generally equidistant from the adjacent channels (27 or 28) over their entire length.
8. Structure according to one of the preceding claims, characterised in that the channels (27, 28) are of generally equal width.
9. Structure according to one of the preceding claims, characterised in that the outer edges of the plates (24, 25) are connected so as to form a flat joined plate.
10. Oil cooling radiator for a motor car, characterised in that it has at least one energy exchange structure according to one of Claims 1 to 9, the said energy exchange structure being disposed in a hollow structure (11), the configuration of which enables a second fluid to flow around the surfaces of the energy exchange structures, and in that an inlet (13) to a hollow energy exchange structure is connected to a receiver (35) and an outlet (21) from an energy exchange structure is connected to a receiver (36).
11. Cooling radiator according to Claim 10, characterised in that an inlet (13) to a hollow energy exchange structure is connected to an outlet (21) from another energy exchange structure.
12. Method for forming an oil cooling radiator according to one of Claims 10 to 11, characterised in that it comprises:
  - the forming of plates, with corrugations in cross section and a certain number of channels disposed so as generally to follow involute curves;
  - the fitting of the said plates so that the apexes of the channels in the first plate are disposed so as to cross the apexes of the channels in the second plate;
  - the joining of the said first and second plates at the centre and at the edges in order to form an energy exchange structure with a hollow passage running in a generally circular direction with an inlet and outlet and in which the said channels in the said plates are disposed obliquely with respect

- to the circular direction of the said passage;  
- and the assembly of a certain number of energy exchange structures in a stack.

5

- 13.** Energy exchange structure including a first plate (24) and a second plate (25) facing one another and generally parallel, connected together so as to define a hollow passage with a liquid flowing in a generally circular flow between an inlet (13) and an outlet (21), characterised in that the facing plates have crossed corrugations defining a certain number of facing channels (27, 28) passing through the hollow passage and disposed in multiple sets of generally parallel channels, each set being oblique with respect to the adjacent sets and to the generally circular direction of flow of the fluid, the channels in the first plate (24) being disposed so as to cross the channels in the second plate (25), so that the zones between the facing channels define crossing passages.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

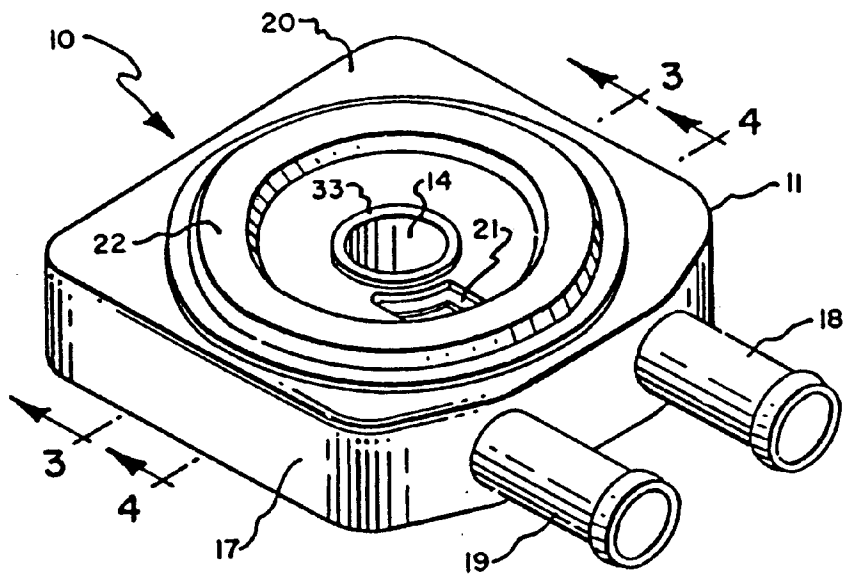


Fig. 1.

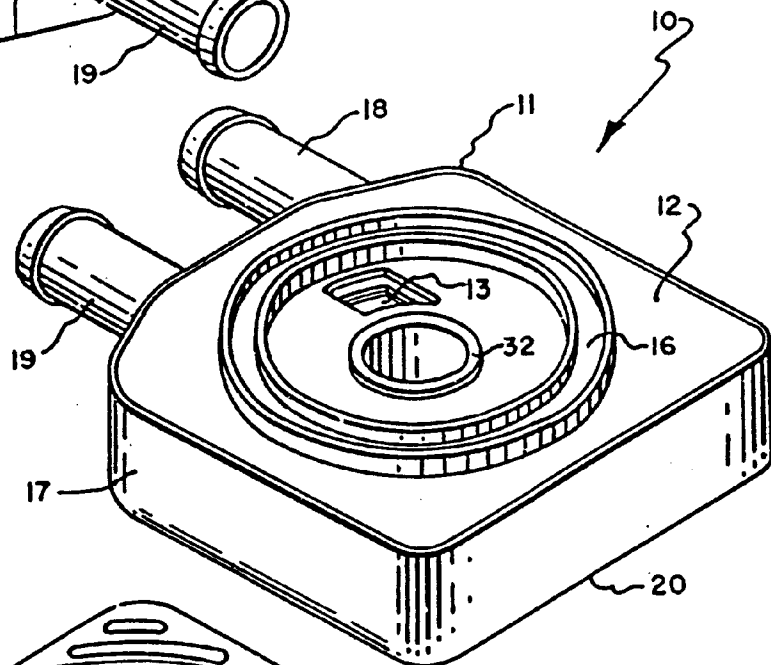


Fig. 2.

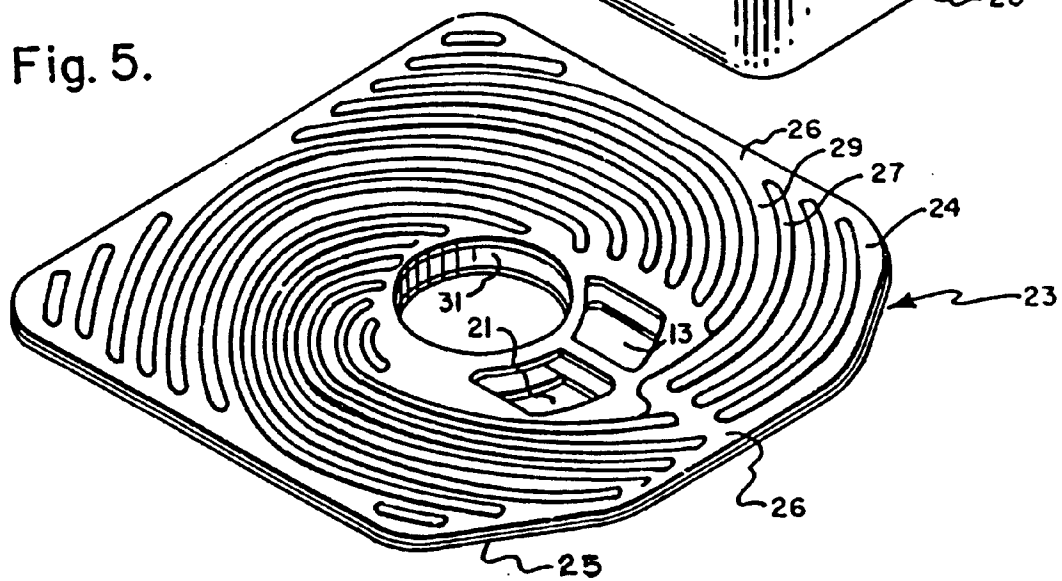


Fig. 5.

Fig. 3.

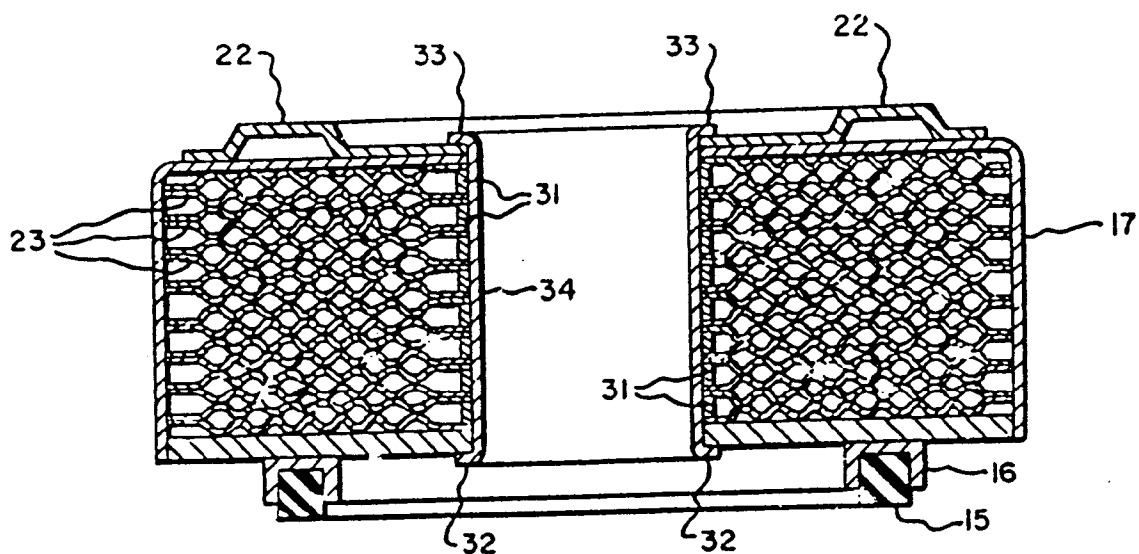


Fig. 3a.

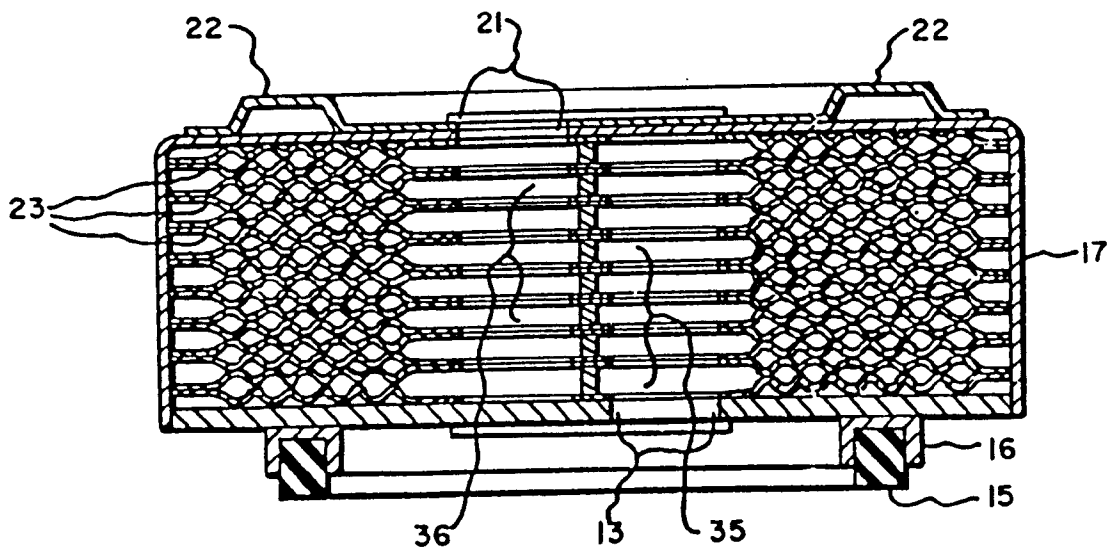
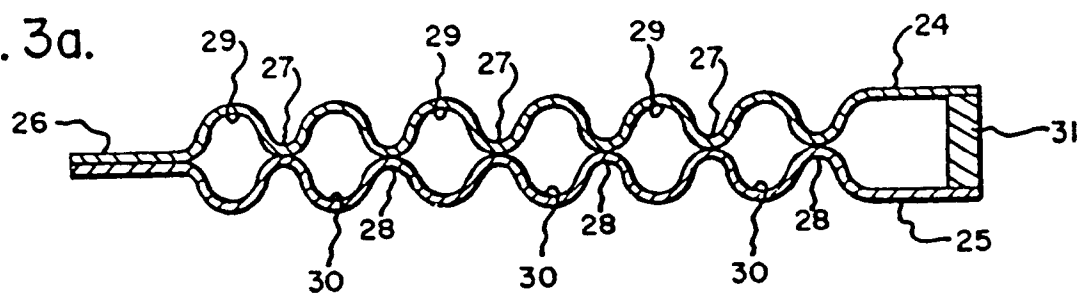


Fig. 4.

Fig. 6.

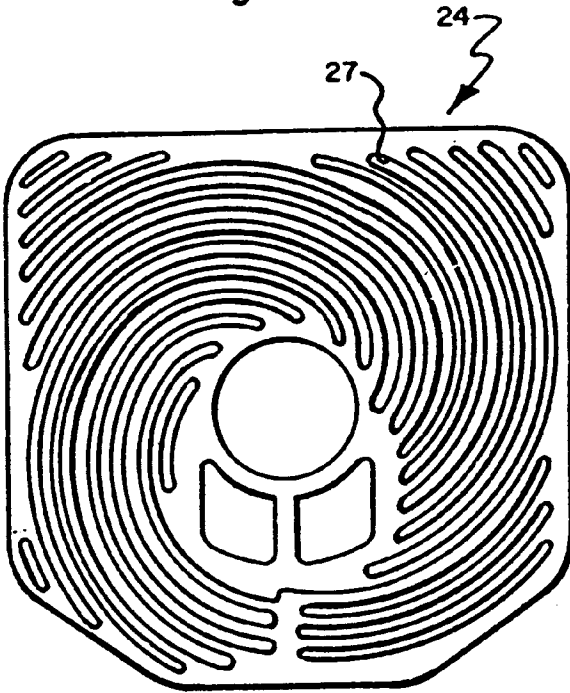


Fig. 7.

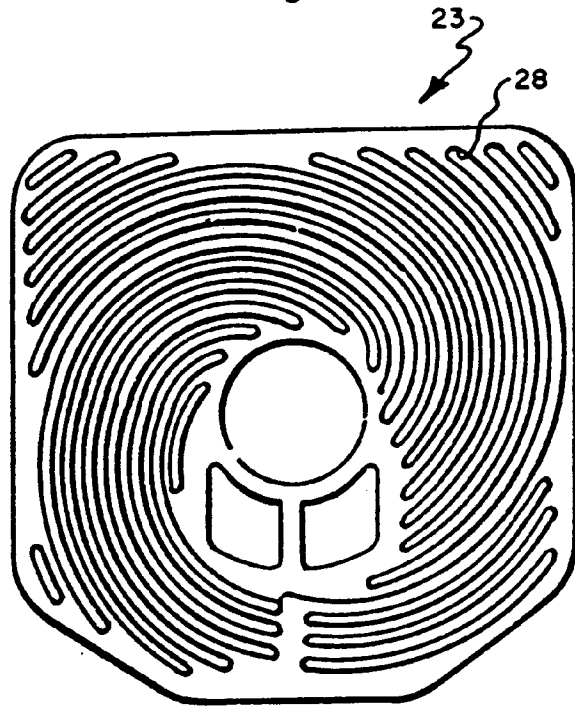


Fig. 8.

