

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 798 527 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
01.10.1997 Bulletin 1997/40

(51) Int. Cl.⁶: **F28D 9/00, F28D 9/04**

(21) Numéro de dépôt: **96202200.0**

(22) Date de dépôt: **05.08.1996**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC NL
PT SE**

(71) Demandeur: **Antoine, Hubert**
7552 HP Hengelo (NL)

(72) Inventeur: **Antoine, Hubert**
7552 HP Hengelo (NL)

(74) Mandataire: **De Palmenaer, Roger et al**
Bureau Vander Haeghen S.A.
Rue Colonel Bourg 108 A
1030 Bruxelles (BE)

(54) **Echangeur de chaleur spirale**

(57) Un échangeur de chaleur (1) est formé d'une paire de feuilles imprimées de reliefs et enroulées pour former un rouleau.

Les fluides arrivent et débouchent sur les faces opposées du rouleau par des secteurs angulaires alternés (3), (4), (5), (6).

Ces secteurs sont obtenus par le déport du bord d'une feuille sur l'autre à intervalles angulaires réguliers.

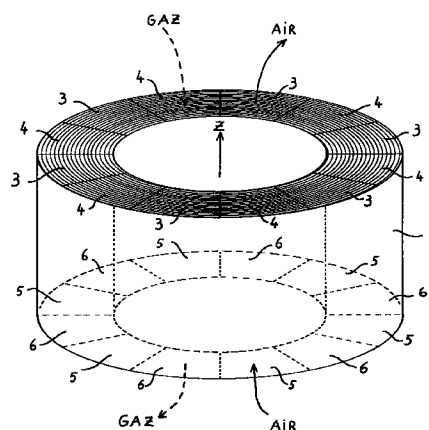


Fig. 1

EP 0 798 527 A1

Description

L'invention concerne un échangeur de chaleur enroulé en spirale, où les fluides arrivent, circulent et débouchent à contrecourant, dans la direction de l'axe d'enroulement.

Dans le vaste champ d'application des échangeurs de chaleur, une des applications les plus exigeantes est celle des récupérateurs pour turbines à gaz. En effet, ils doivent être compacts, de haute efficacité, peu chers et fiables.

L'efficacité et la compacité peuvent s'obtenir en utilisant le concept de surface primaire, avec des canaux de petit diamètre hydraulique et en faisant circuler les deux fluides à contrecourant.

Le prix de revient sera peu élevé si l'échangeur est constitué par l'assemblage d'un petit nombre d'éléments imprimés et enroulés en continu pour former un rouleau.

Les pertes de charge seront réduites si les sections de passage offertes aux deux fluides sont suffisantes : ceci s'obtient en faisant circuler les fluides axialement et non tangentiellement dans un échangeur spirale. Les échangeurs sont soumis à de fortes charges thermiques et aux chocs thermiques résultant des variations transitoires de fonctionnement de la turbine. La fiabilité est liée à la résistance aux chocs thermiques.

Des échangeurs de chaleur constitués d'un enroulement d'une paire de feuillets, entre lesquels les fluides passent à contrecourant, dans le sens axial du rouleau ainsi formé, sont connus : voir pour exemple un brevet récent (1995) de la société Rolls-Royce. Ces échangeurs enroulés distribuent le flux par des découpes pratiquées dans la feuille et soudées par paires au moment de l'enroulement.

Une difficulté intéressante dans la conception des échangeurs de chaleur est la distribution du flux entrant dans les multiples petits canaux sièges de l'échange de chaleur et ensuite, la collecte de ces nombreux flux en un seul flux sortant. Ce processus doit avoir lieu sans pertes de charge excessives, ni création de contraintes mécaniques excessives dues aux gradients thermiques.

La distribution et la collecte des flux s'effectuent dans les échangeurs à plaques empilées par des découpes pratiquées dans les plaques. Les rebords de ces découpes sont brasées ou soudées lors de l'empilement [voir brevet US 4 073340] ou garnis d'un joint d'étanchéité, comme dans les échangeurs à plaque de la société Alfa-Laval bien connus.

D'autres échangeurs à plaques empilées n'ont pas ces découpes [voir SAE 851254 : Development, Fabrication and application of a Primary Surface Gas Turbine Recuperator, E.L.Parsons], mais les côtés des plaques sont alors garnies de barrettes de fermeture.

L'invention vise à réaliser un échangeur de chaleur formé par enroulement d'une paire de feuilles où les fluides circulent à contrecourant dans le sens de l'axe de l'enroulement et arrivent et débouchent sur les faces

opposées du rouleau cylindrique constitué par l'enroulement des feuilles. On évite ainsi de créer des découpes de distribution à l'intérieur de l'échangeur, ce qui élimine à la fois les concentrations de contraintes, les problèmes de soudage, d'inspection et de réparation de ces rebords noyés dans la masse de l'échangeur. Il en résulte une plus grande liberté dans le choix des dimensions et des formes des distributeurs-collecteurs, car ils sont extérieurs à l'échangeur proprement dit. Le concept d'échangeur enroulé permet de se passer des barrettes de fermeture, puisqu'il n'y a plus de bord à fermer.

L'invention est décrite ci-après à l'aide d'un exemple avec référence aux dessins joints, dans lesquels :

La figure 1 est une vue en perspective de l'échangeur montrant les flux des fluides (air et gaz), entrant et sortant de l'échangeur.

La figure 2 est une vue partielle des ouïes de distribution d'air et de gaz sur une des faces de l'échangeur.

La figure 3 montre un secteur d'amenée d'air coiffé de son écope de distribution, en vue éclatée.

La figure 4 montre un des deux feuillets, avant enroulement, en vue partielle plane.

La figure 5 montre l'autre feuillet, avant enroulement, en vue partielle plane.

La figure 6 représente une paire de feuillets accolés dans l'échangeur, en section radiale.

La figure 7 fait apparaître le trajet de l'air et du gaz, entre une paire de feuillets, d'une face de l'échangeur à l'autre, en vue partielle.

L'échangeur est constitué d'un noyau 1 auquel sont fixés des écopas 8 d'amenée et d'évacuation d'air 2, figures 1 et 3.

Sur une face du noyau, l'air pénètre par des secteurs angulaires 5 régulièrement espacés et alternant avec des secteurs angulaires 6 de sortie des gaz.

Sur la face opposée du noyau, l'air sort par des secteurs angulaires 3 régulièrement espacés et alternant avec des secteurs angulaires 4 d'entrée des gaz (figure 1).

Le noyau est constitué d'un enroulement d'une paire de feuillets a et b autour d'un axe z, figure 1.

Le feuillet a est ridé longitudinalement, c'est-à-dire selon l'axe d'enroulement z, tandis que le feuillet b l'est transversalement, c'est-à-dire selon la direction tangentielle d'enroulement (figures 4 et 5). Le feuillet a possède trois zones axiales de rides : les zones II et IV près des bords et la zone III centrale (figure 4).

Le feuillet b est ridé sur ces mêmes trois zones et comporte également, sur les zones I et V d'entrée-sortie,

des rebords 7 déportés alternativement pour former les ouïes d'arrivée-sortie des fluides (figures 5 et 2).

Les rebords déportés de b viennent contre le rebord de a et vice versa, lors de l'enroulement. Ils sont définitivement brasés ensemble, une fois l'enroulement du noyau terminé (figure 2).

Le déport alternatif des rebords de b doit se faire lors de l'enroulement et en synchronisation avec celui-ci. Il faut en effet que les ouïes ainsi formées soient de longueur croissante à chaque tour d'enroulement et en phase angulaire pour former des secteurs angulaires bien réguliers. Les écopes 8 sont ensuite brasées sur les faces du noyau 1, avec leurs bords 9 brasés sur les bords 10 des secteurs angulaires, comme indiqué figure 3.

La somme des hauteurs des rides de a et de b est constante sur toutes les zones ; elle vaut le déport de b sur les zones I et V et permet l'enroulement sans déformation radiale de la paire ab, car elle est d'épaisseur constante équivalant à la somme des hauteurs des rides de a et de b, comme illustré par la figure 6.

Ceci permet aussi de joindre, par brasage par exemple, les feuilles a et b aux points de contact 11 des lignes de crête des rides. Ces points forment un quadrillage, intersection des lignes de crête des rides.

En ne brasant ainsi entre elles que les paires de feuilles entre lesquelles circule le fluide de pression supérieure à l'autre, on assure ainsi une rétention locale de la surpression de ce fluide, sans avoir besoin d'une enceinte de pressurisation. Les paires de feuilles ainsi jointes sont rigides en flexion, tout en étant souples en cisaillement, ce qui réduit les contraintes dues aux inévitables gradients thermiques.

Dans les zones II et IV, les rides de a et de b ont des hauteurs comparables : étant perpendiculaires et en contact par leurs crêtes, elles permettent le passage de l'air et du gaz dans les deux directions axiale et tangentielle : ces zones sont des zones de distribution du flux à partir des secteurs d'entrée vers la zone III ; ce sont des zones à flux croisés, comme indiqué sur la figure 7. Dans la zone III, les flux sont essentiellement parallèles et opposés ; c'est-à-dire à contrecourant (figure 7), car les rides tangentielles de b sont minimales et celles de a, axiales, sont grandes (figure 6).

Ce type d'échangeur peut aussi être réalisé en remplaçant les rides imprimées en relief par des ailettes de même hauteur, garnissant des feuilles planes.

Revendications

1. Echangeur de chaleur cylindrique obtenu par l'enroulement d'une paire de feuilles, les deux fluides circulant à contrecourant dans le sens axial de l'enroulement entre les paires adjacentes de feuilles, caractérisé en ce que les deux fluides arrivent et débouchent sur les faces opposées de l'enroulement, par des secteurs angulaires régulièrement espacés.

2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les secteurs angulaires consécutifs sont formés par la juxtaposition d'ouïes obtenues par le déport alternatif du rebord d'une des feuilles sur l'autre.

3. Echangeur de chaleur selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'une des feuilles est imprimée en relief d'un motif de rides longitudinales et l'autre feuille d'un motif de rides transversales.

4. Echangeur de chaleur selon la revendication 3, caractérisé en ce que les paires de feuilles sont brasées ou jointes deux par deux aux points de contact des lignes de crête des rides.

5. Echangeur de chaleur selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'une des feuilles est garnie d'ailettes longitudinales, l'autre d'ailettes transversales.

6. Echangeur de chaleur selon la revendication 5, caractérisé en ce que les paires de feuilles sont brasées ou jointes deux par deux aux points de contact des lignes de crête des ailettes.

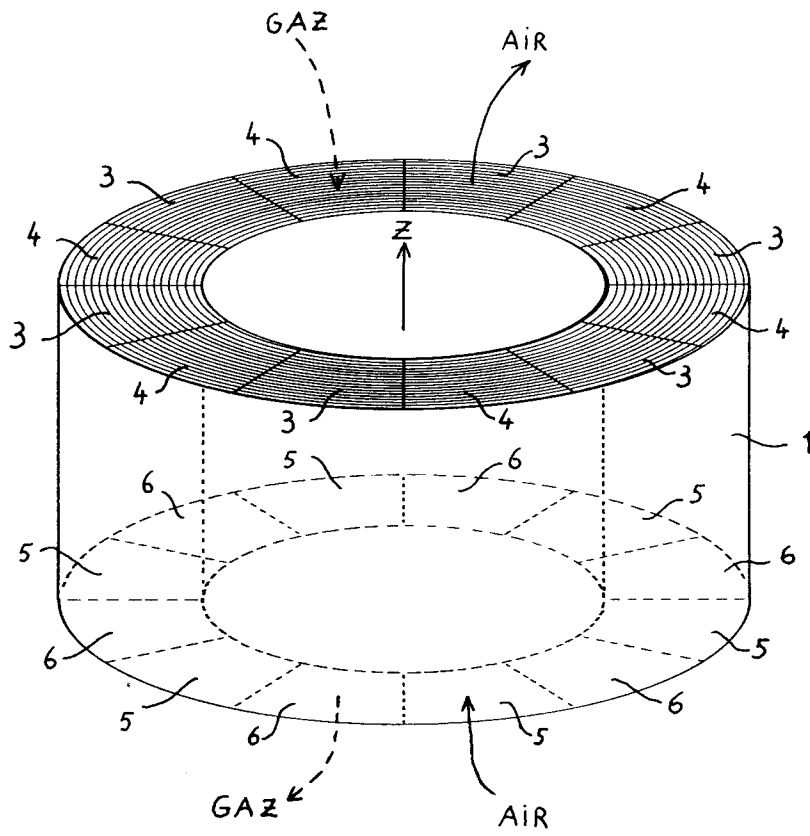


Fig. 1

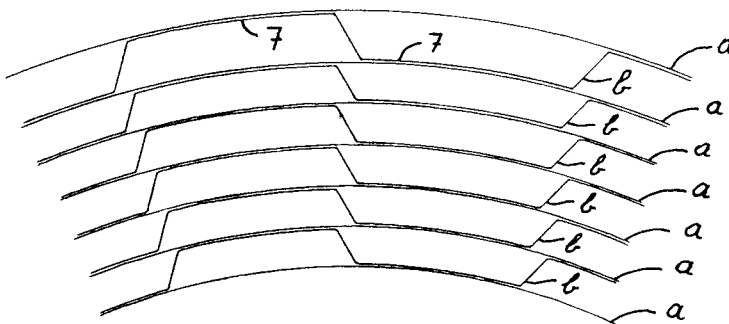


Fig. 2

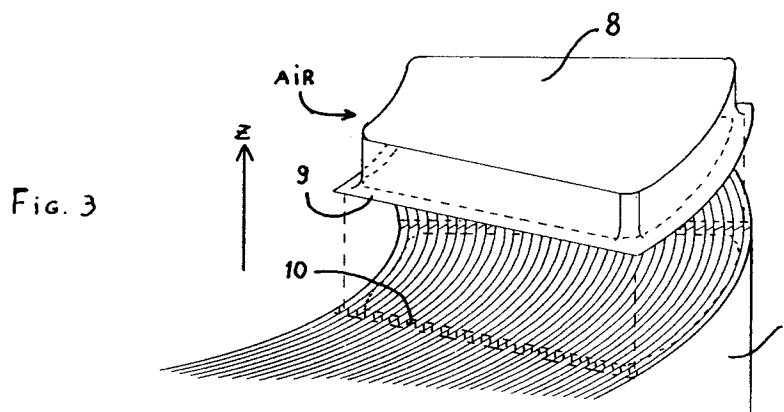


Fig. 3

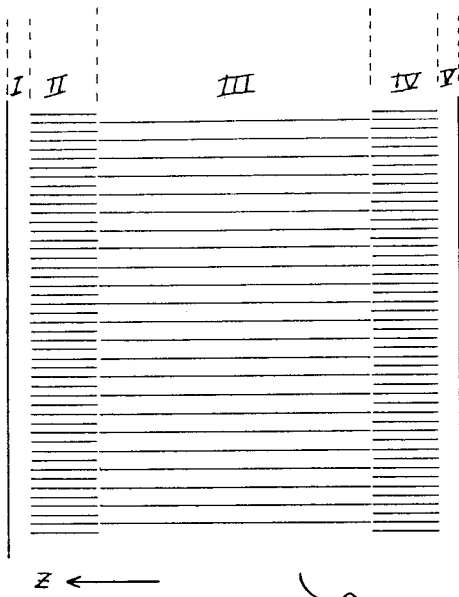


Fig. 4

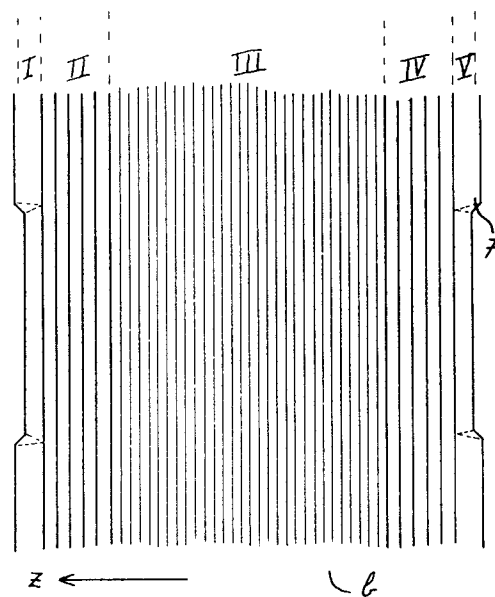


Fig. 5

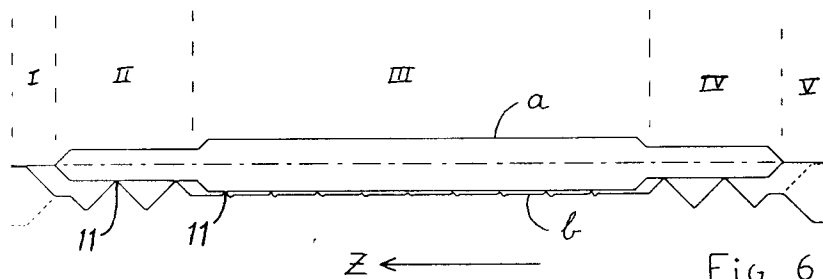
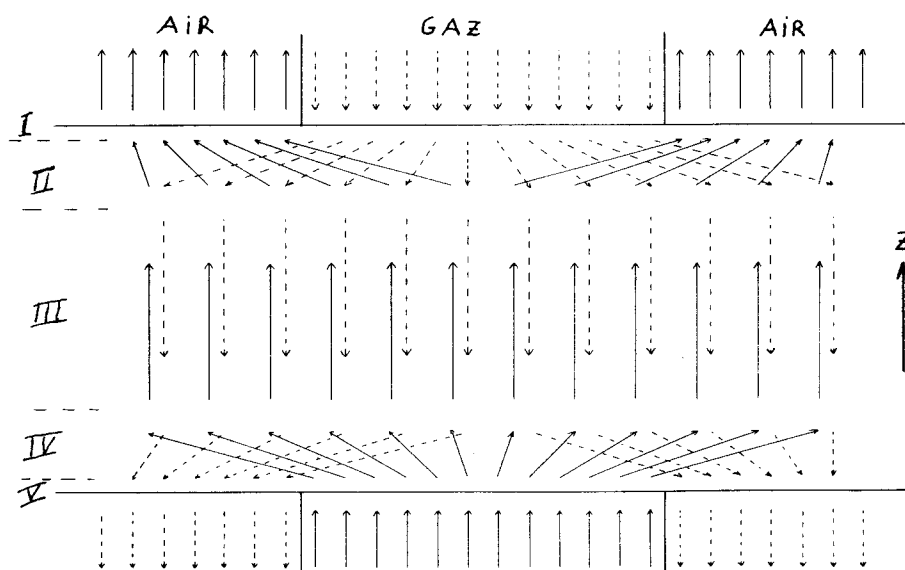


Fig. 6

Fig. 7





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 96 20 2200

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	DE 32 34 878 A (PESCHKE RUDOLF) 22 mars 1984 * le document en entier *	1	F28D9/00 F28D9/04
A	FR 2 319 868 A (LINDE AG) 25 février 1977 * le document en entier *	1	
A	DE 11 21 090 B (C.A. PARSONS) 4 janvier 1962 * le document en entier *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			F28D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 10 décembre 1996	Examinateur Zaegel, B
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			

EPO FORM 1503 01/92 (PWO/CE)