

①②

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

②① Numéro de dépôt: 82400573.0

⑤① Int. Cl.³: **F 28 B 1/06, F 28 D 7/06**

②② Date de dépôt: 30.03.82

③① Priorité: 03.04.81 FR 8106721

⑦① Demandeur: **HAMON-SOBELCO S.A. Société dite:**,
50-58, Rue Capouillet, B-1060 Bruxelles (BE)

④③ Date de publication de la demande: 13.10.82
Bulletin 82/41

⑦② Inventeur: **Bouton, Franz Materne Florentin Ghislain, 8**
Rue des Pommiers, B-7490 Braine Le Comte (BE)

⑧④ Etats contractants désignés: **AT BE CH DE FR GB IT LI**
LU NL SE

⑦④ Mandataire: **Moncheny, Michel et al, c/o Cabinet**
Lavoix 2 Place d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris
Cedex 09 (FR)

⑤④ **Echangeur de chaleur comprenant une batterie de tubes.**

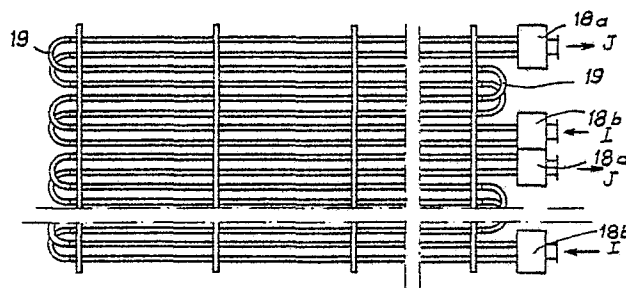
⑤⑦ L'invention a pour objet un échangeur de chaleur entre un premier fluide et au moins un second fluide, du type comprenant:

a) une batterie de tubes 1 de grande longueur disposés suivant un ensemble de lits de tubes superposés, chaque lit étant constitué d'un ensemble de tubes parallèles, le premier fluide circulant à l'intérieur des tubes et le second fluide circulant à l'extérieur des tubes perpendiculairement aux lits de tubes,

b) des boîtes de connexion 18a, 18b raccordées aux extrémités de certains de ces tubes et destinées à amener le premier fluide à ces tubes ou à l'évacuer, et

c) des moyens pour raccorder entre elles les autres extrémités des tubes de façon à permettre le passage du premier fluide successivement à l'intérieur d'au moins deux tubes,

caractérisé en ce que les boîtes de connexion 18a, 18b sont raccordées uniquement aux extrémités d'une rangée de tubes s'étendant dans le sens perpendiculaire aux lits ou aux extrémités d'un nombre limité de telles rangées de tubes successives et en ce que les moyens pour raccorder entre elles les autres extrémités des tubes sont constitués par des éléments de liaison substantiellement horizontaux qui raccordent deux tubes successifs d'un même lit.



Echangeur de chaleur comprenant une batterie
de tubes.-

La présente invention concerne les échangeurs de chaleur comprenant des batteries de tubes.

Dans de tels échangeurs, l'échange de chaleur a lieu entre un premier fluide circulant à l'intérieur des tubes de la batterie, dit "fluide interne" et un second fluide léchant les tubes extérieurement, dit "fluide externe".

Dans les échangeurs atmosphériques, c'est-à-dire ceux dont le fluide externe est l'air atmosphérique, il peut exister en outre une alimentation externe des tubes distribuant un liquide dit "fluide d'arrosage", généralement de l'eau, tombant par gravité en ruisselant sur la surface extérieure des tubes : il s'agit alors de réfrigérants dits "secs arrosés".

Le fluide interne est soit un liquide, soit un gaz, soit un gaz en voie de condensation, ou un liquide en ébullition. Les tubes sont soit en matière plastique, soit métalliques; ils sont lisses ou pourvus de surfaces d'échange complémentaires, telles que des ailettes.

Les batteries sont constituées d'un ensemble de lits de tubes superposés, chaque lit étant constitué d'un alignement de tubes dans un plan substantiellement perpendiculaire au flux du fluide externe. La longueur des tubes définit la longueur du lit et celle de la batterie. La largeur du lit définit la largeur de la batterie. La dimension de la batterie parallèlement au flux du fluide externe est son épaisseur.

Dans chaque lit, les tubes sont généralement équidistants les uns des autres et, entre eux, les lits sont équidistants les uns des autres. Par contre, d'un lit à un lit contigu, les tubes sont généralement décalés de telle sorte que les tubes d'un lit se situent entre ceux du lit contigu, c'est-à-dire que, dans tout plan perpendiculaire à la longueur de la batterie, les tubes ont une disposition en quinconce.

Pour des raisons économiques, on cherche lors du dimensionnement des réfrigérants à avoir des dimensions de batterie aussi grandes que possible, qui sont généralement limitées par les conditions de manutention et de transport.

Les longueurs sont généralement de 10 à 12 m et les largeurs généralement de 2 à 3 m. Quant aux épaisseurs, elles sont nettement plus faibles, de 0,50 à 1 m.

Dans les échangeurs de chaleur connus, les extrémités de ces tubes sont raccordées à deux boîtes de connexion destinées à amener le premier fluide à ces tubes et à l'évacuer. Toutefois, pour améliorer l'échange de chaleur entre le premier et le second fluide, les boîtes de connexion servant à amener et à évacuer le premier fluide ne sont raccordées qu'à certaines extrémités des tubes, les autres extrémités étant raccordées entre elles par des boîtes de connexion de façon à permettre le passage du premier fluide successivement à l'intérieur d'au moins deux tubes, ou mieux de plusieurs, avant son évacuation. On fait ainsi généralement effectuer quatre passes au premier fluide à travers la batterie avant de l'évacuer. En pratique des boîtes de connexion sont prévues à chaque extrémité de la batterie et ces boîtes sont divisées en autant de chambres qu'il est nécessaire pour obtenir le nombre de passes souhaité.

Or, ces boîtes de connexion sont coûteuses, difficiles à installer et ne permettent pas aisément la détection et la réparation des fuites.

Le but de l'invention est de remédier aux inconvénients présentés par ces boîtes de connexion.

A cet effet, la présente invention a pour objet un échangeur de chaleur entre un fluide et au moins de l'air atmosphérique, du type comprenant :

a) une batterie de tubes de grande longueur disposés suivant un ensemble de lits de tubes superposés, chaque lit étant constitué d'un ensemble de tubes

parallèles, ledit fluide circulant à l'intérieur des tubes et l'air atmosphérique circulant à l'extérieur des tubes perpendiculairement aux lits de tubes;

5 b) des boîtes de connexion raccordées aux extrémités de certains de ces tubes et destinées à amener ledit fluide à ces tubes ou à l'évacuer; et

c) des moyens pour raccorder entre elles les autres extrémités des tubes de façon à permettre le passage dudit fluide successivement à l'intérieur d'au
10 moins deux tubes,

caractérisé en ce que les boîtes de connexion sont raccordées uniquement aux extrémités d'une rangée de tubes s'étendant dans le sens perpendiculaire aux lits ou aux extrémités d'un nombre limité de telles rangées de tubes
15 successives et en ce que les moyens pour raccorder entre elles les autres extrémités des tubes sont constitués par des éléments de liaison substantiellement horizontaux qui raccordent deux tubes successifs d'un même lit.

L'art antérieur et l'invention seront décrits
20 ci-après à l'aide des dessins annexés dans leur application aux réfrigérants atmosphériques secs arrosés, constitués de batteries horizontales de tubes refroidies par de l'air atmosphérique circulant verticalement à contre-courant d'un flux d'eau tombant en chute libre à travers la bat-
25 terie en ruisselant sur les tubes.

Sur ces dessins :

les Fig. 1a, 1b, 1c, 2a, 2b, 2c, 3a, 3b, 3c, 4a, 4b et 4c représentent des échangeurs de chaleur en dehors de l'invention;

30 les Fig. 5a, 5b, 5c, 6a, 6b, 6c représentent des échangeurs de chaleur selon la présente invention; les indices a, b et c désignant respectivement les vues en élévation, les vues en plan et les vues de côté.

La Fig. 1 représente un échangeur de chaleur de
35 l'art antérieur.

La vue en élévation le représente dans son épaisseur, et celle en plan, dans sa largeur.

Cet échangeur comprend une batterie de tubes 1, rectilignes disposés suivant des lits horizontaux superposés, chaque lit étant constitué d'un ensemble de tubes parallèles.

5 Ces tubes sont réunis de distance en distance par des dispositifs d'entretoisement 2 et sont raccordés de façon étanche à leurs deux extrémités à une première boîte de connexion 3 et à une seconde boîte de connexion 4. La boîte de connexion 3 est divisée en trois compartiments 3a, 3b, 3c par des cloisons horizontales 5 et 6. 10 Le compartiment 3a comporte un organe 7 de raccordement à une conduite d'admission du fluide interne à refroidir et le compartiment 3c comporte un organe 8 de raccordement à une conduite d'évacuation du fluide interne refroidi. 15 La boîte de connexion 4 est divisée par une cloison horizontale 9 en deux compartiments 4a et 4b.

L'air atmosphérique de réfrigération est introduit sous la batterie et est aspiré ou refoulé vers le haut suivant la flèche A. De l'eau est pulvérisée au-dessus de la 20 batterie et ruisselle sur les tubes suivant la flèche E. Le fluide à refroidir qui entre dans le compartiment 3a suivant la flèche I effectue successivement quatre passes, à savoir entre les compartiments 3a et 4a, 4a et 3b, 3b et 4b et 4b et 3c et sort du compartiment 3c suivant la flèche J.

25 Dans le cas fréquent où le fluide interne est de l'eau liquide, la vitesse de l'eau dans un tube est :

$$v = \frac{Q}{S} \frac{N_p}{N_b.N_l.N_t} \quad (I)$$

où Q est le débit d'eau du réfrigérant

N_p est le nombre de passes

30 N_b est le nombre de batteries

N_l est le nombre de lits de tubes par batterie

N_t est le nombre de tubes par lit

S est la surface de la lumière d'un tube

35 Les valeurs acceptables pour γ sont comprises entre d'étroites limites, le maximum étant déterminé

par les pertes de charge hydrauliques et l'érosion et le minimum par la qualité de l'échange thermique et le coût (fonction de la quantité totale de tubes = $Nb.Nl.Nt$ et de leur dimension S). y doit, par exemple, être compris
5 entre 0,5 et 2,0 m/s.

Nl est déterminé par les exigences de l'échange thermique, ainsi que par les pertes de charge aérauliques qui y sont proportionnelles.

Lorsque la batterie est constituée de tubes en
10 matière plastique, ceux-ci sont de faible section (diamètre de l'ordre de grandeur de 10 à 20 mm) et le nombre de lits est relativement élevé (16 à 50 par exemple).

On a représenté sur la Fig. 2 un échangeur de chaleur dans lequel on a remplacé les boîtes de connexion
15 de l'échangeur représenté sur la Fig. 1 qui couvrent la section (largeur $\times$ épaisseur) complète de la batterie, par deux boîtes de connexion, l'une 10 d'amenée du fluide interne dans les tubes 1 supérieurs correspondant à la première passe et l'autre 11 d'évacuation du fluide in-
20 terne de la dernière passe, avec des coudes 12 assurant la liaison des tubes entre les différentes passes, de la première à la dernière.

Cette disposition n'est pas non plus satisfaisante parce que les boîtes de connexion sont encore re-
25 lativement grandes, alimentant plusieurs lits, et donc coûteuses, que les coudes ont des dimensions très variées et sont donc coûteux à la fabrication et au montage, que l'encombrement des raccordements hydrauliques est grand et que les coudes se chevauchent rendant pratiquement
30 impossible l'accès aux coudes intérieurs.

Pour remédier à ces inconvénients, on pourrait concevoir un échangeur de chaleur, comme représenté sur la Fig. 3, dans lequel les boîtes de connexion 13 et 14 respectivement d'amenée du fluide interne et d'évacuation
35 du fluide interne ne sont reliées qu'à deux lits de tubes 1 et dans lequel les raccordements entre les diverses

passes sont réalisés par des coudes 15 identiques. Avec cette configuration on diminue l'épaisseur des boîtes de connexion, mais l'on accroît le nombre de passes.

- 5 tubes Δh_h est proportionnelle à la longueur de tubes parcourue par l'eau, c'est-à-dire au produit L (longueur de la batterie) $\times N_p$ (nombre de passes) et approximativement au carré de la vitesse v , on a :

$$\Delta h_h \text{ proportionnel à } v^2 \cdot L \cdot N_p = \left(\frac{Q}{S \cdot N_b \cdot N_t \cdot N_l} \right)^2 \cdot N_p^3 \cdot L$$

- 10 Le terme au carré est plus ou moins fixé par le débit de fluide interne et par la charge thermique et est indépendant de l'agencement hydraulique des batteries. La perte de charge hydraulique est donc, en première approximation, pour des batteries semblables, proportion-
- 15 nelle au cube du nombre de passes. Les configurations du type de celles représentées sur la fig. 3 à nombre très élevé de passes ne sont donc pas satisfaisantes.

- On pourrait alors penser à ajouter, comme représenté sur la Fig. 4, des boîtes de connexion intermédiaires 16 et 17 semblables aux boîtes 13 et 14 de la batterie de la Fig. 3 pour revenir au nombre de passes initial, soit quatre dans l'exemple représenté à la Fig. 1. Mais, cette configuration n'est pas non plus satisfaisante parce que les boîtes de connexion étant relativement longues (leur longueur est égale à la largeur de la batterie), distribuant donc le fluide interne à un nombre relativement grand de tubes, doivent être relativement épaisses. En conséquence, la présence de boîtes contiguës telles que les boîtes 16 et 17 ne permet pas,
- 20 si l'on veut un débit satisfaisant du fluide interne, de maintenir entre deux lits contigus alimentés l'un par une boîte et l'autre par une autre boîte, l'écartement normal entre les lits en raison de l'épaisseur de ces boîtes, ce qui est néfaste aux points de vue thermique, aéraulique
- 30 et technologique. De plus, le mouvement relatif des fluides,
- 35

qui consiste dans la situation en série dans le flux d'air de plusieurs sous-batteries fonctionnant selon un système mixte courants croisés/contre-courant, n'est pas favorable du point de vue thermique.

5 On a représenté sur la Fig. 5 un échangeur de chaleur selon l'invention qui diffère fondamentalement des échangeurs de chaleur connus à batteries de tubes ou de ceux que l'on pouvait concevoir à partir des échangeurs de chaleur connus.

10 Cet échangeur comprend de manière classique une batterie de tubes 1 rectilignes disposés en quinconce suivant des lits horizontaux superposés. Le fluide externe est introduit sous la batterie et circule vers le haut suivant la flèche A. De l'eau est pulvérisée au-dessus de
15 la batterie et ruisselle sur les tubes suivant la flèche E.

La batterie comprend à l'une de ses extrémités une série de boîtes de connexion 18a et 18b respectivement d'amenée du fluide interne et d'évacuation de ce fluide
20 interne. Ainsi, le fluide interne entre dans une boîte de connexion 18a suivant la flèche I et sort d'une boîte de connexion 18b suivant la flèche J. Ces boîtes sont étroites et s'étendent dans le sens vertical sur toute l'épaisseur de la batterie. Elles sont raccordées seu-
25 lement à deux rangées successives verticales de tubes 1 disposés en quinconce.

Entre les boîtes 18a et 18b deux rangées verticales successives de tubes sont raccordées aux deux rangées verticales suivantes par les tubes coudés horizon-
30 taux 19, le raccordement se faisant ainsi entre les tubes d'un même lit.

A l'autre extrémité de la batterie, deux rangées verticales successives de tubes sont également raccordées aux deux rangées verticales suivantes par des
35 tubes coudés horizontaux 19.

Ainsi, les boîtes de connexion 18a et 18b servent uniquement à amener et à évacuer le fluide interne,

le raccordement des tubes d'une passe à l'autre étant réalisé uniquement par les tubes coudés horizontaux 19. L'alignement des passes successives, avec l'agencement selon la présente invention, est horizontal, contrairement à ce qui existe pour les agencements décrits précédemment.

Le fluide interne entrant dans la batterie par une boîte de connexion 18a effectue ainsi quatre passes avant de ressortir par la boîte de connexion 18b.

Avec cet agencement, il est possible de disposer dans le sens de la largeur de la batterie une succession d'échangeurs élémentaires (par échangeur élémentaire on désigne la partie qui va d'une boîte 18a d'amenée du fluide interne à la boîte 18b correspondante d'évacuation du fluide).

Par rapport à la configuration de la Fig. 4, il y a un plus grand nombre de boîtes, plus courtes et en conséquence plus étroites. Les boîtes contiguës (18b, 18a) ne se gênent plus mutuellement lorsqu'on veut respecter sur toute l'épaisseur et la largeur de la batterie un pas longitudinal et un pas transversal uniques entre les tubes.

Par contre, par rapport à la disposition connue de la Fig. 1, la vitesse du fluide interne est conservée et la perte de charge hydraulique n'est pas substantiellement modifiée, celle des tubes proprement dits est identique, comme le montre la formule I, puisque l'agencement selon l'invention n'a modifié ni N_b , ni N_t , ni N_l , ni N_p , et celle des raccordements hydrauliques est plutôt diminuée parce que les coudes et les boîtes de connexion étroites et allongées assurent une circulation plus régulière du fluide.

Au lieu que l'alimentation de la batterie se fasse sur l'ensemble des tubes des premiers lits, comme connu, l'alimentation selon l'invention se fait sur le premier ou les premiers tubes (de préférence les deux premiers) de l'ensemble des lits.

L'agencement selon l'invention présente en outre les avantages suivants :

- le problème de la tenue à la pression des boîtes de connexion est beaucoup moins complexe:

5 - la détection et la réparation des fuites du fluide interne aux raccordements des tubes sont beaucoup plus aisés:

10 - les problèmes de dilatation sont pratiquement inexistant: alors que la dilatation est particulièrement appréciable en ce qui concerne l'effet différentiel dû aux différences de température entre les tubes de passes différentes, dans la présente invention les tubes peuvent se dilater librement par suite de l'absence des grandes plaques tubulaires.

On a représenté sur la Fig. 6 une variante de l'échangeur représenté sur la Fig. 5.

15 Au lieu d'être raccordées d'un même côté de la batterie comme sur la Fig. 5, les boîtes de connexion 18a destinées à amener le fluide interne sont raccordées à l'un des côtés, tandis que les boîtes de connexion 18b destinées à évacuer le fluide interne sont raccor-
20 dées à l'autre côté.

Comme pour la batterie représentée sur la Fig. 5 le raccordement des tubes d'une passe à l'autre est réalisé par des tubes coudés horizontaux 19. Avec un tel agencement, le nombre de passes est impair, tandis qu'il
25 est pair lorsque toutes les boîtes sont d'un même côté de la batterie. Dans le cas représenté sur la Fig. 6, le nombre de passes est de trois.

En variantes, les tubes coudés reliant deux tubes successifs d'un même lit peuvent être remplacés
30 par de petites boîtes de connexion reliant horizontalement deux tubes successifs d'un même lit.

REVENDEICATIONS

1. Echangeur de chaleur entre un fluide et au moins de l'air atmosphérique du type comprenant :

a) une batterie de tubes (1) de grande longueur disposés suivant un ensemble de lits de tubes superposés, chaque lit étant constitué d'un ensemble de tubes parallèles, ledit fluide circulant à l'intérieur des tubes et l'air atmosphérique circulant à l'extérieur des tubes perpendiculairement aux lits de tubes,

b) des boîtes de connexion (18a,18b) raccordées aux extrémités de certains de ces tubes et destinées à amener ledit fluide à ces tubes ou à l'évacuer, et

c) des moyens pour raccorder entre elles les autres extrémités des tubes de façon à permettre le passage dudit fluide successivement à l'intérieur d'au moins deux tubes, caractérisé en ce que les boîtes de connexion (18a,18b) sont raccordées uniquement aux extrémités d'une rangée de tubes s'étendant dans le sens perpendiculaire aux lits ou aux extrémités d'un nombre limité de telles rangées de tubes successives et en ce que les moyens pour raccorder entre elles les autres extrémités des tubes sont constitués par des éléments de liaison substantiellement horizontaux qui raccordent deux tubes successifs d'un même lit.

2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments de liaison sont constitués par des tubes coudés (19).

3. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments de liaison sont constitués par de petites boîtes à eau.

4. Echangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les boîtes de connexion (18a,18b) sont disposées d'un même côté de la batterie.

5. Echangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les boîtes de connexion (18a) destinées à amener le premier fluide sont disposées d'un même côté et les boîtes de connexion (18b) 5 destinées à évacuer le premier fluide sont disposées de l'autre côté de la batterie.

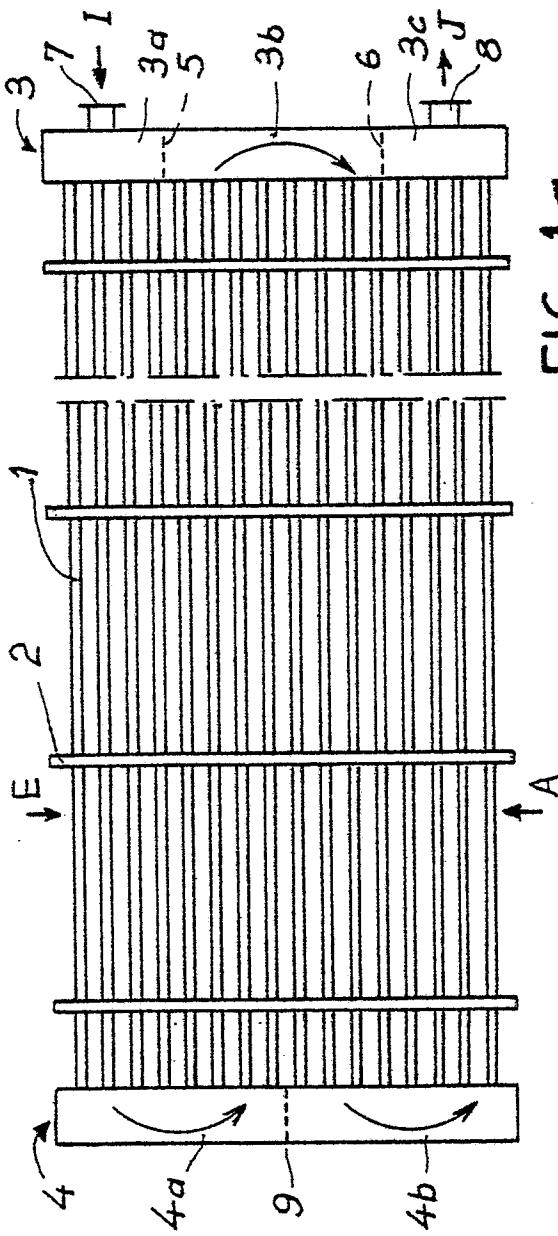


FIG. 1a

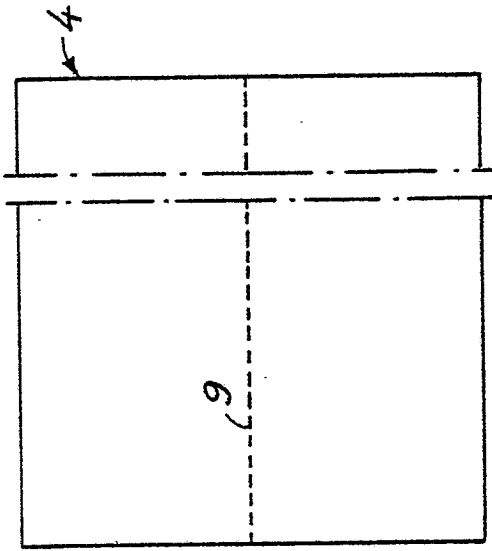


FIG. 1c

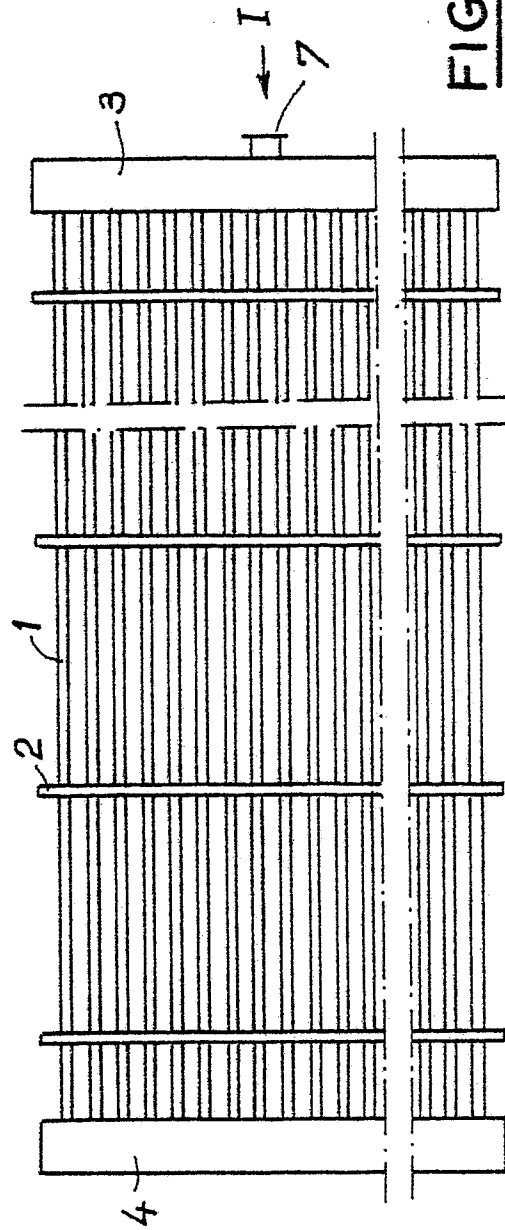
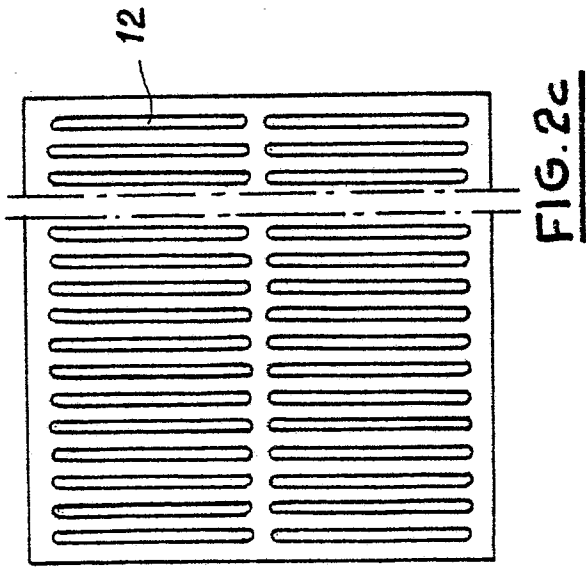
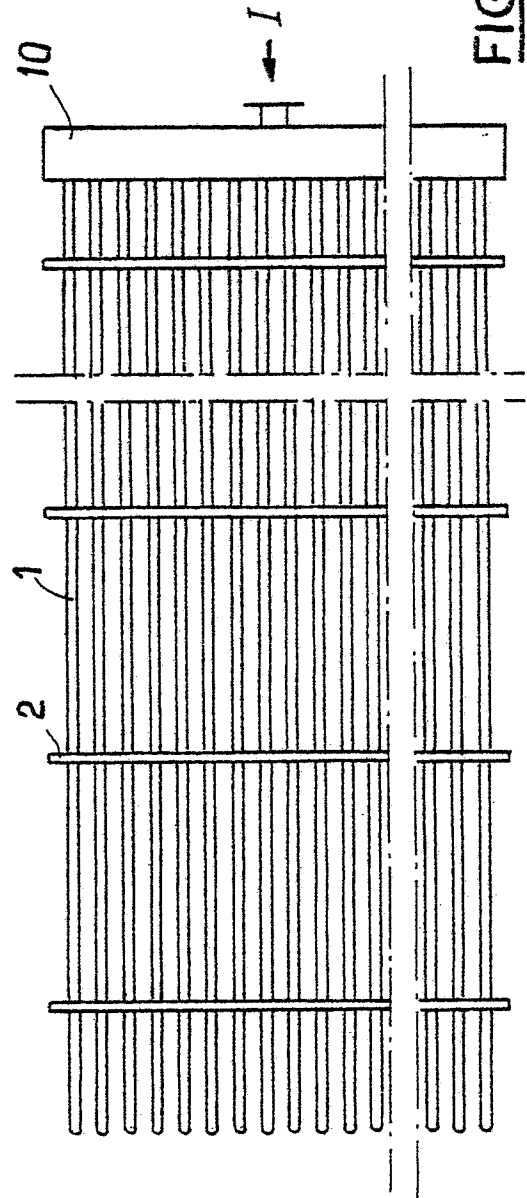
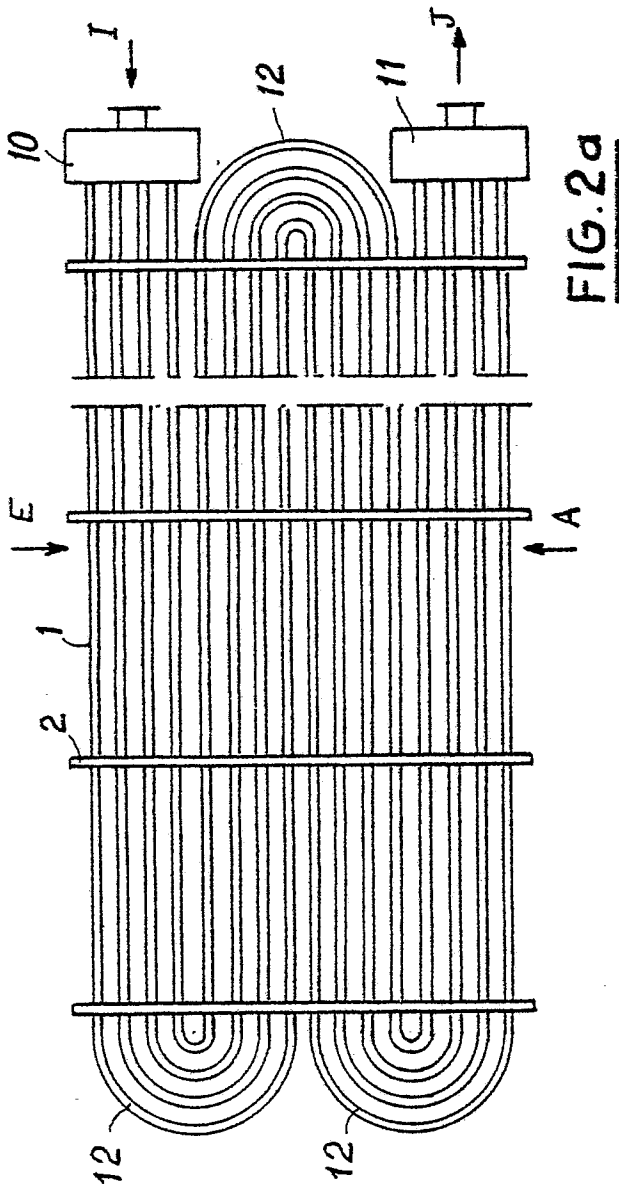


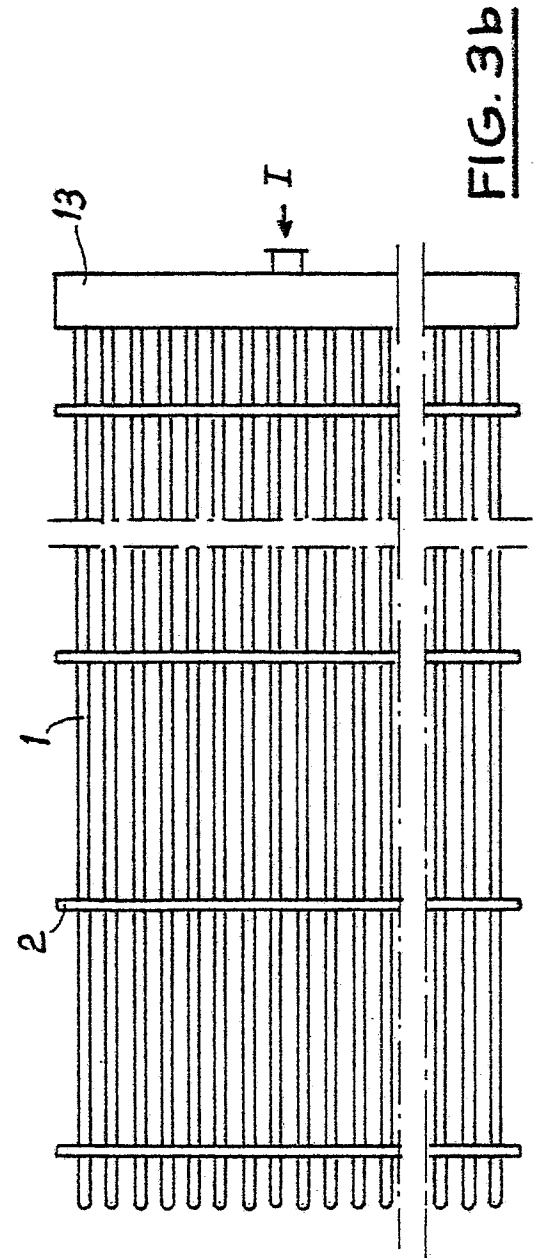
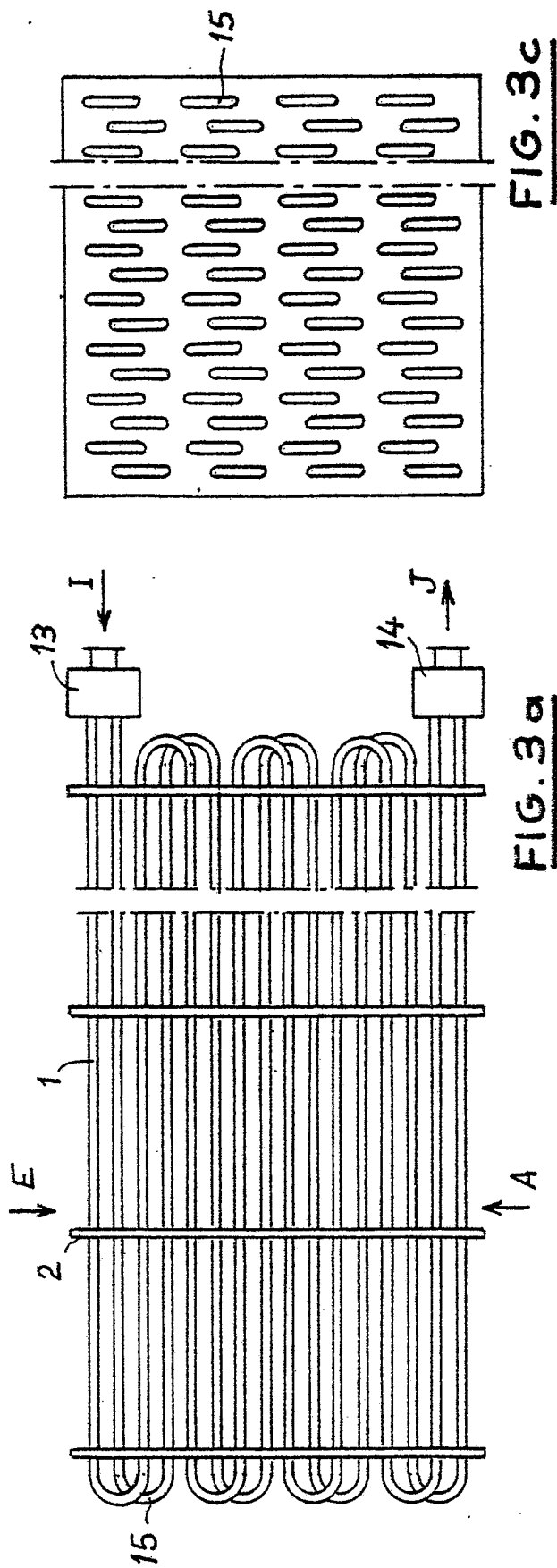
FIG. 1b



0062577

0062577

3/6



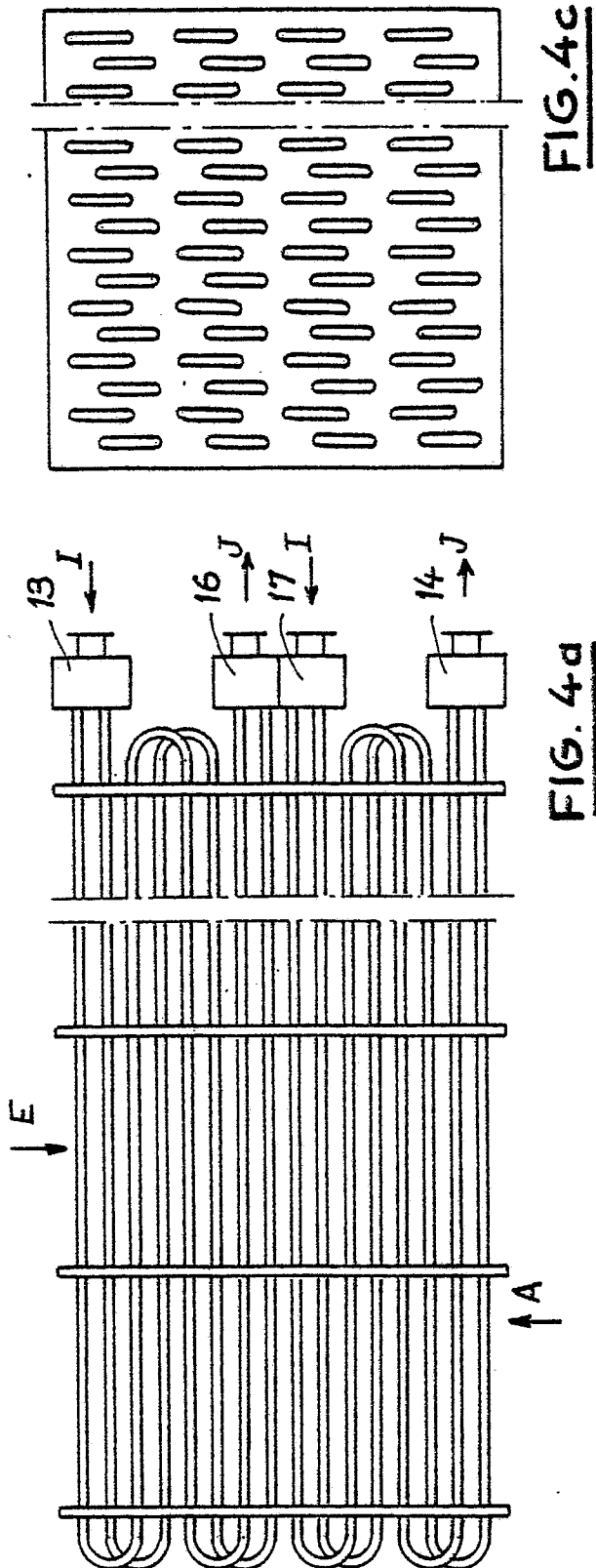


FIG. 4c

FIG. 4a

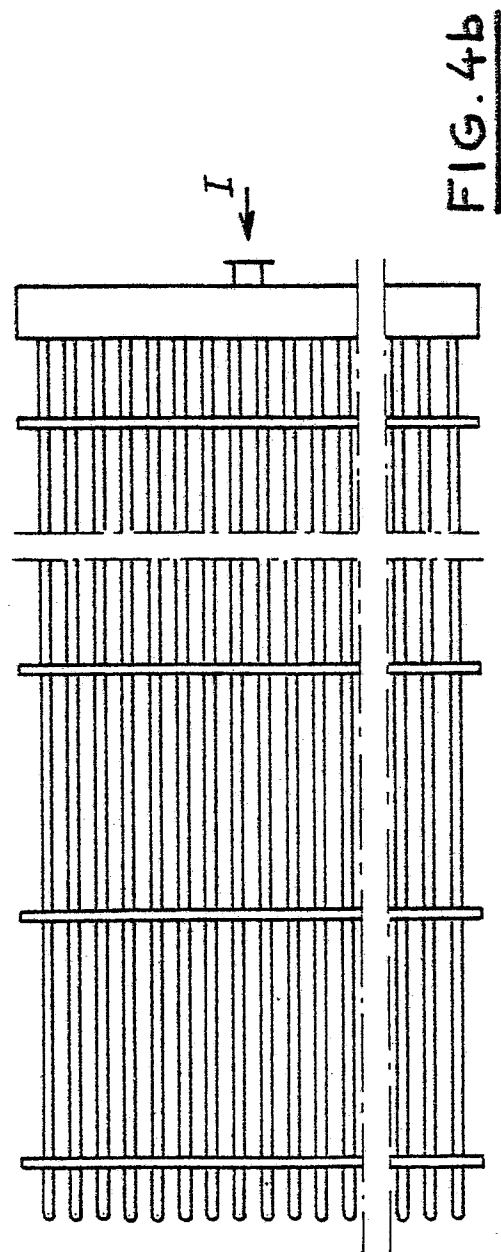
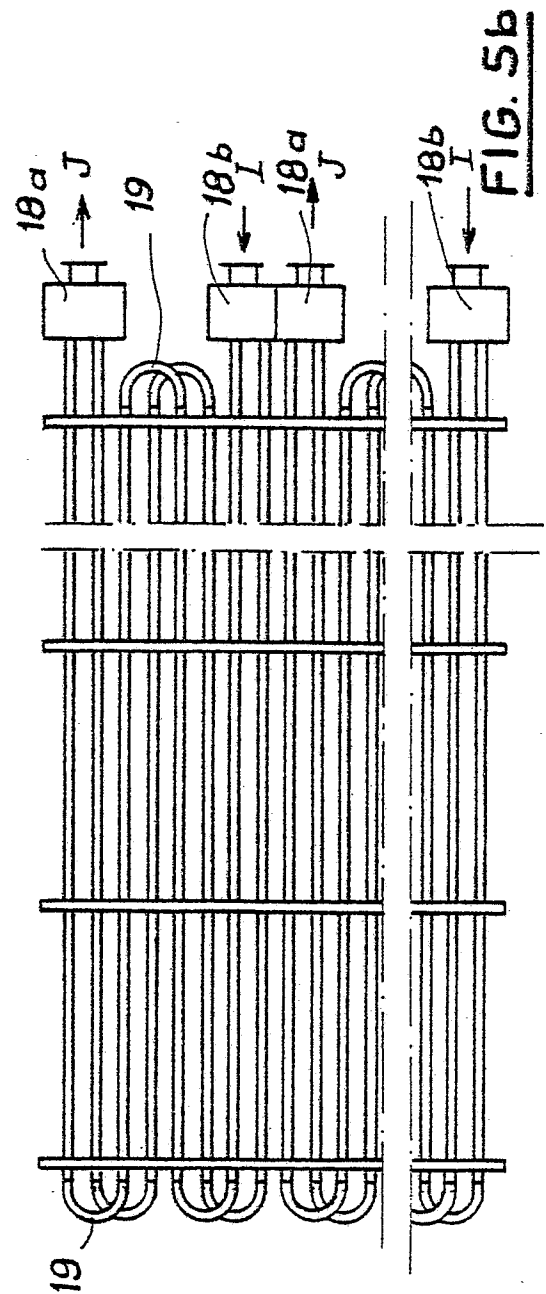
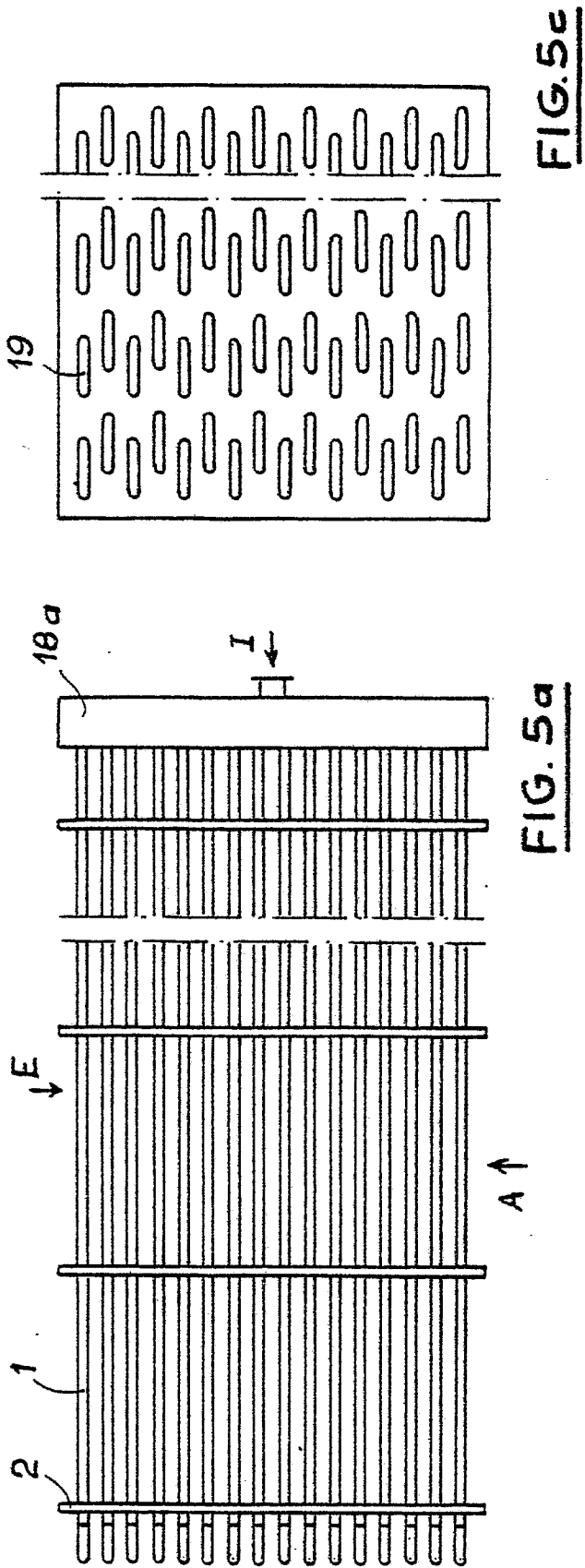
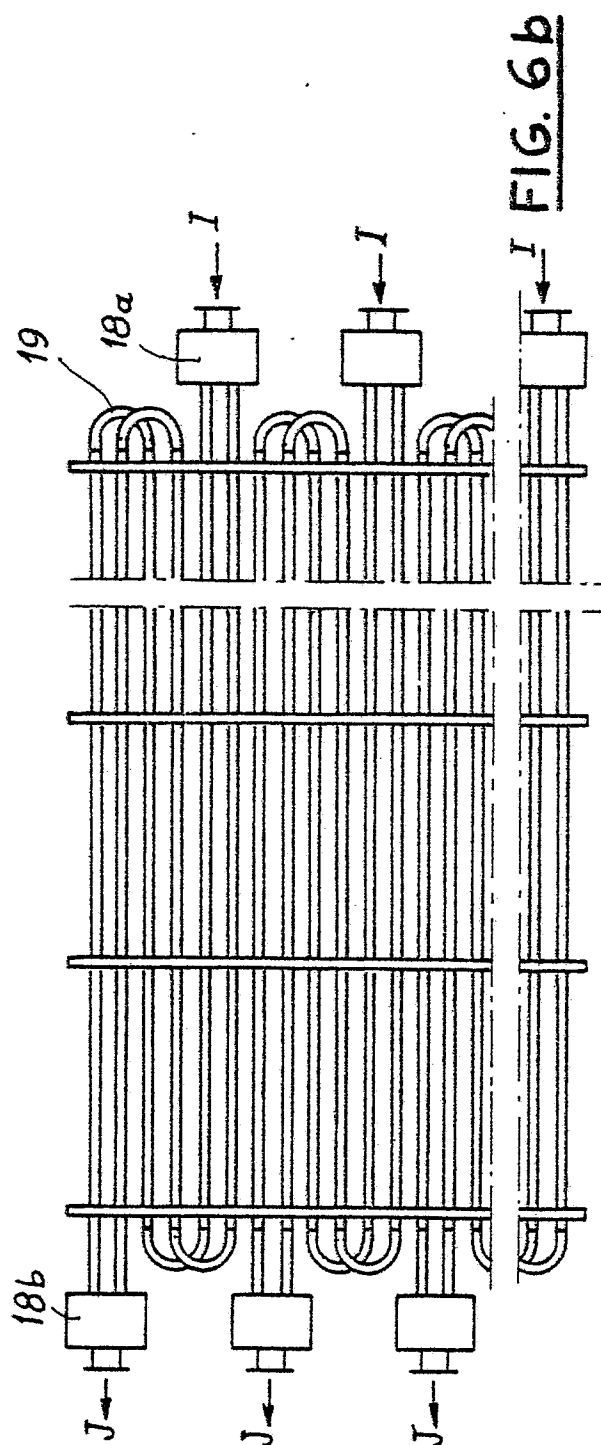
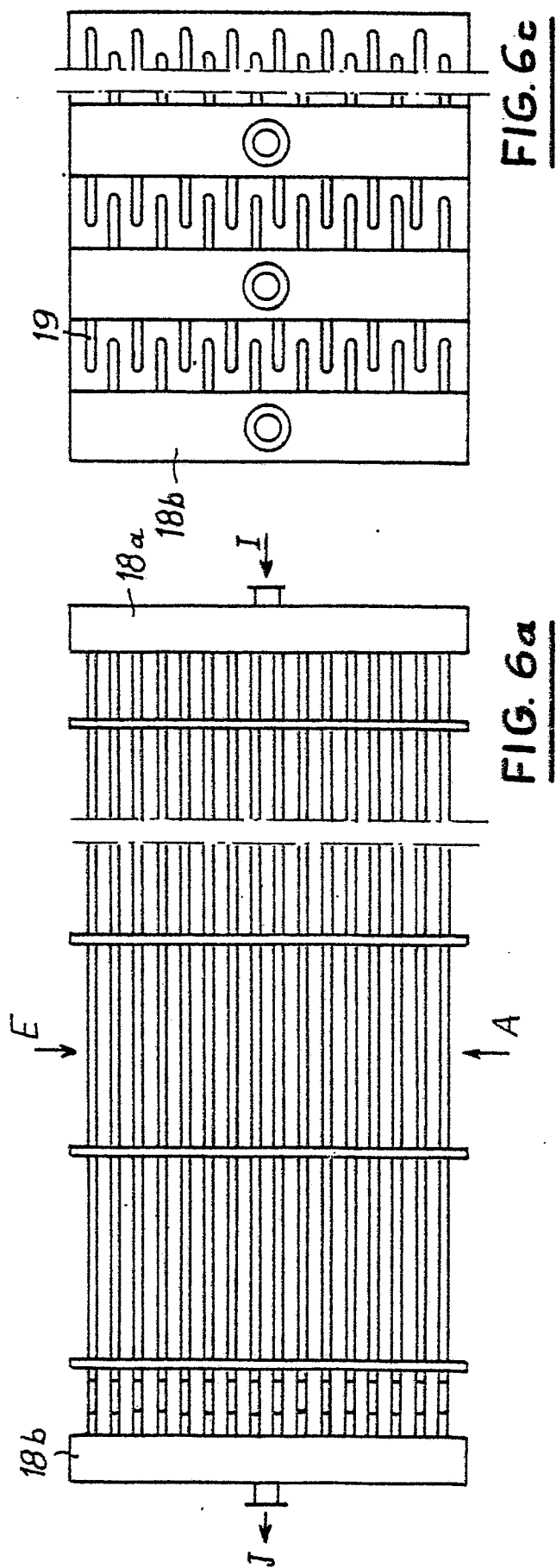


FIG. 4b







Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0062577

Numéro de la demande

EP 82 40 0573

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS:			
Categorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
X	<u>GB - A - 1 352 121</u> (COOL TECHNOLOGY) * Page 1, lignes 12-22; page 2, lignes 69-76; figure 5 *	1,2,4	F 28 B 1/06 F 28 D 7/16
	--		
X	<u>DE - B - 2 720 189</u> (BBC) * Colonne 3, lignes 21-42; colonne 6, lignes 26-42; figures 4,7 *	1,3,4	
	--		
A	<u>DE - C - 183 101</u> (WEHLTE) * Document en entier *	1,2,5	
	--		
A	<u>DE - A - 2 143 617</u> (LINDE) * Page 5, paragraphe 2; figure 1 *	1,3,5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3) F 28 B F 28 C F 28 D
	--		
A	<u>FR - A - 2 405 451</u> (HAMON) * Page 4, paragraphe 1; page 8, paragraphes 2,3; figures 2,3,5 *	1-4	

Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 25-06-1982	Examineur SCHOUFOUR
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
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		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 & : membre de la même famille, document correspondant	