



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
24.02.1999 Bulletin 1999/08

(51) Int Cl.⁶: **F22B 31/00, F28D 13/00**

(21) Numéro de dépôt: **98402063.6**

(22) Date de dépôt: **14.08.1998**

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

- **Gauville, Pierre**
91370 Verrièrre le Buisson (FR)
- **Enault, Christian**
92260 Fontenay aux Roses (FR)

(30) Priorité: **18.08.1997 FR 9710425**

(74) Mandataire: **Gosse, Michel et al**
ALSTOM France SA
Service de Propriété Industrielle
c/o CEGELEC
5, Avenue Newton
92142 Clamart Cédex (FR)

(72) Inventeurs:
 • **Semedard, Jean-Claude**
75014 Paris (FR)

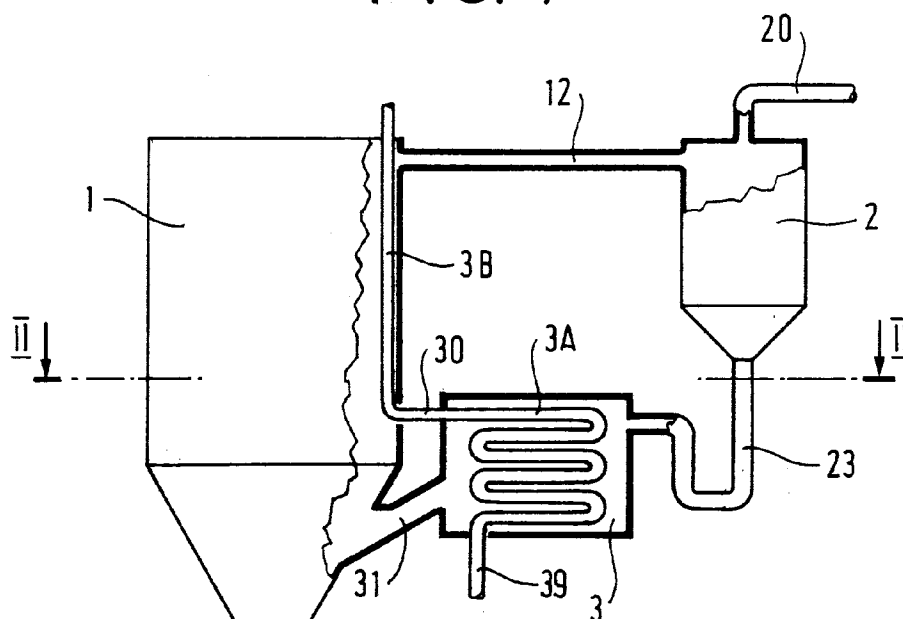
(54) **Chaudière à lit fluidisé dense externe**

(57) La présente invention concerne une chaudière comportant un foyer (1) à lit fluidisé circulant, un organe de séparation (2) des gaz et des solides extraits de ce foyer, un lit fluidisé dense externe (3) entre la sortie solides (23) de cet organe de séparation (2) et la base du

foyer (1), ce lit externe comprenant un premier échangeur thermique (3A) dans lequel circule un fluide caloporteur à évaporer.

La sortie (30) de ce premier échangeur est raccordée à un deuxième échangeur thermique (3B) placé dans le foyer (1).

FIG. 1



Description

[0001] La présente invention concerne une chaudière comportant un évaporateur immergé dans un lit fluidisé dense externe.

[0002] Une telle chaudière comporte, entre autres, les éléments suivants :

- un foyer à lit fluidisé circulant dont les parois comprennent des tuyaux verticaux dans lesquels circule une émulsion (phase liquide et phase vapeur) d'eau produite par évaporation de l'eau qui est introduite à la base de ces tuyaux ;
- un organe de séparation, généralement un cyclone, qui récupère en haut du foyer pour les diriger dans deux conduites distinctes les gaz de combustion et les particules de solides fluidisés dans ce foyer ;
- un lit fluidisé dense externe raccordé d'une part à la conduite particules de l'organe de séparation et d'autre part à la base du foyer, ce lit externe comprenant un échangeur thermique qui transmet la chaleur des particules au fluide caloporteur à évaporer qui est souvent de l'eau.

[0003] Cet échangeur thermique prend couramment la forme d'un faisceau de tubes et la circulation du fluide peut être naturelle ou assistée par une ou plusieurs pompes.

[0004] Les échangeurs à circulation naturelle posent des difficultés de réalisation. En premier lieu, pour fonctionner avec des taux de circulation raisonnables, ils imposent une disposition inclinée des tubes, ce qui augmente la hauteur de l'échangeur par rapport à une solution dans laquelle les tubes sont horizontaux si l'on veut conserver sensiblement la même surface d'échange. Cependant, la hauteur du lit fluidisé est limitée par la pression de fluidisation et aussi par la stabilité de la fluidisation. On admet que cette hauteur ne peut guère dépasser 4 mètres et, en tout cas, il ne semble pas envisageable de prévoir une hauteur supérieure à 5 mètres. En second lieu, la vitesse dans ces tubes doit être convenable pour éviter l'apparition du DNB ("Departure from Nucleate Boiling" pour échauffement critique) et pour éviter également un écoulement stratifié, c'est à dire l'apparition d'une interface liquide vapeur. Un écoulement de ce type engendre des phénomènes de surchauffe des tubes, de chocs thermiques et de corrosion. Pour atteindre la vitesse requise, les tubes doivent présenter une section importante et des grandes hauteurs de dégagement à leurs extrémités supérieures. De plus, lors des phases de démarrage, les particules chaudes ne sont pas présentes en quantité suffisante si bien que, la vaporisation étant faible, la vitesse dans les tubes est insuffisante et il y a un risque d'apparition du DNB.

[0005] Les échangeurs à circulation assistée permettent de s'affranchir des difficultés rencontrées avec les échangeurs à circulation naturelle. Cependant, les pompes d'assistance sont coûteuses et elles présentent un

risque de panne, ce qui est préjudiciable à la disponibilité de la chaudière.

[0006] La présente invention a ainsi pour objet une chaudière pourvue d'un lit fluidisé dense externe d'une conception simple et d'une grande fiabilité.

[0007] Selon l'invention, cette chaudière comporte un foyer à lit fluidisé circulant, un organe de séparation des gaz et des solides extraits de ce foyer, un lit fluidisé dense externe entre la sortie solides de l'organe de séparation et la base du foyer, ce lit externe comprenant un premier échangeur thermique dans lequel circule un fluide caloporteur à évaporer, et, de plus, la sortie de ce premier échangeur est raccordée à un deuxième échangeur thermique placé dans le foyer.

[0008] Ce deuxième échangeur thermique permet d'augmenter sensiblement la vitesse de circulation dans les tubes du premier échangeur thermique. Ainsi, même si celui-ci fonctionne en circulation naturelle, les tubes qui le composent peuvent être disposés horizontalement sans risque pour l'installation.

[0009] Avantageusement, le premier échangeur thermique est constitué d'un faisceau de tubes.

[0010] De préférence, ces tubes sont horizontaux.

[0011] Par ailleurs, ces tubes sont pourvus d'au moins une rainure hélicoïdale.

[0012] Ainsi, on peut réduire la vitesse de circulation pour éviter l'apparition du DNB dans les tubes.

[0013] Selon un premier mode de réalisation de la chaudière, le deuxième échangeur fait partie intégrante d'une paroi du foyer.

[0014] Selon un deuxième mode de réalisation, le deuxième échangeur thermique est immergé dans le foyer.

[0015] L'invention présente un intérêt particulier lorsque le foyer est un lit fluidisé circulant comportant des membranes internes soudées aux parois tubées de ce foyer, ces membranes étant dénommées extensions d'écrans.

[0016] Ainsi, selon un troisième mode de réalisation, le deuxième échangeur thermique est disposé dans une extension d'écran de ce foyer.

[0017] L'invention apparaîtra maintenant avec plus de détails dans le cadre de la description qui suit d'exemples de chaudières donnés à titre illustratif en référence aux figures annexées qui représentent :

- La figure 1, un schéma d'une chaudière selon l'invention,
- La figure 2, une vue en coupe horizontale d'un premier mode de réalisation,
- La figure 3, une vue en coupe verticale d'un deuxième mode de réalisation, et
- La figure 4, une vue en coupe horizontale d'un troisième mode de réalisation.

[0018] Les éléments présents dans différentes figures sont affectés d'une seule et même référence.

[0019] Dans la figure 1, on a représenté les seuls élé-

ments de la chaudière qui sont nécessaires à la compréhension de l'invention.

[0020] Cette chaudière comprend donc un foyer 1 dans lequel est entretenue la combustion des particules de solides. Ce foyer 1 est relié dans sa partie supérieure à un organe de séparation 2 par une conduite d'extraction 12 qui véhicule les gaz de combustion et les particules recirculées.

[0021] L'organe de séparation 2, un cyclone par exemple, évacue les gaz dans une conduite d'évacuation 20 prenant naissance à sa partie supérieure et les particules dans une conduite de recyclage 23 qui débouche dans un lit fluidisé dense externe 3. Cette conduite de recyclage est généralement pourvue d'un siphon et de gaines. Le lit externe est pourvu d'un premier échangeur thermique 3A qui prend ici la forme d'un faisceau de tubes disposés en serpentins dans des plans verticaux, de sorte que les sections de tubes longilignes soient horizontales de préférence. Ce premier échangeur 3A est alimenté en fluide caloporteur à évaporer, de l'eau par exemple, par une conduite d'entrée 39. La sortie 30 de cet échangeur 3 est raccordée à un deuxième échangeur thermique 3B qui est au contact du foyer 1.

[0022] Un premier mode de réalisation de ce deuxième échangeur 3B représenté dans les figures 1 et 2 s'applique lorsque la paroi du corps supérieur du foyer est réalisée par un ensemble de tuyaux verticaux 1A solidarisés entre eux. En ce cas, un de ces tuyaux constitue le deuxième échangeur 3B raccordé à son extrémité inférieure à la sortie 30 du premier échangeur 3A. On remarque qu'ici le premier échangeur 3A comporte une seule sortie. Naturellement, s'il s'agit d'un faisceau de tubes, on peut prévoir autant de tuyaux 1A dans le deuxième échangeur 3B que le faisceau comporte de tubes.

[0023] Selon un deuxième mode de réalisation représenté dans la figure 3, quelle que soit la nature de la paroi du foyer, le deuxième échangeur 3B est un évaporateur disposé à l'intérieur de ce foyer.

[0024] L'invention s'applique donc aux chaudières dont le foyer 1 tubé est pourvu d'un lit fluidisé circulant. Il est alors courant de prévoir au moins une extension d'écran soudée sur l'intérieur de la paroi du foyer. Cette extension d'écran est elle même formée de tuyaux verticaux solidarisés entre eux.

[0025] Ainsi, selon un troisième mode de réalisation, le deuxième échangeur 3B est constitué par un des tuyaux de l'extension d'écran qui est raccordé à son extrémité inférieure à la sortie 30 du premier échangeur 3A.

[0026] Par ailleurs, on améliore encore les performances du premier échangeur 3A lorsque le ou les tubes qui le constituent sont des tubes rainurés ("rifled" en anglais), c'est à dire qu'il comportent sur leurs surfaces internes une ou plusieurs rainures hélicoïdales. En effet, du fait de la force centrifuge, la phase vapeur de l'émulsion va se concentrer vers l'intérieur des tubes, ce

qui repousse l'apparition du DNB.

[0027] Naturellement, l'invention est prévue pour un premier échangeur à circulation naturelle. Cependant, si l'on prévoit un échangeur à circulation assistée, l'invention permet de réduire très sensiblement la puissance de la ou des pompes d'assistance et donc de diminuer le coût et la consommation électrique en conséquence.

[0028] Les modes de réalisation ci-dessus sont donnés à titre d'exemple et l'homme de métier comprend bien que l'invention peut être mise en oeuvre de bien des manières différentes, ne serait ce qu'en remplaçant un moyen par un moyen équivalent.

Revendications

1. Chaudière comportant un foyer (1) à lit fluidisé circulant, un organe de séparation (2) des gaz et des solides extraits de ce foyer, un lit fluidisé dense externe (3) entre la sortie solides (23) dudit organe de séparation (2) et la base dudit foyer (1), ce lit externe comprenant un premier échangeur thermique (3A) dans lequel circule un fluide caloporteur à évaporer, caractérisé en ce que la sortie (30) de ce premier échangeur (3A) est raccordée à un deuxième échangeur thermique (3B) placé dans le foyer (1).
2. Chaudière selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit premier échangeur thermique (3A) fonctionne en circulation naturelle.
3. Chaudière selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit premier échangeur thermique (3A) est constitué d'un faisceau de tubes.
4. Chaudière selon la revendication 3, caractérisée en ce que lesdits tubes sont horizontaux.
5. Chaudière selon la revendication 3 ou 4, caractérisée en ce que lesdits tubes sont pourvus d'au moins une rainure hélicoïdale.
6. Chaudière selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit deuxième échangeur (3B) fait partie intégrante d'une paroi dudit foyer (1).
7. Chaudière selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que ledit deuxième échangeur thermique (3B) est immergé dans ledit foyer (1).
8. Chaudière selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que ledit deuxième échangeur thermique (3B) est disposé dans une extension d'écran (1B) dudit lit fluidisé circulant.

FIG. 1

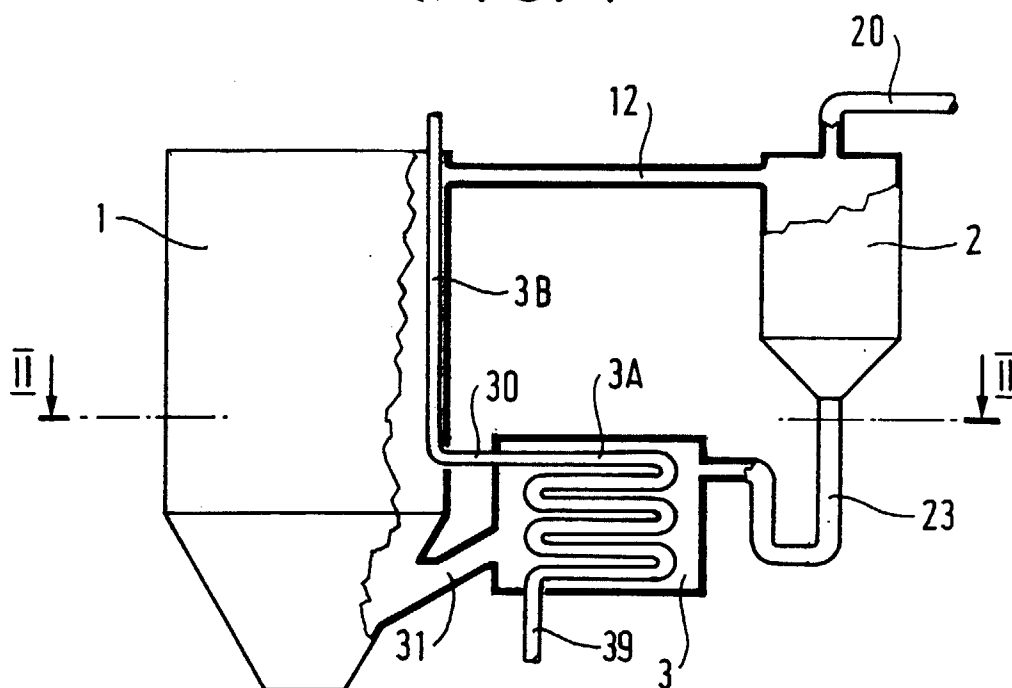


FIG. 2

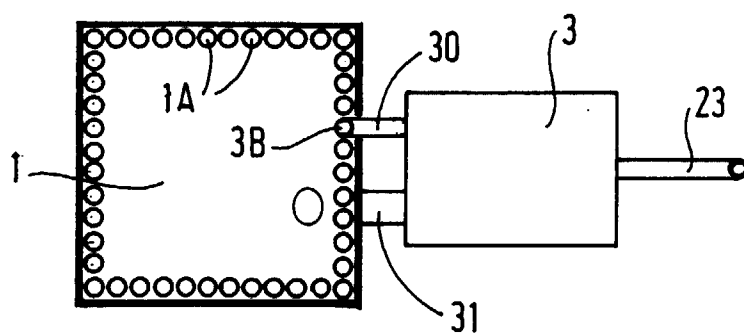


FIG. 3

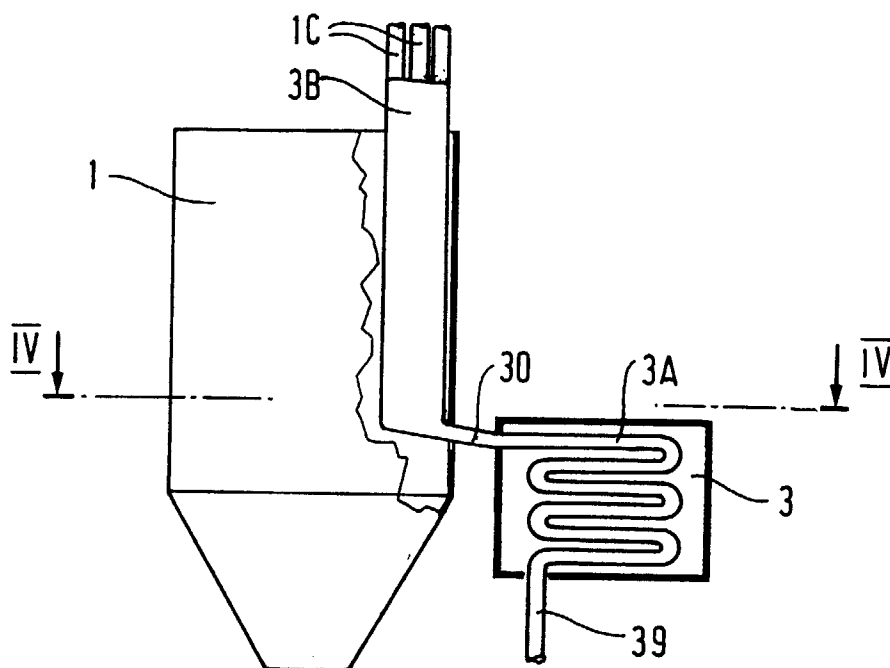
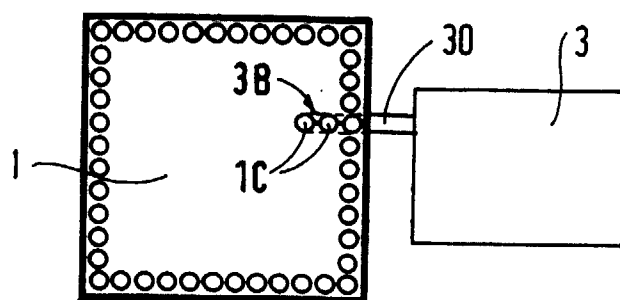


FIG. 4





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 98 40 2063

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)
X	EP 0 274 637 A (SIEMENS) 20 juillet 1988 * colonne 3, dernier alinéa - colonne 4, alinéa 1; figure 1 * ---	1,6	F22B31/00 F28D13/00
X	US 5 273 000 A (REGAN) 28 décembre 1993 * colonne 2, ligne 18 - colonne 3, ligne 24; figure 1 * ---	1,3,6	
A	EP 0 068 301 A (BABCOCK) 5 janvier 1983 * page 3, dernier alinéa - page 5, ligne 21; figures * -----	1,3,6,7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			F22B F28D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 18 novembre 1998	Examineur Van Gheel, J
<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 & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 03/92 (P04C02)

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

EP 98 40 2063

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.

18-11-1998

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 274637 A	20-07-1988	DE 3642396 A	16-06-1988
		DE 3772544 A	02-10-1991
		GR 3002722 T	25-01-1993
US 5273000 A	28-12-1993	AUCUN	
EP 68301 A	05-01-1983	DE 3125849 A	20-01-1983
		AT 10673 T	15-12-1984
		AU 553068 B	03-07-1986
		AU 8504482 A	06-01-1983
		CA 1190815 A	23-07-1985
		DK 294282 A, B,	02-01-1983
		US 4473032 A	25-09-1984
		ZA 8204034 A	27-04-1983

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