



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
26.02.2003 Bulletin 2003/09

(51) Int Cl.7: **H05B 6/02**

(21) Numéro de dépôt: **02292065.6**

(22) Date de dépôt: **21.08.2002**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeurs:
• **Nuns, Jacques**
77250 Ecuelles (FR)
• **Deschamps, Guy**
77210 Avon (FR)

(30) Priorité: **23.08.2001 FR 0111041**

(74) Mandataire: **Poulin, Gérard et al**
Société BREVATOME
3, rue du Docteur Lancereaux
75008 Paris (FR)

(71) Demandeur: **Electricité de France Service
National**
75008 Paris (FR)

(54) **Echangeur thermique à induction**

(57) Un échangeur (100) thermique comportant une surface d'échange chauffée par des courants induits par des enroulements (4) inducteurs coaxiaux est caractérisée en ce que la surface d'échange est constituée par une surface d'une pluralité de tubes (3) parallèles entre eux et à un axe OO' des enroulements inducteurs (4) et logés à l'intérieur des enroulements inducteurs (4).

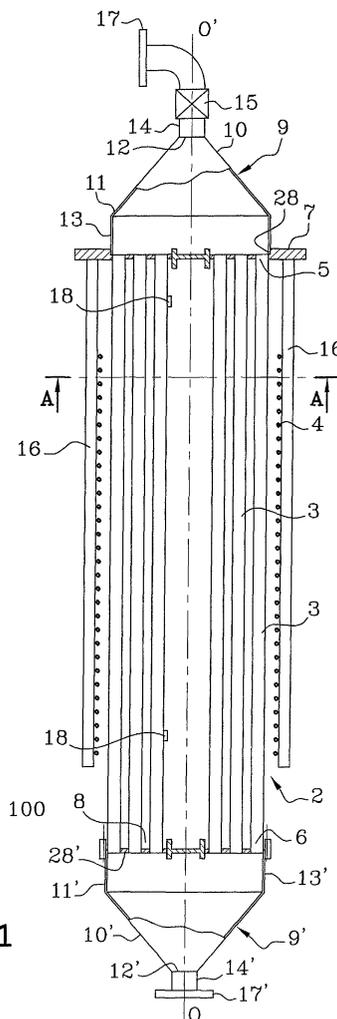


Fig. 1

Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention se situe dans le domaine des échangeurs thermiques multitubulaires.

[0002] Elle concerne plus particulièrement un tel échangeur dans lequel le moyen de chauffage est constitué par une pluralité de tubes chauffés par courant inductif.

Arrière plan technologique

[0003] Le chauffage par induction de pièces métalliques ou en matériau conducteur en particulier pour les amener à une température propice à leur transformation de forme est maintenant bien connu et bien maîtrisé notamment en ce qui concerne les fréquences de courant inducteur permettant les meilleurs rendements énergétiques en fonction de la nature du matériau constituant la pièce à chauffer, sa forme et la nature du traitement thermique que l'on veut lui appliquer. Il est connu en particulier de chauffer des tubes conducteurs par induction. Le tube à chauffer est introduit dans un espace où peuvent être présents des champs d'induction formés par des inducteurs que l'on peut commander pour produire dans le tube des courants induits qui vont chauffer le tube de la manière et à la température souhaitées pour le traitement à appliquer au tube. Il est par ailleurs connu d'utiliser le chauffage par induction de façon indirecte pour chauffer des éléments chauffants par exemple des tubes qui eux-mêmes chauffent par conduction calorifique un produit au contact desdits éléments. Un exemple de dispositif de chauffage électrique d'un fluide circulant dans des tubes chauffés par induction de courant dans les tubes est décrit dans le brevet d'invention FR 2 741 773 attribué au présent déposant. Dans ce brevet les tubes forment le circuit secondaire d'un transformateur comportant un noyau magnétique en forme de cadre. Le cadre a des montants autour desquels sont enroulées des bobines inductrices primaires. Des paires de tubes sont disposées de part et d'autre de chaque montant. Les extrémités hautes et basses des tubes d'une paire sont reliées entre elles par une pièce conductrice en sorte que chaque paire de tubes forme un circuit électrique fermé dans lequel circule le courant du secondaire du transformateur. Ainsi chaque paire de tubes forme avec les pièces conductrices d'extrémité une spirale d'un enroulement secondaire du transformateur. On peut donc considérer qu'il s'agit d'une variante de réalisation de tubes à passage de courant, dans lequel la source de courant est constitué par le primaire d'un transformateur. Il est connu également que le chauffage par induction permet de bénéficier notamment d'une quasi instantanéité de la mise en route, de possibilités de contrôle et de régulation de la puissance absorbée très fine, permettant un réglage précis de la température d'éléments chauffants.

Brève description de l'invention

[0004] Il est connu que les courants induits qui se forment dans la pièce à chauffer ou l'élément chauffant s'opposent aux courants qui circulent dans les inducteurs.

[0005] Selon l'invention, il est prévu un échangeur pour un fluide, dans lequel le fluide à réchauffer circule à l'intérieur ou à l'extérieur ou encore à la fois à l'intérieur et à l'extérieur d'une pluralité de tubes conducteurs. Pour cela il est prévu de disposer dans un espace où est créé un champ magnétique variable par un ou plusieurs enroulements inducteurs une pluralité de tubes conducteurs. De la sorte une partie du champ magnétique formé par les courants dans chacun des tubes forme des courants pour les autres tubes en sorte que l'intensité du champ magnétique variable s'homogénéise à l'intérieur de l'inducteur.

[0006] De plus du fait que les tubes sont groupés dans un espace dégagé il est possible d'inclure la partie chauffante des tubes dans une enceinte étanche et de faire circuler le fluide non seulement à l'intérieur des tubes mais aussi dans l'enceinte étanche. De la sorte la surface chauffante peut à volonté être constituée soit par la surface interne seule soit par la surface externe seule ou encore par les surfaces interne et externe des tubes.

[0007] Des plaques tubulaires de raccordement des tubes à des structures de raccordement sont situées en dehors du champ magnétique créés par les enroulements inducteurs, en sorte que les fixations des extrémités des tubes aux plaques tubulaires sont en dehors des zones de tubes qui sont chauffées par les courants induits. Les températures des zones de fixation sont ainsi pendant le fonctionnement sensiblement constantes et égales à la température du fluide chauffé, en sorte que la longévité des fixations est améliorée.

[0008] En résumé l'invention est relative à un échangeur comportant une surface d'échange conductrice chauffée par des courants induits par un ou plusieurs enroulements inducteurs alimentés par une ou plusieurs sources alternatives caractérisé en ce que la surface d'échange est constituée par une surface d'une pluralité de tubes conducteurs de l'électricité, cette pluralité de tubes étant disposée au moins pour une partie de leurs longueurs respectives à l'intérieur du ou des enroulements créant le champ magnétique inducteur.

[0009] De la sorte la surface de chauffe est importante et on bénéficie d'un meilleur rendement énergétique.

[0010] En règle générale la ou les sources d'alimentation électrique seront des convertisseurs de fréquence du type à résonance.

[0011] De préférence, les tubes sont parallèles entre eux et à une direction axiale OO' sur une partie de leur longueur située à l'intérieur des enroulements inducteurs, la direction axiale OO' étant la ligne axiale du ou des enroulements inducteurs.

[0012] Le fluide à chauffer par conduction au contact

des parois des tubes peut être logé ou circuler à l'intérieur des tubes.

[0013] Dans ce cas chacun des tubes ayant deux extrémités, une première et une seconde, chacune des premières extrémités communique avec une première structure de raccordement et chacune des secondes extrémités communique avec une seconde structure de raccordement, chacune des première et seconde structure de raccordement raccordant l'intérieur de chacun des tubes à un conduit unique.

[0014] Le fluide à chauffer par conduction au contact des parois des tubes peut aussi être logé ou circuler à l'extérieur des tubes. Dans ce cas une enceinte entoure de façon étanche la pluralité de tubes. Cette enceinte a des ouvertures la mettant en communication avec une première structure de raccordement raccordée à un premier conduit et avec une seconde structure de raccordement la mettant en communication avec un second conduit. Le fluide peut ainsi être amené dans les tubes par le second conduit et évacué des tubes par le premier conduit de façon continue ou discontinue au travers des seconde et première structures respectivement.

[0015] Un ou plusieurs enroulements inductifs équipés de connexions permettant le raccordement de chaque enroulement à une source de courant variable sont disposés autour des tubes contenus dans l'enceinte, de façon à générer des courants inductifs dans lesdits tubes lorsqu'un courant variable parcourt les enroulements. Il convient de noter que les sources de courant inductif ne sont pas nécessairement identiques entre elles. En particulier il pourra se révéler intéressant de raccorder les enroulements à des sources de fréquences différentes les unes des autres.

[0016] De façon optionnelle une enceinte entoure de façon étanche la pluralité de tubes, cette enceinte ayant des ouvertures la mettant en communication avec une première structure de raccordement raccordée à un premier conduit et avec une seconde structure de raccordement raccordée à un second conduit en sorte qu'un fluide peut être introduit et évacué de l'enceinte en ayant été en contact avec la surface externe et/ou interne des tubes.

[0017] Dans le cas général où une enceinte de l'échangeur est constituée par une paroi cylindrique, les tubes sont disposés parallèlement à l'axe de la paroi cylindrique, et les enroulements inductifs sont disposés régulièrement le long des tubes à l'extérieur ou à l'intérieur de l'enceinte, ou encore certains d'entre eux peuvent être disposés à l'intérieur et d'autres à l'extérieur de l'enceinte. Les enroulements ont de préférence pour axe, l'axe de la paroi cylindrique.

[0018] De façon optionnelle des culasses magnétiques peuvent être introduites dans l'échangeur. Dans une configuration préférée les tubes sont disposés parallèlement à un axe commun de façon régulière. Dans cette configuration, les centres des tubes d'une section droite de l'ensemble des tubes perpendiculairement à l'axe des tubes, se trouvent au sommet de un ou plu-

sieurs polygones réguliers inscrits dans un cercle ou plusieurs cercles concentriques. Dans cette configuration, la culasse peut prendre la forme de deux blocs de matériau magnétique disposés au centre des polygones réguliers et espacés entre eux de façon à canaliser les lignes du champ magnétique produit par les enroulements inductifs.

Brève description des dessins

[0019] Un exemple de réalisation de l'invention sera maintenant décrit en regard des dessins annexés dans lesquels :

- 15 - la figure 1 est une coupe longitudinale selon la ligne BB de la figure 2 d'un échangeur selon l'invention.
- la figure 2 est une coupe transversale selon la ligne AA de la figure 1 d'un échangeur selon l'invention.
- la figure 3 est une demi coupe longitudinale partielle et schématique destinée à montrer l'intérêt de prévoir plusieurs enroulements raccordés chacun à une source de courant qui lui est propre ou en parallèle avec d'autres enroulements.
- 20 - la figure 4 est une demi coupe longitudinale partielle et schématique destinée à montrer une forme de réalisation de l'invention dans laquelle le fluide à réchauffer circule autour des tubes de chauffage.
- la figure 5 est une coupe longitudinale partielle et schématique destinée à montrer l'intérêt de prévoir des culasses magnétiques au centre d'un espace délimité par les tubes.

Description détaillée de modes de réalisation de l'invention

[0020] La figure 1 représente une coupe longitudinale selon la ligne BB de la figure 2 d'un échangeur 100 selon l'invention.

[0021] Une pluralité 2 de tubes 3 de préférence parallèles entre eux comme représenté figure 1 est entouré sur une partie de sa longueur de un ou de préférence plusieurs enroulements inductifs 4. Chaque enroulement est équipé de moyens de raccordement électrique non représentés à une source de courant non représentée. Sur la figure 1 les sections droites des conducteurs constituant le ou de préférence les enroulements inductifs 4 sont symbolisés par des points noirs.

[0022] Les tubes 3 sont droits, d'égales longueurs et parallèles à une direction axiale OO' de la pluralité 2 de tubes 3. Les tubes 3 sont de préférence comme représenté figures 1 et 2 disposés selon une symétrie de révolution autour de l'axe OO'. Chaque tube 3 a deux extrémités une première 5, et une seconde 6. De préférence les tubes 3 sont équipés entre leurs deux extrémités au moins pour partie d'entre eux de capteurs 18 de température. De préférence l'un au moins des tubes 3 est muni de plusieurs capteurs 18 de température le long de sa longueur.

[0023] Chacune des premières extrémités 5 est encastrée dans une plaque tubulaire 7 en sorte qu'un fluide peut passer au travers de cette plaque et être en communication avec l'intérieur des tubes 3. De même chacune des secondes extrémités 6 est encastrée dans une plaque tubulaire 8 en sorte qu'un fluide peut passer au travers de cette plaque 8 et être en communication avec l'intérieur des tubes 3. La plaque tubulaire 7 est équipée d'un trou non traversant 28 centré sur l'axe OO'. Une structure 9 en forme d'entonnoir est constituée par une paroi tronconique 10 centrée sur l'axe OO'. La paroi tronconique 10 a une première extrémité 11 ayant une ouverture large et une seconde extrémité 12 ayant une ouverture étroite. Les ouvertures sont qualifiées large et étroite l'une par rapport à l'autre.

[0024] La première extrémité 11 de la paroi tronconique 10 ayant une ouverture large est prolongée par une paroi cylindrique 13 venant s'encaster de façon étanche dans le trou non traversant 28 de la plaque tubulaire 7. La seconde extrémité 12 de la paroi tronconique 10 ayant une ouverture étroite est prolongée par une paroi cylindrique 14. La paroi cylindrique 14 forme un conduit 14 d'évacuation d'un fluide en provenance des tubes 3. Le conduit 14 comporte une vanne 15 permettant d'ouvrir ou de fermer le conduit. Le conduit 14 est terminé par des moyens 17 de raccordement permettant de raccorder l'échangeur à un conduit extérieur non représenté.

[0025] De même une structure 9' en forme d'entonnoir est constituée par une paroi tronconique 10' centrée sur l'axe OO'. La paroi tronconique 10' a une première extrémité 11' ayant une ouverture large et une seconde extrémité 12' ayant une ouverture étroite. La première extrémité 11' de la paroi tronconique 10' ayant une ouverture large est prolongée par une paroi cylindrique 13' venant s'encaster de façon étanche dans un trou non traversant 28' de la plaque tubulaire 8. La seconde extrémité 12' de la paroi tronconique 10' ayant une ouverture étroite est prolongée par une paroi cylindrique 14'. La paroi cylindrique 14' forme un conduit 14' d'amenée d'un fluide à réchauffer de l'extérieur vers l'intérieur des tubes 3 au travers de la plaque tubulaire 8. Le conduit 14' peut comporter une vanne permettant d'ouvrir ou de fermer le conduit 14'. Le conduit 14' est terminé par des moyens 17' de raccordement permettant de raccorder l'échangeur 100 à un conduit extérieur non représenté.

[0026] Comme représenté par exemple figure 1, les tubes 3, sont d'une seule pièce à l'intérieur et au voisinage du volume cylindrique délimité par les enroulements inducteurs 4. Il n'y a aucune plaque tubulaire de positionnement ou de raccordement des tubes 3 à l'intérieur et au voisinage du volume cylindrique délimité par les enroulements inducteurs 4. Les plaques tubulaires 7 et 8, auxquelles sont raccordées respectivement les première 5 et seconde 6 extrémités des tubes 3, sont situées en dehors du volume cylindrique délimité par les enroulements inducteurs 4 et de son voisinage immé-

diat. Ainsi des soudures ou brasures de raccords des extrémités des tubes 3 aux plaques tubulaires 7 et 8 se trouvent en dehors de la zone chauffée par les courants induits. De la sorte la température de ces raccords n'est jamais supérieure à la température du matériau à chauffer.

[0027] Comme représenté par exemple figures 1 -5, les tubes 3 ne se touchent pas, au moins dans le volume cylindrique délimité par les enroulements inducteurs 4. Il en résulte que les courants induits sont propres à chaque tube et que l'on contrôle mieux l'apport d'énergie tube par tube.

[0028] Les structures 9, 9' comportant respectivement les éléments 10-15, 10'-15' forment les moyens de raccordement de l'échangeur à des conduits extérieurs d'évacuation et d'amenée d'un fluide.

[0029] La plaque tubulaire 7 comporte 4 bras 16 de maintien mécanique de spires constituant ensemble la ou les enroulements inductifs 4. Ces bras 16 sont disposés perpendiculairement à la plaque 7, c'est à dire parallèlement à l'axe OO'.

[0030] La figure 2 est une coupe transversale selon la ligne AA de l'exemple d'échangeur représenté figure 1. Elle est destinée à montrer un exemple de dispositions de tubes 3 les uns par rapport aux autres. Naturellement d'autres configurations sont possibles.

[0031] Dans l'exemple représenté figure 2, les tubes 3 ont le même diamètre. Cette caractéristique non obligatoire permet de simplifier la fabrication et les approvisionnements.

[0032] Les centres des sections des tubes sont situés sur des cercles concentriques centrés sur l'axe OO'. Sur chaque cercle les centres des sections des tubes 3 sont situés aux sommets d'un polygone régulier inscrit dans le cercle. Dans l'exemple représenté figure 2, il y a cinq cercles concentriques, et les polygones réguliers sont, sur chaque cercle, des octogones, en sorte qu'il y a le même nombre de tubes, soit 8 tubes 3, centrés sur chaque cercle. Au total il y a 40 tubes 3. Du fait que à proximité du centre les diamètres des cercles sont plus petits, la densité de tubes est plus grande au centre qu'à la périphérie de l'échangeur. Dans l'exemple représenté figure 2 les tubes de deux cercles immédiatement voisins l'un de l'autre sont disposés en quinconce les uns par rapport aux autres.

[0033] Le fonctionnement est le suivant:

[0034] Un fluide à traiter thermiquement est envoyé par les moyens d'amenée 9' dans les tubes 3 au travers de la plaque tubulaire 8 et est évacué par les moyens d'évacuation 9 au travers de la plaque tubulaire 7. De préférence le chauffage du fluide est effectué en continu, c'est à dire que la vanne 15 d'évacuation et éventuellement une vanne d'amenée sont ouvertes et que le fluide entre et sort en permanence de l'échangeur selon un mouvement continu. Naturellement la circulation du fluide introduit dans l'échangeur, pourrait être discontinue. Dans ce cas le fluide est immobilisé pendant une période de chauffage puis évacué. Chacun des enrou-

lements 4 est traversé par un courant variable qui induit des courants dans les tubes 3. Ces tubes chauffent. Pendant la durée du contact avec les tubes 3, le fluide est réchauffé par les tubes chauds 3. Le fluide devient de plus en plus chaud au fur et à mesure qu'il se rapproche de la structure d'évacuation 9.

[0035] Le fait de disposer de plusieurs enroulements indépendants, c'est à dire raccordés chacun à leur propre source de courant permet un pilotage en température par zone comme expliqué ci-après. Les capteurs de température 18 sont une partie d'une boucle d'asservissement en température permettant de piloter la température des tubes 3 autour de la zone où se trouve le capteur de température. Sur la figure 3 on a représenté une demi vue d'une partie de tubes 3 dont l'un référencé 31 est équipé d'un premier capteur 18-1 situé à un premier niveau et d'un second capteur 18-2 situé à un second niveau. Des enroulements 41, 42 indépendants l'un de l'autre, sont situés sensiblement au droit des capteurs 18-1, 18-2 respectivement. Selon l'écart entre une température souhaitée au niveau du capteur 18-1 et une température réelle mesurée par ce capteur on commandera une variation de l'intensité moyenne du courant inducteur délivré par la source S1 circulant dans l'enroulement 41 situé au droit du capteur 18-1. A cette fin la source S1 inclut des moyens de régulation en eux même connus et non représentés recevant l'indication de température ou de l'écart de température par rapport à une valeur théorique. Du fait que la source S1 d'alimentation électrique de l'enroulement 41 est indépendante, il est possible de modifier la quantité de chaleur transmise par l'échangeur uniquement au niveau où se situe le capteur 18-1. Il en va de même pour la zone située autour du capteur 18-2, de son enroulement indépendant 42 et de sa source d'alimentation non représentée S2. Naturellement le nombre de capteurs le long d'un tube n'est pas limité. Si l'on dispose plusieurs capteurs à un même niveau sur plusieurs tubes, l'enroulement situé à ce niveau pourra être piloté en courant en fonction de la valeur d'une combinaison faisant intervenir les différentes valeurs mesurées par les différents capteurs situés à ce niveau. Ainsi dans ce mode de réalisation, un ou plusieurs tubes sont équipés d'un ou plusieurs capteurs de température ayant chacun une sortie couplée à des moyens de régulation de la puissance électriques alimentant un ou plusieurs enroulements. Naturellement on pourra aussi disposer un ou plusieurs capteurs de température au niveau par exemple du conduit d'évacuation 14 de fluide et piloter une ou plusieurs sources en fonction des valeurs ou des écarts de valeurs déterminés à partir de ces capteurs.

[0036] Une variante de réalisation de l'invention sera maintenant expliquée en relation avec la figure 4. Cette figure représente la partie haute d'un échangeur tel que représenté figure 1. Sur la figure 4 les éléments ayant même fonction que ceux décrits en liaison avec la figure 1 portent les mêmes numéros de référence. Il ne seront pas décrits à nouveau.

[0037] Dans cette variante de réalisation la plaque tubulaire 7 comporte un trou non traversant supérieur 28 comme décrit en relation avec la figure 1, permettant le raccordement étanche de la structure de raccordement 9. Elle comporte aussi un trou non traversant inférieur 20 permettant le raccordement étanche d'une paroi cylindrique 21. La paroi cylindrique 21 entoure la pluralité 2 de tubes 3. La paroi cylindrique 21 est également raccordée de façon étanche à la plaque tubulaire inférieure 8. Chacune des plaques tubulaires supérieure 7 et inférieure 8 est percée de trous traversants 22 dans la partie de plaque se trouvant à la fois à l'intérieur de la partie délimitée par la structure de raccordement 9, 9' respectivement et à l'intérieur de la partie délimitée par la paroi cylindrique 21. Cette configuration permet à du fluide arrivant par la structure de raccordement 9' d'être introduit par des trous traversants 22' de la plaque 7 dans une enceinte 25 chauffante délimitée par la paroi cylindrique 21 et les plaques tubulaires 7, 8, puis évacuée vers la structure de raccordement 9 par les trous traversants 22. On bénéficie ainsi d'une surface de chauffe doublée puisque formée des surfaces intérieure et extérieure des tubes 2. Ainsi selon ce mode de réalisation une enceinte entoure de façon étanche la pluralité 3 de tubes 2. Cette enceinte a des ouvertures la mettant en communication avec la première structure 9 de raccordement raccordée au premier conduit 14 et avec la seconde structure 9' de raccordement raccordée au second conduit 14' en sorte qu'un fluide peut être introduit et évacué de l'enceinte en ayant été en contact avec les surface externe et interne des tubes 2. Si dans cette variante de réalisation, pour une raison quelconque, par exemple pour des difficultés de nettoyage, on ne souhaite pas faire passer le fluide dans les tubes 2, il suffit que les tubes 2 ne débouchent pas dans les structures de raccordement 9, 9'.

[0038] La paroi cylindrique 21 peut être conductrice sur une partie de sa surface, c'est à dire formée par des parties conductrices reliées entre elles par des parties non conductrices. Elle peut aussi être faiblement conductrice ou non conductrice de l'électricité. L'essentiel est qu'elle n'empêche pas la formation des courants induits dans les tubes 2 par les courants inducteurs circulant dans les enroulements inducteurs 4.

[0039] De préférence afin d'améliorer la forme des lignes du champ magnétique créé par les enroulements inducteurs 4, on pourra disposer comme représenté de façon schématique figure 5 deux masses 23 en matériau magnétique, par exemple ferro-magnétique, centrées sur l'axe OO' et sensiblement aux niveaux des terminaisons des enroulements inducteurs 4 comme représenté figure 5. De la sorte les lignes de champ sont canalisées le long de l'axe OO' sur toute la longueur des tubes 2 située à l'intérieur des enroulements 4. On améliore ainsi la répartition de la puissance transmise à chaque tube.

Revendications

1. Echangeur (100) comportant une surface d'échange conductrice de l'électricité chauffée par des courants induits par un ou plusieurs enroulements inducteurs (4, 41, 42) alimentés par une ou plusieurs sources alternatives (S1) la surface d'échange étant constituée par une surface d'une pluralité (2) de tubes (3) conducteurs de l'électricité, disposés pour une partie de leurs longueurs respectives, parallèlement entre eux et à une direction axiale OO' à l'intérieur du ou des enroulements (4, 41, 42) créant le champ magnétique inducteur, sur des cercles concentriques d'axes OO' aux sommets de polygones réguliers inscrits dans chacun des cercles, la direction axiale OO' étant la ligne axiale du ou des enroulements inducteurs (4, 41, 42), **caractérisé en ce qu'il** comporte deux masses magnétiques (23) centrées sur l'axe OO'.
2. Echangeur (100) selon la revendications 1, **caractérisé en ce que**, les masses magnétiques (23) sont chacune sensiblement au niveau des terminaisons des enroulements inducteurs (4).
3. Echangeur (100) selon la revendications 1, **caractérisé en ce que** des premières et secondes extrémités (5, 6) des tubes sont raccordées à des première et seconde plaques tubulaires (7, 8) respectivement, les tubes (3) étant d'une seule pièce à l'intérieur et au voisinage d'un volume cylindrique délimité par les enroulements inducteurs (4, 41, 42)..
4. Echangeur (100) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la ou les sources (S1) d'alimentation électrique sont des convertisseurs de fréquence du type à résonance.
5. Echangeur (100) selon l'une des revendications 1, 2 ou 4, **caractérisé en ce que** chacun des tubes (3) a deux extrémités (5, 6), une première (5) et une seconde (6), chacune des premières extrémités (5) communiquant avec une première structure de raccordement (9) et chacune des secondes extrémités (6) communiquant avec une seconde structure de raccordement (9'), chacune des première et seconde structures (9, 9') de raccordement mettant en communication l'intérieur de chacun des tubes (3) avec un conduit (14, 14').
6. Echangeur (100) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** une enceinte (25) entoure de façon étanche la pluralité de tubes, cette enceinte (25) ayant des ouvertures (22) la mettant en communication avec une première structure de raccordement (9) raccordée à un premier conduit (14) et avec une seconde structure de raccordement (9') raccordée à un second conduit (14') en sorte qu'un fluide peut être introduit et évacué de l'enceinte (25) en ayant été en contact avec la surface externe des tubes (3).
7. Echangeur (100) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** une enceinte (25) entoure de façon étanche la pluralité (2) de tubes (3), cette enceinte (25) ayant des ouvertures (22) la mettant en communication avec la première structure (9) de raccordement raccordée au premier conduit (14) et avec la seconde structure (9') de raccordement la mettant en communication avec le second conduit (14') en sorte qu'un fluide puisse être introduit dans l'enceinte (25) et être au contact des surfaces interne et externe des tubes (3).
8. Echangeur (100) selon l'une des revendications 6 ou 7, **caractérisé en ce que** l'enceinte (25) est formée par une paroi cylindrique (21) d'axe OO' ayant deux extrémités une première et une seconde et par la première (7) et la seconde (8) plaques tubulaires, la première extrémité de la paroi (21) cylindrique étant raccordée de façon étanche à la première plaque tubulaire (7), cette première plaque (7) recevant la première extrémité des tubes (3), la seconde extrémité de la paroi cylindrique (21) étant raccordée de façon étanche à la seconde plaque tubulaire (8), cette seconde plaque (8) recevant la seconde extrémité des tubes (3), en sorte qu'un fluide puisse être reçu à l'intérieur des tubes (3) au travers de la seconde plaque tubulaire (8) et évacué au travers de la première plaque tubulaire (7).
9. Echangeur (100) selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** un ou plusieurs tubes (3) sont équipés d'un ou plusieurs capteurs de température (18) ayant chacun une sortie couplée à des moyens de régulation de la puissance électrique alimentant un ou plusieurs enroulements.
10. Echangeur (100) selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** un conduit d'évacuation du fluide contenu dans la cuve est équipé d'un ou plusieurs capteurs de température ayant chacun une sortie couplée à des moyens de régulation de la puissance électrique alimentant un ou plusieurs enroulements (4, 41, 42).

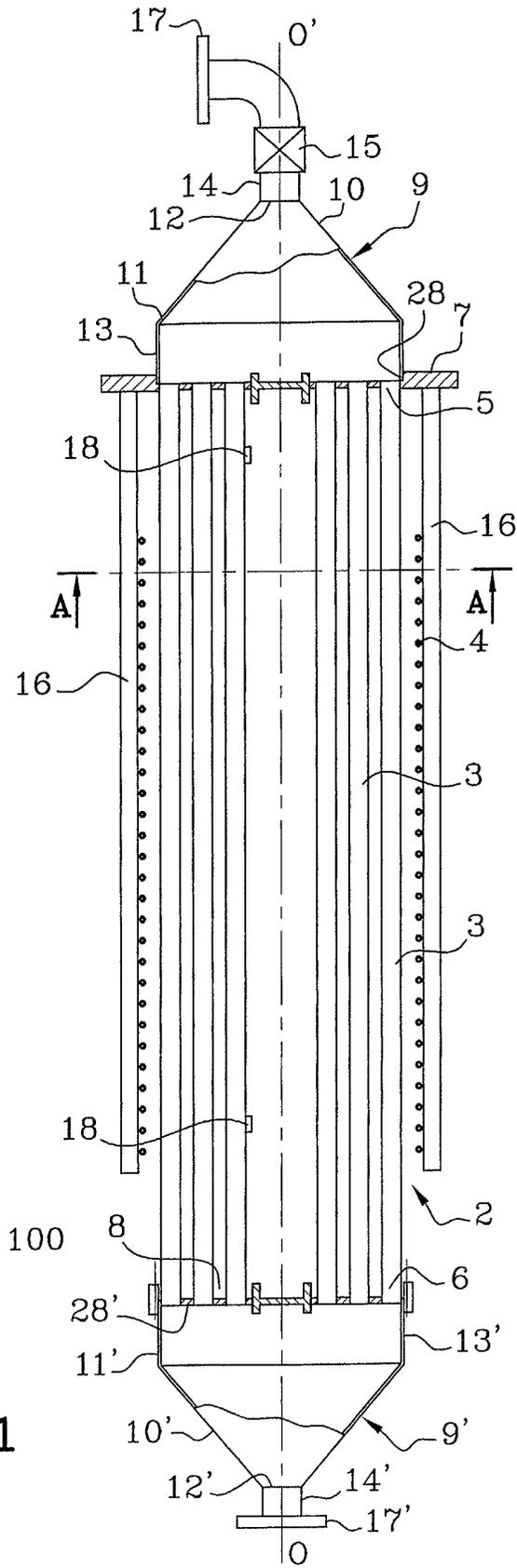


Fig. 1

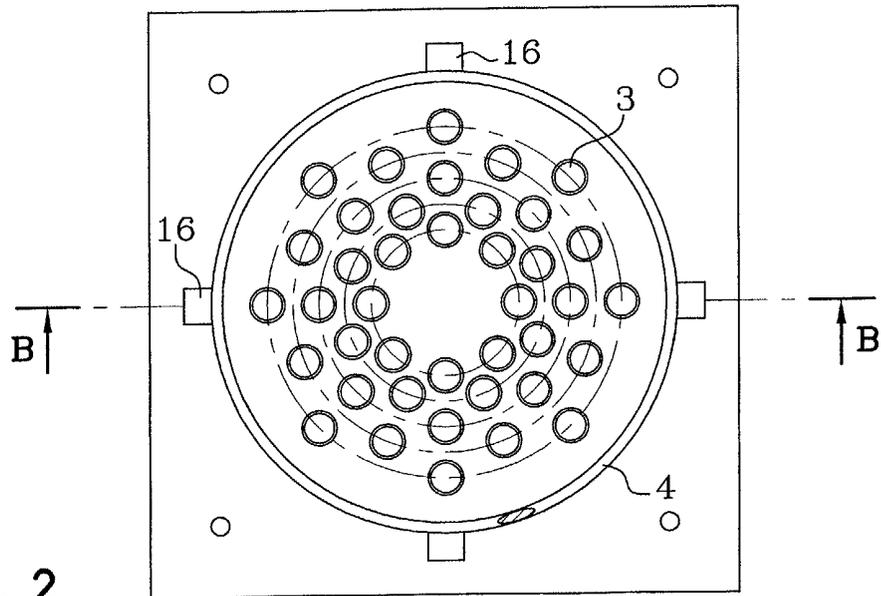


Fig. 2

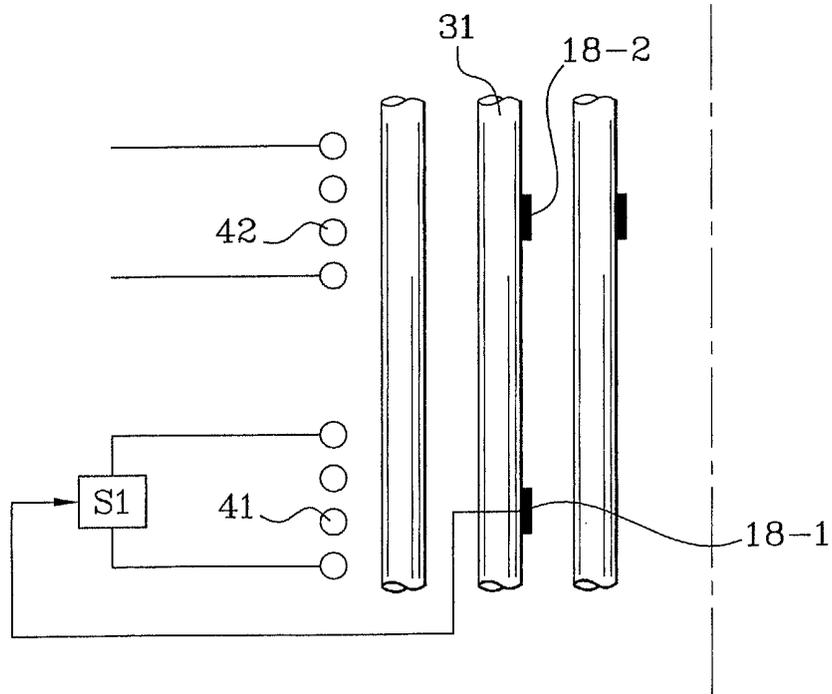


Fig. 3

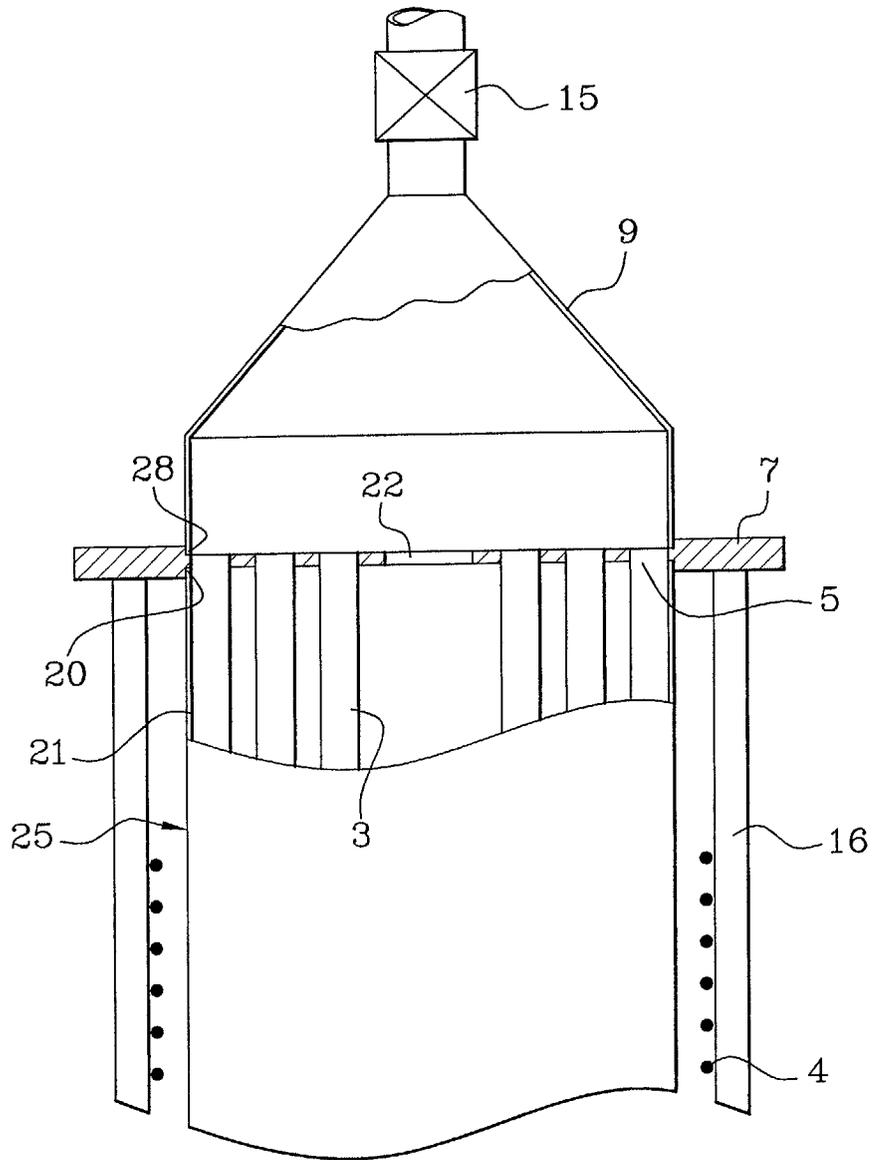


Fig. 4

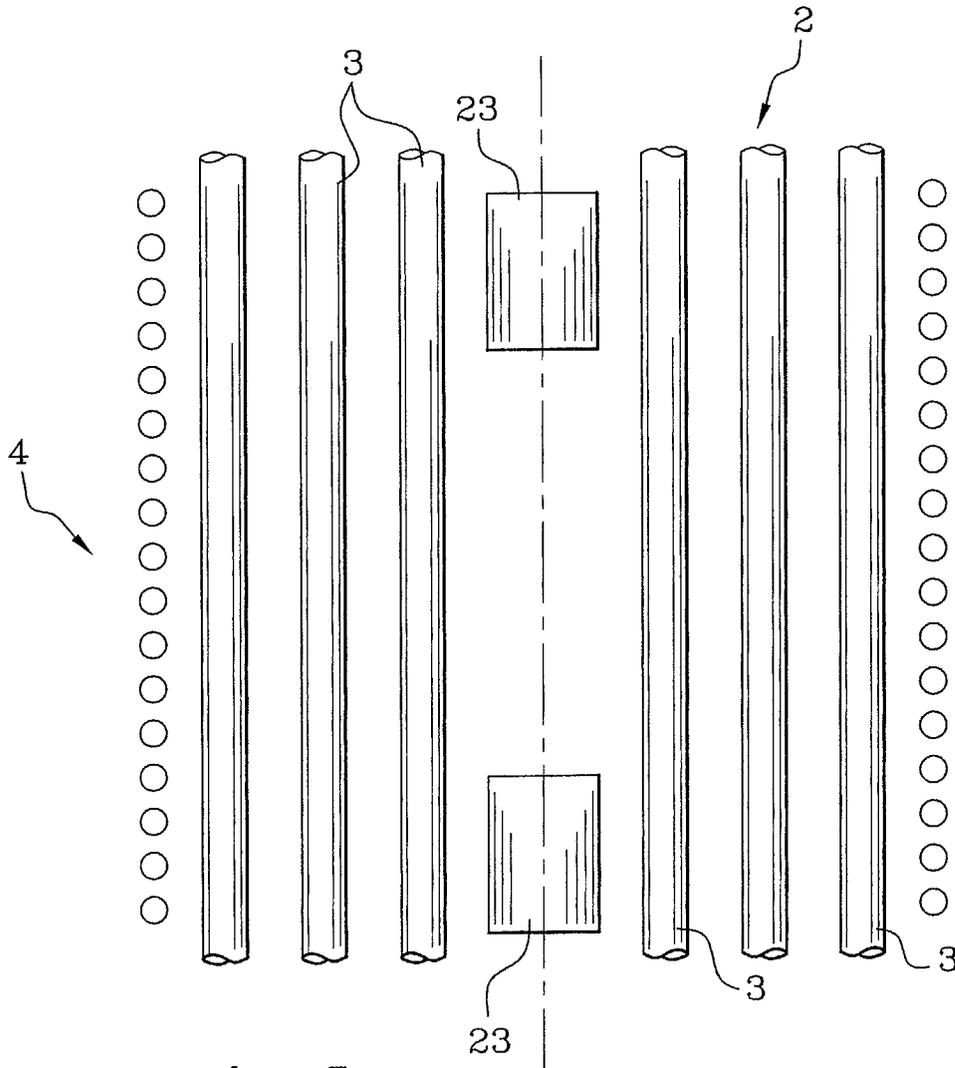


Fig. 5



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 02 29 2065

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
A	DE 27 45 135 A (KALI CHEMIE AG) 12 avril 1979 (1979-04-12) * page 9, alinéa 2 - page 11, alinéa 1; revendications 1,7; figures 3-8 *	1	H05B6/02
A	DE 33 14 824 A (JUNKER GMBH O) 31 octobre 1984 (1984-10-31) * page 17, alinéa 4; revendications 1,2,4,11,12,14; figures 3-7 *	1	
A	US 4 017 701 A (MITTELMANN EUGENE) 12 avril 1977 (1977-04-12) * colonne 4, ligne 60 - ligne 66 *	4	
A	US 4 341 936 A (VIRGIN GEORGE C) 27 juillet 1982 (1982-07-27) * colonne 4, ligne 37 - ligne 51; figure 2 *	9	
A	FR 2 568 083 A (DENTROUX MICHEL) 24 janvier 1986 (1986-01-24) * le document en entier *	10	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
			H05B
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		20 septembre 2002	Castanheira Nunes, F
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>& : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 03 02 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 02 29 2065

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

20-09-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 2745135	A	12-04-1979	DE 2745135 A1	12-04-1979
DE 3314824	A	31-10-1984	DE 3314824 A1	31-10-1984
US 4017701	A	12-04-1977	AU 471657 B	29-04-1976
			AU 5249273 A	22-08-1974
			CA 984009 A1	17-02-1976
			DE 2309352 A1	13-09-1973
			FR 2174153 A1	12-10-1973
			GB 1421470 A	21-01-1976
			IT 979587 B	30-09-1974
			JP 1101791 C	25-06-1982
			JP 48099738 A	17-12-1973
			JP 56044549 B	20-10-1981
			SE 390368 B	13-12-1976
			SU 697067 A3	05-11-1979
			ZA 7300969 A	25-09-1974
US 4341936	A	27-07-1982	US 4503305 A	05-03-1985
FR 2568083	A	24-01-1986	FR 2568083 A1	24-01-1986

EPC FORM P/AM83

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82