



(19) Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication : 0 660 040 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt : 94402948.7

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> : F23D 14/58, F23D 14/78,  
F23D 14/74, F24H 1/43

(22) Date de dépôt : 20.12.94

(30) Priorité : 22.12.93 FR 9315490

(72) Inventeur : Walter, Dominique  
1, Place du Square Degeyter  
F-93200 Saint Denis (FR)  
Inventeur : Pernaud, Anne-Béatrice  
22, rue des Postes  
F-93300 Aubervilliers (FR)  
Inventeur : Teillary, Dominique  
22, rue de Nantes  
F-77290 Mitry-Mory (FR)

(43) Date de publication de la demande :  
28.06.95 Bulletin 95/26

(74) Mandataire : Lerner, François et al  
5, rue Jules Lefèvre  
F-75009 Paris (FR)

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

(71) Demandeur : GAZ DE FRANCE  
23, rue Philibert Delorme  
F-75017 Paris (FR)

(54) Tête de combustion pour brûleur à faible émission de polluants et chaudière équipée d'un tel brûleur.

(57) Tête de combustion pour brûleur, comprenant une tige ou un tube (5) enroulé(e) pour définir une surface tubulaire (3, 9) intérieurement creuse présentant des passages (25) ménagés entre deux enroulements successifs, ladite surface étant fermée à une extrémité axiale (11) et ouverte à l'autre (13) pour communiquer avec des moyens d'alimentation (17, 19) en un mélange inflammable ; et des moyens (29) d'allumage pour enflammer le mélange sortant par lesdits passages (25), de telle sorte que les flammes s'accrochent le long d'une partie au moins de la surface tubulaire.

Application privilégiée à un brûleur à gaz refroidi par eau et pouvant équiper une chaudière.

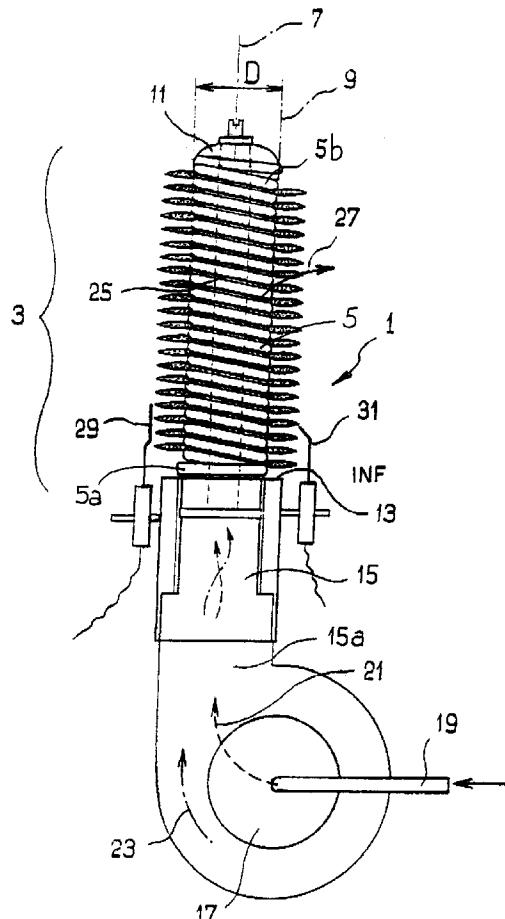


FIG. 1

L'invention se rapporte à une tête de combustion pour brûleur, en particulier pour brûleur à gaz alimenté en gaz combustible et en air comburant.

On connaît déjà bien entendu de très nombreux types de brûleurs, notamment à gaz.

En particulier pour des brûleurs de chaudière propres à chauffer un circuit d'eau, ou des fluides caloporteurs, par échanges thermiques indirects entre les fumées de combustion et lesdits fluides caloporteurs, il est apparu utile de proposer, compte-tenu des brûleurs existants sur le marché, un brûleur perfectionné qui soit compact, qui présente une surface de flammes relativement étendue et bien répartie et qui soit également d'un coût de fabrication réduit.

A titre d'exemple, pour un brûleur d'une puissance de l'ordre de 25 à 35 kW, il a été demandé aux inventeurs si un brûleur performant très compact pouvait être utilisé et logé avec un serpentin échangeur de chaleur dans le volume de chauffe d'une chaudière comprise entre environ 3 et 12 dm<sup>3</sup>.

Pour satisfaire ces exigences, la solution de l'invention consiste à proposer une tête de combustion qui se caractérise en particulier en ce qu'elle comprend :

- une tige enroulée pour définir une surface tubulaire intérieurement creuse ayant un axe et présentant des passages ménagés entre deux enroulements successifs de la tige, cette surface tubulaire étant fermée à une première extrémité axiale et ouverte à une seconde extrémité axiale opposée pour communiquer avec des moyens d'alimentation en mélange inflammable,
- et des moyens d'allumage disposés à l'extérieur de ladite surface tubulaire, pour enflammer le mélange sortant par lesdits passages, de telle sorte que les flammes s'accrochent le long d'une partie au moins de cette surface tubulaire.

Tout particulièrement pour réduire en outre le taux de gaz polluants émis, et notamment l'oxyde de carbone et les oxydes d'azote, une caractéristique complémentaire de l'invention prévoit que la tige enroulée définissant la surface tubulaire en question sera alors creuse, de manière à constituer un tube propre à être relié, à une extrémité, à une alimentation en fluide "de refroidissement" des flammes (tel que de l'eau) et, à l'autre extrémité opposée, à une évacuation dudit fluide.

Selon une caractéristique complémentaire de l'invention, la tige de cette tête de combustion sera avantageusement enroulée en hélice suivant l'axe de la surface tubulaire qu'elle définit.

Par ailleurs, pour obtenir une plage de fonctionnement étendue dans de bonnes conditions de combustion, une autre caractéristique de l'invention prévoit que :

- ladite tige pourra présenter des qualités de rés-

sort, et

- la tête de combustion pourra en outre comprendre des moyens de rapprochement ou d'écartement des enroulements de la tige, pour faire varier la section des passages réservés au mélange à brûler.

D'autre part, dans le but en particulier de favoriser une bonne répartition de flammes sur au moins l'essentiel de la surface tubulaire définie par la tige enroulée, cette surface tubulaire renfermera avantageusement un tamis intérieur lui-même tubulaire, d'axe parallèle à celui de ladite surface, le mélange à enflammer traversant ce tamis, lequel pourra en particulier présenter une forme conique à mailles serrées.

Outre la tête de combustion perfectionnée présentée et son brûleur associé, l'invention se rapporte également à une chaudière compacte comprenant une chambre d'échanges thermiques dans laquelle serpente une conduite propre à véhiculer un fluide à chauffer (tel que de l'eau) et dans laquelle est disposé le brûleur en question, ce brûleur pouvant tout particulièrement être logé au milieu des serpentins de la conduite, par exemple sensiblement suivant l'axe d'une telle conduite enroulée sensiblement en hélice dans ladite chambre.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore de la description ci-dessous faite en référence aux dessins dans lesquels :

La figure 1 est une vue générale d'un brûleur conforme à l'invention,

la figure 2 est une vue agrandie d'un brûleur comparable à celui de la figure 1 avec une vue partiellement en arrachée,

la figure 3 est une vue du brûleur de la figure 2 installé dans une chaudière,

et la figure 4 montre une variante de réalisation de la tête de combustion.

Sur la figure 1 tout d'abord, on a représenté un

brûleur repéré dans son ensemble 1, en l'espèce un brûleur à gaz du type à air soufflé, à prémélange total et à flamme bleue (pour le différencier des brûleurs radiants).

Le brûleur 1 comporte une tête de combustion 3 comprenant une tige 5 enroulée ici suivant une hélice d'axe longitudinal 7 pour définir une surface tubulaire 9, de diamètre constant D.

Sur cette même figure, 5a et 5b représentent les deux extrémités opposées d'enroulement de la tige 5.

A son extrémité supérieure, l'enroulement hélicoïdal 3 est fermé par une calotte pleine 11 soudée, tandis qu'à son extrémité inférieure (répérée INF), l'hélice est raccordée fixement à un socle annulaire 13 lui-même fixé à une boîte de répartition 15 avec laquelle il communique, de telle sorte qu'un mélange gazeux approprié puisse pénétrer axialement à l'intérieur de l'hélice 3.

Du côté de son extrémité amont 15a, la boîte de

répartition gazeuse 15 est en communication fluide avec un ventilateur 17 permettant l'alimentation en air soufflé, ainsi qu'avec une conduite d'alimentation en gaz combustible 19, les flèches 21 et 23 représentant respectivement le gaz combustible et l'air dirigés vers la boîte de répartition ou chambre de mélange 15.

En pratique, pour assurer le fonctionnement du brûleur 1, les spires de l'hélice 3 ne seront pas jointives, de telle sorte que le mélange gazeux qui pénétrera à l'intérieur de cette hélice puisse en sortir par les passages interspires tels que 25, comme l'indique la flèche 27 de la figure 1.

Pour enflammer le mélange gazeux sortant de l'hélice, une électrode d'allumage 29 disposée à proximité, à l'extérieur de cette hélice, sensiblement parallèlement à son axe 7, a été prévue, de même en l'espèce qu'une électrode d'ionisation 31 apte à détecter l'absence ou la présence de flammes, les deux électrodes 29, 31 étant bien entendu raccordées à une alimentation électrique appropriée.

Ainsi, le mélange sortant par les espaces entre les spires va-t-il pouvoir être enflammé, de telle sorte que les flammes se répartissent périphériquement, à l'extérieur de la surface tubulaire définie par l'hélice 3, en s'y trouvant accrochées.

En particulier pour favoriser une bonne répartition des flammes tout le long de l'hélice, l'espace ou volume intérieur 33 de cette dernière (voir figure 2) renfermera de préférence un tamis tubulaire 35, par exemple métallique, avantageusement à mailles serrées et disposé sensiblement suivant l'axe 7.

Ce tamis tubulaire pourra s'étendre sur sensiblement toute la longueur de la tête de combustion 3.

Il pourra en particulier présenter une forme conique ou tronconique et être réalisé en acier inoxydable.

Quant à la tige 5, elle pourra être fabriquée en matériau réfractaire.

Toutefois, en particulier pour limiter les émissions nocives de polluants, on pourra préférer utiliser une tige creuse métallique propre à former, comme dans l'exemple de la figure 2, un tube 5' en hélice dont les extrémités opposées 5'a et 5'b seront alors propres à être reliées respectivement à une alimentation et à une évacuation en fluide caloporteur, tel que de l'eau, le fluide pouvant ainsi (dans une réalisation préférée) entrer dans l'hélice 3 par sa base la plus proche de la chambre de distribution 15, via la conduite d'admission 34, et sortir au sommet de l'hélice pour être recyclé via un tronçon de retour 36 parallèle à l'axe 7.

Quel que soit le cas de figure choisi, la tige (5 ou 5') pourra présenter des qualités de ressort (acier inoxydable par exemple) dans le but de favoriser les conditions de fonctionnement du brûleur et sa modulation, le brûleur étant alors équipé de moyens de rapprochement ou d'écartement des spires propres à faire varier le pas de ces spires, c'est-à-dire la section

de passage de l'espace en hélice 25.

Par exemple, ces moyens de rapprochement ou d'écartement 37, 39, 41, 42 pourront consister en une tige de métal 37 vissée axialement dans la chambre 15 suivant un pas de vis 38 et traversant axialement la tête 3 sur toute la longueur, pour se terminer par un embout 39 de diamètre réduit traversant une ouverture axiale 41 de la calotte 11 et associé à une rondelle 42 fixée sur lui pour permettre d'agir sur la calotte (en compression des spires), l'embout comportant à cet effet une fente 44 pour un tournevis.

Il a été remarqué que l'association de ces moyens de réglage et du tamis 35 favorise l'obtention d'un front de flammes particulièrement correct et donc améliore les conditions de répartition des flammes sur toute la périphérie du boudin hélicoïdal, probablement par effet de stabilisation des vitesses du mélange air/gaz, malgré les irrégularités souvent constatées dans les vitesses en sortie du ventilateur centrifuge 17.

Quant à la circulation du fluide caloporteur, et en particulier d'eau, à travers le tube 5', il a été constaté qu'elle permet d'abaisser fortement les émissions de polluants. A ce sujet, il a été noté que, quels que soient la puissance et le facteur d'air, le brûleur de l'invention n'émettait alors pratiquement pas d'oxyde de carbone. Quant aux oxydes d'azote, pour des facteurs d'air de l'ordre de 1,25 à 1,3 (réglage fréquent sur des brûleurs à air soufflé et à flammes bleues), les résultats obtenus ont montré des valeurs extrêmement faibles, aux alentours de 20 mg/kWh.

Sur pratiquement tous les brûleurs à pré-mélange à flammes laminaires, la formation d'oxyde d'azote thermique est prépondérante. En l'espèce, une circulation d'eau dans le serpentin 3 a permis d'abaisser la température de flamme d'environ 200°C. Si la température du fluide de refroidissement passant dans le tube paraît avoir une importance non négligeable, la valeur du débit de ce fluide ne paraît pas par contre un indice important. En effet, pour un débit allant de 50 à 150 l/h, il s'est avéré qu'il n'y avait pratiquement pas de variation dans les quantités polluantes émises.

À titre d'exemple de réalisation, le brûleur de la figure 2 peut être réalisé à partir d'un diamètre de tube 5' de l'ordre de 6 mm (diamètre intérieur d'environ 4 mm), ce tube étant enroulé pour constituer une hélice d'environ 40 mm de diamètre extérieur (D), et ce avec une longueur au repos suivant l'axe 7 (spires jointives) d'environ 160 mm, la matière utilisée étant de l'acier inoxydable.

Un tel brûleur peut présenter une plage de fonctionnement allant d'environ 11 à 30 kW au moins, soit une modulation de puissance de 3:1 (puissance superficielle : de l'ordre de 450 à 1 350 kW/m<sup>2</sup>).

Sur la figure 3 maintenant, le brûleur est installé à l'intérieur de la chambre d'échange thermique, ou chambre de combustion, 43 d'une chaudière 45.

Le fluide à chauffer, tel que de l'eau, arrive par une conduite 47 et repart dans une conduite 49 après être passé à l'intérieur de la chambre 43, pour l'essentiel suivant un serpentin 51 constitué par un enroulement en hélice d'axe vertical.

A l'intérieur de la chambre 43, et plus particulièrement coaxialement à l'hélice 51 ainsi constituée, est disposé le brûleur 1 dont les raccords de dérivation 34 et 36 du tube en hélice sont branchés en parallèle, respectivement sur les conduits d'alimentation 47 et d'évacuation 49, de plus fort diamètre.

On notera également la taille particulièrement réduite de la chambre de chauffe 43, les produits de combustion du brûleur étant évacués à l'air libre par la cheminée 53, en communication fluide avec cette chambre.

Bien entendu, différentes variantes de réalisation du brûleur 1 peuvent être imaginées. Ainsi sur la figure 4, a-t-on représenté la tête de combustion d'un brûleur 1' dont la tige, ou tube 55, qui constitue sa surface tubulaire accroche-flammes, présente ici une configuration enroulée avec des méandres présentant des tronçons rectilignes 57, d'axe 59 parallèle à celui de la surface tubulaire définie 60, deux méandres parallèles successifs étant réunis à l'une ou l'autre des extrémités axiales de la surface par des coudes 61, de telle sorte que le tube 55 présente ainsi une série de zigzags successifs, jusqu'à ce que le tube se referme sur lui-même pour former la surface tubulaire recherchée d'axe 59.

Comme le montre la figure 4, des flammes telles que 63 pourront alors se développer le long des fentes axiales 65 séparant deux zones rectilignes 57 successives.

## Revendications

1. Tête de combustion pour brûleur, comprenant
  - une tige (5, 5', 55) enroulée pour définir une surface tubulaire (3, 9, 60) intérieurement creuse ayant un axe (7, 59) et présentant des passages (25, 65) ménagés entre deux enroulements successifs de la tige, ladite surface étant fermée à une première extrémité axiale (11) et ouverte à une seconde extrémité axiale opposée (13) pour communiquer avec des moyens d'alimentation (17, 19) en un mélange inflammable, et
  - des moyens (29) d'allumage disposés à l'extérieur de ladite surface tubulaire (3, 9, 60) pour enflammer le mélange sortant par lesdits passages (25, 65), de telle sorte que les flammes s'accrochent le long d'une partie au moins de ladite surface tubulaire.
2. Tête de combustion selon la revendication 1 caractérisée en ce que la tige (5') est creuse pour former un tube relié à une extrémité à une alimentation (5'a, 47) en fluide de refroidissement des flammes et, à l'autre extrémité opposée, à une évacuation (5'b, 49) dudit fluide.
3. Tête de combustion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ladite tige (5, 5') est enroulée en hélice suivant l'axe (7) de la surface tubulaire.
4. Tête de combustion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la tige (5, 5') présente des qualités de ressort, et la tête comprend des moyens (37, 39, 41, 42) de rapprochement ou d'écartement des enroulements de la tige, pour faire varier la section desdits passages (25) réservés au mélange.
5. Tête de combustion selon la revendication 3 ou la revendication 4 caractérisée en ce que :
  - la surface tubulaire est fixée à un support (13) du côté de sa dite seconde extrémité,
  - et lesdits moyens de rapprochement ou d'écartement des enroulements de la tige comprennent une barre (37) filetée traversant axialement l'intérieur de la surface tubulaire et coopérant avec la partie (11) de fermeture de ladite première extrémité de cette surface tubulaire et avec des moyens de vissage (38), pour faire varier axialement l'écartement entre les spires de la tige.
6. Tête de combustion selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que la surface tubulaire renferme intérieurement un tamis tubulaire (35) d'axe parallèle à celui de la surface tubulaire et à travers lequel passe le mélange à enflammer.
7. Tête de combustion selon la revendication 6 caractérisée en ce que le tamis (35) est conique et à mailles serrées.
8. Brûleur à gaz, à air soufflé et à pré-mélange total, comprenant une tête de combustion selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.
9. Chaudière comprenant une chambre d'échange thermique (43) :
  - dans laquelle serpente une conduite (51) propre à recevoir à travers elle la circulation d'un fluide à chauffer,
  - et où est disposé un brûleur comprenant une tête de combustion selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.
10. Chaudière selon la revendication 9 caractérisée en ce que ladite tige creuse enroulée (5') de la

tête de combustion est raccordée en parallèle à la conduite (47, 49, 51) de fluide à chauffer, laquelle localement entoure la tête de combustion.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

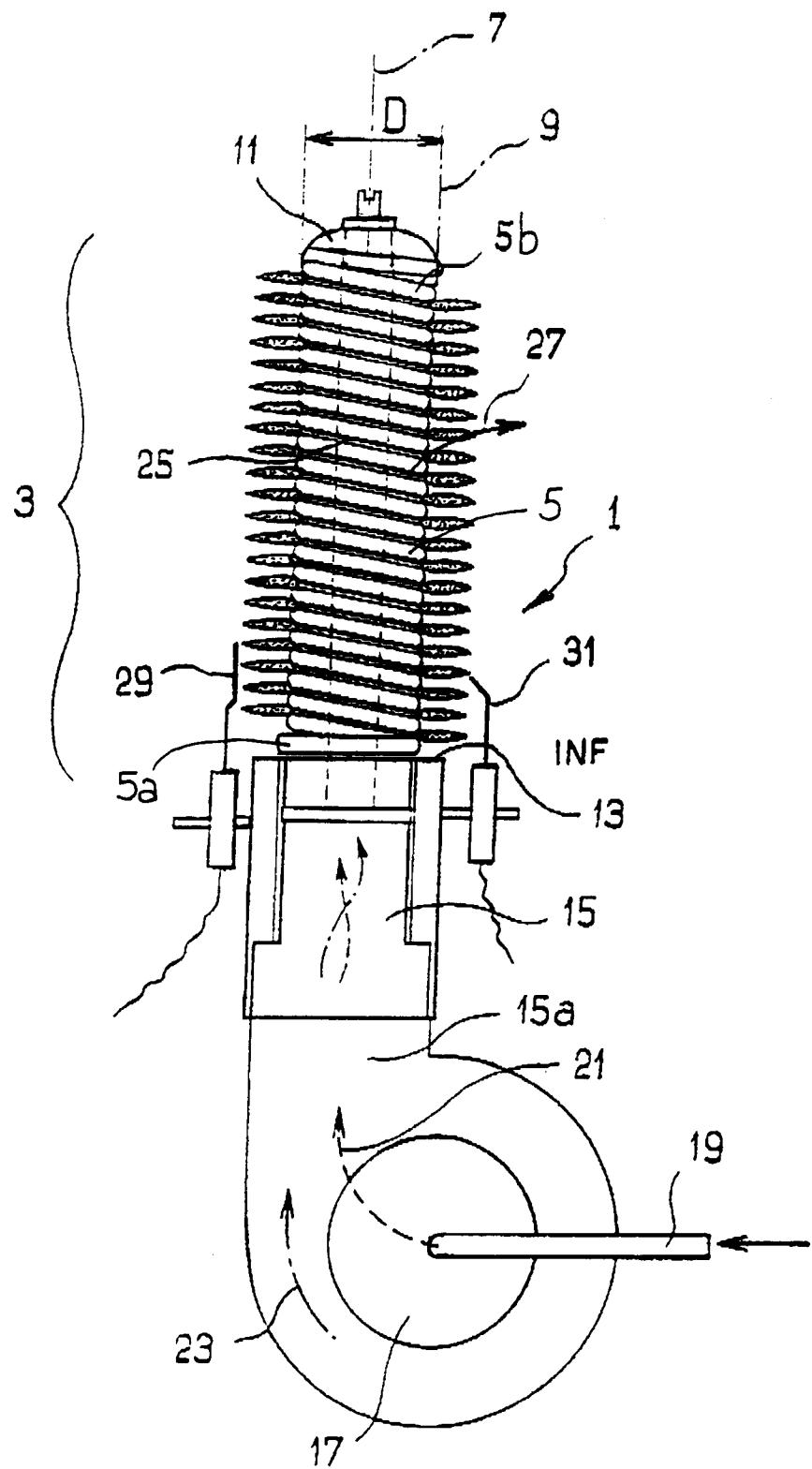
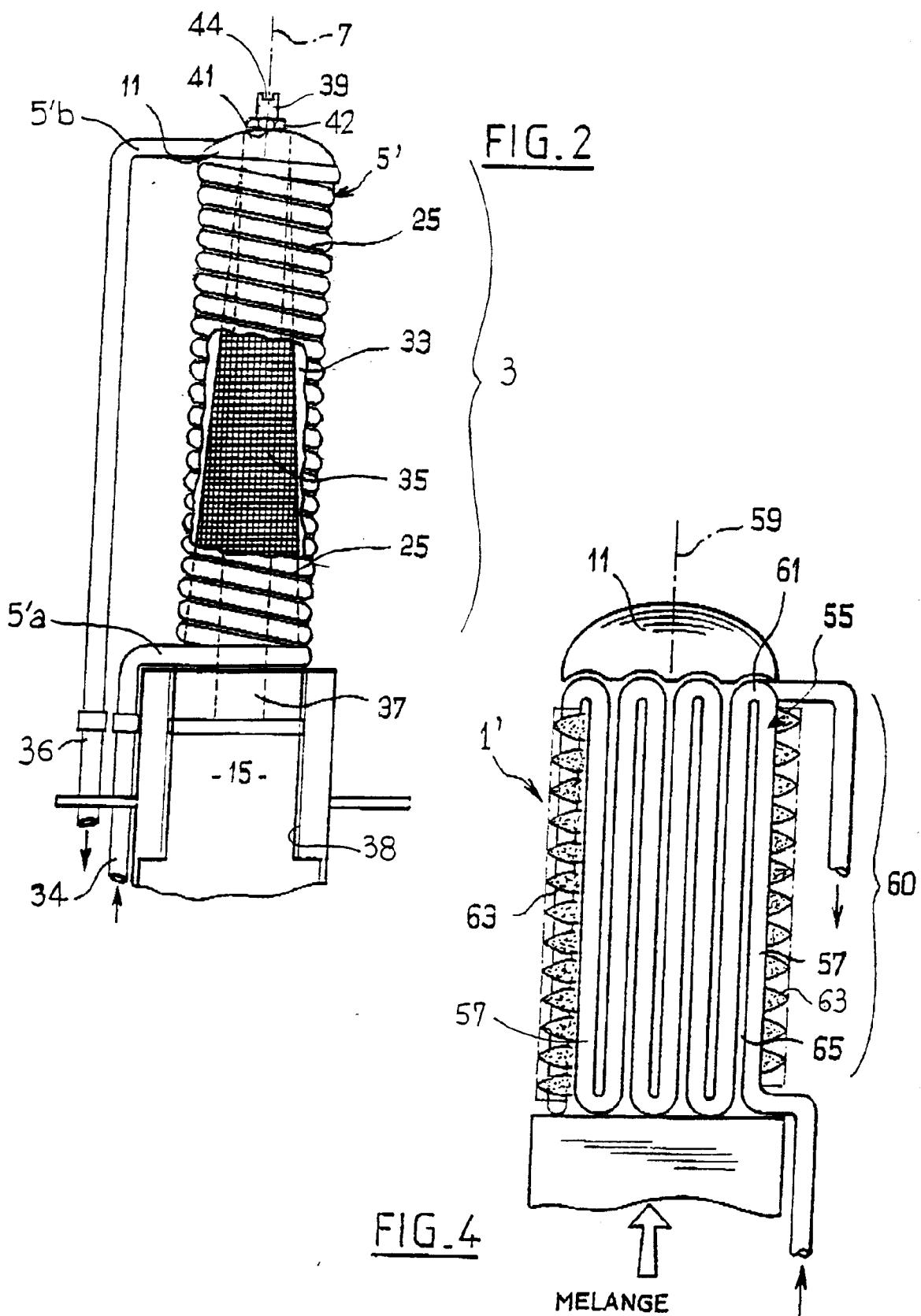


FIG. 1



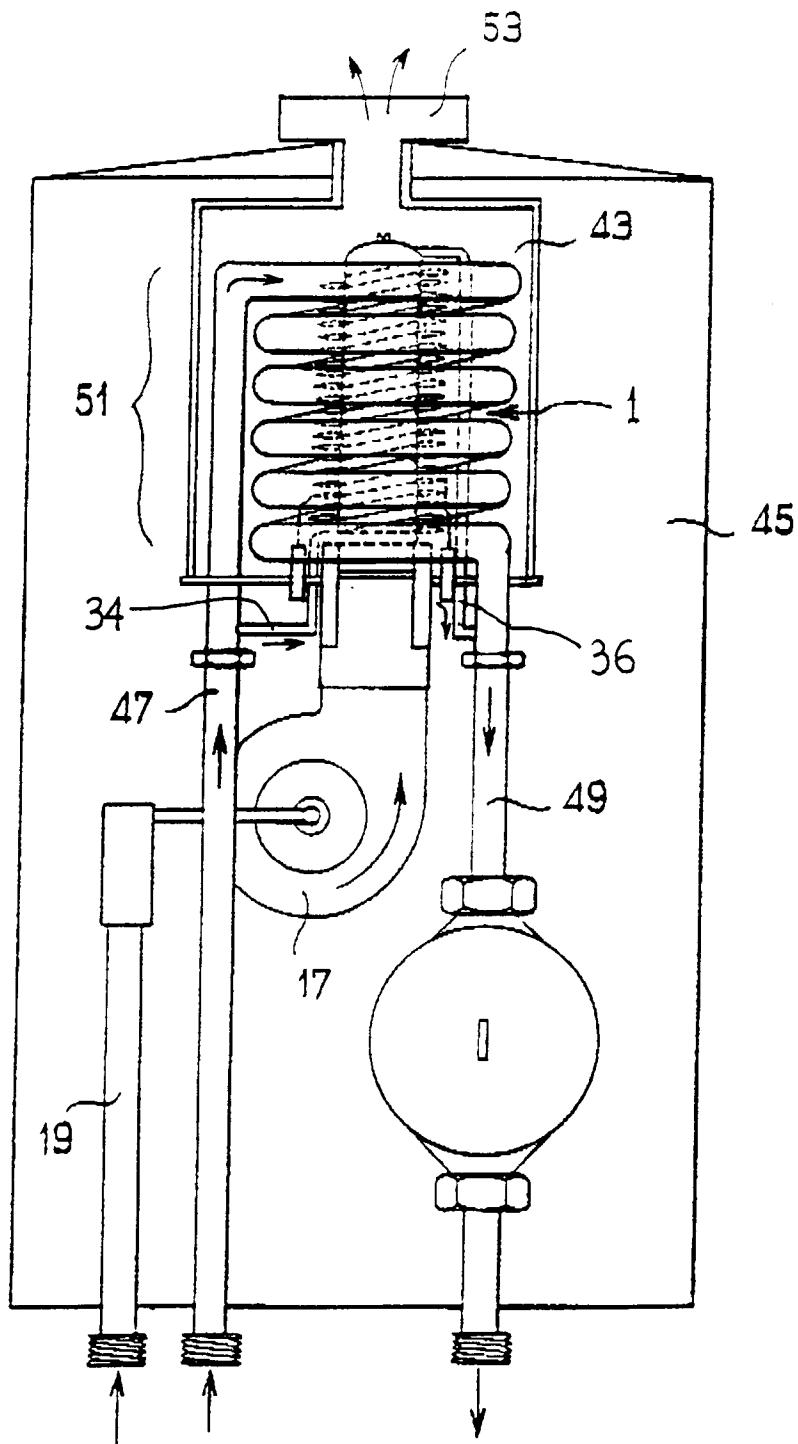


FIG. 3



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 94 40 2948

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
A	US-A-3 514 833 (DUNSTON) * colonne 2, ligne 15 - colonne 2, ligne 27 * * colonne 2, ligne 48 - colonne 4, ligne 11 * * figures 1-6 * ---	1,3	F23D14/58 F23D14/78 F23D14/74 F24H1/43
A	FR-A-685 025 (PREMIX GAS PLANTS LTD) * page 1, ligne 42 - page 1, ligne 56 * * page 2, ligne 37 - page 2, ligne 66 * * page 2, ligne 72 - page 2, ligne 84 * * figures 1-4 * ---	1,3	
A	GB-A-2 071 839 (SAUNIER DUVAL) * page 2, ligne 63 - page 2, ligne 116; figure 4 *	6-8	
A	US-A-2 625 994 (SHEPHERD) ---		
A	DE-C-242 368 (FRENZEL) -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			F23D F24H
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
LA HAYE	30 Mars 1995	Phoa, Y	
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 ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
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			