



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

0 094 890  
A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 83400979.7

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>: F 23 B 5/04

(22) Date de dépôt: 16.05.83

(30) Priorité: 17.05.82 FR 8208603

(43) Date de publication de la demande:  
23.11.83 Bulletin 83/47

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

(71) Demandeur: Kuczewski de Poray, Marcel Cyprien  
"Villa Suez" Rue Fournier  
F-83110 Sanary-sur-Mer(FR)

(71) Demandeur: Kissel, Roland  
94 Rue de Tocqueville  
F-75017 Paris(FR)

(72) Inventeur: Kuczewski de Poray, Marcel Cyprien  
"Villa Suez" Rue Fournier  
F-83110 Sanary-sur-Mer(FR)

(72) Inventeur: Kissel, Roland  
94 Rue de Tocqueville  
F-75017 Paris(FR)

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

(54) Chaudière à combustible solide du type à tube foyer rayonnant, procédé de transformation d'une chaudière et moyens pour sa mise en œuvre.

(57) Chaudière comprenant un foyer primaire (27) dans lequel s'amorcent les réactions de combustion, un foyer secondaire prolongé par un tube rayonnant (8,9,10) dans lequel s'achèvent les réactions de combustion, une surface de chauffe (2) disposée autour du tube rayonnant (8,9,10) et des moyens pour faire passer les gaz de combustion sortant du tube rayonnant (8,9,10) dans l'espace annulaire (20) compris entre le tube rayonnant (8,9,10) et ladite surface de chauffe (2).

Le tube rayonnant de combustion secondaire (8,9,10) se compose de deux chambres coaxiales (8,10), la première chambre (8) se terminant par un convergent (9) qui dirige les gaz de combustion vers la seconde chambre (10) et la seconde chambre (10) étant fermée à son extrémité et ayant à son entrée un diamètre supérieur à celui de l'extrémité dudit convergent de façon à délimiter avec cette extrémité une ouverture annulaire (13) par laquelle sont évacués les gaz de combustion injectés dans la seconde chambre (10).

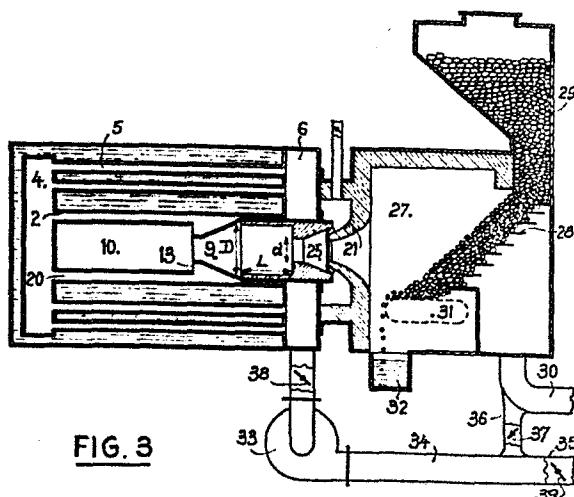


FIG. 3

EP 0 094 890 A1

## 1.

Chaudière à combustible solide du type à tube foyer rayonnant, procédé de transformation d'une chaudière et moyens pour sa mise en oeuvre.-

La présente invention concerne une chaudière à combustible solide du type à tube foyer rayonnant ainsi qu'un procédé pour transformer une chaudière à combustible liquide ou gazeux en une telle chaudière.

L'augmentation importante du prix des combustibles liquides ou gazeux a redonné de l'intérêt aux combustibles solides. On a donc cherché à développer à nouveau les chaudières à combustibles solides ou à permettre la transformation des chaudières existantes à combustibles liquides ou gazeux en chaudières à combustibles solides.

Dans le brevet FR-A-895 629 (correspondant au brevet US-A-2 554 092) M.C.K. de Poray a déjà décrit une chaudière à combustible solide et à combustion étagée comprenant un foyer primaire dans lequel s'amorcent les réactions de combustion et un tube foyer dans lequel s'achèvent les réactions de combustion, après introduction d'air secondaire. Le tube foyer est entouré par une surface de chauffe et les gaz de combustion évacués par l'extrémité du tube foyer passent dans l'espace annulaire compris entre le tube foyer et la surface de chauffe. La surface de chauffe est ainsi chauffée, à la fois par rayonnement et par convection.

Par ailleurs, dans le brevet FR-A-1 020 525, M.C.K. de Poray a décrit une chaudière comportant un foyer primaire dans lequel s'amorcent les réactions de combustion et un foyer secondaire à diffuseur réfractaire dans lequel s'achèvent les réactions de combustion après introduction d'air secondaire.

## 2.

Le foyer secondaire est prolongé par un tube foyer métallique. Comme dans le précédent brevet, l'échange thermique a lieu à la fois par rayonnement et par convection.

5       Les chaudières décrites dans ces documents présentent, toutefois, certains inconvénients qui sont liés, notamment, au fait que les gaz de combustion sont renvoyés totalement et directement dans la direction de l'entrée du tube foyer.

10      Ainsi, l'uniformisation de l'échange thermique, grâce au tube foyer rayonnant de combustion secondaire, se trouve limitée par la convection des gaz de combustion dans la direction de l'entrée du tube foyer où la température est déjà la plus élevée par suite du rayonnement prépondérant du tube foyer dans cette partie.

15      De plus, les gaz quittant le tube de combustion secondaire n'ont pas une structure homogène et n'ont donc pas une température homogène. Ceci est préjudiciable à la bonne répartition des transmissions calorifiques et des contraintes dans la surface de chauffe.

20      Par ailleurs, lorsqu'on cherche à transformer des chaudières existantes à foyer horizontal, et à adapter la technique décrite ci-dessus, on se heurte à des difficultés lorsque, comme cela est fréquent, la circulation des gaz de combustion le long des surfaces de chauffe est inverse et il faut donc prévoir des dispositifs coûteux pour inverser 25     le sens de circulation des gaz.

30      La présente invention vise à remédier à ces inconvénients en fournissant une chaudière perfectionnée et un procédé pour transformer aisément un grand nombre de chaudières existantes en chaudières 35     à combustible solide.

## 3.

La présente invention a ainsi pour objet une chaudière à combustible solide du type comprenant un foyer primaire dans lequel s'amorcent les réactions de combustion, un foyer secondaire prolongé par un tube rayonnant dans lequel s'achèvent les réactions de combustion, une surface de chauffe disposée autour du tube rayonnant et des moyens pour faire passer les gaz de combustion sortant du tube rayonnant dans l'espace annulaire compris entre le tube rayonnant et ladite surface de chauffe, caractérisée en ce que le tube rayonnant de combustion secondaire se compose de deux chambres coaxiales, la première chambre se terminant par un convergent qui dirige les gaz de combustion vers la seconde chambre et la seconde chambre étant fermée à son extrémité et ayant à son entrée un diamètre supérieur à celui de l'extrémité dudit convergent de façon à délimiter avec cette extrémité une ouverture annulaire par laquelle sont évacués les gaz de combustion injectés dans la seconde chambre et en ce que sont prévus des moyens pour faire circuler les gaz ainsi évacués dans l'espace annulaire compris entre ladite surface de chauffe et la seconde chambre.

La présente invention a également pour objet un procédé de transformation d'une chaudière à combustible liquide ou gazeux comportant une surface de chauffe cylindrique et des tubes de fumée dont l'entrée est à l'opposé du foyer en une chaudière à combustible solide, caractérisé en ce que l'on dispose dans l'espace entouré par ladite surface de chauffe un tube rayonnant de combustion secondaire dans lequel sont introduits les gaz provenant de la combustion primaire d'un combustible solide, le tube rayonnant de combustion secondaire se composant de deux

## 4.

chambres coaxiales, la première chambre se terminant par un convergent qui dirige les gaz de combustion vers la seconde chambre et la seconde chambre étant fermée à son extrémité et ayant à son 5 entrée un diamètre supérieur à celui de l'extrémité dudit convergent de façon à délimiter avec cette extrémité une ouverture annulaire par laquelle sont évacués les gaz de combustion injectés dans la 10 seconde chambre et en ce que l'on dispose des moyens pour faire circuler les gaz ainsi évacués dans l'espace annulaire compris entre ladite surface de chauffe et la seconde chambre, en direction de l'entrée des tubes de fumée.

L'invention est exposée ci-après plus en détail 15 à l'aide de dessins représentant seulement des modes de réalisation.

Sur ces dessins:

la Fig. 1 est une vue en coupe verticale d'un mode de réalisation d'une chaudière suivant l'invention;

la Fig. 2 est une vue en coupe verticale d'un orifice d'entrée d'un tube rayonnant de combustion secondaire utilisé dans la présente invention;

la Fig. 3 est une vue en coupe verticale d'une chaudière selon l'invention alimentée par un foyer à grille.

La chaudière 1 représentée sur la Fig. 1 est une chaudière à foyer horizontal. Elle comprend une surface de chauffe cylindrique à axe horizontal 2 qui se raccorde à l'extrémité opposée à son entrée 3 par une boîte de fumée 4 à des tubes de fumée 5 parallèles à la surface de chauffe 2. Les tubes de fumée 5 communiquent avec une enceinte frontale 6 munie d'une cheminée 7. Dans l'espace délimité par 30 la surface de chauffe 2 est disposé coaxialement un 35

## 5.

tube rayonnant composé d'une première chambre cylindrique 8 se terminant par un convergent 9 et d'une deuxième chambre cylindrique 10 dont l'extrémité située dans la boîte à fumée 4 est fermée par une 5 paroi 11. Les deux chambres 8 et 10 sont coaxiales et contiguës. L'extrémité 12 du convergent 9 de la chambre 8 a un diamètre inférieur au diamètre de la chambre 10, de façon à délimiter entre l'extrémité 12 du convergent 9 et l'entrée de la chambre 10 une 10 ouverture annulaire 13.

A l'entrée du tube rayonnant est disposée une chambre de mélange 14 à parois réfractaires comportant un conduit 15 d'admission de gaz provenant d'un foyer primaire non représenté, le conduit 15 15 ayant le même axe que le tube rayonnant, ainsi qu'un conduit 16 d'admission d'air secondaire débouchant tangentiellellement dans la chambre de mélange 14. Le débit d'air secondaire entrant dans la chambre 14 est réglé par un dispositif de réglage 17 disposé 20 dans le conduit 16.

Entre la chambre de mélange 14 et la chambre cylindrique 8 proprement dite est disposé un diffuseur réfractaire 18 de forme cylindrique.

Les parois de la chambre 8 peuvent être constituées par un tube métallique protégé intérieurement par un revêtement réfractaire ou par un tube semi-réfractaire de type carbure de silicium carbonium résistant bien aux températures élevées et aux chocs thermiques.

Quant aux parois de la chambre 10, elles peuvent être métalliques, la paroi 11 pouvant comporter un revêtement réfractaire.

Les parois des chambres 8 et 10 peuvent être composées d'éléments longitudinaux à ailettes extérieures servant de support tout en augmentant leur 35

## 6.

résistance mécanique et la transmission de chaleur.

En outre, un obturateur annulaire 19 obture le passage annulaire 20 existant entre la surface de chauffe 2 et le tube rayonnant composé des chambres 5 8 et 10 au niveau de l'extrémité de la chambre 8 proprement dite.

Le fonctionnement de la chaudière représentée sur la Fig. 1 est le suivant. Des gaz combustibles provenant d'un foyer primaire de type semi-gazogène sont introduits par le conduit 15, tandis que de 10 l'air secondaire est introduit par le conduit 16 tangentiellement dans la chambre de mélange 14. Le mélange gazeux en cours de réaction traverse le diffuseur réfractaire 18, qui active les réactions de combustion et pénètre dans la chambre 8 dont les 15 parois rayonnent vers la surface de chauffe 2.

Les gaz sont accélérés dans le convergent 9 et sont dirigés à grande vitesse vers le fond de la chambre 10. Les gaz sont refoulés par la paroi 11 et renvoyés vers l'ouverture annulaire 13 et 20 débouchent dans l'espace annulaire 20 existant entre la surface de chauffe 2 et le tube rayonnant. Ces gaz sont à nouveau renvoyés dans une direction contraire par l'obturateur annulaire 19, c'est-à-dire vers la boîte à fumée 4, puis ils passent dans les 25 tubes à fumée 5 avant d'atteindre la chambre 6 et la cheminée 7.

Grâce à la présente invention, on obtient une transmission plus uniforme de la chaleur, à la fois par rayonnement et par convection. Ainsi, le 30 rayonnement par convection ne concerne que la partie arrière des tubes rayonnants de combustion secondaire, qui est précisément celle où la transmission par rayonnement est la plus faible, puisque sa température est moins élevée.

## 7.

De plus, le trajet complexe des gaz à l'intérieur de la chambre 10 permet d'obtenir un brassage intense qui assure une structure homogène et donc une température homogène des gaz, ce qui réduit 5 les contraintes dans les surfaces de chauffe.

Il est à noter également que le sens de circulation des gaz le long de la surface de chauffe 2 est le même que celui qui existe dans de nombreuses chaudières horizontales de type classique 10 à combustible quelconque, et notamment à combustible gazeux ou liquide. Il est donc possible de transformer aisément une chaudière à combustible liquide ou gazeux comportant des tubes de fumée dont l'entrée est à l'opposé du foyer en une chaudière 15 à combustible solide selon la présente invention.

On a représenté sur la Fig. 2 une variante de l'entrée d'un tube rayonnant selon la présente invention. Cette entrée comporte une tuyère 21 de 20 même axe que celui de la chambre 8, pour l'introduction de gaz provenant d'un foyer primaire. A l'extrémité de la tuyère 21, sont disposés des orifices périphériques 22 d'aspiration d'air secondaire qui communiquent avec une chambre périphérique 23 reliée à un conduit 24 d'admission d'air 25 secondaire. Les orifices 22 débouchent tangentiellement dans un venturi 25 contigu à la tuyère 21. Après son col 26, ce venturi s'élargit brutalement provoquant ainsi une recirculation périphérique du 30 mélange gazeux entrant et permettant l'accrochage et le développement convenable de la flamme. La chambre 8 de combustion doit avoir une longueur L suffisante pour que le phénomène de recirculation s'y développe bien.

## 8.

Les parois de la tuyère 21 et du venturi 25 peuvent être notamment constituées de matériau réfractaire.

Par ce dispositif, on améliore le mélange des gaz provenant du foyer primaire et de l'air secondaire, provoquant dans le venturi 25 à la fois une accélération des gaz, mais également un tourbillon des gaz dans ce venturi. On peut ainsi obtenir une combustion totale au sein de la chambre 8.

On a représenté sur la Fig. 3 une chaudière selon l'invention avec un foyer à grille. Cette chaudière comporte un foyer 27 dans lequel est disposée une grille en gradins 28, alimentée par gravité à partir d'une trémie 29 en combustible solide. L'air est amené par un conduit 30 disposé sous la grille 28. Au bas de la grille est disposé un racloir 31 pour faire tomber les cendres dans un cendrier 32 rempli d'eau.

Les gaz sortant de ce foyer primaire entrent dans un tube rayonnant selon la présente invention par un dispositif analogue à celui représenté sur la Fig. 2, c'est-à-dire comportant notamment une tuyère 21 et un venturi 25 débouchant dans une chambre 8.

Comme dans le cas de la Fig. 1, la chambre 8 est terminée par un convergent 9 qui débouche dans une chambre 10. Les gaz de combustion qui sont renvoyés vers le fond de la chaudière dans la boîte de fumée 4 passent dans les tubes à fumée 5, puis dans l'enceinte 6. Un ventilateur 33 aspire les fumées et les envoie, pour leur plus grande partie, par un conduit 34 vers une cheminée 35. Un conduit 36 muni d'une vanne 37 permet de renvoyer une partie des fumées dans le conduit 30 d'admission d'air primaire. Des vannes 38 et 39 permettent, en outre, de régler

9.

respectivement les débits et la pression des fumées sortant de l'enceinte 6 et les fumées évacuées dans la cheminée 35.

Ce recyclage des fumées permet d'éviter la  
5 formation de machefer.

10.

REVENDICATIONS

1. Chaudière à combustible solide du type comprenant un foyer primaire (27) dans lequel s'amorcent les réactions de combustion, un foyer secondaire prolongé par un tube rayonnant dans lequel 5 s'achèvent les réactions de combustion, une surface de chauffe (2) disposée autour du tube rayonnant et des moyens pour faire passer les gaz de combustion sortant du tube rayonnant dans l'espace annulaire compris entre le tube rayonnant et ladite surface 10 de chauffe, caractérisée en ce que le tube rayonnant de combustion secondaire se compose de deux chambres coaxiales (8, 10), la première chambre (8) se terminant par un convergent (9) qui dirige les gaz de combustion vers la seconde chambre (10) et la seconde chambre (10) étant fermée à son extrémité et ayant à son entrée un diamètre supérieur à celui de l'extrémité du dit convergent de façon à délimiter avec cette extrémité une ouverture annulaire (13) par laquelle sont évacués les gaz de combustion injectés dans la seconde chambre (10) et en ce que sont prévus des moyens pour faire circuler les gaz ainsi évacués dans l'espace annulaire (20) compris entre ladite surface de chauffe (2) et la seconde chambre (10). 15 20 25 30
2. Chaudière selon la revendication 1, caractérisée en ce que les moyens pour faire circuler les gaz dans ledit espace annulaire comprennent un obturateur annulaire (19) obturant l'espace entre la première chambre et ladite surface de chauffe .
3. Chaudière selon la revendication 1, caractérisée en ce que la première chambre comprend un orifice d'entrée en forme de tuyère (21) pour l'introduction des gaz provenant du foyer primaire.

## 11.

4. Chaudière selon la revendication 3, caractérisée en ce qu'au voisinage de l'extrémité de la tuyère (21) sont disposés des orifices périphériques (22) d'aspiration d'air secondaire.

5 5. Chaudière selon la revendication 4, caractérisée en ce que les orifices périphériques (22) d'aspiration d'air secondaire débouchent dans un venturi (25).

10 6. Chaudière selon la revendication 5, caractérisée en ce que le venturi (25) comporte, après son col (26), un élargissement brusque.

15 7. Procédé de transformation d'une chaudière à combustible liquide ou gazeux comportant une surface de chauffe cylindrique et des tubes de fumée dont l'entrée est à l'opposé du foyer en une chaudière à combustible solide, caractérisé en ce que l'on dispose dans l'espace entouré par ladite surface de chauffe un tube rayonnant de combustion secondaire dans lequel sont introduits les gaz provenant de la combustion primaire d'un combustible solide, le tube rayonnant de combustion secondaire se composant de deux chambres coaxiales (8, 10), la première chambre (8) se terminant par un convergent (9) qui dirige les gaz de combustion vers la seconde chambre (10) et la seconde chambre (10) étant fermée à son extrémité et ayant à son entrée un diamètre supérieur à celui de l'extrémité dudit convergent de façon à délimiter avec cette extrémité une ouverture annulaire (13) par laquelle sont évacués les gaz de combustion injectés dans la seconde chambre (10) et en ce que l'on dispose des moyens pour faire circuler les gaz ainsi évacués dans l'espace annulaire (20) compris entre ladite surface de chauffe (2) et la seconde chambre (10) en direction de l'entrée des tubes de fumée.

12.

8. Tube rayonnant de combustion secondaire pour chaudière à combustible solide, caractérisé en ce qu'il se compose de deux chambres coaxiales (8, 10), la première chambre (8) se terminant par un convergent (9) et la seconde chambre (10) étant fermée à son extrémité et ayant à son entrée un diamètre supérieur à celui de l'extrémité dudit convergent de façon à délimiter avec cette extrémité une ouverture annulaire (13).

9. Tube selon la revendication 8, caractérisé en ce que la première chambre (8) comprend un orifice d'entrée en forme de tuyère (21) et au voisinage de l'extrémité de cette tuyère (21) sont disposés des orifices périphériques (22) d'aspiration d'air secondaire qui débouchent dans un venturi (25), ce venturi (25) comportant après son col (26) un élargissement brusque.

1/2

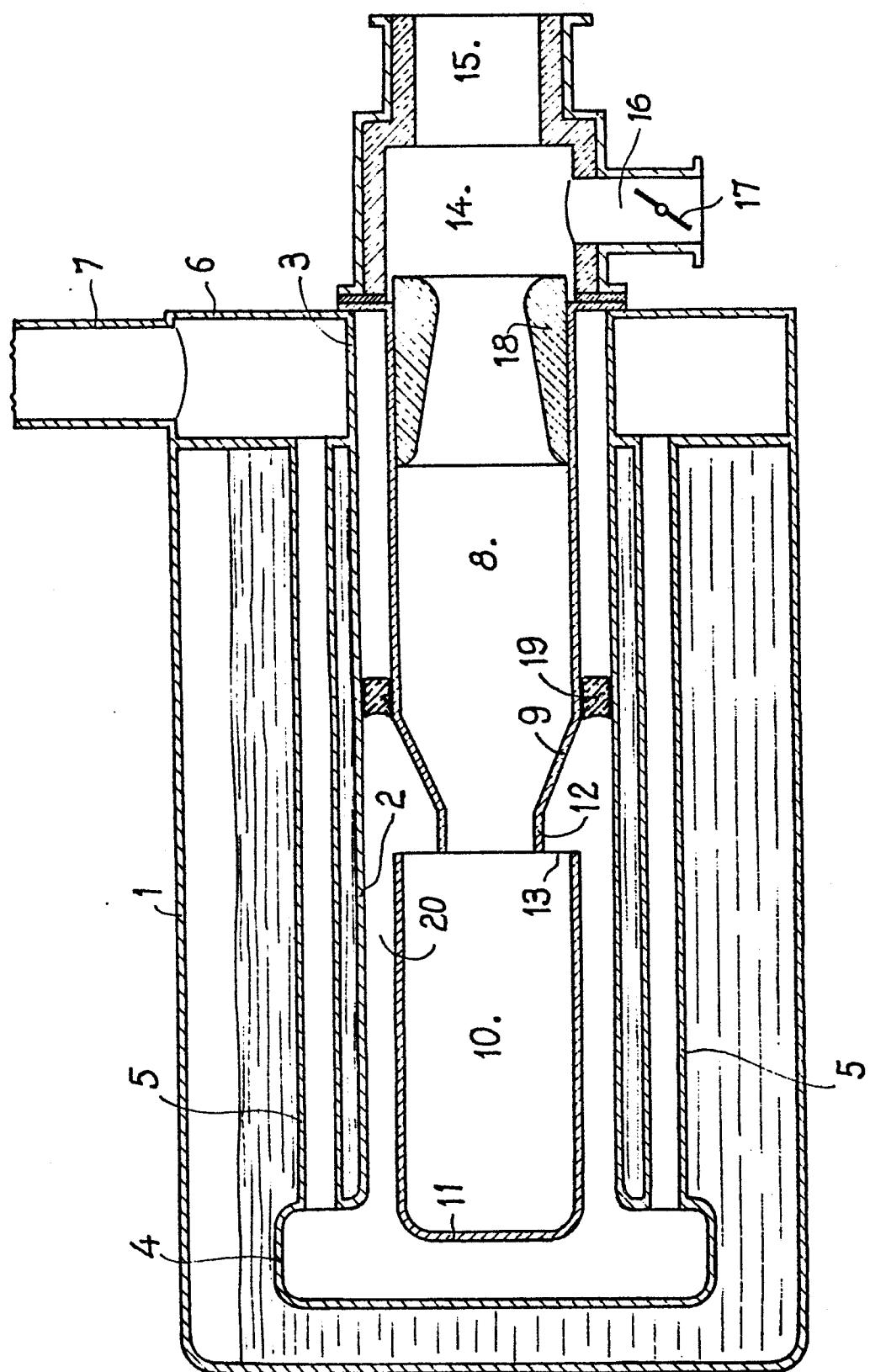
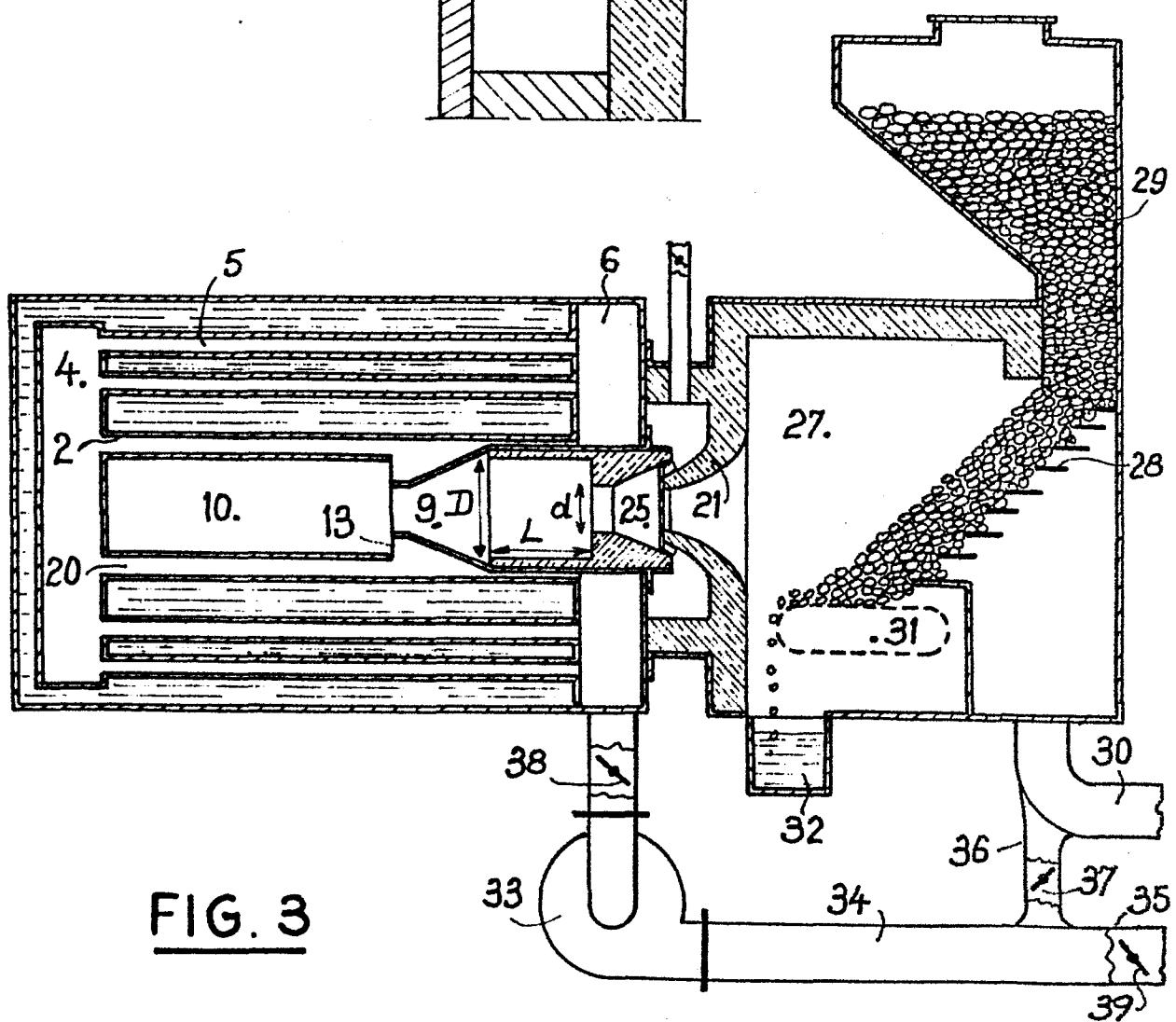
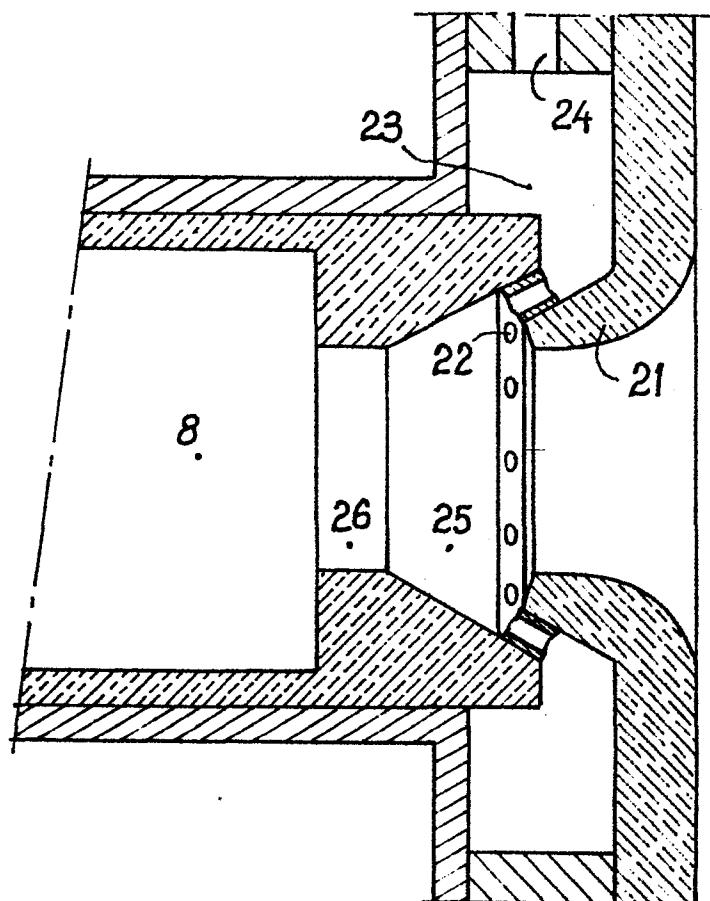


FIG. 1

2/2





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. *)		
A	DE-A-2 550 410 (KONUS-KESSEL GESELLSCHAFT FÜR WÄRMETECHNIK mbH. & CO. KG.) * Page 18, avant-dernière ligne - page 25, ligne 15; figure 1 *	1,3-7, 9	F 23 B 5/04		
A,D	--- US-A-2 554 092 (DE PORAY) * Colonne 1, ligne 44 - colonne 3, ligne 34; figures 1,2 *	1,3-7, 9			
A	--- US-A-2 879 862 (PASADENA INVESTMENT CO.) * Colonne 2, ligne 42 - colonne 3, ligne 58; figures 1,2 *	3,4,5			
A	--- CH-A- 247 864 (DEGERFORS JÄRNEVERKS AB.) * Page 1, ligne 44 - page 2, ligne 45; figures 1,2 *	3,4,5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. *)		
A	--- DE-C- 604 368 (S.A. DES FOURS SPECIAUX) * En entier *	3,4,5	F 23 B F 23 D F 23 G		
A	--- US-A-3 861 858 (MIDLAND ROSS CORP.) * Colonne 2, ligne 4 - colonne 3, ligne 48; figure 1 *	3-6			
	---	-/-			
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications					
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>	Date d'achèvement de la recherche <b>24-08-1983</b>	Examinateur <b>SARRE K.J.K.TH.</b>			
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b>					
X : particulièrement pertinent à lui seul	T : théorie ou principe à la base de l'invention				
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date				
A : arrière-plan technologique	D : cité dans la demande				
O : divulgation non-écrite	L : cité pour d'autres raisons				
P : document intercalaire	& : membre de la même famille, document correspondant				



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

**0094890**

Numéro de la demande

EP 83 40 0979

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			Page 2
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
A	US-A-3 822 691 (AMERICAN AIR FILTER CO. INC.)  ---		
A,D	FR-A-1 020 525 (KUCZEWSKI DE PORAY)  -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>	Date d'achèvement de la recherche <b>24-08-1983</b>	Examinateur <b>SARRE K.J.K.TH.</b>	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	